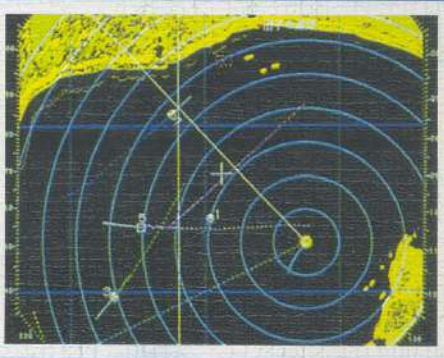
TIẾU VĂN KINH

SỔ TAY HÀNG HẢI

MASTERS' & DECK OFFICERS' HANDBOOK

Tập 1







NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

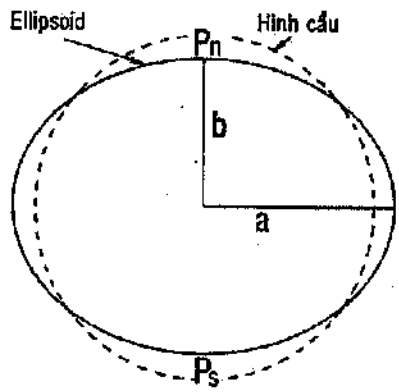
TRÁI ĐẤT, TOẠ ĐỘ, PHƯƠNG VỊ VÀ KHOẢNG CÁCH

1.1 Trái đất

1.1.1 Hình dáng trái đất theo trắc địa học

Trắc địa là môn khoa học nghiên cứu việc xác định vị trí các điểm trên bề mặt trái đất bao gồm nghiên cứu sự biến đổi của sức hấp dẫn của trái đất và việc áp dụng sự biến đổi đó vào việc đo đạc hình dạng và kích thước chính xác của trái đất. Đối với các nhà hàng hải cổ điển, các yếu tố này không quan trọng, vì các phương pháp hàng hải cổ điển không được chính xác. Ngày nay, các lĩnh vực kinh tế, kỹ thuật và quân sự đòi hỏi phải có vị trí chính xác trên biển, yêu cầu các nhà hàng hải phải có kiến thức về trắc địa học để hiểu nguyên lý xác định vị trí trên bề mặt trái đất bằng các phương pháp định vị hiện đại với độ chính xác cao.

Trái đất có hình dáng không quy tắc, không phải là hình cầu; nhưng để xây dựng mô hình toán học cho trái đất, các nhà trắc địa coi trái đất có dạng Ellipsoid dẹt với độ dẹt nhỏ về phía hai cực, quay quanh trục nhỏ (b) của elip (trục P_nP_s), đây là hình dáng gần đúng của trái đất (Hình 1.01). Người ta đã đo đạc kích thước của trái đất bằng hệ quy chiếu dựa trên trái đất hình dáng ellipsoid và xác định chính xác kích thước của nó.



Hình 1.01

Cho một mặt phẳng cắt trái đất Ellipsoid qua trục P_nP_s của nó, đường giao nhau giữa bề mặt trái đất và mặt phẳng là một kinh tuyến dạng elip có bán trục lớn a và bán trục nhỏ b. Độ dẹt của của elip là f,

$$f = \frac{a-b}{a} = 1 - \frac{b}{a}$$

Độ lệch tâm của elip kinh tuyến (e):

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} = 1 - \frac{b^2}{a^2} = \left(1 + \frac{b}{a}\right)\left(1 - \frac{b}{a}\right)$$

$e^2 = 2f$ (gần đúng)

Nếu xem trái đất có hình cầu thì bán kính của nó là $R = \sqrt[3]{a^2 b}$ = 6 371,1 Km

1.1.2 Hệ quy chiếu toàn cầu WGS 84 (World Geodesis System 84)

Nhiều quốc gia đã áp dụng hệ quy chiếu của riêng mình. Các hệ quy chiếu được đặt tên người thiết lập ra hệ quy chiếu đó. Hệ quy chiếu của một số quốc gia xây dựng dựa trên các số liệu say đây:

Hệ quy chiếu	*Bán kính Xích đạo*	*f*	*Nơi áp dụng*
Krasowsky (1940)	6 378 245m	1/298.3	Nga, Đông Âu, Trung quốc
International (1924)	6 378 388	1/297,	Châu Âu
Clarke (1866)	6 378 206	1/294.98	Mỹ , Canada, Mêhicô
Bessel (1841)	6 377 397	1/299.15	Nhật, Đức, Thụy sĩ
Airy (1830)	6 377 563	1/299.32	Anh
WGS 72 (1972)	6 378 135	1/298.26	USA/DoD
GRS 80 (1979)	6 378 137	1/298.26	Australia
WGS-84 (1984)	6 378 137.	1/298.257223563	Hệ thống hàng hải vệ tinh GPS (Mỹ)

Hệ quy chiếu quốc tế do Hayford thiết lập vào năm 1910 và được International Union of Geospatial Sciences Division (IUGG) phê chuẩn và khuyến nghị áp dụng rộng rãi cho toàn cầu, nó trở thành một phần của GRS (Geodetic Reference System) được phê chuẩn và thông qua vào năm 1971 tại hội nghị IUGG ở Moscow. Sau đó GRS được cải tiến và phê chuẩn, thông qua tại hội nghị của IUGG ở Canberra (Úc) vào năm 1979 gọi là GRS-80.

Kinh qua nổ lực nhiều năm liền, nhờ sự phát triển của khoa học laser, vô tuyến, thiên văn, vệ tinh nhân tạo và đặc biệt là máy tính điện tử giúp phân tích và tính toán, từ hệ thống quy chiếu WGS 66 ban đầu của Bộ Quốc phòng Mỹ, Uỷ ban WGS của Mỹ đã nhiều lần chọn lựa, cải tiến và hoàn chỉnh để phát triển thành hệ quy chiếu toàn cầu WGS 84 đang áp dụng hiện nay. WGS 84 được áp dụng rộng rãi trên thế giới, là hệ quy chiếu được dùng vào việc xây dựng *Hệ thống định vị toàn cầu GPS*.

1.1.3 Hệ quy chiếu và hệ toạ độ quốc gia Việt nam

Hệ quy chiếu và hệ toạ độ quốc gia VN -2000* có các tham số chính sau đây,

(* Ngày 12 tháng 7 năm 2000 Thủ tướng chính phủ đã ra quyết định số 83/2000QĐ-TTg sử dụng Hệ quy chiếu và hệ toạ độ quốc gia mới gọi là VN-2000 thay thế cho Hệ quy chiếu và Hệ toạ độ quốc gia Hà nội -72)

1. Ellipsoid quy chiếu

Áp dụng Hệ quy chiếu quốc tế WGS-84, có kích thước,

Bán trục lớn a = 6.378.137,000 km

Độ dẹt f = 1/298,257223563

2. Điểm gốc toạ độ quốc gia

Điểm N00 đặt trong khuôn viên Viện nghiên cứu địa chính đường Hoàng Quốc Việt, thủ đô Hà nội.

3. Lưới chiếu toạ độ phẳng cơ bản

Lưới chiếu hình trụ ngang đồng góc UTM quốc tế.

4. Chia múi và phân mảnh hệ thống bản đồ cơ bản theo hệ thống lưới chiếu hình trụ ngang đồng góc UTM quốc tế.

1.1.4 Hệ quy chiếu áp dụng cho hàng hải

1. Hệ quy chiếu phẳng

Trong trắc địa, đồ bản và hàng hải nói chung thường áp dụng hai hệ quy chiếu, hệ quy chiếu phẳng và hệ quy chiếu thẳng đứng. Hệ quy chiếu phẳng dùng làm cơ sở cho việc xác định vị trí trên mặt phẳng như vị trí trên biển trong hàng hải. Hệ quy chiếu thẳng đứng dùng để làm cơ sở tham chiếu cho việc đo độ cao và độ sâu.

2. Sự dịch chuyển của hệ quy chiếu

Một trong những ảnh hưởng nghiêm trọng trong việc xác định vị trí trên biển là các hệ thống định vị hàng hải dùng xác định vị trí được xây dựng trên cơ sở hệ quy chiếu khác với hệ quy chiếu áp dụng trên hải đồ giấy. Vì vậy kết quả đồ giải vị trí theo *các hệ thống hàng hải* khác với vị trí trên hải đồ, sự khác biệt đó gọi là sự *dịch chuyển hệ quy chiếu* (datum shift).

Các máy thu hệ thống hàng hải điện tử hiện đại nhờ có sẵn các phần mềm cài đặt trong máy nên có thể cung cấp ở đầu ra vị trí chính xác mặc dù ở đầu vào nhận được thông số của các hệ thống có hệ quy chiếu khác nhau.

Vì vậy khi sử dụng hải đồ phải biết mối quan hệ giữa thông số tham chiếu của hệ thống xác định vị trí (Loran, GPS,..) với hải đồ đang dùng. GPS và các hệ thống xác định vị trí hiện đại đều dùng WGS, nếu hải đồ có thông số tham chiếu khác WGS thì phải đặt lại chương trình cho thiết bị theo thông số tham chiếu của hải đồ, hoặc là phải hiệu chỉnh khi tác nghiệp vị trí GPS lên hải đồ.

Hải đồ điện tử của NIMA (National Imagery and Mapping Agency - Mỹ) xây dựng trên cơ sở WGS cho nên không bị ảnh hưởng bởi sự dịch chuyển hệ quy chiếu chỉ cần đầu ra của máy thu GPS đưa qua hệ thống hiển thị hệ quy chiếu WGS.

Tuy nhiên hiện nay vẫn còn một số hải đồ giấy của NIMA và một vài quốc gia được thiết kế khác với thông số tham chiếu của WGS. Các hải đồ này thường có ghi chú thông số tham chiếu " *Datum note*" trên ô tiêu đề hoặc phần trên mép trái của hải đồ. Tuỳ theo năm tái bản, tỷ lệ hải đồ, nội dung ghi chú như sau:

"World Geodetic System 1972 (WGS-72)", "World Geodetic System 1984 (WGS- 84)", hoặc *"World Geodetic System (WGS)." "World Geodetic System 1972 (WGS-72)", "World Geodetic System 1984 (WGS- 84)"*, hoặc *"World Geodetic System (WGS)."*

Một hải đồ có ghi chú thông số tham chiếu mà có thể tác nghiệp vị trí vệ tinh lên đó không cần hiệu chỉnh thường ghi như sau,

"Positions obtained from satellite navigation systems referred to... (Reference Datum) can be plotted directly on this chart." [Vị trí nhận từ hệ thống vệ tinh hàng hải tham chiếu ... (thông số tham chiếu) có thể tác nghiệp trực tiếp lên hải đồ này].

Các hải đồ với thông số tham chiếu khác với WGS có ghi chú như sau:

"Positions obtained from satellite navigation systems referred to the... (Reference Datum) must be moved X.XX minutes (Northward/Southward) and X.XX minutes (Eastward/ Westward) to agree with this chart." [Vị trí nhận được từ hệ thống vệ tinh hàng hải tham chiếu ... (thông số tham chiếu) cần phải dịch chuyển X.XX phút (Bắc/Nam) và X.XX phút (Đông/Tây) để phù hợp với hải đồ này]

Một số hải đồ không liên quan đến hệ tham chiếu WGS vì thiếu các dữ liệu trắc địa gần nhất hoặc một số hải đồ xây dựng dựa trên các số liệu trắc địa quá cũ không thể tham chiếu phù hợp với hệ thống trắc địa hiện đại, trong trường hợp như vậy, trên hải đồ có ghi chú:

"Adjustments to WGS cannot be determined for this chart." (Hải đồ này không thể điều chỉnh theo WGS).

Hiện nay vẫn có một số quốc gia kể cả Mỹ (NIMA) và Anh thiết lập hải đồ giấy dựa trên hệ quy chiếu khác với WGS. Nếu trên mỗi hải đồ có ghi chú hệ quy chiếu khác với WGS thì có thể chỉnh đổi đầu ra của máy thu GPS (WGS) về vị trí hệ quy chiếu phù hợp để hạn chế sự dịch chuyển hệ quy chiếu. Nếu trên hải đồ giấy không có ghi chú hệ quy chiếu thì cần phải đặc biệt chú ý, bằng cách so sánh với vị trí thực tế được xác định đủ chính xác, có thể tìm được một lượng hiệu chỉnh để hiệu chỉnh khi đồ giải vị trí GPS lên hải đồ. Tuy nhiên cần lưu ý rằng lượng hiệu chỉnh này là phi tuyến tính nên chỉ áp dụng tại khu vực đó mà thôi.

Một ảnh hưởng khác cũng cần chú ý, khi chuyển vị trí từ một hải đồ này sang hải đồ khác mà hai hải đồ lại áp dụng các hệ quy chiếu khác nhau. Trong trường hợp đó nếu đồ giải vị trí từ hải đồ này sang hải đồ kia bằng kinh vĩ độ thì vị trí sẽ chịu ảnh hưởng của sự dịch chuyển hệ quy chiếu, cách tốt nhất là chuyển vị trí giữa hai hải đồ bằng cự ly và hướng ngắm của cùng mục tiêu.

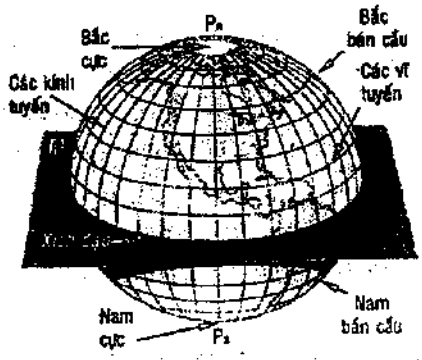
Vị trí để hiệu chỉnh hải đồ cho trong *Thông báo hàng hải* (NTM) là vị trí cho theo hệ quy chiếu của những hải đồ riêng biệt với ấn bản xác định. Vì hải đồ có thể được chuyển đổi từ hệ quy chiếu cũ sang hệ quy chiếu hiện đại hơn, hơn nữa các quốc gia có thể áp dụng các hệ quy chiếu khác nhau, cho nên thông báo hàng hải áp dụng cho ấn bản hải đồ này có thể không áp dụng để hiệu chỉnh các hải đồ khác.

1.2 Tọa độ địa lý

1.2.1 Chuyển động của trái đất

Trong thái dương hệ, Trái đất chuyển động quanh mặt trời theo quỹ đạo hình elip.

Ngoài chuyển động quanh mặt trời, trái đất còn tự quay quanh trục của nó, gọi là địa trục. *Địa trục* là một đường thẳng tưởng tượng xuyên qua tâm O của trái đất, vuông góc với mặt phẳng xích đạo và đi qua hai điểm trên bề mặt trái đất gọi là *Bắc Cực* P_n và *Nam Cực* P_s (Hình 1.02). Địa trục không



Hình 1.02

cố định mà có dao động trong không gian gọi là *dao động địa trục*. Đầu mút của trục quay (tại Bắc cực và Nam cực) vạch nên những dao động hình sin với một chu kỳ khoảng 18,6 năm và trong vòng 25 800 năm thì nó hoàn thành một vòng khép kín.

Trái đất quay quanh địa trục từ *Tây sang Đông*, cho nên ta nhìn thấy *mặt trời mọc ở phía Đông và lặn ở phía Tây*. Nếu để mắt nhìn vào Bắc cực, sẽ thấy trái đất quay ngược chiều kim đồng hồ.

1.2.2 Vị trí trên biển -Toạ độ địa lý, kinh độ và vĩ độ

1. Vòng tròn lớn và vòng tròn nhỏ

1) *Vòng tròn lớn* (Great circle) là một vòng tròn vẽ trên bề mặt hình cầu mà mặt phẳng chứa nó đi qua tâm hình cầu. Đó là vòng tròn lớn nhất có thể vẽ trên bề mặt hình cầu. Qua hai điểm trên bề mặt hình cầu chỉ có thể vẽ một vòng tròn lớn, cự ly ngắn nhất giữa hai điểm đó nằm trên cung ngắn nhất trên vòng lớn, trừ trường hợp hai điểm nằm trên hai đầu mút của đường kính quả cầu, trường hợp này có thể vẽ được vô số vòng tròn lớn.

2) *Vòng tròn nhỏ* ((Small circle) là những vòng tròn vẽ trên bề mặt quả cầu mà mặt phẳng chứa nó không đi qua tâm quả cầu.

2. Bắc bán cầu, Nam bán cầu và Xích đạo

Cho một mặt phẳng M cắt qua tâm O của trái đất đồng thời vuông góc với địa trục (Hình 1-2), mặt phẳng đó cắt trái đất ra hai phần bằng nhau gọi là *Nam Bán cầu* và *Bắc Bán cầu.*

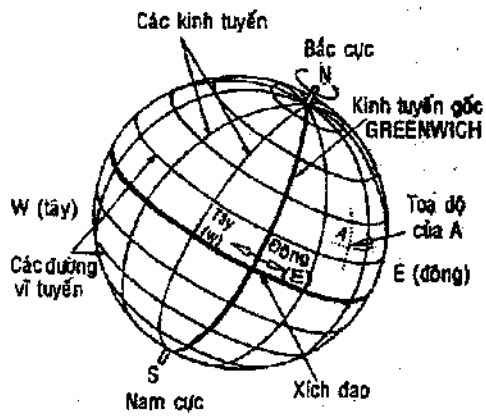
Mặt phẳng M nói trên cắt bề mặt trái đất tạo thành một vòng tròn gọi là *Xích đạo.*

Để chỉ một vị trí chính xác trên bề mặt trái đất (cả trên biển) phải sử dụng đến *toạ độ địa lý*, tạo thành mạn lưới kinh tuyến và vĩ tuyến.

3. Kinh tuyến và vĩ tuyến

1) Vĩ tuyến, vĩ độ địa lý

Các vòng tròn chạy quanh bề mặt trái đất Spheroid (gần giống hình cầu), song song với đường xích đạo gọi là các *vĩ tuyến* , các vòng vĩ tuyến nhỏ hơn vòng xích đạo và nhỏ dần về phía hai cực Bắc và Nam (Hình 1.03).



Hình 1.03

Vĩ tuyến được đo bằng đơn vị độ, gọi là *vĩ độ* ký hiệu là φ hoặc Lat. (Latitute).

Vĩ độ địa lý tại một địa điểm nào đó trên bề mặt trái đất Spheroid là góc pháp tuyến đo tại tâm trái đất giữa mặt phẳng vĩ tuyến đi qua điểm đó và mặt phẳng xích đạo hoặc giá trị cung kinh tuyến từ vĩ tuyến đi qua điểm đó đến xích đạo.

Vĩ độ tại xích đạo là 0^0 và tăng dần đến 90^0 tại hai cực trái đất, ở bắc bán cầu gọi là vĩ độ bắc (φ_N) mang dấu (+), ở nam bán cầu gọi là vĩ độ nam (φ_S) mang dấu (-). Vĩ tuyến đi qua người quan sát thì được gọi là *Vĩ tuyến người quan sát.*

2) Kinh tuyến địa lý, Kinh tuyến gốc, Kinh độ địa lý.

Các nửa vòng tròn chạy qua bề mặt trái đất Spheroid giữa hai cực P_N và P_S, với chiều dài bằng nhau là các *kinh tuyến địa lý*. Kinh tuyến cũng được đo bằng đơn vị độ gọi là *kinh độ* (Hình 1-03).

Năm 1884 tại cuộc họp quốc tế ở New York người ta đã thừa nhận kinh tuyến đi qua đài thiên văn Greenwich (London, Anh) là kinh tuyến số "0", gọi là *kinh tuyến gốc.*

Kinh tuyến địa lý tại một điểm nào đó trên bề mặt trái đất là góc nhị diện giữa mặt phẳng kinh tuyến gốc và mặt phẳng đi qua kinh tuyến địa lý chứa điểm đó, hoặc giá trị góc cầu ở cực giữa 2 kinh tuyến đó, hoặc là giá trị trên cung xích đạo tính từ kinh tuyến gốc đến kinh tuyến địa lý đi qua điểm đó.

Kinh tuyến địa lý có ký hiệu λ hoặc Long. (Longtitude) đo bằng độ, tính từ kinh tuyến gốc $0\text{-}180^0$ về phía đông gọi là *kinh độ đông* λ_E mang dấu "+"; tính từ $0\text{–}180^0$ về phía tây gọi là *kinh độ tây* λ_W. mang dấu (-). Kinh tuyến đi qua người quan sát thì được gọi là *Kinh tuyến người quan sát.*

Như vậy mỗi một điểm trên bề mặt trái đất, trên biển được xác định bằng toạ độ địa lý gồm kinh độ (E, W) và vĩ độ (N, S) của điểm đó.

Đơn vị tính kinh độ và vĩ độ là độ, phút, giây:

$$1^0 = 60' \text{ (phút)},$$
$$1' = 60'' \text{ (giây)}$$

Đại lượng nhỏ hơn phút đôi khi được tính bằng số thập phân,

$$0{,}1'(\text{phút}) = 6'' \text{ (giây)}$$

Ví dụ,

Vị trí của Vũng tàu $\varphi = 10^0\ 19'N$

$$\lambda = 107^0\ 05'E$$

4. Hiệu vĩ độ và hiệu kinh độ

1) *Hiệu vĩ độ* (d.lat. $\Delta\varphi$ hoặc Dφ) của 2 điểm trên mặt đất là giá trị phần cung nhỏ của kinh tuyến nằm giữa 2 vĩ tuyến φ_2 và φ_1 chứa hai điểm đó.

$$\begin{cases} D\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 \\ \varphi_2 = \varphi_1 + D\varphi \end{cases}$$

Nguyên tắc gán tên khi tính toán: N dấu (+), S dấu (-) , Dφ biến thiên từ 0^0 đến 180^0.

Dφ >0 thì tàu chạy về phía Bắc, nếu Dφ < 0 thì tàu chạy về phía Nam.

2) *Hiệu kinh độ* (Δλ, Dλ hoặc D.long) của 2 điểm trên mặt đất là phần cung nhỏ hơn trên vòng xích đạo nằm giữa 2 kinh tuyến λ_2 và λ_1 đi qua 2 điểm đó.

$$\begin{cases} D\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 \\ \lambda_2 = \lambda_1 + D\lambda \end{cases}$$

Nguyên tắc gán tên khi tính toán: E dấu (+), W dấu (-), Dλ biến thiên từ 0^0 đến 180^0.

Khi Dλ > 0 có nghĩa là tàu chạy về hướng đông, Dλ < 0 tàu chạy về hướng tây.

Trong đó, φ_1, λ_1 - Toạ độ địa lý điểm xuất phát

φ_2, λ_2 - Toạ độ địa lý điểm đích

1.3 Đo phương hướng trên biển.

1.3.1 Một số định nghĩa về các mặt phẳng trên trái đất

Mặt phẳng thẳng đứng tại một điểm trên trái đất là mặt phẳng đi qua dây dọi tại điểm đó và vuông góc với bề mặt trái đất.

Mặt phẳng nằm ngang là mặt phẳng vuông góc với mặt phẳng thẳng đứng.

Mặt phẳng chân trời thật (mặt phẳng chân trời người quan sát) là mặt phẳng nằm ngang đi qua mắt người quan sát.

Mặt phẳng chân trời đi qua tâm trái đất gọi là *mặt phẳng địa tâm* hoặc *chân trời thiên văn.*

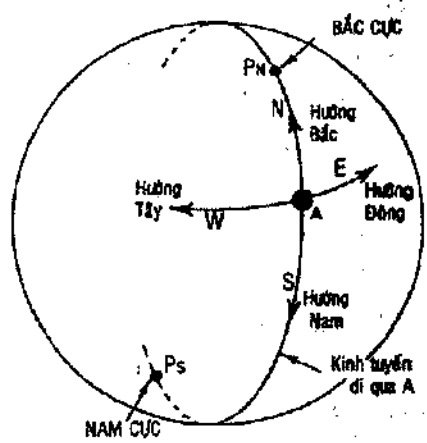
Mặt phẳng kinh tuyến là mặt phẳng có chứa trục trái đất. Nếu mặt phẳng kinh tuyến đi qua người quan sát thì gọi là *mặt phẳng kinh tuyến người quan sát.*

Mặt phẳng thẳng đứng tại vị trí người quan sát, vuông góc với mặt phẳng kinh tuyến người quan sát gọi là *mặt phẳng đông tây.*

Đường chân trời thật là giao tuyến giữa mặt *phẳng chân trời thật* và bầu trời tưởng tượng.

1.3.2 Hệ thống định hướng trên mặt phẳng chân trời thật

Trên trái đất (hình 1-04) tại điểm A , qua Bắc cực và Nam cực vẽ đường kinh tuyến, cũng tại A vẽ đường vuông góc với kinh tuyến; người quan sát đứng tại A, mặt hướng về Bắc Cực đó là *Hướng Bắc* (N), phía sau lưng người quan sát là *Hướng Nam* (S), phía tay phải là *Hướng Đông* (E) và phía tay trái là *Hướng Tây* (W).



Hình 1.04

Để không nhầm lẫn với các hướng Bắc khác sẽ nói rõ sau này, ta gọi hướng Bắc địa lý là *Hướng bắc thật*, kí hiệu N_T.

Trên thực tế, ta không nhìn thấy Bắc Cực (đó là một điểm tưởng tượng) nhưng có thể xác định bằng la bàn, hoặc bằng quan sát.

Trên cơ sở bốn hướng cơ bản đông tây nam bắc, có thể xác định các hướng khác như ,

- *Hướng Đông-Bắc (NE)* là hướng nằm giữa hướng Đông và hướng Bắc.
- Hướng Đông-Nam (SE) là hướng nằm giữa hướng Đông và hướng Nam
- Hướng Tây Bắc (NW) là hướng nằm giữa hướng Tây và hướng Bắc.
- Hướng Tây -Nam (SW) là hướng nằm giữa hướng Tây và hướng Nam.

Từ các hướng cơ bản trên có thể suy ra nhiều hướng khác.

1.3.3 Các cách biểu thị hướng

Để đo hướng, người ta chia mặt phẳng chân trời thành 360^0 (Hình 1-05). Hướng được biểu thị theo các cách như sau,

1. Hệ nguyên vòng

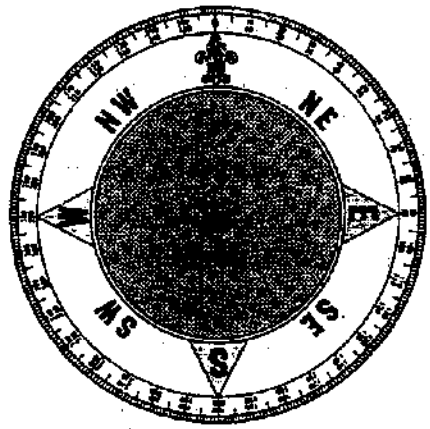
Hướng được tính từ hướng Bắc (000^0) tăng dần theo chiều kim đồng hồ cho đến 360^0.

2. Hệ bán vòng

Chân trời thật được chia ra 2 phần bằng đường kinh tuyến N-S. Lấy điểm N hoặc S làm điểm gốc, giá trị góc chỉ hướng tính từ điểm gốc 0° đến 180° về 2 phía Đông hoặc Tây.

Cách viết phương vị theo hệ bán vòng được quy định như sau, chữ cái đầu trùng với tên điểm gốc (N hoặc S), tiếp theo là giá trị phương vị, cuối cùng là hướng lấy phương vị E hoặc W. Ví dụ, cùng một điểm trên biển có thể biểu thị phương vị theo hệ bán vòng:

N 47 E hoặc S 133 E



Hình 1:05

3. Hệ 1/4 vòng

Đem hệ nguyên vòng chia ra thành 4 phần bằng các đường N-S và E-W, N và S được lấy làm điểm gốc, giới hạn góc chỉ hướng tính từ điểm N hoặc S về 2 phía E,W giới hạn từ 0 đến 90^0. Ví dụ: $S30^0W$, $N35^0E$.

Các hệ nguyên vòng, bán vòng và ¼ vòng đều có thể chuyển đổi lẫn nhau theo yêu cầu tính toán.

4. Hệ ca (Point)

Hệ ca được sử dụng trong hàng hải thế giới từ xa xưa, theo đó hệ nguyên vòng được chia 32 phần bằng nhau, mỗi phần bằng 11,25° gọi là 1 ca (Point). Hiện nay hệ "ca" ít được sử dụng.

1.3.4 Hướng đi, hướng mũi tàu, hướng thực tế, hướng ngắm, góc mạn

1. Hướng đi - (Course - C), là hướng dịch chuyển hoặc dự định dịch chuyển của tàu trên mặt phẳng chân trời, có thể biểu thị bằng 3 cách,

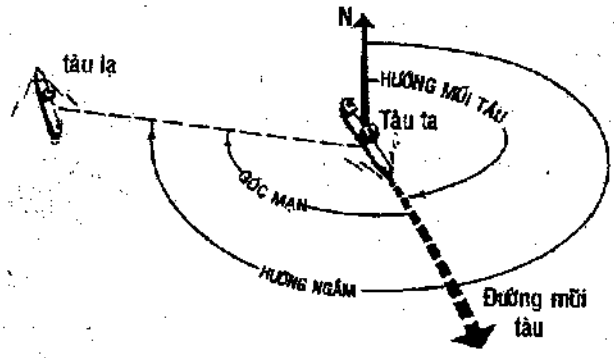
1) Hướng đi thật – TC (True course), là góc kẹp giữa hướng bắc thật với đường di chuyển của tàu.

2) Hướng đi la bàn từ – CC (Compass course) là góc kẹp giữa hướng bắc la bàn với đường di chuyển của tàu.

3) Hướng đi địa từ –MC (Magnetic course), là góc kẹp giữa hướng bắc địa từ với đường di chuyển của tàu.

2. Hướng mũi (tàu) – (Ship's Heading), là góc kẹp giữa hướng Bắc thật và đường mũi tàu, ở một thời điểm nào đó (Hình 1-06). Do ảnh hưởng của điều kiện ngoại cảnh, hướng mũi có thể trùng hoặc không trùng với hướng đi (Course) của tàu.

Hướng mũi tàu (Ship's Heading) cũng được biểu thị bằng 3 cách,



Hình 1.06

1) Hướng mũi thật - (True heading), là góc kẹp giữa hướng bắc thật với đường mũi tàu.

2) Hướng mũi la bàn - (Compass heading) là góc kẹp giữa hướng bắc la bàn với đường mũi tàu.

3) Hướng mũi địa từ - (Magnetic heading), là góc kẹp giữa hướng bắc địa từ với đường mũi của tàu.

3. Hướng đi thực tế

Hướng thực tế (*Course Made Good – CMG*) là hướng đi thực tế (Actual track) của tàu so với đáy biển khi chịu ảnh hưởng của các yếu tố bên ngoài.

4. Hướng ngắm (Bearing)

Hướng ngắm của một mục tiêu là góc kẹp giữa hướng Bắc và hướng mục tiêu đó tính bằng độ theo chiều kim đồng hồ (người quan sát ở trên tàu), xem hình 1-06. Góc này đôi khi còn gọi là phương vị (Azimuth) của mục tiêu. (Trong thiên văn thuật ngữ "Azimuth" để chỉ phương vị của thiên thể trên thiên cầu).

Hướng ngắm diễn đạt theo 3 cách,

- Hướng ngắm thật – TB (True Bearing), là góc kẹp giữa hướng bắc thật với đường kéo dài đến mục tiêu.
- Hướng ngắm la bàn – TB (Compass Bearing), là góc kẹp giữa hướng bắc la bàn với đường kéo dài đến mục tiêu.
- Hướng ngắm địa từ – MB (Magnetic Bearing) là góc kẹp giữa hướng bắc thật với đường kéo dài đến mục tiêu.

5. Góc mạn – RB (Relative Bearing),

Góc mạn của một mục tiêu là góc kẹp giữa đường mũi tàu với đường kéo dài đến mục tiêu đó, xem hình 1-6.

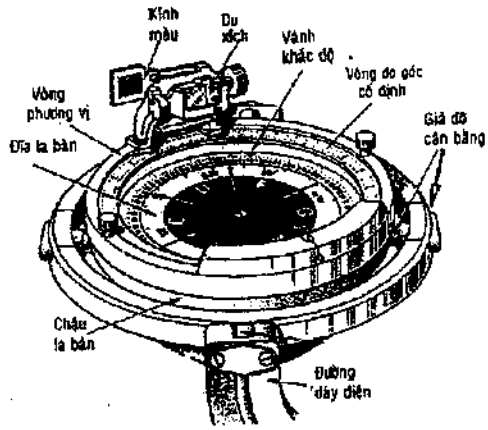
Góc mạn tính từ mũi tàu 0^0 đến 180^0 theo hệ bán vòng, nếu mục tiêu nằm ở mạn phải tàu thì gọi là *góc mạn phải* (mang dấu +), nằm ở mạn trái tàu thì ta gọi là *góc mạn trái* (mang dấu -).

Góc mạn cũng có thể tính theo hệ nguyên vòng từ $0\sim360^0$ theo chiều kim đồng hồ.

1.4 Độ lệch địa từ, độ lệch la bàn và sai số la bàn.

1.4.1 Dụng cụ đo hướng - La bàn

La bàn là dụng cụ để đo phương hướng trên biển, trên các tàu biển hiện nay trang bị hai loại la bàn truyền thống, la bàn từ và la bàn con quay. Ngoài ra hiện nay còn có loại loại la bàn GPS. Hình 1-07 là mặt phẳng ảnh của la bàn con quay trên đó có đặt *du xích* (biểu xích) để đo phương vị.



Hình 1.07

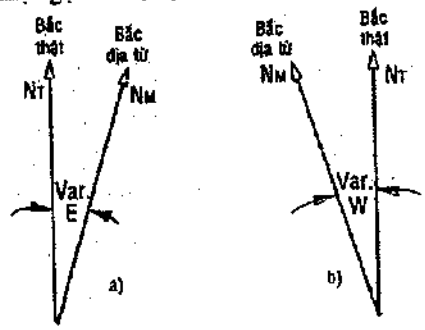
La bàn con quay dùng nguyên lý con quay vật lý để chỉ hướng, vận hành bằng điện. La bàn con quay có sai số gọi là *sai số con quay* ΔG *(Gyro Compass Error)*, xem Chương 16 - La bàn con quay.

La bàn từ là dụng cụ sử dụng các đường sức từ tự nhiên có định hướng bao quanh trái đất để chỉ hướng, nó vẫn là dụng cụ đi biển truyền thống, xem Chương 15 - La bàn từ.

1.4.2 Độ lệch địa từ

Hai cực từ Nam Bắc không nằm trùng với hai cực địa lý Cực bắc và Cực nam, cho nên kim la bàn từ chỉ hướng Bắc của cực địa từ không trùng với hướng Bắc thật (cực Bắc địa lý).

Sự chênh lệch giữa hướng Bắc địa từ và hướng Bắc thật gọi là *độ lệch địa từ*, ký hiệu Var. (variation), xem hình 1.08. Nếu hướng Bắc địa từ lệch phía Đông của hướng Bắc thật thì gọi là địa từ lệch Đông (E) mang dấu (+), hình 1.08a, ngược lại nếu hướng Bắc địa từ lệch về phía Tây của hướng Bắc thật gọi là địa từ lệch Tây (W) mang dấu (-), hình 1.08b.



Hình 1.08

Độ lệch địa từ biến đổi theo những yếu tố sau đây,

1. Biến đổi theo vùng địa lý

Độ lệch địa từ tương đối nhỏ ở vĩ độ thấp, và tăng lên và biến đổi khá lớn ở vĩ độ cao, ví dụ ở vùng biển nước ta độ lệch địa từ gần bằng không, nhưng ở vùng biển đông bắc Trung Quốc độ lệch địa từ tăng lên 4^0W đến 7^0W. Ở ven bờ biển Canada, độ lệch địa từ khoảng 25^0E. Lý do của những biến đổi đó là vì cực địa từ Bắc lệch khỏi cực Bắc thật của trái đất ở những vị trí khác nhau sẽ có độ lệch khác nhau. Ngoài ra vì trục địa từ không đi qua tâm trái đất, từ trường trên bề mặt trái đất phân bố không đều, nên làm cho độ lệch địa từ biến đổi càng phức tạp.

2. Độ lệch địa từ biến đổi hàng năm

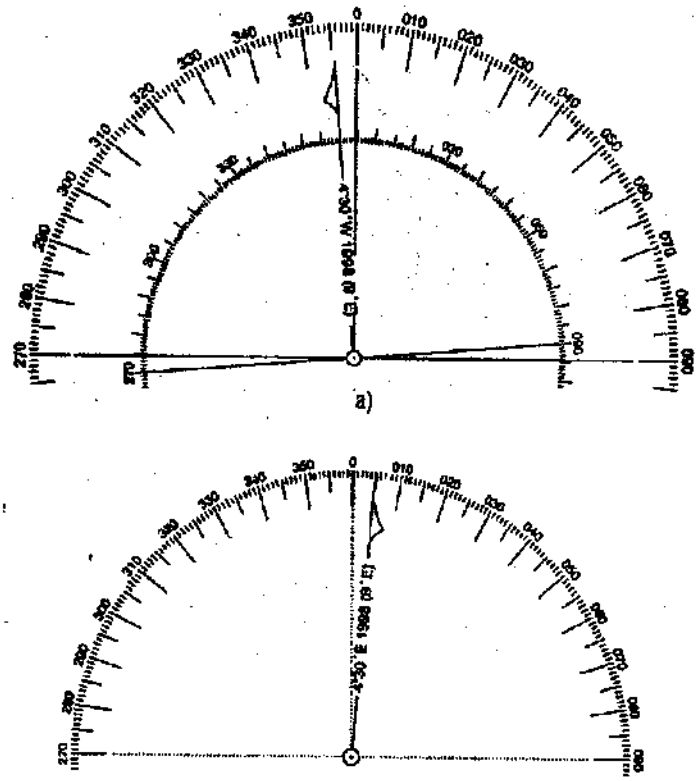
Căn cứ vào quan sát lâu dài nhận thấy vị trí cực địa từ Nam Bắc không phải là cố định mà dịch chuyển một cách chậm chạp quanh cực địa lý. Người ta tính rằng cứ 960 năm cực địa từ dịch chuyển quanh cực địa lý một vòng. Sự dịch chuyển của cực địa từ tất nhiên sẽ kéo theo sự biến đổi của độ lệch địa từ. Độ lệch địa từ biến đổi hàng năm khoảng 0^0 đến $0{,}2^0$, sự biến đổi đó gọi là "Niên sai" của độ lệch địa từ.

3. Độ lệch địa từ dị thường và bão từ

Độ lệch địa từ ở một vài khu vực trên trái đất so với vùng chung quanh có sự biến đổi bất thường, hiện tượng này có liên quan đến một khối lượng khoáng sản có từ tính nằm sâu trong lòng đất trong vùng, có thể chính nó đã gây nên sự biến đổi dị thường đó. Trên hải đồ hoặc trong các tư liệu hàng hải đều có ghi chú "vùng độ lệch địa từ dị thường", ở những khu vực đó, cần hết sức chú ý hoạt động của la bàn từ khi tàu thuyền đi qua.

Bão từ gây nên bởi hiện tượng cực quang và sự biến đổi những hố đen trên mặt trời, nó gây nên những biến động ngẫu nhiên đối với với độ lệch địa từ. Khi có bão từ, độ lệch địa từ thay đổi trong một ngày đêm có thể từ vài độ đến vài chục độ.

4. Tính toán độ lệch địa từ [Var.] (variation).



a)

b)

Hình 1.09

Độ lệch địa từ đã được khảo sát và thống kê để áp dụng cho khoa học và đời sống. Trong hàng hải, có hai cách lấy độ lệch địa từ var.,

1) Lấy tư liệu độ lệch địa từ ghi trong hải đồ. Trên hải đồ đều có ghi độ lệch địa từ cho khu vực hải đồ tại các *hoa la bàn* trong đó gồm có : năm, độ lệch địa từ (E hay W), niên sai và ký hiệu (E hay W). Hình 1.09 là hình thức hai loại hoa độ lệch địa từ trên hải đồ.

Trên Hình 1.09a ghi : $4^0$30'W 1998 (9'E) có nghĩa là trên hải đồ độ lệch địa từ năm 1998 là $4^0$30 W (hoa la bàn lệch về bên trái) thay đổi hàng năm 9' lệch đông , tức giảm hàng năm 9'.

Vì vậy khi muốn tìm độ lệch địa từ vào năm 2005 thì tính như sau :

Var. (2005) = $4^0$30' W – 9' x (2005 - 1998) = $4^0$30 W - 63'E = $3^0$27' W

Hình 1.09b là một hình thức khác của hoa la bàn. Cách ghi chú và tính toán cũng giống như trên, $4^0$30'E 1998 (9'E).

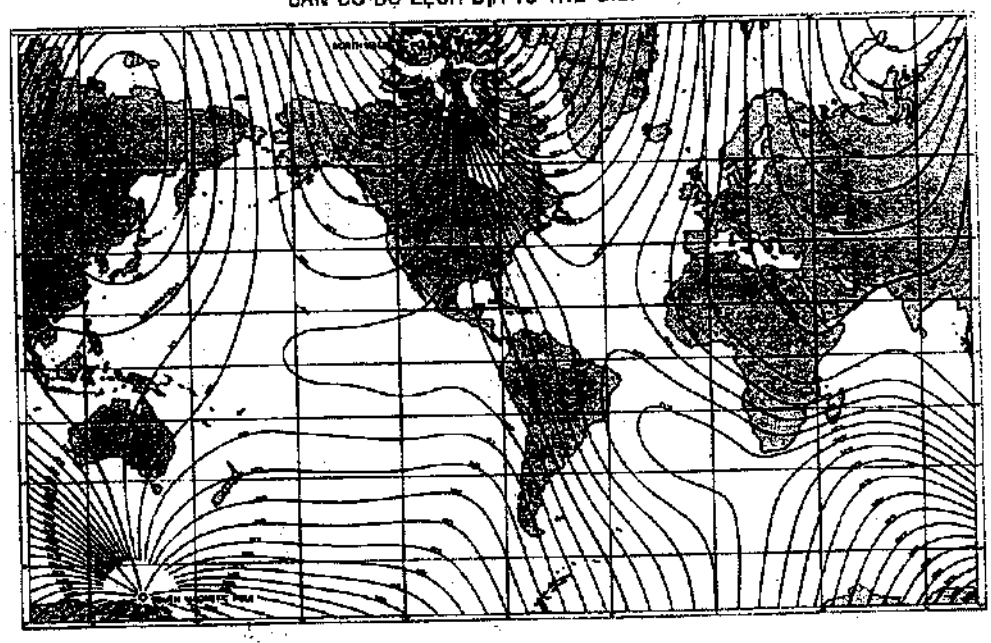
Vậy độ lệch địa từ năm 2005 tính như sau:

Var.(2005) = $4^0$30'E + 9'x(2005-1998) = $4^0$30'E+ 63'E = $5^0$33'E

Cần chú ý khi sử dụng hoa la bàn,

- Nếu trên hải đồ có một vài hoa la bàn thì lấy độ lệch địa từ trên hoa la bàn ở gần vị trí suy tính của tàu.
- Trên một số hải đồ có tỷ lệ lớn, độ lệch địa từ thường được ghi trên đề mục của hải đồ, như vậy có nghĩa là cả tấm hải đồ đều dùng chung một độ lệch địa từ đó.

BẢN ĐỒ ĐỘ LỆCH ĐỊA TỪ THẾ GIỚI



Hình 1.10

- Trên các hải đồ đại dương tỷ lệ nhỏ, tư liệu về độ lệch địa từ thường được vẽ thành đường cong gọi là đường đẳng độ lệch địa từ. Trên đường cong đều có ghi chú trị số của độ lệch và nói rõ lệch E hay W, niên sai và dấu của nó ghi trong dấu ngoặc. Năm của độ lệch địa từ ghi trên đề mục của hải đồ. Cách tính cũng giống như phương pháp vừa trình bày trên, rồi sau đó căn cứ vào vị trí tàu mà nội suy.

2) Dùng "Bản đồ độ lệch địa từ thế giới", Hình 1.10 là bản đồ độ lệch địa từ thế giới thu nhỏ tỷ lệ. Trên loại bản đồ này vẽ các đường cong đẳng độ lệch địa từ trên toàn cầu.

Trên mỗi đường cong đẳng độ lệch địa từ đều có ghi độ lệch địa từ của năm quan sát và biến đổi hàng năm.

1.4.3 Độ lệch la bàn từ

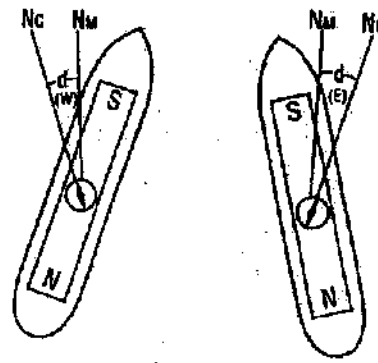
1. Ảnh hưởng của từ trường của tàu

Tàu thủy được đóng bằng sắt thép, trong quá trình đóng cũng như khai thác con tàu chịu cảm ứng của từ trường trái đất và mang từ tính gọi là từ trường tàu. La bàn từ đặt trên tàu chịu tác dụng của từ trường trái đất để chỉ hướng bắc địa từ, ngoài ra còn chịu tác dụng của từ trường tàu và gây ra độ lệch cho kim la bàn gọi là *độ lệch la bàn* d (Deviation) khiến cho kim la bàn lệch và chỉ về hướng Bắc la bàn N_C. Độ lệch la bàn làm cho kim la bàn lệch về phía Đông hướng Bắc địa từ N_M gọi là độ lệch đông, ký hiệu là E (+), ngược lại lệch về phía Tây hướng Bắc địa từ N_M gọi là độ lệch tây, ký hiệu là W (-), (Hình 1.11).

Độ lệch la bàn từ biến đổi trong những điều kiện như sau,

1) Hướng đi của tàu thay đổi thì độ lệch la bàn cũng biến đổi.

Trên Hình 1.11, giả sử từ trường của tàu là do một thanh nam châm lớn đặt theo chiều dọc tàu tạo ra, khi tàu thay đổi các hướng khác nhau thì ảnh hưởng của thanh nam châm đó đối với kim la bàn phát sinh ra các độ lệch có giá trị và dấu khác nhau.



Hình 1.11

2) Từ trường tàu thay đổi thì độ lệch la bàn cũng thay đổi.

Từ trường tàu thay đổi khi tàu vào xưởng sửa chữa, nằm bốc và dỡ hàng quá lâu, hành trình theo một hướng cố định trên một đoạn đường dài, tàu chuyên chở sắt thép và quặng sắt mang từ tính v...v. Từ trường tàu thay đổi sẽ làm cho độ lệch la bàn cũng biến đổi. Vì vậy, sau khi tàu vào đà hay sau một thời gian khai thác nhất định cần phải tiến hành khử độ lệch la bàn và lập bảng độ lệch la bàn còn lại (xem Chương 15 - La bàn từ).

Để đảm bảo an toàn hàng hải, sau khi tàu rời cảng ra biển, sĩ quan hàng hải cố gắng tìm cơ hội để kiểm tra lại độ lệch la bàn, ít nhất là trên một số hướng nhất định để xem bảng độ lệch la bàn có chính xác hay không.

3) Tàu hành trình qua những khu vực khác nhau hay tàu chạy giữ trên một hướng khá lâu cũng làm cho độ lệch la bàn thay đổi. Điều đó thường chỉ xảy ra đối với những hành trình dài trên những vĩ độ cách xa nhau hoặc đi qua xích đạo. *Vì vậy việc kiểm tra độ lệch la bàn phải tiến hành trong từng ca trực.*

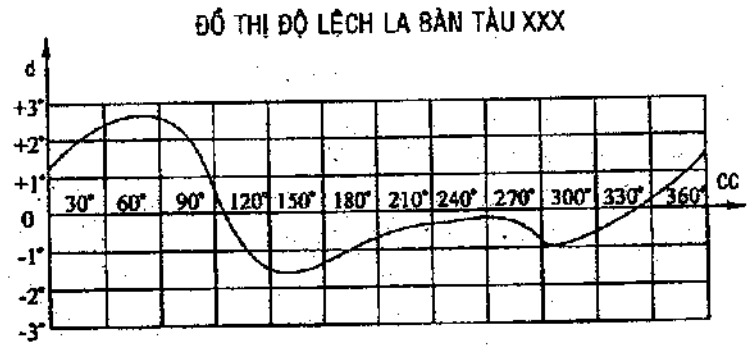
2. Bảng độ lệch la bàn từ

Sau khi tàu ra đà, và hàng năm phải tiến hành lập bảng độ lệch la bàn vẽ thành đường cong độ lệch la bàn để sử dụng hàng ngày khi tàu hành hải. Dưới đây là một ví dụ " Bảng độ lệch la bàn" của tàu ZZZ. Bảng độ lệch được lập cho hướng đi la bàn cách nhau 10^0, độ lệch ở các hướng đi khác phải nội suy.

Tàu:ZZZ	*BẢNG ĐỘ LỆCH LA BÀN*		
Hướng đi La bàn CC	*d (Deviation)*	*Hướng đi La bàn CC*	*d (Deviation)*
000	- 2,5	180	+ 2,5
010	- 2,7	190	+ 3,0
020	- 3,0	200	+ 3,3
030	- 3,2	210	+ 3,6

040	- 3,2	220	+ 3,7
050	- 3,0	230	+ 3,5
060	- 2,7	240	+ 3,2
070	- 2,5	250	+ 3,0
080	- 2,2	260	+ 2,6
090	- 1,5	270	+ 2,3
100	- 1,0	280	+ 1,8
110	- 0,5	290	+ 1,5
120	- 0,0	300	+ 1,0
130	+ 0,5	310	+ 0,5
140	+ 1,0	320	- 0,0
150	+ 1,3	330	- 0,5
160	+ 1,7	340	- 1,0
170	+ 2,1	350	- 1,5

Độ lệch la bàn được vẽ thành đồ thị và treo ở buồng lái. Hình 1.12 là ví dụ đồ thị độ lệch la bàn của tàu XXX .



Hình 1.12

1.4.4 Sai số la bàn từ

Độ lệch địa từ và độ lệch la bàn cùng tác dụng lên la bàn từ khiến cho la bàn từ không chỉ đúng hướng bắc thật mà chỉ lệch một góc ΔC gọi là sai số la bàn từ.

$$\Delta C = var. + d$$

$$d = \Delta C - var.$$

Trong đó,

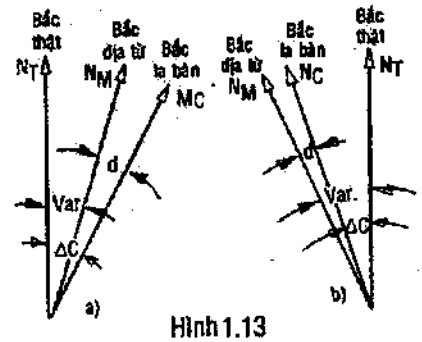
ΔC - (Compass error) - sai số la bàn

Var. - (Varition) - độ lệch địa từ

d - (Deviation) – độ lệch la bàn từ

Mỗi trị số đều mang tên và dấu tương ứng: E(+), W(-).

Hình 1.13 mô tả mối quan hệ giữa ΔC, var. và d.



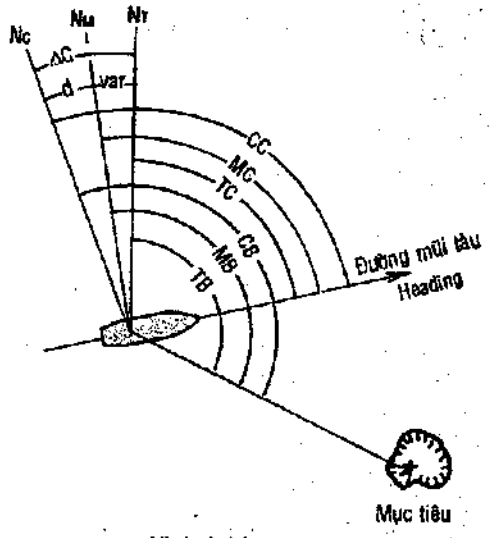
Hình 1.13

1.4.5 Chuyển đổi các loại hướng đi và các loại hướng ngắm

Do độ lệch địa từ và độ lệch la bàn biểu thị các loại hướng đi và các loại hướng ngắm khác nhau, cho nên cần xác định mối liên hệ chuyển đổi giữa chúng với nhau.

1. Các ký hiệu quy ước xem Hình 1.14)

- NC – (Compass North) - Hướng bắc la bàn
- NM – (Magnetic North) - Hướng bắc địa từ
- N_T - (True North) - Hướng bắc thật
- TC - (True Course) - Hướng đi thật
- MC – (Magnetic Course) - Hướng đi địa từ
- CC – (Compass Course) – Hướng đi la bàn.
- GC – (Gyro compass Course) - Hướng đi la bàn con quay
- TMG – (Track Made Good) - Hướng tổng hợp từ điểm xuất phát đến điểm đích vào thời điểm nào đó.
- COA, CA - (Course Of Advance) - Hướng dự định tiến tới trên đáy, hướng đi kế hoạch.
- COG - (Course Over Ground) - Hướng tương đối với đáy
- CH – (Compass Heading) – Hướng mũi la bàn
- TH – (True Heading) – Hướng mũi thật
- MH – (Magnetic Heading) – Hướng mũi địa từ
- CH – (Compass Heading) – Hướng mũi la bàn
- TB – (True Bearing) – Hướng ngắn thật
- MB – (Magnetic Bearing) – Hướng ngắm địa từ
- CB – (Compass Bearing) – Hướng ngắm la bàn
- RB - (Relative Bearing) – Góc mạn



Hình 1.14

2. Chuyển giữa đổi hướng đi (hoặc hướng ngắm) la bàn, hướng đi (hoặc hướng ngắm) địa từ ,

$$MC = CC + d$$

$$MB = CB + d$$

Trong đó, d – độ lệch la bàn từ, lệch đông (E) có dấu (+), d lệch tây (W) có dấu (-)

Từ công thức trên suy ra :

$$CC = MC - d$$

$$CB = MB - d$$

$$d = MB - CB$$

- d có dấu (-) là lệch tây (W),
- d có dấu (+) là lệch đông (E).

3. Chuyển đổi giữa hướng đi (hướng ngắm) thật và hướng đi (hướng ngắm) la bàn

Hướng đi , $TC = CC + \Delta C$

$CC = TC - \Delta C$

Hướng ngắm, $TB = CB + \Delta C$

$CB = TB - \Delta C$

- Trong đó, ΔC - sai số la bàn, (E) – (+), (W) – (-).

4. Mối liên hệ giữa hướng đi, hướng ngắm và góc mạn

$$TB = TC + RB$$

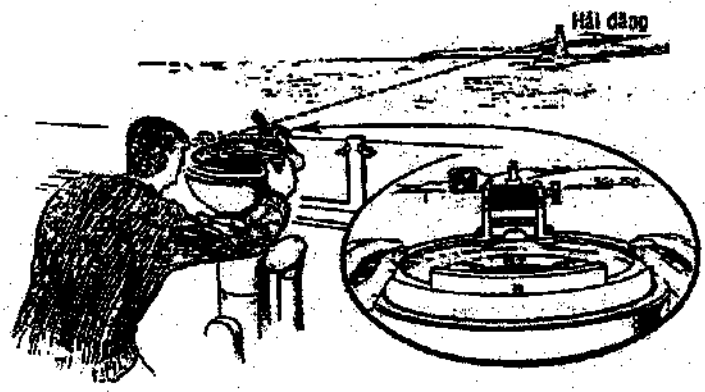
hoặc $TB = TH + RB$

Trong đó, RB tính theo hệ nguyên vòng. Nếu RB tính theo hệ bán vòng thì phải chuyển đổi nó sang hệ nguyên vòng trước khi thực hiện phép tính.

1.4.6 Phương pháp dùng la bàn thực hành đo hướng ngắm trên biển

Để thực hành đo hướng ngắm trên biển phải dùng đến *vòng phương vị* (còn gọi là du xích). Vòng phương vị là một dụng cụ gồm có vòng tròn bằng đồng, *gương đọc số* và một vài chi tiết phụ khác như mô tả ở Hình 1.07. Vòng phương vị có thể quay tự do trên mặt la bàn.

Khi muốn đo hướng ngắm của một mục tiêu nào đó, tiến hành như sau, (xem Hình 1.15),



Hình 1.15

- Người quan sát đứng phía đối diện mục tiêu qua la bàn, mắt nhìn về phía mục tiêu.
- Đặt vòng phương vị lên mặt la bàn (la bàn phản ảnh hoặc la bàn từ). Xoay vòng phương vị cho gương đọc số quay về phía mục tiêu (chẳng hạn một hải đăng).

- Ngắm bằng một con mắt từ điểm chuẩn trên vòng phương vị (đối diện gương đọc số) qua khe nhỏ chữ " V" trên *gương đọc số* đến mục tiêu, hai tay xoay chỉnh vòng phương vị cho đến khi mắt người quan sát, khe hẹp chữ "V" và mục tiêu nằm trên một đường thẳng.
- Đọc hướng ngắm của mục tiêu trên gương (hướng ngắm phản chiếu lên gương). Đó là hướng ngắm la bàn.

1.5 Các phương pháp xác định sai số la bàn từ

1.5.1 Sử dụng một mục tiêu ở xa để xác định độ lệch la bàn từ

Bằng một phương pháp xác định vị trí chính xác nào đó, chẳng hạn *phương pháp hai góc kẹp ba mục tiêu*, để xác định một vị trí tàu. Cùng một lúc với việc đo góc kẹp, dùng la bàn đo hướng ngắm la bàn CB của một mục tiêu S ở xa. Trên hải đồ từ vị trí chính xác vừa xác định đo hướng ngắm thật của mục tiêu S là TB. Tính sai số la bàn ΔC như sau,

$$\Delta C = TB - CB$$

(TB - CB) có dấu (+) $\rightarrow$ ΔC (E), có dấu (-) $\rightarrow$ ΔC (W)

Có thể tính ngay độ lệch la bàn, (Var - lấy trên hải đồ)

$$d = \Delta C - Var.$$

1.5.2 Quan sát hướng ngắm ba mục tiêu để xác định sai số la bàn từ

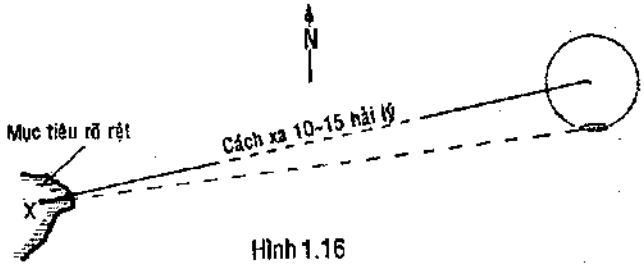
Chọn 3 mục tiêu theo yêu cầu của phép định vị bằng mục tiêu, đo hướng ngắm của chúng được CB_1, CB_2, CB_3 , dùng ba hướng ngắm đó tính góc kẹp từng cặp hai mục tiêu liền kề, sau đó dùng phép đồ giải hai góc kẹp mục tiêu để xác định vị trí tàu trên hải đồ. Trên hải đồ, từ vị trí tàu vừa xác định đo hướng ngắm thật của 3 mục tiêu TB_1, TB_2, TB_3. Cuối cùng sai số la bàn ΔC tính theo công thức sau:

$$\Delta C = \frac{(TB_1 - CB_1) + (TB_2 - CB_2) + (TB_3 - CB_3)}{3}$$

1.5.3 Dùng một mục tiêu bờ đơn độc ở xa để xác định độ lệch la bàn từ

Phương pháp này dùng để xác định độ lệch la bàn còn lại sau khi tiến hành khử độ lệch.

Mục tiêu được lựa chọn phải là một mục tiêu đơn độc thật rõ ràng ở cách xa tàu chừng 10 hải lý. Công việc phải được tiến hành trong điều kiện thời tiết tốt, sóng nhỏ, gió nhẹ. Vùng biển phía ngoài Vịnh Hạ long và Vũng biển Vũng Tàu là một nơi thuận lợi cho việc này. Ví dụ sau đây trình bày trình tự thực hiện xác định độ lệch la bàn bằng mục tiêu đơn độc X (Hình 1.16).



Hình 1.16

Cho tàu chạy theo hướng Bắc la bàn CC = 000^0, và các hướng đi CC khác nhau 045^0, 090^0, 135^0, 180^0, 225^0, 270^0, 315^0, dùng la bàn chuẩn đo hướng ngắm la bàn CB của mục tiêu X. Ví dụ kết quả nhận được CB tương ứng các hướng đi là 293^0, 296^0, 300^0, 305^0, 310^0, 306^0, 301^0, 297^0. Tính *độ lệch la bàn* của các hướng đi đó như sau :

Hướng đi la bàn CC	*Hướng ngắm la bàn CB*
000^0	293^0
045^0	296^0
090^0	300^0
135^0	305^0
180^0	+ 310^0
225^0	306^0
270^0	301^0
315^0	297^0
	2408^0

$$\text{Hướng ngắm địa từ MB} = \frac{2408^0}{8} = 301^0$$

(Căn cứ vào nguyên lý của la bàn từ và lý thuyết khử độ lệch, có thể xem 301^0 là *hướng ngắm địa từ* MB của mục tiêu X, xem Chương 15 - La bàn từ)

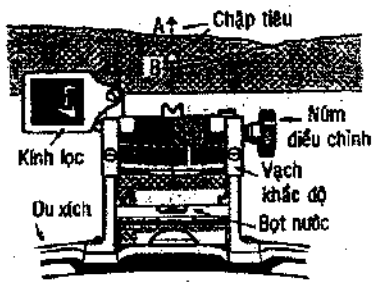
Dựa vào công thức, d = MB - CB tính được độ lệch la bàn trên các hướng như sau :

Hướng đi la bàn CC	Độ lệch la bàn d
000^0	$301^0 - 293^0 = 8$ E
045^0	$301^0 - 296^0 = 5$ E
090^0	$301^0 - 300^0 = 1$ E
135^0	$301^0 - 305^0 = 4$W
180^0	$301^0 - 310^0 = 9$W
225^0	$301^0 - 306^0 = 5$W
270^0	$301^0 - 301^0 = 0^0$
315^0	$301^0 - 297^0 = 4$ E

Vì chỉ sử dụng một mục tiêu, nên khi chạy các hướng khác nhau để đo hướng ngắm của mục tiêu có thể sinh ra sai số do các hướng ngắm đó không được đo trên cùng hướng ngắm thật của mục tiêu. Để đảm bảo cho sai số này nhỏ hơn $0,5^0$ phải cố gắng thực hiện các yêu cầu sau đây,

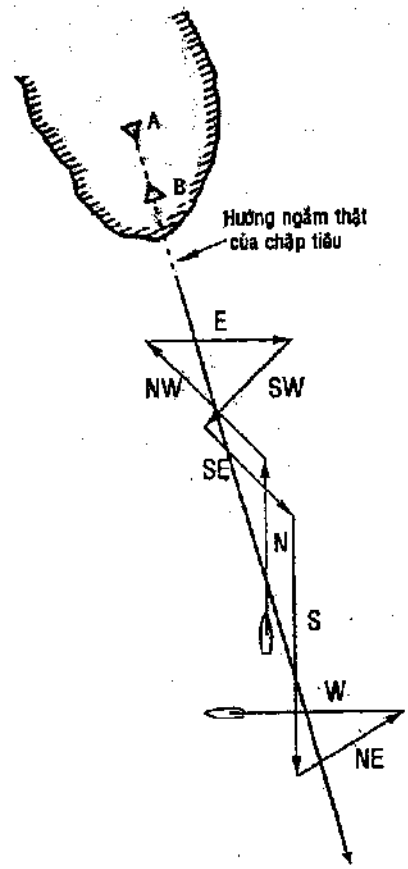
1. Tàu phải ở xa mục tiêu trên 10 hải lý, đối với tàu càng lớn thì khoảng cách này lớn hơn càng tốt (10 đến 15 hải lý), điều kiện thời thiết tốt, gió nhẹ, sóng nhỏ, dòng chảy không đáng kể.
2. Nên cho tàu quay trở với đường kính bằng khoảng 4 đến 5 lần chiều dài thân tàu. Chọn tốc độ và góc bẻ lái sao cho thời gian quay trở một vòng khoảng 15 đến 20 phút. Muốn có kết quả tốt hơn, sau khi hoàn thành việc đo đạc trên một vòng quay trở, ta cho tàu quay trở một vòng nữa theo chiều ngược lại với lần đo ban đầu và đo lại lần thứ hai. Đối chiếu, so sánh, lấy giá trị trung bình.
3. Việc đo đạc do hai người phối hợp tiến hành, một người đọc hướng đi la bàn và một người đo mục tiêu, công việc cần phải tiến hành đồng thời nhờ những tín hiệu phối hợp tự quy định với nhau.

1.5.4 Dùng chập tiêu để xác định độ lệch la bàn



Hình 1.17a

Có thể dùng một chập tiêu nhân tạo hay một chập tiêu thiên nhiên để xác định độ lệch la bàn d bằng cách cho tàu quay trở theo những hướng khác nhau, trên mỗi hướng đi, khi tàu qua hướng ngắm thật của chập tiêu, ta dùng la bàn chuẩn đo hướng ngắm la bàn của chập tiêu rồi tiến hành một vài tính toán nhỏ sẽ được độ lệch la bàn trên các hướng đó. Phương pháp này cũng để xác định độ lệch còn lại của la bàn sau khi khử độ lệch. Hình 1.17a, A và B là chập tiêu tự nhiên hoặc nhân tạo trên đất liền, hình vẽ mô tả cách đo và đọc số trên biểu xích la bàn. Hình 1.17b mô tả tuần tự cho tàu quay trở ở các hướng cần thiết khác nhau.



Hình 1.17b

Ví dụ,

Một chiếc tàu nào đó xác định độ lệch la bàn bằng một chập tiêu có hướng ngắm thật TB = 273^0 (lấy trên hải đồ). Cho tàu quay trên các hướng la bàn CC: 000^0, 045^0, 090^0, 135^0, 180^0, 225^0, 270^0, 315^0. Trên mỗi hướng đi khi tàu đi qua đường kéo dài của chập tiêu (tức lúc hai tiêu chập với nhau), đo hướng ngắm la bàn CB của chập tiêu và lần lượt được các kết quả tương ứng như sau : 280^0, 286^0, 293^0, 284^0, 275^0, 269^0, 264^0, 273^0. Từ trên hải đồ tính độ lệch địa từ "Var." ở vị trí tàu là 5^0W. Hãy tính độ lệch la bàn d ?

Giải,

Với hướng đi la bàn CC = 000^0 ta có,

$$\Delta C = TB - CB = 273^0 - 280^0 = -7^0 = 7^0W$$

$$d = \Delta C - var. = 7^0W - 5^0W = 2^0W$$

- Tương tự, có thể tính d ở các hướng đi khác như sau,

Hướng đi la bàn CC	*d*
000^0	2^0W
045^0	8^0W
090^0	15^0W
135^0	6^0W
180^0	3^0E
225^0	9^0E
270^0	14^0E
315^0	5^0E

Cuối cùng nên ghi chép độ lệch la bàn và ngày tháng đo vào quyển sổ ghi chép riêng.

Có thể so sánh các tính toán với *Bảng độ lệch* trên tàu để xem độ chính xác của độ lệch của la bàn.

1.5.5 Xác định độ lệch la bàn từ bằng cách so sánh với hướng la bàn con quay

Có thể xác định độ lệch la bàn từ bằng cách so sánh hướng đi của la bàn con quay GC với hướng đi của la bàn từ CC. Phương pháp này dùng để kiểm tra độ lệch la bàn từ.

Tiến hành bằng cách cho tàu quay trở thành vòng tròn với tốc độ nhỏ, với hai người thực hiện, một người quan sát trên la bàn từ và một người quan sát ở la bàn con quay. Cho tàu quay đến các hướng đi CC chẵn 10^0, 20^0, 30^0,... của la bàn từ (cũng có thể làm trên các hướng thưa hơn như 000^0, 045^0, 090^0, mỗi khi đến một hướng đi quy định thì ra hiệu cho người thứ hai đang quan sát trên la bàn con quay. Người quan sát trên la bàn con quay theo dấu hiệu quy ước của người kia, lập tức ghi lại hướng đi la bàn con quay GC. Cuối cùng dựa vào công thức sau đây để tính d trên từng hướng.

$$MC = GC + \Delta G - var.$$

$$d = MC - CC$$

Trong công thức,

var. - Độ lệch địa từ (lấy trên hải đồ và tính toán)

ΔG - Sai số la bàn con quay

GC - Hướng đi la bàn con quay

Sai số la bàn con quay ΔG tra trong Bảng số hiệu chỉnh LBCQ (trong Instruction của nhà chế tạo). Số hiệu chỉnh LBCQ phụ thuộc vào tốc độ và vĩ độ của tàu, vì vậy phải chỉnh cho tốc độ và vĩ độ trên bộ phận hiệu chỉnh của la bàn con quay phù hợp với tốc độ và vĩ độ thực tế của tàu.

Bây giờ ta lấy một vài số liệu để minh họa cách tính toán.

Ví dụ,

Cho tàu quay trở và đo được các số liệu như sau,

Trên các hướng đi la bàn từ CC ..., ..., 110^0, 120^0, 130^0, 140^0 ,... đọc được hướng đi la bàn con quay tương ứng GC..., ..., 119^0, 128^0, 137^0, 146^0 ,... Số hiệu chỉnh la bàn con quay $\Delta G = +1{,}5^0$; var. = 1^0W

Giải,

Dựa vào công thức ở trên ta tính được,

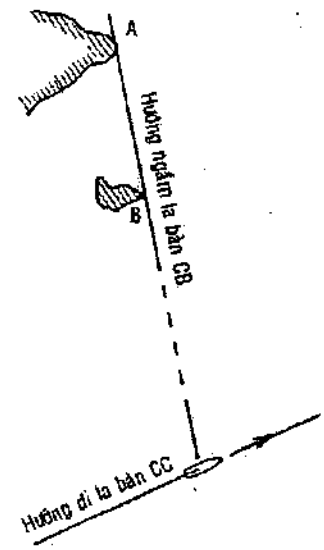
$$MC = GC + \Delta G - var. = 119^0 + 1{,}5^0 - 1{,}0^0 = 121{,}5^0$$

$$d = MC - CC = 121{,}5^0 - 110^0 = +11{,}5^0 = 11{,}5^0E$$

Tương tự, có thể tính d cho các hướng đi la bàn từ còn lại.

1.5.6 Xác định và kiểm tra độ lệch la bàn từ trên một hướng đi bằng chập tiêu tự nhiên

Phương pháp này có thể áp dụng hàng ngày trên hướng đi trong ca trực. Chọn một chập tiêu rõ ràng trên hải đồ và trên thực địa, ví dụ, một mõm núi và một mép đảo (Hình 1.18) cách xa chừng 2~5 hải lý hoặc xa hơn mà vẫn rõ ràng càng tốt (chập tiêu càng xa thì độ chính xác càng cao), khoảng cách giữa hai mục tiêu của chập cũng phải đủ xa. Khi tàu chạy qua chập tiêu, lập tức dùng la bàn từ chuẩn đo hướng ngắm của chập tiêu đó, ta có hướng ngắm la bàn CB. Đo hướng ngắm thật TB của cùng chập tiêu trên hải đồ .



Hình 1.18

Vậy, $\Delta C = TB - CB$.

$d = \Delta C - var.$

Chú ý (E) có dấu (+), (W) có dấu (-), var. lấy trên hải đồ.

Trong đó, d là độ lệch la bàn trên hướng đi la bàn CC. Đem d đối chiếu trong "Bảng độ lệch la bàn từ" của tàu trên hướng đi để xác nhận sự chính xác của bảng độ lệch la bàn từ.

Ghi chép ΔC vào trong sổ " Sai số la bàn " của tàu và trong Nhật ký hàng hải trên hướng đi la bàn CC.

1.5.7 Dùng các phương pháp thiên văn để xác định độ lệch la bàn từ.

Trên nguyên tắc có thể dùng cách so sánh phương vị quan sát (bằng la bàn) và phương vị tính toán của các thiên thể có độ cao thấp để xác định sai số la bàn, từ đó tính độ lệch la bàn.

Chọn thiên thể có độ cao thấp nhằm làm tăng độ chính xác trong tính toán do vị trí người quan sát là vị trí suy tính, không phải là vị trí thực tế. Mặt khác với độ cao thấp khi dùng la bàn để đo thiên thể không cần làm nghiêng mặt la bàn nhờ đó giảm sai số quan sát. Dưới đây trình bày vài phương pháp dễ áp dụng trong thực tiễn.

1. Các công thức tính phương vị

1) Công thức cơ bản tính phương vị

$$ctgA = \frac{tg\delta \cos\varphi}{\sin LHA} - ctgt \sin\varphi$$

Trong đó,

A – Phương vị bán vòng của thiên thể, mang tên ký tự thứ nhất cùng tên với φ ký tự thứ hai cùng tên với góc phương vị bán vòng LHA của thiên thể, khi ctgA có giá trị (+) thì lấy $A<90^0$, ctgA có giá trị (-) thì lấy $A>90^0$.

δ - Xích vĩ của thiên thể, cùng tên với φ lấy dấu (+), khác tên lấy dấu (-).

φ - Vĩ độ người quan sát, bất kỳ bắc hay nam đều lấy φ mang dấu (+)

LHA– Góc giờ địa phương bán vòng của thiên thể

2) Công thức phương vị mọc lặn thật của mặt trời

$$\cos A = \frac{\sin\delta}{\cos\varphi}$$

Trong đó,

A – Phương vị bán vòng của mặt trời mang tên ký tự thứ nhất cùng tên với φ, ký tự thứ hai mọc (E) , lặn (W). cosA có dấu (+) lấy A $<90^0$, cosA có dấu (-) lấy A $>90^0$.

φ - Vĩ độ người quan sát, bất kỳ bắc hay nam đều lấy φ mang dấu (+)

δ - Xích vĩ của mặt trời, cùng tên với φ lấy dấu (+), khác tên lấy dấu (-).

3) Công thức phương vị mép trên của mặt trời mọc lặn biểu kiến

$$\cos A = \frac{\sin\delta}{\cos\varphi\cos(-55')} - tg\varphi tg(-55')$$

Trong đó,

A - Phương vị bán vòng của mặt trời, mang tên ký tự thứ nhất cùng tên với φ, ký tự thứ hai mọc biểu kiến có dấu (E) , lặn biểu kiến mang dấu (W), cosA có dấu (+) lấy A $<90^0$, cosA có dấu (-) lấy A $>90^0$.

φ - Vĩ độ người quan sát, bất kỳ bắc hay nam đều lấy φ mang dấu (+)

δ - Xích vĩ của mặt trời, cùng tên với φ lấy dấu (+), khác tên lấy dấu (-).

(-55') – Độ cao thật của mép trên của mặt trời mọc, lặn biểu kiến, tính cho độ cao tầm mắt người quan sát 6,1m.

4) Công thức phương vị của sao bắc đẩu

$$A^0 = (90^0 - \delta)\sin LHA \sec\varphi$$

Trong đó,

δ - Xích vĩ sao bắc đẩu

LHA - Góc giờ địa phương bán vòng của sao bắc đẩu

φ - Vĩ độ người quan sát

2. Phương pháp giải tam giác thiên văn bằng Bảng ABC (PHỤ LỤC 4) để tìm phương vị thiên thể, xác định độ lệch la bàn.

Các bước tiến hành như sau,

1) Tìm định tinh hoặc mặt trời có độ cao thấp, dùng la bàn đo phương vị của nó. Biểu xích đặt trên mặt la bàn, khi đo mặt trời thì cố gắng ngắm tâm của mặt trời, để tâm mặt trời trùng với vạch chuẩn của biểu xích, giữ cân bằng mặt la bàn. Khi lấy số đo đồng thời ghi lại giờ tàu.

2) Xác định GMT ngay lúc đo.

3) Dùng *Lịch thiên văn* xác định các yếu tố cần thiết,

Đối với mặt trời thì xác định Xích vĩ Dec. và G.H.A

Đối với định tinh thì xác định Xích vĩ Dec., *S.H.A và G.H.A., γ

4) Tìm LHA của thiên thể (mang tên W). Nếu LHA lớn hơn 180^0 thì lấy 360^0 trừ đi để có LHA (E).

5) Dùng Bảng ABC, đối số vào bảng là LHA và vĩ độ φ của người quan sát (vĩ độ suy tính của tàu) để tìm đại lượng A, khi cần, phải nội suy. Đại lượng A mang tên nhất định. *Nếu L.H.A nhỏ hơn 90^0 thì tên của A khác tên với vĩ độ người quan sát.*

Bằng đối số LHA và xích vĩ của thiên thể vào bảng tìm đại lượng B, nếu cần thì phải nội suy. *Tên của B cùng tên với xích vĩ δ .*

Để có C, cộng hai đại lượng A và B nếu chúng cùng tên. Nếu chúng khác tên thì lấy đại lượng lớn trừ cho đại lượng nhỏ, tên của C lấy theo đại lượng lớn hơn.

Vào bảng C bằng đại lượng C và vĩ độ người quan sát φ, tìm được phương vị của thiên thể Az. Tên của phương vị là tên của đại lượng C và LHA.

Ví dụ 1,

Ngày 30 /9/1980, vị trí suy tính lat./$45^0$22'N, long./$125^0$10'E, độ lệch địa từ var. = 24^0E, đo mặt trời được phương vị la bàn là 229^0 lúc 07h51m06s GMT. Tìm phương vị thật của mặt trời và độ lệch la bàn d?

Giải,

Vào lúc 07h51m06s GMT ngày 30/9/1980

Từ Lịch thiên văn,

GHA	$287^0$30.5'
Incr.	$12^0$46.5'
GHA	$300^0$17.0'
Long.E	$125^0$10.0'
LHA	$425^0$27.0'
	360^0
LHA	*$65^0$27.0'*

Xích vĩ Dec.	$2^0$53.1'
d.corr.	+ 0.9
Dec.	*$2^0$54.0'*

Tra bảng:	A	0.464S
	B	0.054S
	C	0.518S

Ph.vị tra bảng mặt trời	S 70^0W
Ph.vị thật (nguyên vòng)	250^0
Phương vị la bàn	229^0
Sai số la bàn ΔC	21.0^0E
Độ lệch địa từ var.	24.0^0E
Độ lệch la bàn d	3.0^0W

Ví dụ 2,

Ngày 18/9/1980 vào lúc 06h14m09s GMT, tại vị trí suy tính lat./37^{0}36N, long./47^{0}50W đo định tinh *Alpheratz* 1 được phương vị la bàn 289.5^0. Tìm phương vị thật của định tinh và độ lệch la bàn d, biết độ lệch địa từ là 22.5^{0}W?

Giải,

Vào lúc 06h14m06s GMT ngày 18/9/1980

Từ Lịch thiên văn:

GHA ♈	87^{0}18.6'	
Incr.	3^{0}32.8'	
GHA ♈	90^{0}51.4'	
*SHA	358^{0}09.0'	
	449^{0}00.4'	
	360^0	
*GHA	89^{0}00.4'	
Long.W	47^{0}50.0'	
LHA	*41^{0}10.4'*	*Xích vĩ *Dec. 28059.1'N*
Tra bảng	A 0.88S	
	B 0.84N	
	C 0.04S	

Phương vị (tra bảng) S 87.1^{0}W

Ph.vị thật (nguyên vòng) 261.1^0

Phương vị la bàn (đo) 289.5^0

Sai số la bàn ΔC 22.4^{0}W

Độ lệch địa từ var. 22.5^{0}W

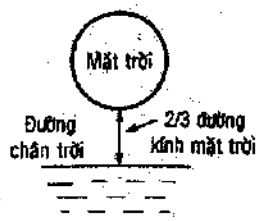
Độ lệch la bàn d 0.1^0 E

3. Phương pháp xác định phương vị thiên thể mọc lặn để tìm độ lệch la bàn từ.

Có thể dùng la bàn từ đo phương vị của thiên thể (định tinh hoặc mặt trời) lúc mọc/lặn, trên cơ sở tính toán phương vị thật của nó tiến hành so sánh để tìm ra độ lệch la bàn. Đây là một trường hợp đặc biệt của bài toán thiên văn đã được tính sẵn trong Bảng ABC, chỉ cần vài động tác tra cứu là có thể nhận được độ lệch la bàn. Tuy nhiên, vào lúc hoàng hôn và bình minh thì không thể nào nhìn thấy các ngôi sao mọc/lặn vì ảnh hưởng của khí quyển và khúc xạ. Vào lúc bình minh hoặc hoàng hôn chỉ có thể nhìn thấy mặt trời mọc hoặc lặn. Vì vậy, ở đây chỉ đề cập tới việc xác định phương vị mặt trời lúc mọc/lặn để xác định độ lệch la bàn bằng Bảng ABC.

Các bước tiến hành,

1) Dùng la bàn từ chuẩn (hoặc la bàn con quay nếu muốn xác định sai số la bàn CQ) đo phương vị của mặt trời lúc mọc hoặc lặn. Theo lý thuyết lúc mặt trời mọc hoặc lặn thì độ cao của nó phải bằng 00^{0}00'. Tuy nhiên do khúc xạ khí quyển và độ cao tầm mắt, vị trí chính xác nhất để lấy phương vị mặt trời là khi mép dưới của nó cách chân trời nhìn thấy một khoảng cách bằng 2/3



Hình 1.19

đường kính của bản thân nó (Hình 1.19). Vào đúng lúc có độ cao đó, dùng biểu xích đo phương vị của tâm mặt trời, đồng thời ghi lại giờ tiến hành. Khi người quan sát ở vĩ độ thấp và trung bình, phương vị mặt trời biến thiên chậm chạp, sai số về thời gian không có ý nghĩa gì nhiều khi tính phương vị. Nhưng ở vĩ độ cao thì phương vị mặt trời biến thiên nhanh, cần chú ý yếu tố thời gian.

2) Lấy giờ mọc lặn L.M.T của mặt trời trong lịch thiên văn, tính thời gian G.M.T lúc mặt trời mọc/lặn

3) Tìm xích vĩ mặt trời trong Lịch thiên văn.

4) Dùng Bảng ABC tra " True Amplitude" mặt trời lúc mọc/lặn, Chú ý tên của Amplitude, mặt trời mọc lấy tên với ký tự đầu là E, lúc mặt trời lặn lấy tên đầu là W, ký tự sau trùng tên với xích vĩ mặt trời.

5) Chuyển Amplitude sang phương vị thật 3 con số.

6) So sánh phương vị thật với phương vị đo bằng la bàn.

7) Tìm độ lệch địa từ trên hải đồ, tính ra độ lệch la bàn, ghi chép vào " Sổ sai số la bàn" và nhật ký hàng hải.

Ví dụ 1,

Ngày 1/10/1980 tại vị trí suy tính lat./ $36^0$10'N; long./$28^0$20'W, vào lúc 05h57m22s L.M.T, đo được phương vị la bàn mặt trời mọc 112^0. Nếu độ lệch địa từ là 18^0W , hãy tìm độ lệch la bàn từ cho hướng tàu đang chạy.

Giải,

Dùng Bảng "Amplitude" (trang 429 trở đi) trong bảng ABC,

LMT mặt trời mọc (sunrise) ngày 1/10/80	
(lấy trong lịch thiên văn)	05h55m
Long. (W)	01h53m
GMT	07h48m

Xích vĩ (Dec.) 07h	$3^0$16.3'S
Hiệu chỉnh 'd'	+ 0.8'
Xích vĩ (Dec.)	$3^0$17.1'S

Dùng đối số là xích vĩ và vĩ độ người quan sát vào bảng " True Amplitude" (trang 429) và nội suy đối với số lẻ các đại lượng đó.

Ta có (gần đúng)	True Amp. E4^0 S
Ph.vị thật (nguyên vòng)	True brg. 94^0
Phương vị la bàn	Comp. brg. 112^0
Sai số la bàn	$\Delta C = 18^0$W
Độ lệch địa từ	var. = 18^0W
Độ lệch la bàn	d = 0^0

Ví dụ 2,

Ngày 8/1/1980 tàu ở vị trí lat.30°45'S., long.166°15'W, đo mặt trời lặn được phương vị la bàn 230°. Nếu độ lệch địa từ là 16°E, tìm độ lệch la bàn ở hướng tàu đang chạy là bao nhiêu?

Giải,

LMT, mặt trời lặn lat.30°S ngày 8/1/1980 (*sunset* lấy trong lịch thiên văn)	19h06m
Hiệu chỉnh cho 45' (bảng hiệu chỉnh I trong lịch th.văn)	+ 01m
LMT mặt trời lặn tại lat.30°45'S	19h07m
Long.W	11h05m
GMT ngày 9/1	06h12m

Xích vĩ (Dec.) Ngày 9	22°12.8'S
Hiệu chỉnh:	- 0.1'
Xích vĩ:	22°12.7'S

Tra Bảng " True Amplitude" , vào bảng bằng xích vĩ và vĩ độ, nội suy số lẻ và lấy giá trị gần đúng: True Amp. = W26°S

Ph. vị thật (nguyên vòng)	True brg. = 244°
Phương vị la bàn	= 230°
Sai số la bàn ΔC	= 14°E
Độ lệch địa từ	= 16°E
Độ lệch la bàn	= 2°W

Chú ý: Khi quan sát mặt trời mọc/lặn và đo lúc tâm của mặt trời nằm đúng ngay đường chân trời nhìn thấy thì phải cộng thêm một số hiệu chỉnh vào phương vị quan sát, số hiệu chỉnh này tra trong bảng " Amplitude Corrections" (trang 431 Bảng ABC) với đối số vào bảng là vĩ độ và xích vĩ.

Ví dụ 3,

Tại vĩ độ lat./62°N, xích vĩ mặt trời dec./20°S, đo phương vị la bàn mặt trời mọc là 138°.5' (tâm mặt trời ở chân trời). Tìm độ lệch la bàn?

Giải,

Tra bảng được True Amp.	E 46°.8S
Chuyển sang phương vị thật nguyên vòng	136°.8
Phương vị la bàn quan sát	138°.5
Hiệu chỉnh (tra bảng Amp. Corection)	+ 1°.8
Phương vị la bàn của mặt trời	140°.3
Phương vị thật	136°.8
Sai số la bàn ΔC	3°.5 W

4. Xác định sai số la bàn bằng cách đo phương vị sao bắc đẩu

Sao Bắc đẩu nằm ở gần Thiên cực bắc, phương vị của nó gần chính Bắc. Khi tàu hành trình ở vùng vĩ độ thấp thuộc Bắc bán cầu, nhìn thấy sao Bắc đẩu có độ cao thấp và có thể trông thấy suốt đêm. Vì vậy nó là một ngôi sao thích hợp để xác định sai số la bàn về ban đêm.

Phương vị của sao Bắc đẩu có thể tra trong lịch thiên văn, phần bảng Polaris ở cuối mỗi trang (Nautical Almanac - Polaris table). Đối số vào bảng là *vĩ độ suy tính người quan sát* và *góc giờ địa phương nguyên vòng* của điểm xuân phân. Vì phương vị sao Bắc đẩu biến thiên

trong một ngày đêm rất nhỏ, khoảng 2 đến 3^0, vì vậy yêu cầu độ chính xác đối với góc giờ địa phương của điểm Xuân phân không cao, chỉ cần chính xác đến độ, khi đo phương vị của sao Bắc đẩu chỉ cần ghi lại giờ múi (giờ tàu) là đủ.

Ví dụ,

Ngày 10/8/1974, giờ tàu/22^h30^m (-10), vị trí suy tính $\varphi_c/28^0 58',0$ N, $\lambda_c/154^0 13'$E, hướng đi 120^0. Đo được phương vị la bàn của sao Bắc đẩu $358^0,7$. Tìm sai số la bàn?

Giải,

1) Tìm giờ thế giới lúc quan sát.

Giờ tàu	22^h30^m (10/8)
Số múi	- 10
GMT	12^h30^m (10/8)

2) Căn cứ GMT tra trong lịch thiên văn hàng hải tìm góc giờ địa phương của điểm Xuân phân LHA ♈.

GHA♈ (GMT/12^h)	$138^0 35',1$
Incr. (30^m)	$7^0 31',2$
GHA ♈	$146^0 06',3$
Long.	$154^0 13$ E
LHA♈	$300^0 19',3$

3) Tra bảng sao Bắc đẩu trong lịch thiên văn với đối số vào bảng là $\varphi_c/28^0 58'$N và LHA♈/$300^0 19,3'$ được phương vị thật của sao Bắc đẩu là $001^0,0$

4) Tìm số la bàn

Phương vị thật sao Bắc đẩu	$001^0,0$
Phương vị la bàn sao Bắc đẩu	$358^0,7$
Sai số la bàn ΔC	$2^0,3$(E)

1.6 Đo lộ trình và tốc độ trên biển

1.6.1 Đơn vị đo chiều dài và đơn vị đo tốc độ trên biển

1. Hải lý

Trong hàng hải sử dụng đơn vị chiều dài riêng để đo khoảng cách trên biển. Người ta đã chọn *chiều dài s của một phút cung kinh tuyến* để làm đơn vị đo chiều dài trên biển . Với độ chính xác cho phép đủ dùng trong hàng hải, có thể tính hải lý theo công thức gần đúng,

$$s = M.\,\text{Arc}\,1'.$$

$$M = \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2\sin^2\varphi)^{3/2}}$$

Trong đó, M – Bán kính cong cung kinh tuyến

φ - Vĩ tuyến

Thay M vào công thức ta có,

$$s = \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2\sin^2\varphi)^{3/2}} \cdot Arc1'$$

Từ công thức nhận thấy rằng độ cong của cung kinh tuyến biến thiên theo vĩ độ φ, vì vậy chiều dài của một phút của cung kinh tuyến thay đổi liên tục và tăng dần từ xích đạo cho đến cực, tại vị trí $\varphi=0^0$, s = 1842,9 mét; tại vị trí $\varphi=45^0$, s = 1852,25 mét; tại vị trí $\varphi=90^0$, s = 1861,7 mét, dài nhất.

Tuy nhiên, đối với thực hành hàng hải sự biến đổi chiều dài s của một phút cung kinh tuyến trên biển ở các vĩ tuyến khác nhau là không lớn, vì vậy các quốc gia chấp nhận giá trị trung bình s = 1852 mét (tại $\varphi= 44^0 14'$) là đơn vị đo chiều dài thống nhất trên biển gọi là *hải lý (Nautical Mile –NM hoặc n.mile).*

Vậy, 1hải lý (n.mile) = 1852 mét

1 liên (cable) = 1/10 hải lý = 185,2 m

Trong hàng hải còn sử dụng các đơn vị Anh như sau:

1 feet = 0,305 m

1 yard (mã) = 3 feet = 0,9144m

1 fathom (sải) = 6 feet = 1,83 m

2. Knot (kn) là đơn vị đo tốc độ trên biển, 1kn = 1NM/h (hải lý / giờ), gọi là "nơ".

Xích đạo là một vòng tròn lớn, đó là một vòng tròn thật trên bề mặt trái đất, cho nên chiều dài của một phút cung kinh tuyến trên xích đạo là một hằng số và bằng 1855,3 mét gọi là *dặm địa lý.*

1.6.2 Lộ trình của tàu - Quãng đường tàu chạy.

1. Xác định lộ trình bằng vòng quay máy chính - Tính "*slip*" của tàu

Tốc độ tàu là do động lực máy chính quay chân vịt tạo ra, vì vậy tốc độ tàu là hàm số của vòng quay máy chính. Về lý thuyết, trong vật thể cứng, mỗi một vòng quay chân vịt làm cho tàu dịch chuyển một khoảng cách bằng một *bước chân vịt* , đơn vị của bước chân vịt là m/r_o . Nhưng trên thực tế chân vịt quay trong nước, đồng thời con tàu chịu một sức cản rất lớn, cho nên một vòng quay của chân vịt làm cho con tàu tiến tới một khoảng cách nhỏ hơn bước chân vịt. Hiệu số của bước chân vịt và chuyển động thực tế của tàu gọi là *chỉ số trượt (slip).* Chỉ số trượt biểu thị bằng *tỷ số trượt slip* tính bằng tỷ lệ phần trăm của slip và bước chân vịt, thông thường tính *tỷ số trượt slip, ký hiệu* ρ, như sau:

$$\rho = \frac{S_\rho - S}{S_\rho} \times 100\%$$

Trong đó,

S_ρ - lộ trình lý thuyết do máy chính tạo ra

S - lộ trình thực tế của tàu trong nước

Vậy, lộ trình thực tế của tàu có thể tính,

$$S = S_p \times (1- \rho)$$

$$S\ (\text{n.mile}) = \text{slip}\ [m/r_o] \times RPM \times 60 \times t \times (1-\rho) \div 1.852$$

Trong đó,

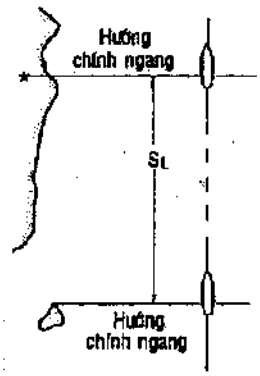
RPM - tốc độ vòng quay chân vịt (vòng/phút)

t - thời gian lộ trình (giờ).

Tuy nhiên slip là một biến số phụ thuộc vào điều kiện hành trình như sóng gió, mớn nước, hiệu mớn nước của tàu, tình trạng bên ngoài của vỏ tàu..., vì vậy mối liên hệ giữa tốc độ và RPM chỉ có thể xác định trên thực tế hành trình.

2. Căn cứ vào hai vị trí quan sát để xác định tốc độ và lộ trình

Trên hành trình chọn hai mục tiêu (chập tiêu càng tốt) như hình 1.20, đo khoảng cách giữa hai điểm chính ngang để xác định lộ trình.



Hình 1.20

3. Xác định lộ trình bằng tốc độ kế và số hiệu chỉnh tốc độ kế.

1) Căn cứ vào số đọc tốc độ kế xác định lộ trình,

$$S_L = (L_2-L_1)(1+\Delta L)$$

Trong đó,

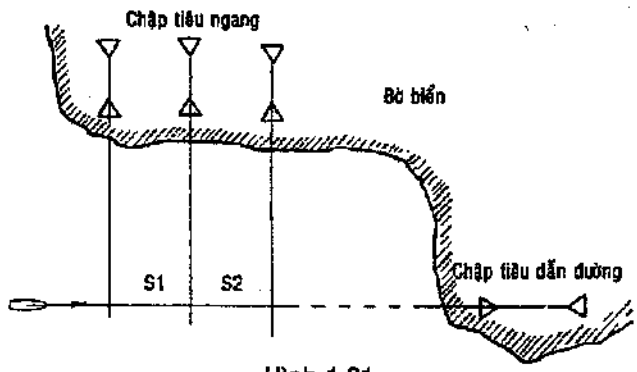
S_L - Lộ trình tốc độ kế, là quãng đường tàu chạy tương đối với nước. Trong điều kiện nước yên tĩnh, tàu chịu ảnh hưởng của gió đại lượng này tương đương với quãng đường tương đối với đáy biển. Trong dòng chảy, tốc độ kế không phản ảnh ảnh hưởng của dòng chảy.

L_1 - Số đọc trên tốc độ kế lúc khởi điểm lộ trình

L_2 - Số đọc trên tốc độ kê lúc kết thúc lộ trình

ΔL - Suất hiệu chỉnh tốc độ kế, tính bằng %.

1.6.3 Xác định tốc độ tàu và suất hiệu chỉnh tốc độ kế bằng thực nghiệm



Hình 1.21

Có thể thực hiện trên trường thử tốc độ hoặc thực hiện bằng rađa. Hình 1.21 mô tả một trường thử điển hình. Chi tiết các yêu cầu và bước tiến hành của các phương pháp thử xem bảng sau đây,

1. Thử tại trường thử

1) Điều kiện trường thử

(1) Độ sâu

Tỷ lệ độ sâu H và mớn nước d của tàu H/d ≥ 6

Hoặc $$H \geq 1{,}5\frac{V^2}{g} + d$$

Trong đó,

H - độ sâu khu vực trường thử (m)

V - tốc độ tàu (m/s)

g - gia tốc trọng trường (m/s^2)

(2) Gió

Khi thử tốc độ gió không quá cấp 3, khu vực có sóng thì gió cấp 2.

(3) Độ dài đường thử

Tốc độ V< 12kn → S = 1nm

V = 12~24kn → S = 2nm

V> 24kn → S = 3nm

(Khi đo tốc độ bằng rađa nên căn cứ vào yêu cầu này để chọn phao tiêu và thang tầm xa rađa thích hợp)

(4) Hướng đi

Vuông góc với hướng các chập tiêu.

2) Thời điểm ghi giờ và ghi số đọc tốc độ kế

Khi chập hai tiêu đầu tiên vừa chập một thì bấm đồng hồ bấm giây và ghi số đọc tốc độ kế L_1, chập tiêu thứ hai chập một lại cho dừng đồng hồ bấm giây và ghi được L_2

3) Số lần lặp lại khi đo tốc độ

(1) Khi không có ảnh hưởng của dòng chảy, thực hiện một lần là đủ.

$$V = \frac{3600S}{t};\ \rho = \frac{V_\rho - V}{V_\rho} \times 100\%$$

Trong đó,

S – khoảng cách giữa hai đường chập tiêu hoặc khoảng cách giữa hai vòng cự ly rađa cố định

t – thời gian cần thiết để chạy đoạn đường S (s)

. ρ - Tỷ số slip của chân vịt

V_ρ - Tốc độ tàu theo lý thuyết

(2) Khi có dòng chảy ngang, phải cho thử ngược xuôi 2 lần lấy giá trị trung bình,

$$V = \frac{V_1 + V_2}{2}\ ;\ \rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}\ ;\ \ \Delta L = \frac{\Delta L_1 + \Delta L_2}{2}$$

(3) Có ảnh hưởng của dòng chảy gia tốc biến đổi đều, phải chạy xuôi ngược đo 3 lần, lấy giá trị bình quân trung bình,

$$V = \frac{V_1 + 2V_2 + V_3}{4}\ ;\ \Delta L = \frac{\Delta L_1 + 2\Delta L_2 + \Delta L_3}{4}$$

(4) Có ảnh hưởng của dòng chảy gia tốc biến đổi không đều, phải chạy xuôi ngược đo 4 lần, lấy giá trị bình quân trung bình,

$$V = \frac{V_1 + 3V_2 + 3V_3 + V_4}{8};\ \ \Delta L = \frac{\Delta L_1 + 3\Delta L_2 + 3\Delta L_3 + \Delta L_4}{8}$$

2. Xác định tốc độ tàu và suất hiệu chỉnh tốc độ kế bằng rađa

1) Điều kiện

Độ sâu và sóng gió giống như trong trường hợp ở trường thử nói trên.

2) Độ dài đường thử

Yêu cầu giống như ở trường thử, căn cứ vào yêu cầu này để chọn phao tiêu và thang tầm xa/vòng cự ly cố định rađa thích hợp.

3) Hướng đi

Mũi (lái) tàu nhắm thẳng vào phao tiêu.

4) Thời điểm ghi giờ và ghi số đọc tốc độ kế

Khi sóng dội của phao tiêu trên màn hình rađa tiếp xúc với vòng cự ly cố định làm điểm khởi đầu thì khởi đồng hồ bấm giây và ghi lại số đọc tốc độ kế L_1, khi vòng cự ly cố định làm điểm cuối trùng khớp với sóng dội thì dừng đồng hồ bấm giây và ghi lại L_2.

5) Số lần lặp lại và tính toán tốc độ giống như trên trường thử.

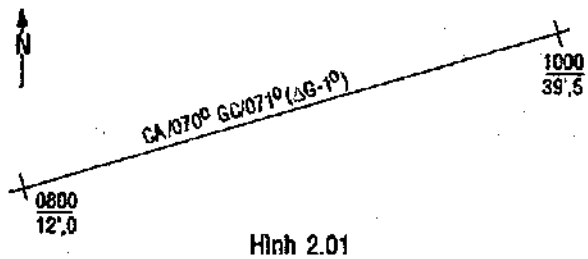
HÀNG HẢI SUY TÍNH VÀ XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ BẰNG MỤC TIÊU LỤC ĐỊA

2.1 Hàng hải suy tính

Hàng hải suy tính thực chất là công việc *tác nghiệp hải đồ* (chart work), dựa trên các yếu tố như hướng đi, tốc độ, thời gian, hướng và tốc độ gió và dòng chảy, kẻ đường đi và xác định *vị trí tàu suy tính* EP (Estimated Position).

2.1.1 Hàng hải khi không có ảnh hưởng của gió và dòng chảy

Nói không có ảnh hưởng của gió và dòng chảy với hàm ý là gió và dòng chảy ảnh hưởng đến hướng đi không lớn hơn 1^0, có thể bỏ qua không xét tới. Trường hợp này, hàng hải suy tính rất đơn giản, trên hải đồ chỉ cần vẽ một đường đi kế hoạch, đó cũng sẽ là vết đi.



Hình 2.01

Trong điều kiện không có ảnh hưởng của gió và dòng chảy, chỉ cần lấy hướng đi thật TC trên đường đi kế hoạch (CA – Course Advance) chuyển thành hướng đi la bàn từ CC hoặc la bàn con quay GC, cho tàu chạy theo hướng đó. Lộ trình của tàu được tính bằng,

$$S_L = (L_2\text{-}L_1)(1+\Delta L)$$

Trong điều kiện không có ảnh hưởng của gió và dòng chảy, trên hải đồ vết tàu đi nằm trùng lên đường đi kế hoạch, Lộ trình S_L (tính bằng tốc độ nhân cho thời gian hành trình) đo trên hải đồ chính là vị trí suy tính của tàu tại thời điểm đọc tốc độ kế. Hình 2.01 mô tả cách tác nghiệp hải đồ biểu thị đường đi và vết tàu cùng các vị trí suy tính lúc 0800 và 1000. Các con số ghi dưới giờ là số đọc tốc độ kế . CA là hướng đi kế hoạch, GC là hướng đi la bàn con quay, sai số $\Delta G = -1^o$.

2.1.2 Ảnh hưởng của gió, không có dòng chảy

1. Góc dạt gió

Hướng gió là *hướng thổi tới* của gió (khi tàu đang chạy đó là hướng gió biểu kiến). Góc tạo thành bởi hướng gió với đường mũi lái tàu gọi là *góc mạn gió*. Góc mạn gió có thể tính theo phía mạn phải hoặc phía mạn trái từ 0^0 đến 180^0.

Để đảm bảo cho tàu đi đúng theo đường đi kế hoạch, phải hiệu chỉnh cho hướng mũi của tàu lệch về phía trên gió một góc độ nhất định so với đường đi kế hoạch. Góc kẹp giữa hướng mũi tàu (đường mũi lái kéo dài) với đường đi kế hoạch gọi là *góc chỉnh dạt gió*, ký hiệu α. Đó cũng là hiệu số góc giữa hướng đi thật với đường đi kế hoạch hay đường đi thực tế. Dưới ảnh hưởng của gió, vị trí tàu bao giờ cũng lệch phía dưới gió.

Góc dạt gió chịu ảnh hưởng của những yếu tố sau đây,

1) Tốc độ gió: tốc độ gió càng lớn thì α càng lớn.

2) Góc mạn gió: góc mạn gió gần 90^0 thì α lớn nhất.

3) Mớn nước của tàu: tàu nhẹ tải α lớn, đầy tải α nhỏ.

4) Tốc độ của tàu: tốc độ nhỏ α lớn, tốc độ lớn α nhỏ.

5) Hình dáng tàu: diện tích chịu gió trên mặt nước, hình dáng đáy tàu dưới mặt nước.

Nói chung, để xác định chính xác góc chỉnh dạt gió là một việc khó khăn, đòi hỏi sĩ quan hàng hải phải tận dụng mọi cơ hội xác định vị trí tàu để có thể xác định góc chỉnh dạt đối với con tàu của mình trong một điều kiện nhất định, ghi chép cẩn thận để áp dụng trong những trường hợp tương tự về sau. Cần tích lũy kinh nghiệm mới có thể chọn hướng đi phù hợp để khử góc dạt gió.

2. Hàng hải suy tính khi chạy trong gió

Căn cứ vào tốc độ gió và góc mạn của gió tra trong bảng góc dạt gió α của tàu (mỗi tàu tự lập bảng góc dạt gió), hoặc căn cứ vào hướng vết tàu để tính góc dạt gió α,

$$\text{Đường đi kế hoạch } CA = TC + \alpha$$

$$\text{Vết đi } CMG_\alpha = TC + \alpha$$

Theo quy ước,

- Tàu nhận gió ở mạn trái , α có dấu (+)
- Tàu nhận gió ở mạn phải, α có dấu (-)

$$\alpha^0 = CMG_\alpha - TC$$

1) Tìm hướng đi la bàn con quay chỉnh dạt gió,

$$TC = CA - \alpha$$

$$GC = TC - \Delta G$$

Trong đó,

CMG_α – Hướng vết tàu trong gió

CA – (Course Advance) Hướng đi kế hoạch

TC – Hướng đi thật chỉnh dạt gió

GC – Hướng đi la bàn con quay chỉnh dạt gió.

ΔG – Sai số la bàn con quay

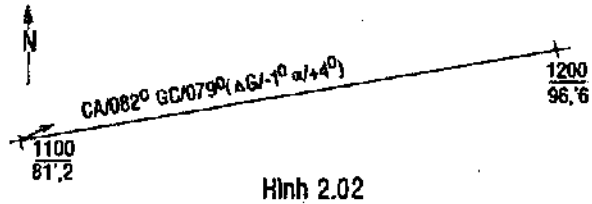
2) Hướng đi la bàn từ chỉnh dạt gió

$$CC = TC - \Delta C$$

Trong đó, CC – Hướng đi la bàn từ chỉnh dạt gió

ΔC – Sai số la bàn từ

Khi chạy trong gió chỉ số tốc độ kế đã phản ảnh ảnh hưởng của dạt gió đối với lộ trình cho nên có thể dùng số đọc tốc độ kế S_L ở thời điểm nào đó đo ngay trên đường đi kế hoạch để có vị trí suy tính tương ứng.



Hình 2.02

Hình 2.02 mô tả cách tác nghiệp trên hải đồ khi có dạt gió.

2.1.3 Căn cứ vào hệ số áp lực gió lập bảng góc chỉnh dạt gió

Tốc độ tàu bị dạt do gió bao giờ cũng nhỏ hơn tốc độ gió, hướng tàu di chuyển do gió cũng không song song với hướng gió mà phụ thuộc vào hướng đi, tốc độ tàu... Vì vậy không thể dùng phương pháp giải tam giác vectơ để tìm góc chỉnh dạt gió mà cần phải lập một *bảng góc chỉnh dạt gió* theo điều kiện thực tế của tàu để áp dụng trong những trường hợp cần thiết, đặc biệt khi tầm nhìn xa kém.

Qua thực nghiệm và thống kê người ta lập được công thức kinh nghiệm góc dạt gió như sau,

$$\alpha^o = K^o(\frac{V_W}{V_L})^2 \sin Q_W$$

Trong đó,

α^o - góc dạt gió (độ)

V_W - tốc độ gió

V_L - tốc độ tàu

K^o - hệ số dạt gió (độ)

Q_W - góc mạn gió

Công thức trên chỉ thích hợp cho góc dạt gió không vượt quá 10^0~15^0. Các công thức kinh nghiệm đã được nghiên cứu áp dụng rộng rãi hơn như sau,

$$\alpha^o = K^o(\frac{V_W}{V_L})^{1,4}(\sin Q_W + 0,15\sin 2Q_W)$$

Cách đáng tin cậy nhất để lập *bảng góc hiệu chỉnh dạt gió* là căn cứ vào các điều kiện khác nhau của tàu, trực tiếp đo góc chỉnh dạt gió lập thành bảng theo tốc độ và góc mạn của gió. Như vậy đòi hỏi phải có thời gian quan sát và tích luỹ số liệu.

Ngoài ra, có thể dùng hệ số áp lực gió K để lập bảng góc chỉnh dạt gió, phương pháp này khá đơn giản, các bước tiến hành như sau,

1) Bằng phương pháp thích hợp, xác định chính xác góc dạt gió 25~30 lần trong các điều kiện tàu không tải và đầy tải.

2) Thay các giá trị góc dạt gió và V_W, V_L, Q tương ứng vào công thức trên để tính riêng hệ số K^0_1 và K^0_2 cho hai trường hợp không tải và đầy tải.

3) Đưa các giá trị khác nhau của các thông số V_W, V_L, Q vào công thức cùng với K^0_1 hoặc K^0_2 (theo điều kiện không tải và dầy tải) để tính ra α^0 lập thành bảng theo mẫu dưới đây,

GÓC HIỆU CHỈNH DẠT GIÓ

Cấp gió	*Mớn nước tàu*	*Góc mạn của gió biểu kiến*								
		20^0	40^0	60^0	80^0	100^0	120^0	140^0	160^0	180^0
4	Không tải									
	Đầy tải									
5	Không tải									
	Đầy tải									
6	Không tải									
	Đầy tải									
...	...									
	...									

4) Khi góc $\alpha^0 > 10^0$ thì công thức trên có sai số khá lớn, nhưng hàng ngày có thể dùng cách quan sát thực tế để hiệu chỉnh các kết quả tính trong bảng sao cho các giá trị trong bảng ngày càng hoàn thiện.

2.1.4 Ảnh hưởng của dòng chảy khi không có gió

1. Góc chỉnh dạt nước

Hướng dòng chảy là *hướng nước chảy đi*. Tàu chạy trong một khu vực có dòng chảy, nếu tàu chạy xuôi nước thì tốc độ thực tế của tàu bằng tốc độ tàu cộng với tốc độ dòng chảy, tàu chạy ngược nước thì tốc độ thực tế bằng tốc độ của tàu trừ cho tốc độ dòng chảy. Nếu dòng nước chảy tới ở phía mạn thì tàu sẽ bị dạt về phía dưới dòng nước làm cho tàu dịch chuyển theo đường dạt nước thực tế. Tốc độ thực tế của tàu bằng tổng vectơ tốc độ tàu và tốc độ dòng nước. Đường đi thực tế lệch khỏi đường đi kế hoạch một góc gọi là *góc chỉnh dạt nước* β *(Drift)*.

$$\vec{V} = \vec{V_L} + \vec{V_C}$$

Trong đó,

$\vec{V_L}$ - Tốc độ tàu tương đối với nước (ghi bằng tốc độ kế)

$\vec{V_C}$ - Tốc độ dòng chảy

$\vec{V}$ - Tốc độ thực tế (Speed Made Good)

Đường đi kế hoạch CA = TC+β

Vết đi CMG_β = TC+β

Theo quy ước,

- Nước chảy đạp vào mạn trái tàu, đẩy mũi tàu về bên mạn phải, β có dấu (+)
- Nước chảy đạp vào mạn phải tàu, đẩy mũi tàu về mạn trái, β có dấu (-)

2. Các loại dòng chảy

1) Hải lưu (Current, ocean current)

2) Triều lưu (tidal stream)

Triều lưu bao gồm triều lưu xoay chiều (Alternating current) và triều lưu quay vòng (rotary current).

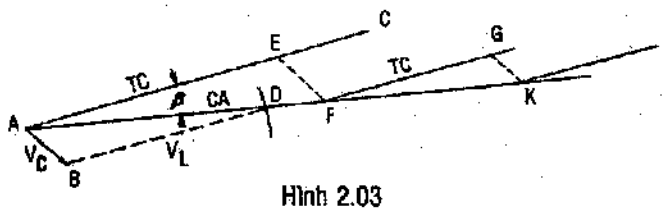
3) Gió tạo ra dòng chảy

(Tham khảo phần *Dòng chảy* trong Chương 5 - Thuỷ văn hàng hải)

3. Hàng hải suy tính khi chạy trong dòng chảy

Chạy trong dòng chảy nếu biết tốc độ V_c và hướng của dòng chảy, hướng đi kế hoạch CA, và tốc độ tàu đo bằng tốc độ kế V_L thì có thể vẽ tam giác vectơ tốc độ để tìm ra hướng đi hiệu chỉnh góc chỉnh dạt nước β và hướng đi thật TC theo như hình 2.03. Tiến hành đồ giải như sau,

1) Trên hướng đi kế hoạch CA bắt đầu từ A vẽ vectơ dòng chảy AB (hướng và tốc độ V_C).



Hình 2.03

2) Lấy ngọn véctơ B làm tâm, tốc độ tốc độ kế V_L làm bán kính vẽ một cung nhỏ gặp đường đi kế hoạch tại D. Nối BD.

3) Từ khởi điểm A vẽ một đoạn thẳng AC song song với BD, AC chính là đường đi đã hiệu chỉnh dạt nước, từ đó có thể xác định hướng đi thật chỉnh dạt nước TC . Như vậy, góc chỉnh dạt nước

$$\beta = (CA\text{-}TC)$$

[Nước đạp mạn trái β mang dấu (+), mạn phải dấu (-)].

4) Tìm hướng đi la bàn chỉnh dạt nước,

- Hướng đi la bàn con quay chỉnh dạt nước $GC = TC - \Delta G$
- Hướng đi la bàn từ chỉnh dạt nước $CC = TC - \Delta C$

Trong đó, CA – Hướng đi kế hoạch

TC – Hướng đi thật chỉnh dạt nước

GC – Hướng đi la bàn con quay chỉnh dạt nước.

ΔG – Sai số la bàn con quay

ΔC – Sai số la bàn từ

5) Giả sử rằng vào thời điểm nào đó, số đọc tốc độ kế từ A là S_{L1}, trên AC đo một đoạn AE bằng S_{L1}, vẽ đường EF song song với hướng dòng chảy gặp đường đi kế hoạch tại F. F chính là vị trí suy tính tại thời điểm nói trên.

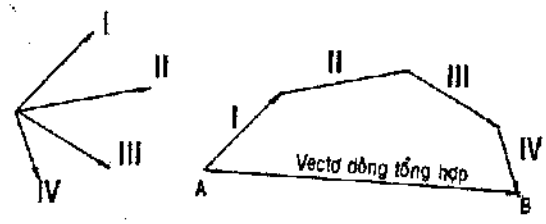
6) Muốn xác định vị trí suy tính ở thời điểm tiếp theo, từ F lại vẽ đường đi chỉnh đạt nước TC song song với AC, từ F đo đoạn đường đi đọc trên tốc độ kế S_{L2} bằng FG, từ G kẽ đường song song với hướng dòng chảy gặp đường đi kế hoạch tại K. K chính là vị trí suy tính mới.

7) Nếu hướng và tốc độ dòng chảy không đổi thì có thể tiếp tục tìm vị trí suy tính tiếp theo.

8) Sau khi đi qua một quãng đường mà hướng và tốc độ dòng chảy thay đổi thì lập tam giác véctơ tốc độ mới và tìm vị trí suy tính như đã trình bày ban đầu.

4. Hàng hải suy tính khi chạy trong khu vực dòng chảy tuần hoàn quay vòng

Trong dòng chảy tuần hoàn quay vòng nếu mặt biển rộng, không có chướng ngại vật thì có thể hiệu chỉnh đạt nước tổng hợp 4 giờ một lần theo như hình 2.04. Vẽ vectơ tốc độ dòng chảy mỗi giờ I, II, III, IV và tính véctơ tổng hợp 4 giờ AB. Trên tốc độ kế đọc số tốc độ kế S_L sau 4 giờ. Tiến hành đồ giải giống như trình bày ở phần trên để có vị trí suy tính sau 4 giờ. Sau đó tìm dòng chảy tổng hợp trong 4 giờ tiếp theo và tìm vị trí suy tính.



Hình 2.04

2.1.5 Ảnh hưởng tổng hợp của gió và dòng chảy

1. Góc chỉnh đạt tổng hợp gió và dòng chảy

Gió và dòng chảy không tác động riêng rẽ trên hướng đi của tàu mà tác động tổng hợp, dưới ảnh hưởng tổng hợp này làm cho đường đi thực tế của tàu lệch khỏi đường đi kế hoạch một góc gọi là *góc chỉnh đạt tổng hợp gió nước* (leeway and drift angle) γ.

$$\text{Đường đi kế hoạch CA} = TC+\gamma$$

$$\text{Vết đi } CMG_\gamma = TC+\gamma$$

$$\gamma = \alpha + \beta$$

Theo quy ước,

- Mũi tàu lệch về *bên phải* đường đi kế hoạch, γ có dấu (+)
- mũi tàu lệch về *bên trái* đường đi kế hoạch, β có dấu (-)

2. Hàng hải suy tính khi chịu ảnh hưởng đồng thời của gió và dòng chảy

Trong thực tế sĩ quan hàng hải quan tâm ảnh hưởng tổng hợp của gió và dòng chảy, tuỳ theo điều kiện cho sẵn có hai phương pháp đồ giải trên hải đồ như sau,

1) Đã biết hướng đi thật TC, lộ trình, tốc độ trên tốc độ kế S_L và V_L, biết các tư liệu về gió và dòng chảy. Tìm hướng đi vết tàu CMGγ và lộ trình suy tính S. Trường hợp này phải áp dụng phương pháp tác nghiệp "*gió trước nước sau*". Cách tiến hành, theo hình 2.05, như sau,

a) Từ khởi điểm vị trí suy tính kẽ hướng đi thật TC.

b) Từ TC cộng thêm góc dạt gió α (+) để có hướng vết đi đạt gió CMG_α.

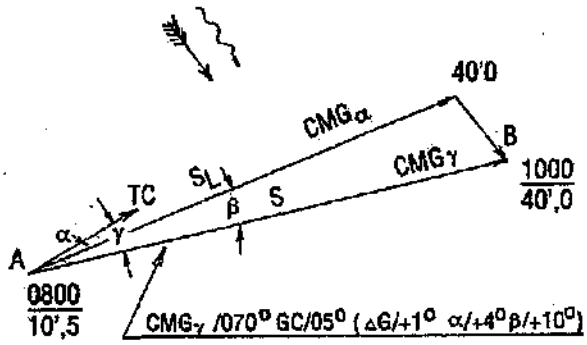
c) Trên hướng CMG_α. đo lộ trình đọc trên tốc độ kế,

$$(S_L=(L_1-L_2)(1+\Delta L)= V_L.t)$$

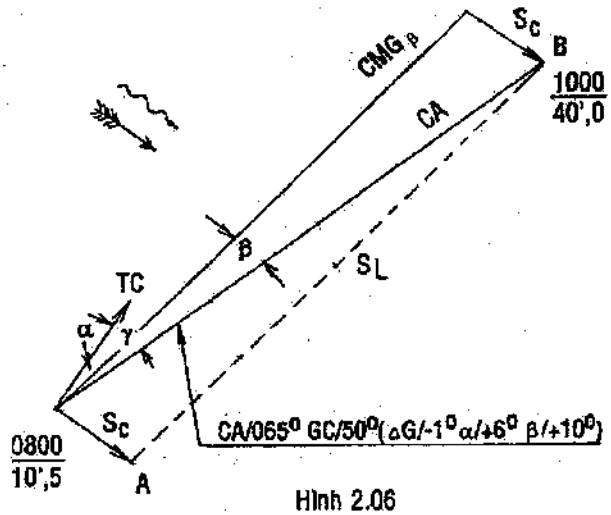
d) Từ đầu mút kẽ vectơ dòng chảy, ta có vị trí suy tính B.

e) Nối khởi điểm A và vị trí suy tính B, đó là đường vết đi tổng hợp CMG_γ với lộ trình là S.

2) Biết hướng đi kế hoạch CA, lộ trình, tốc độ trên tốc độ kế S_L và V_L, biết các tư liệu về gió và dòng chảy. Tìm hướng đi thật và lộ trình suy tính S. Trường hợp này áp dụng cách tác nghiệp " *nước trước gió sau*". Cách tiến hành theo hình 2.06 như sau,



Hình 2.05



Hình 2.06

a) Từ khởi điểm suy tính kẽ hướng đi kế hoạch CA

b) Từ khởi điểm vẽ vectơ dòng chảy S_c.

c) Lấy mút A của vectơ dòng chảy làm tâm, S_L làm bán kính vẽ một đoạn cung gặp đường CA gặp tại B; nối AB.

d) Từ khởi điểm suy tính trên CA, kẽ đường song song với AB, đó là đường hiệu chỉnh dạt nước CMG_β,

e) Từ trên đường CMG_β tiến hành chỉnh dạt gió một góc α, cuối cùng có được hướng đi thật TC.

2.1.6 Các phương pháp thực hành xác định vết đi tổng hợp của tàu khi chịu ảnh hưởng đồng thời gió và dòng chảy

Xác định α, β hay γ thực chất là xác định hướng vết đi của tàu, bởi vì,

α = CMG_α-TC (chỉ có ảnh hưởng của gió)

β = CMG_β-TC (chỉ có ảnh hưởng của dòng chảy)

γ = CMG_γ-TC (ảnh hưởng tổng hợp gió nước)

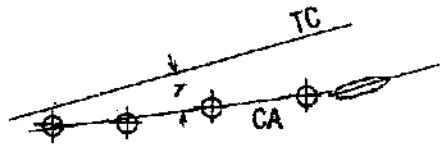
Trong đó, CMG - Hướng vết đi (Course Made Good)

TC - Hướng đi thật

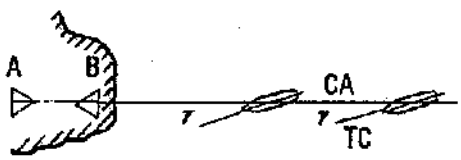
Có một số phương pháp thực hành sau đây,

1. Xác định vị trí liên tục để tìm hướng vết đi

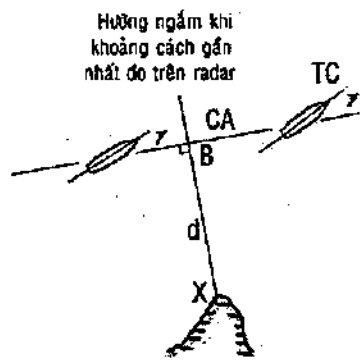
Trên đường hành trình, dùng các phương pháp xác định ít nhất 3 vị trí chính xác, nối ba điểm vị trí, đó chính là vết đi của tàu, hình 2.07.



Hình 2.07



Hình 2.08



Hình 2.09

2. Điều khiển sao cho tàu chạy đúng trên hướng chập tiêu (mũi tàu có thể không chỉ hướng chập tiêu), đường nối chập tiêu chính là hướng vết tàu, hình 2.08.

3. Đo phương vị của mục tiêu có khoảng cách gần nhất để xác định hướng vết đi.

Cho tàu chạy qua mục tiêu X như hình 2.09, dùng rađa liên tục đo khoảng cách đến mép mục tiêu X, lấy hướng ngắm của mục tiêu X khi khoảng cách D từ tàu đến nó ngắn nhất. Kẽ hướng ngắm mục tiêu đó lên hải đồ, vẽ đường vuông góc với hướng ngắm tại điểm C khoảng cách ngắn nhất , đó chính là đường vết đi của tàu.

$$CMG_\gamma = TB(\text{ở cự ly ngắn nhất}) \pm 90^0$$

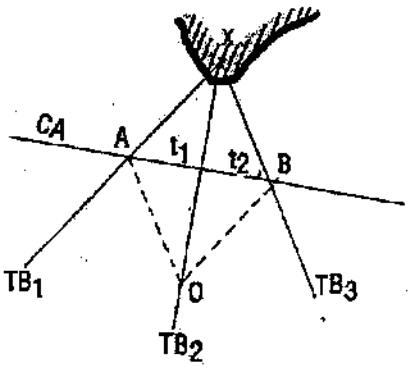
Mục tiêu bên mạn trái lấy dấu (+), mục tiêu bên mạn phải lấy dấu (-)

4. Dùng ba hướng ngắm của một mục tiêu tìm hướng vết đi

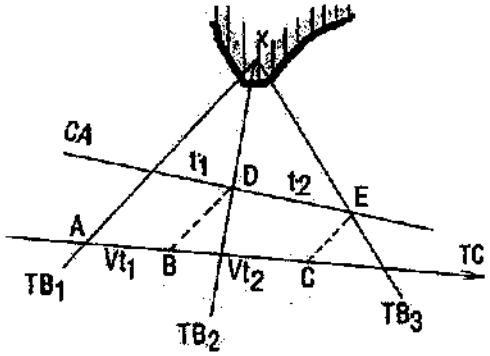
Phương pháp này có hai cách thực hiện,

1) Phương pháp quan sát với gián cách thời gian bằng nhau.

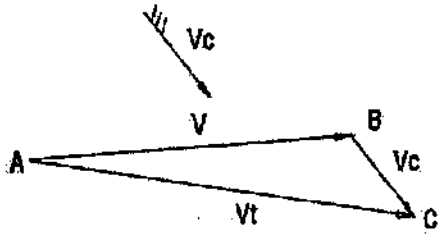
Đo hướng ngắm của cùng mục tiêu X, trong một khoảng thời gian bằng nhau $t_1=t_2$ giữa 3 lần đo (lần đo thứ nhất với thứ hai và lần đo thứ hai với thứ ba) trên cùng mục tiêu X, có các hướng ngắm TB_1, TB_2, TB_3. Vẽ 3 hướng ngắm lên hải đồ (xem hình 2.10), lấy một điểm O bất kỳ trên TB_2, từ O vẽ hai đường song song với TB_1 và TB_3, gặp TB_3, TB_1 tại A và B, nối AB. AB chính là đường song song với vết đi của tàu tức là hướng vết tàu.



Hình 2.10



Hình 2.11



Hình 2.12

2) Phương pháp quan sát gián cách thời gian bất kỳ

Quan sát 3 hướng ngắm TB_1, TB_2, TB_3 của mục tiêu X với gián cách thời gian là t_1 và t_2, xem hình 2.11. Từ A - điểm giao nhau của TB_1 và hướng đi thật TC của tàu, đo đoạn AB = Vt_1 và BC= Vt_2 trên hướng đi thật. Từ B và C vẽ đường song song với TB_1 cắt TB_2 và TB_3 tại D và E. Nối D và E, đó là hướng của vết đi.

5. Dùng vành khắc độ la bàn đo hướng vết nước sau lái để tính hướng vết tàu,

   CMG_v = *Phương vị vết nước sau tàu* -180^0.

   Phương pháp này chỉ dùng để xác định góc chỉnh dạt gió, độ chính xác không cao.

6. Biết hướng và tốc độ dòng chảy dùng phương pháp đồ giải để xác định hướng vết tàu và tốc độ thực tế.

   Trong điều kiện lặng gió, biết hướng và tốc độ dòng chảy V_c có thể đồ giải tam giác tổng hợp lực để tìm hướng vết tàu và tốc độ thật (xem hình 2.12). Trên hải đồ lấy điểm A trên hướng đi thật làm khởi điểm để đồ giải, dọc theo hướng đi thật, lấy một đoạn AB = V. Qua B

vẽ hướng và tốc độ V_c được đoạn BC, nối AC, AC là hướng của vết tàu, AC là vectơ tốc độ thật của tàu.

2.1.7 Các công thức sai số của hàng hải suy tính

1. Sai số bình phương trung bình của vết đi suy tính trong dòng chảy

1) Sai số bình phương trung bình của góc chỉnh đạt nước β

$$m_\beta = \frac{57,3^0}{(V_L + V_m)^2} \times \sqrt{V_L^2 \sin^2 q \cdot m_{V_m}^2 + (V_L \cos q + V_m)^2 V_m^2 \left(\frac{m_q}{57,3^0}\right)^2}$$

Trong đó,

m_β - Sai số bình phương trung bình của góc chỉnh đạt gió

q - Góc mạn của dòng chảy (bằng hướng dòng chảy trừ cho hướng đi thật)

m_q - Sai số bình phương trung bình của góc mạn dòng chảy (vùng biển cận hải chừng $\pm 20^0$, trên biển nói chung chừng $\pm 30^0$)

V_m – Tốc độ dòng chảy, đơn vị kn.

m_{V_m} – Sai số bình phương trung bình của tốc độ dòng chảy (vùng biển cận hải chừng $\pm 0,2$ kn, trên biển nói chung chừng $\pm 0,5$kn)

V_L - Tốc độ đo bằng tốc độ kế (kn)

2) Sai số bình phương trung bình của hướng vết đi trong dòng chảy

$$m_{CMG} = \sqrt{m_{TC}^2 + m_\beta^2}$$

Trong đó,

m_{CMG} – Sai số bình phương trung bình hướng vết đi trong dòng chảy (đơn vị (^{0})

m_{TC} – Sai số bình phương trung bình của hướng đi thật, (nói chung, theo kinh nghiệm chừng $\pm 1,0^0$)

m_β - Sai số bình phương trung bình của góc hiệu chỉnh ảnh hưởng dòng chảy β.

3) Sai số bình phương trung bình của lộ trình trong dòng chảy

$$m_{S_G} = \sqrt{m_{S_L}^2 + m_{S'_G}^2}$$

Trong đó,

m_{S_G} - Sai số bình phương trung bình của lộ trình trong dòng chảy (kn)

m_{S_L} - Sai số bình phương trung bình của lộ trình ghi trên tốc độ kế

$m_{S'_G}$ - Sai số lộ trình do ảnh hưởng của sai số hướng và tốc độ dòng chảy, được tính như sau,

$$m_{S'_G} = T\sqrt{\cos^2 P.m_{Vm}^2 + \sin^2 P.m_P^2}$$

Trong đó,

T - Thời gian hành trình (đơn vị giờ)

P - Góc kẹp giữa hướng dòng chảy và hướng vết đi (hướng dòng chảy trừ đi hướng vết đi)

m_P - Sai số bình phương trung bình của P

2. Sai số bình phương trung bình của vị trí suy tính

1) Sai số bình phương trung bình của vị trí suy tính khi không có ảnh hưởng của nước và gió,

$$m_{EP} = \frac{S_L}{600}\sqrt{100m_{TC}^2 + 36m_{\Delta L}^2}$$

Trong đó,

m_{EP} – Sai số bình phương trung bình của vị trí suy tính (kn). Vòng tròn có tâm là vị trí suy tính và bán kính m_{EP} gọi là *vòng tròn sai số bình phương trung bình của vị trí suy tính*, xác suất vị trí tàu nằm trong vòng tròn này chừng 63%~67%.

S_L - Lộ trình đo trên tốc độ kế hoặc lộ trình suy tính (kn)

m_{TC} - Sai số bình phương trung bình của hướng đi thật ($\pm 1,0^0$)

$m_{\Delta L}$ - Sai số bình phương trung bình của suất hiệu chỉnh tốc độ kế. (Suất hiệu chỉnh tốc độ kế ΔL khi thử trên trường thử xác định bằng quay tàu 3 lần thì $m_{\Delta L}$ chừng $\pm 0,5\%$ ~ $\pm 1,0\%$)

Như vậy, giả sử như $m_{TC} = \pm 1,0^0$, $m_{\Delta L} = \pm 1,0\%$ ta có,

$$m_{EP} \approx \pm 2\% \times S_L.$$

2) Sai số bình phương trung bình vị trí tàu suy tính khi có dạt gió

$$m_{EP} = \frac{S_L}{600}\sqrt{100m_{CMG}^2 + 36m_{\Delta L}^2}$$

$$m_{EP} = \frac{S_L}{600}\sqrt{100(m_{TC}^2 + m_\alpha^2) + 36m_{\Delta L}^2}$$

Trong đó,

m_{CMG} - Sai số bình phương trung bình của hướng vết đi trong gió (bằng $\sqrt{m_{TC}^2 + m_\alpha^2}$). Bằng phương pháp đo thực tế xác định m_{CG} khoảng $\pm 1,5^0$ ~ $\pm 2,0^0$, bằng cách tra bảng m_{CG} khoảng $\pm 2,0^0$~ $\pm 3,0^0$.

m_{TC} - Sai số bình phương trung bình hướng đi thật (theo kinh nghiệm bằng $\pm 1,0^0$)

m_α - Sai số bình phương trung bình của góc chỉnh dạt gió. Bằng phương pháp đo thực tế xác định m_{CG} khoảng $\pm 1,0^0$ ~$\pm 1,5^0$, bằng cách tra bảng m_{CG} khoảng $\pm 2,0^0$~ $\pm 3,0^0$.

$m_{\Delta L}$ - Sai số bình phương trung bình của suất hiệu chỉnh tốc độ kế. (nói chung $m_{\Delta L}$ khoảng $\pm 0{,}5\% \sim \pm 1{,}0\%$)

S_L - Lộ trình ghi trên tốc độ kế

3) Sai số bình phương trung bình của vị trí suy tính trong dòng chảy

$$m_{EP} = \pm\sqrt{\left(\frac{m_{CMG} \times S_G}{57{,}3^0}\right)^2 + m_{S_G}^2}$$

$$= \pm\sqrt{(m_{TC}^2 + m_\beta^2) \times \left(\frac{S_G}{57{,}3^0}\right)^2 + m_{S_G}^2}$$

Trong đó,

m_{CMG} - Sai số bình phương trung bình của hướng vết đi trong dòng chảy;

m_{TC} - Sai số bình phương trung bình hướng đi thật;

m_β - Sai số bình phương trung bình góc chỉnh đạt nước

S_G - Lộ trình trong dòng chảy

m_{S_G} - Sai số bình phương trung bình lộ trình trong dòng chảy

4) Sai số bình phương trung bình của vị trí suy tính trong gió và dòng chảy

$$m_{EP} = \pm\sqrt{\left(\frac{m_{CMG} \times S_G}{57{,}3^0}\right)^2 + m_{S_G}^2}$$

$$= \pm\sqrt{(m_{TC}^2 + m_\beta^2 + m_\alpha^2) \times \left(\frac{S_G}{57{,}3^0}\right)^2 + m_{S_G}^2}$$

Trong đó,

m_{CMG} - Sai số bình phương trung bình của hướng vết đi trong gió và dòng chảy;

S_G - Lộ trình trong gió và dòng chảy;

m_{S_G} - Sai số bình phương trung bình của lộ trình trong gió và dòng chảy.

.2 Xác định vị trí tàu bằng mục tiêu lục địa

.2.1 Những mục tiêu khảo sát có độ chính xác cao ở lục địa và ký hiệu của chúng trên hải đồ

1. Điểm khảo sát đánh dấu hình tam giác △
2. Các mục tiêu điểm cố định đánh dấu ⊙
3. Các tiêu dẫn đường, hải đăng, chập tiêu nhân tạo ...
4. Những đỉnh núi, đỉnh đảo, hòn có đánh dấu " • "
5. Các tháp nhà thờ, ống khói

6. Các mõm đá nhô ra rõ rệt

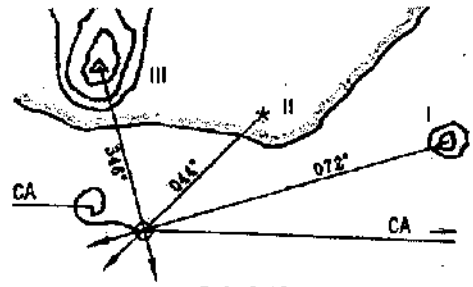
2.2.2 Định vị bằng hướng ngắm mục tiêu lục địa

1. Một vài điều cần chú ý khi chọn mục tiêu

1) Chọn mục tiêu có vị trí chính xác trên hải đồ.

2) Chọn mục tiêu gần, thích hợp.

3) Chọn các mục tiêu mà hai hướng của chúng có góc kẹp thích hợp, hai hướng tới mục tiêu giao nhau 90^0 là tốt nhất, nếu có 3 mục tiêu thì góc kẹp giữa các hướng chừng 60^0 là tốt nhất. Cho dù là dùng phương pháp định vị bằng hai mục tiêu hoặc ba mục tiêu thì góc giao nhau của hướng không nên nhỏ hơn 30^0 hoặc lớn hơn 150^0 như ví dụ trên Hình 2.13.



4) Không nên chọn các mục tiêu nằm trên cùng một vòng tròn với vị trí tàu, vì như vậy rất khó phát hiện sai số la bàn từ, gây nên sai số vị trí.

2. Những điều cần chú ý khi quan sát (đo) mục tiêu lục địa

1) Trước tiên quan sát (đo) các mục tiêu ở trước mũi và sau lái tàu, sau đó mới quan sát mục tiêu gần chính ngang hai bên mạn.

2) Ban đêm khi quan sát (đo) phao đèn, hải đăng nên quan sát đèn tối trước, quan sát đèn sáng hơn sau; quan sát đèn chớp trước, quan sát đèn không chớp sau; quan sát đèn chớp chu kỳ dài trước, quan sát chu kỳ ngắn sau.

3) Trong trường hợp tốc độ của tàu khá lớn mà quan sát chậm thì tốt nhất quan sát 5 lần mục tiêu I, II, III theo tuần tự I, II, III, II, I để có TB_1, TB_2, TB_3, TB_4, TB_5, sau đó lấy giá trị trung bình như sau,

- Hướng ngắm mục tiêu I, $TB_I = \dfrac{TB_1 + TB_5}{2}$
- Hướng ngắm mục tiêu II,

$$TB_{II} = \frac{TB_2 + TB_4}{2}$$

- Hướng ngắm mục tiêu III, $TB_{III} = TB_1$

3. Cách xử lý tam giác sai số vị trí

Định vị bằng hướng ngắm của hai mục tiêu thì rất khó xác định sai số của vị trí, vì vậy độ tin cậy của phương pháp xác định bằng hai hướng ngắm không cao. Nhưng với ba mục tiêu nếu có sai số thì ba hướng ngắm giao nhau thành một hình tam giác, cách xử lý khi hình thành tam giác sai số như sau,

1) Nếu các cạnh của tam giác sai số gần bằng nhau mà mỗi cạnh không vượt qua 0,5 hải lý thì vị trí tàu có khả năng lớn nhất nằm tại tâm của tam giác sai số.

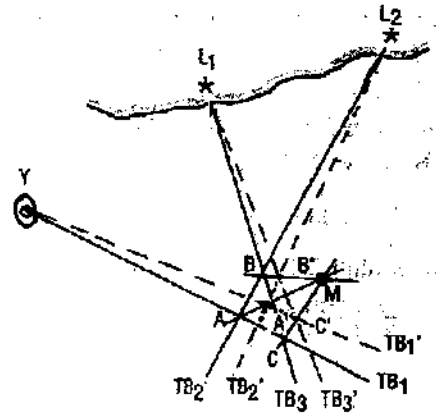
2) Nếu tam giác sai số là một hình tam giác cân mà cạnh đáy nhỏ hơn 0,5 hải lý thì khả năng lớn nhất là vị trí tàu nằm giữa cạnh đáy của tam giác sai số.

Nếu tam giác sai số khá lớn thì tốt nhất là đo lại hướng ngắm.

3) Nếu lần đo tiếp theo mà tam giác sai số vẫn lớn thì có khả năng la bàn có sai số quá lớn, cách xử lý như sau.

a) Phương pháp bù sai số la bàn

Đem 3 hướng ngắm TB_1,TB_2, TB_3 đồng thời trừ hoặc cộng cho $2^{\prime\prime}$~ $4^{\prime\prime}$ sai số la bàn để có TB_1', TB_2' TB_3', tác nghiệp lại 3 hướng ngắm trên hải đồ, ta có tam giác sai số mới A'B'C' như trên hình 2.14 (tam giác sai số ban đầu là ABC). Nối các đoạn thẳng qua AA', BB', CC', chúng giao nhau tại M. M là vị trí đã khử bỏ sai số la bàn.



Hình 2.14

b) Phương pháp ba mục tiêu hai góc kẹp

Từ ba hướng ngắm tìm góc kẹp giữa hai hướng ngắm gần nhau,

$$\alpha = TB_1\text{-}TB_2$$
$$\beta = TB_2\text{-}TB_3$$

dùng phương pháp ba mục tiêu 2 góc kẹp để đồ giải tìm vị trí tàu (xem Mục 2.2.7)

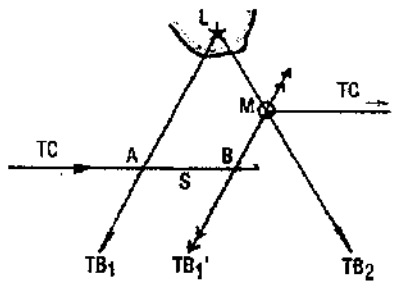
2.2.3 Phương pháp định vị bằng dịch chuyển đường vị trí

Dịch chuyển đường vị trí là cách xác định vị tí bằng chỉ một mục tiêu.

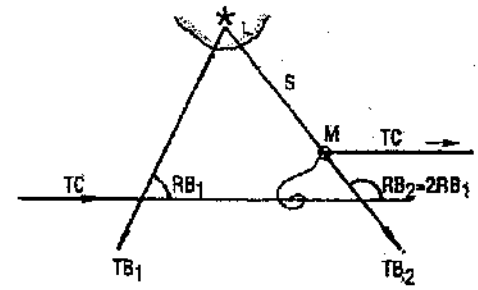
1. Dịch chuyển đường vị trí trong nước tĩnh

1) Dịch chuyển đường phương vị

Trên cùng một mục tiêu, tại hai thời điểm khác nhau đo được hướng ngắm TB_1 và TB_2 và lộ trình giữa hai điểm đó là S xác định bằng tốc độ kế, hình 2.15, từ A – giao điểm giữa hướng ngắm thật TB_1 và hướng đi thật TC, đo một đoạn S trên hướng đi TC, được điểm B, qua B kẻ đường TB_1' song song với TB_1 cắt đường TB_2 tại M. M là vị trí tàu xác định bằng phương pháp dịch chuyển đường vị trí, từ đó kẻ hướng đi TC.



Hình 2.15



Hình 2.16

2) Phương pháp bội số góc mạn

Xem hình 2.16, lần thứ nhất quan sát mục tiêu L đo được TB_1, góc mạn của mục tiêu L là $RB_1 = TB_1\text{-}TC$. Đợi đến khi góc mạn của mục tiêu $RB_2 = 2RB_1$ đo hướng ngắm TB_2, đồng thời xác định lộ trình S (bằng tốc độ kế) giữa hai lần đo.

Đồ giải như sau, kẻ TB_1 (góc mạn mục tiêu L bằng RB_1), kẻ TB_2 (góc mạn mục tiêu L bằng $2RB_1$), đo LM = S, là cạnh của một tám giác đều. M chính là vị trí tàu lúc đo, từ M kẻ đường đi TC.

2. Dịch chuyển đường vị trí trong dòng chảy

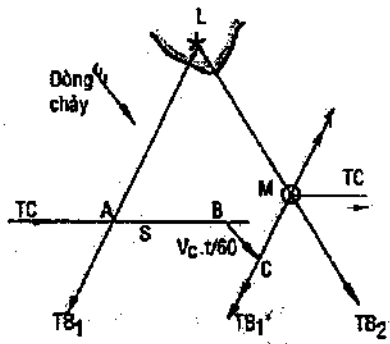
1) Cách dịch chuyển đường vị trí khi biết hướng và tốc độ dòng chảy

Xem hình 2.17, kẻ hai hướng ngắm TB_1 và TB_2, từ giao điểm A của hương đi TC và hướng ngắm quan sát lần thứ nhất TB_1 đo lộ trình S giữa hai lần quan sát trên TC được AB. Qua điểm B kẻ hướng dòng chảy, xác định đoạn $BC = V_c.t/60$, trong đó V_c là tốc độ dòng chảy t là quảng thời gian giữa hai lần quan sát (phút). Qua C kẻ đường TB_1' song song với TB_1 gặp TB_2 tại M. M là vị trí tàu vào thời điểm quan sát lần thứ hai.

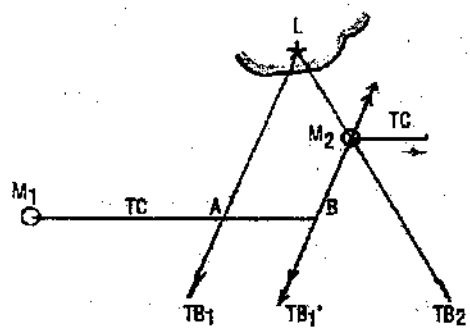
2) Cách dịch chuyển đường vị trí khi không biết hướng và tốc độ dòng chảy

Xem hình 2.18, lấy vị trí thực M_1 quan sát trước đó chưa lâu làm cơ sở để đồ giải. Kẻ hai hướng ngắm TB_1 và TB_2, từ giao điểm A của TB_1 với TC đo một khoảng cách bằng AB trên TC,

$$AB = \frac{M_1A}{(t_2 - t_1)} \cdot (t_3 - t_2)$$



Hình 2.17



Hình 2.18

Trong đó, M_1A - Khoảng cách giữa hai điểm M_1 và A, đo trên hải đồ

t_1 - Thời điểm xác định vị trí M_1

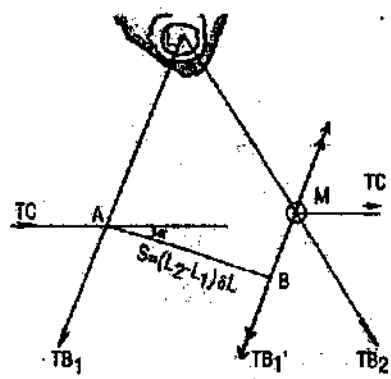
t_2 - Thời điểm đo hướng ngắm TB_1

t_3 - Thời điểm đo hướng ngắm TB_2

Từ B kẻ đường TB_1' song song với TB_1 gặp TB_2 tại M_2. TB_1 là hướng ngắm dịch chuyển trong dòng chảy. M_2 là vị trí tàu.

Phương pháp này cũng thích hợp cho trường hợp định vị bằng dịch chuyển đường vị trí khi có ảnh hưởng tổng hợp của gió và dòng chảy.

3. Định vị bằng dịch chuyển đường vị trí khi có ảnh hưởng của gió



Hình 2.19

Theo hình 2.19, kẻ hai hướng ngắm TB_1 và TB_2, tại giao điểm A của TB_1 và TC kẻ vết đi với góc chỉnh đạt gió α và đo một đoạn $AB = (L_2-L_1)\Delta L$ (trong đó, L_1 và L_2 là số đọc tốc độ kế tại thời điểm đo TB_1 và TB_2, ΔL là số hiệu chỉnh tốc độ kế). Qua B kẻ đường TB_1' song song với TB_1. TB_1' là đường vị trí dịch chuyển trong gió gặp TB_2 tại M. M chính là vị trí tàu.

2.2.4 Định vị bằng khoảng cách

1. Định vị bằng khoảng cách chính ngang

1) Đo góc mạn mục tiêu xác định khoảng cách chính ngang

Theo như hình 2.20, đo góc mục tiêu L hai lần được $RB_1=\alpha$ và $RB_2=\beta$, đồng thời ghi lại lộ trình S trên tốc độ kế. Có thể tính được khoảng cách chính ngang D,

$$D = S \times \frac{\sin\alpha \sin\beta}{\sin(\beta-\alpha)}$$

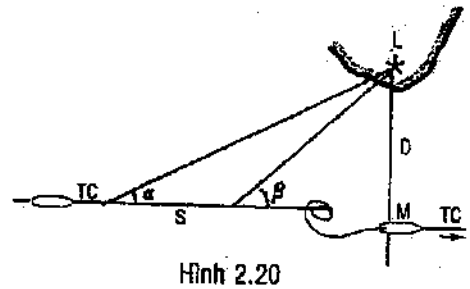
Trong đó,

D - Khoảng cách chính ngang (n.mile);

S - Lộ trình giữa hai lần đo góc mạn;

α - Góc mạn đo lần thứ nhất

β - Góc mạn đo lần thứ hai



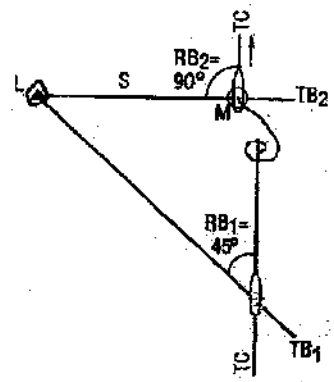
Hình 2.20

Chú ý: Có thể dùng Bảng tính hàng hải để giải,

"Bảng tính khoảng cách chính ngang III-12" trong "Bảng tính hàng hải" được lập dựa trên công thức,

$$M = \frac{\sin\alpha \sin\beta}{\sin(\beta-\alpha)}$$

vào bảng bằng số dẫn α và $(\beta-\alpha)$ tìm được M, tính D= SxM, đo LM =D, ta có vị trí lúc chính ngang.



Hình 2.21

2. Tìm khoảng cách chính ngang bằng phương pháp "bốn ca la bàn"

Về nguyên lý cũng giống như phương pháp vừa nói ở trên, xem hình 2.21, khi góc mạn mục tiêu L bằng 45^0 (RB_1=TB_1-TC = 45^0) quan sát L lần thứ nhất được TB_1, chờ đến góc mạn mục tiêu bằng 90^0 (mục tiêu ở chính ngang) đo TB_2, xác định lộ trình S giữa hai lần đo. Cách đồ giải, kẻ TB_1 ($RB1 = 45^0$), kẻ TB_2 ($RB_2 = TB_2$-TC= 90^0). Đo LM = S. M chính là vị trí tàu, từ đó kẻ TC.

3. Xác định khoảng cách đến mục tiêu bằng góc đứng đo bằng sextant

1) Khi chân của mục tiêu nằm ở mặt phẳng chân trời nhìn thấy

$$D = \frac{H}{1852} ctg\alpha$$

Trong đó,

D - Khoảng cách từ người quan sát đến chân thẳng đứng của mục tiêu (n.mile);

H - Chiều cao của mục tiêu (m), lấy trên hải đồ, cần phải hiệu chỉnh độ cao thuỷ triều;

α - Góc thẳng đứng của mục tiêu, đo bằng sextant (cần phải hiệu chỉnh thị sai sextant)

Lấy mục tiêu làm tâm, D làm bán kính vẽ một cung tròn gần vị trí suy tính, đó là đường vị trí tàu, hình 2.22, kết hợp với một hướng ngắm TB của mục tiêu ta có vị trí tàu.

Khi khoảng cách từ người quan sát đến đường bờ biển lớn hơn khoảng cách từ chân thẳng đứng của mục tiêu đến đường bờ biển thì không cần xét tới sai số do ảnh hưởng của độ cao tầm mắt người quan sát, độ cong mặt đất và khúc xạ khí quyển.

2) Khi chân mục tiêu khuất dưới chân trời nhìn thấy

Theo như hình 2.23, chân mục tiêu bị khuất dưới chân trời có thể tính D bằng công thức sau đây,

$$\beta = \alpha + i + \gamma - d$$

$$-10^6 \ln\cos(D+\beta) = -10^6 \ln\cos\beta + 10^3\left(\frac{H-e}{R}\right)$$

Trong đó,

β - Góc thẳng đứng thật của mục tiêu

α - Góc thẳng đứng của mục tiêu đọc trên sextant

γ - Sai số khúc xạ quang học ($\approx \frac{D}{13}$),

i - Thị sai của sextant

d - Sai số do độ cao tầm mắt người quan sát

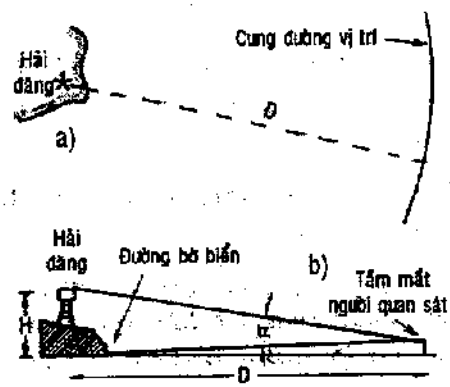
D - Khoảng cách từ người quan sát đến chân thẳng đứng của mục tiêu (N.mile)

R - Bán kính trái đất

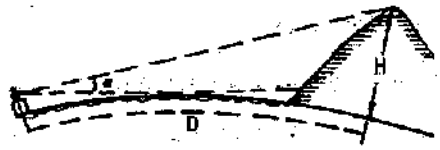
H - Độ cao mục tiêu (m)

e - Độ cao tầm mắt người quan sát (m)

Công thức này đã được tính sẵn lập thành "Bảng III-7b" trong "Bảng tính hàng hải". Bảng tính III-7b lập theo công thức $10^3\left(\frac{H-e}{R}\right)$, số dẫn vào bảng là (H-e) nhận được giá trị $10^3\left(\frac{H-e}{R}\right)$.



Hình 2.22



Hình 2.23

"Bảng III-7c" lập theo công thức -10^6lncosx, số dẫn vào bảng là β tra được -10^6lncos(β).

Lấy tổng $10^3\left(\frac{H-e}{R}\right)$ và -10^6lncos(β) tra được (D+β), xác định D.

Ví dụ,

Chiều cao tầm mắt 12m, ngọn núi cao 3271m, đo được góc thẳng đứng của ngọn núi cao $2^0$17,4', i = 4', đo trên hải đồ khoảng cách gần đúng (từ vị trí suy tính) đến ngọn núi 44,2 hải lý. Tìm khoảng cách thật đến ngọn núi ?

Giải,

α	$2^0$17,4'	$10^3\left(\frac{H-e}{R}\right)$ (Bảng III-7b)	551
i	- 4'		
$\gamma = \frac{44,2}{13}$	-3,4'	-10^6lncos β (Bảng III-7c)	650
Tra d (Bảng II-16)	-6,1'		
β	$2^0$03,9'	-106lncos((D+β)	1161
H	3271		
e	12		
(H-e)	3259	Tìm (D+β) (Bảng III-7c)	$2^0$45,6'
		- β	$2^0$03,9'
		D	41,7 N.mile

Nếu giá trị của D tính được khác nhiều so với khoảng cách dự tính trên hải đồ thì dùng D tính lại một lần nữa.

2.2.5 Định vị bằng tầm xa của ánh sáng hải đăng khi vừa nhìn thấy

1. Tầm xa chân trời nhìn thấy

Người quan sát đứng trên buồng lái của tàu nhìn ra bốn phía thấy một đường tròn quanh tàu nơi giao tiếp giữa bầu trời và mặt biển, vòng tròn đó gọi là *chân trời nhìn thấy* (còn gọi là *chân trời biểu kiến*).

Tầm xa của chân trời nhìn thấy chủ yếu phụ thuộc vào độ cao của tầm mắt người quan sát, khí quyển, thời tiết... Người quan sát đứng càng cao thì nhìn thấy càng xa.

Tầm nhìn xa chân trời nhìn thấy tính bằng công thức sau,

$$D_c = 2,095\sqrt{e}$$

Trong đó,

D_c - Tầm xa chân trời nhìn thấy, tính bằng hải lý

e - Độ cao tầm mắt (từ mặt nước lên tầm mắt), tính bằng mét

2. Định vị bằng tầm xa nhìn thấy của đèn hải đăng vừa xuất hiện

Tầm nhìn thấy của hải đăng vừa xuất hiện (hoặc vừa lặn khuất) chính là tầm xa từ mắt người quan sát đến hải đăng khi nhìn thấy đèn hải đăng vừa ló lên chân trời (hoặc vừa lặn khuất dưới chân trời), xem hình 2.24. Đó cũng là tầm nhìn xa địa lý của hải đăng, được tính như sau,

$$D_e = 2{,}095\sqrt{e} + 2{,}095\sqrt{H}$$

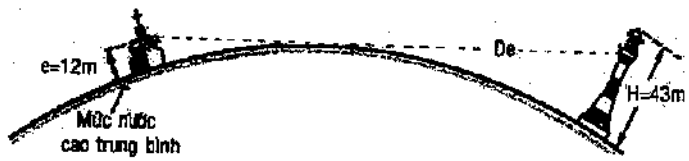
Trong đó,

D_e - Tầm xa nhìn thấy của đèn hải đăng (n.mile).

e - Độ cao tầm mắt (từ mặt nước lên tầm mắt), (m)..

H - Độ cao của hải đăng tính bằng mét (cho trên hải đồ)

Ví dụ, Một hải đăng có ánh sáng mạnh đặt ở độ cao ghi trên hải đồ là 43 mét. Người quan sát đứng trên tàu với độ cao tầm mắt 12 mét nhìn thấy hải đăng vừa xuất hiện (hoặc vừa lặn khuất) ở chân trời trong điều kiện ban đêm thời tiết tốt. Hỏi con tàu cách hải đăng bao nhiêu hải lý (xem hình 2.24) ?



Hình 2.24

Giải, $D_h = (2{,}095 \times \sqrt{12}) + (2{,}095 \times \sqrt{43}) = 7{,}2 + 13{,}6 = 20{,}8$ hải lý

Khi thực hiện việc tính toán tầm nhìn xa cần lưu ý,

- Độ cao của hải đăng ghi trên hải đồ là độ cao tính từ *mức nước cao trung bình* cho đến tâm của đèn.
- Tầm chiếu sáng có thể nhìn thấy của hải đăng trong điều kiện thời tiết tốt được biểu thị bằng hải lý và ghi trên hải đồ.
- Tầm nhìn xa tính toán phụ thuộc vào độ cao thuỷ triều và thời tiết, khí quyển nên không chính xác, cho nên chỉ để tham khảo.

Bảng "Tầm nhìn xa chân trời" (Bảng 2.A) tính sẵn cho ở phần này giúp cho việc tính toán nhanh chóng, số dẫn vào bảng là độ cao tầm mắt hoặc độ cao mục tiêu, và tra ra khoảng cách tính bằng hải lý.

2.2.6 Định vị bằng hồi âm của còi tàu

Công thức cơ bản,

$$D = 0{,}09t$$

Trong đó,

D - Khoảng cách gần đúng từ tàu đến vách núi (n.mile);

t - Thời gian từ khi phát âm thanh cho đến khi nghe âm thanh phản hồi (s);

Phương pháp này có độ chính xác thấp, sự truyền lan của sóng âm phụ thuộc vào yếu tố khí tượng, có khi sai số đến ± 10%, chỉ áp dụng khi thật cần thiết.

TẦM NHÌN XA CHÂN TRỜI

Height		Dist.	Height		Dist.	Height		Dist.
m	ft	mls	m	ft	Miles	m	ft	Miles
			40	131	13.3	200	656	29.6
0.5	1.6	1.5	42	138	13.6	205	673	30.0
1.0	3	2.1	44	144	13.9	210	689	30.4
1.5	5	2.6	46	151	14.2	215	706	30.7
2.0	7	3.0	48	157	14.5	220	722	31.1
2.5	8	3.3	50	164	14.8	225	738	31.4
3.0	10	3.6	52	171	15.1	230	755	31.8
3.5	11	3.9	54	177	15.4	235	771	32.1
4.0	13	4.2	56	184	15.7	240	787	32.5
4.5	15	4.4	58	190	16.0	245	804	32.8
5.0	16	4.7	60	197	16.2	250	820	33.1
5.5	18	4.9	62	203	16.5	260	853	33.8
6.0	20	5.1	64	210	16.8	270	886	34.4
6.5	21	5.3	66	217	17.0	280	919	35.1
7.0	23	5.5	68	223	17.3	290	951	35.7
7.5	25	5.7	70	230	17.5	300	984	36.3
8.0	26	5.9	72	236	17.8	310	1017	36.9
8.5	28	6.1	74	243	18.0	320	1050	37.5
9.0	30	6.3	76	249	18.3	330	1083	38.1
9.5	31	6.5	78	256	18.5	340	1115	38.6
10.0	33	6.6	80	262	18.7	350	1148	39.2
11	36	6.9	82	269	19.0	360	1181	39.8
12	39	7.3	84	276	19.2	370	1214	40.3
13	43	7.6	86	282	19.4	380	1247	40.8
14	46	7.8	88	289	19.7	390	1280	41.4
15	49	8.1	90	295	19.9	400	1312	41.9
16	52	8.4	92	302	20.1	410	1345	42.4
17	56	8.6	94	308	20.3	420	1378	42.9
18	59	8.9	96	315	20.6	430	1411	43.4
19	62	9.1	98	322	20.7	440	1444	43.9
20	66	9.4	100	328	21.0	450	1476	44.4
21	69	9.6	105	344	21.5	460	1509	44.9
22	72	9.8	110	361	22.0	470	1542	45.4
23	75	10.0	115	377	22.5	480	1575	45.9
24	79	10.3	120	394	23.0	490	1608	46.4
25	82	10.5	125	410	23.4	500	1640	46.8
26	85	10.7	130	427	23.9	510	1673	47.3
27	89	10.9	135	443	24.3	520	1706	47.8
28	92	11.1	140	459	24.8	530	1739	48.2
29	95	11.3	145	476	25.2	540	1772	48.7
30	98	11.5	150	492	25.7	550	1804	49.1
31	102	11.7	155	509	26.1	560	1837	49.6
32	105	11.9	160	525	26.5	570	1870	50.0
33	108	12.0	165	541	26.9	580	1903	50.5
34	112	12.2	170	558	27.3	590	1936	50.9
35	115	12.4	175	574	27.7	600	1969	51.3
36	118	12.6	180	591	28.1	610	2001	51.7
37	121	12.7	185	607	28.5	620	2034	52.2
38	125	12.9	190	623	28.9	630	2067	52.6
39	128	13.1	195	640	29.3	640	2100	53.0
40	131	13.3	200	656	29.6	650	2133	53.4

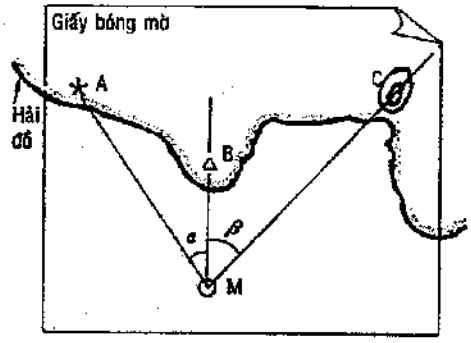
2.2.7 Định vị bằng ba mục tiêu hai góc kẹp

1. Phương pháp đồ giải bằng giấy bóng mờ

Đo hai góc kẹp ngang α và β trên ba mục tiêu A, B, C. Vẽ hai góc α và β trên giấy bóng mờ có cùng đỉnh M, đặt tờ giấy bóng mờ lên 3 mục tiêu sao cho 3 đường hướng ngắm trùng khít lên 3 mục tiêu, M chính là vị trí tàu (Hình 2.25).

2. Khi dùng phương pháp này cần chú ý những điểm sau đây,

- Nên chọn những mục tiêu có chiều cao không chênh lệch quá lớn so với chiều cao tầm mắt người quan sát.
- Không chọn các mục tiêu mà chúng và vị trí tàu nằm trên cùng một cung tròn, muốn vậy cần chọn ba mục tiêu nằm gần trên một đường thẳng.
- Phương pháp này cho vị trí có độ chính xác cao, nhưng khó nhận biết sai số khi chọn nhầm mục tiêu hoặc vị trí của mục tiêu không chính xác.



Hình 2.25

2.2.8 Định vị bằng đo sâu

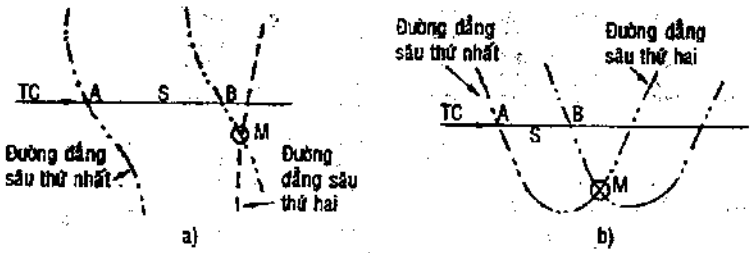
1. Định vị bằng dịch chuyển đường đẳng sâu

Biết rằng,

Độ sâu thực tế = Độ sâu máy đo sâu + Mớn nước của tàu.

Độ sâu hải đồ = Độ sâu thực tế - Độ cao thuỷ triều

Chọn hai đường đẳng sâu có góc giao nhau trên 20^0 như hình 2.26(a) hoặc một đường đẳng sâu có hình cong mà tàu cắt nó hai lần khi đi qua như hình 2.26(b); Căn cứ độ cao thuỷ triều, mớn nước của tàu và số không hải đồ để chuyển đổi độ sâu của đường đẳng sâu sang *độ sâu máy đo sâu*. Khi vị trí suy tính của tàu gần tiếp cận đường đẳng sâu thứ nhất, liên tục đo độ sâu và quan sát trên thiết bị chỉ báo máy đo sâu, ghi thời điểm khi thiết bị chỉ báo chỉ đúng độ sâu đã tính toán, đồng thời ghi lại số đọc tốc độ kế. Cùng cách như vậy, ghi thời điểm và số đọc tốc độ kế khi tàu đi qua đường đẳng sâu thứ hai. Xác định lộ trình S của tàu qua hai điểm đo, dịch chuyển đường đẳng sâu thứ nhất một đoạn bằng S (bằng giấy bóng mờ), hai đường đẳng sâu cắt nhau tại M, đó là vị trí tàu ở thời điểm thứ hai.



Hình 2.26

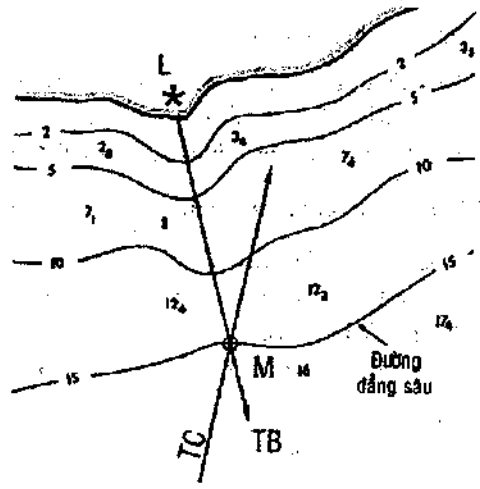
2. Định vị bằng đo độ sâu liên tục

Cách một thời gian nhất định, đo độ sâu liên tục, ghi lại độ sâu và chuyển đổi độ sâu máy đo sâu sang độ sâu hải đồ; lấy một tờ giấy bóng mờ kẻ một hướng đi thật TC, theo gián

cách thời gian và tính ra lộ trình; chấm các điểm đo sâu theo lộ trình đã tính và ghi độ sâu lên đường TC. Đặt giấy bóng mờ lên hải đồ, dịch chuyển giấy bóng mờ, giữ sao cho đường TC trên giấy bóng mờ và đường TC trên hải đồ song song với nhau cho đến khi các độ sâu ghi trên giấy bóng mờ trùng khớp với các độ sâu nào đó trên hải đồ. Đường TC trên giấy bóng mờ lúc này là đường TC thật của tàu, dễ dàng xác định được vị trí tàu.

3. Định vị bằng hướng ngấm một mục tiêu và đo sâu

Khi tiếp cận bờ biển nơi mà độ sâu của thềm lục địa gần bờ giảm nhanh chóng nếu không có nhiều mục tiêu để xác định vị trí chính xác thì có thể xác định vị trí gần đúng bằng một hướng ngấm của một mục tiêu và đo độ sâu, sau đó tiến hành đồ giải, hình 2.27.

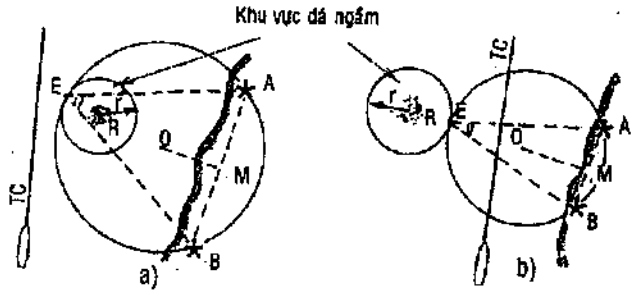


Hình 2.27

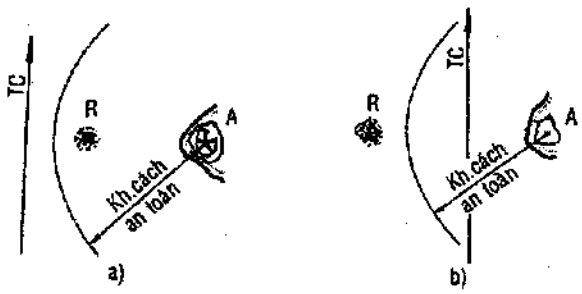
Cách thực hiện, tính sẵn độ sâu máy đo sâu cho các đường đẳng sâu, khi tiếp cận bờ mở máy đo sâu, quan sát độ sâu trên thiết bị chỉ báo, khi độ sâu chỉ thị trên máy trùng hợp với độ sâu tính toán thì lập tức đo hướng ngấm TB của mục tiêu và ghi giờ. Kẻ hướng ngấm trên hải đồ, hướng ngấm TB cắt đường đẳng sâu đo được, đó là vị trí tàu gần đúng.

2.3 Giới hạn an toàn

2.3.1 Góc an toàn



Hình 2.28



Hình 2.29

Tàu đi qua vùng đá ngầm R (hình 2.28a), dùng khoảng cách an toàn r làm bán kính, lấy R làm tâm vẽ một vòng tròn. Chọn hai mục tiêu rõ rệt trên bờ A và B, kẻ đường nối liền AB, kẻ đường trung trực của AB, chọn tâm O để vẽ vòng tròn an toàn sao cho vòng tròn này tiếp xúc với vòng tròn khoảng cách an toàn r của đá ngầm R tai E. Góc ∠ AEB của tam giác nội tiếp là góc an toàn khi chạy qua vùng đá ngầm R, khi chạy qua đó tàu phải luôn luôn đảm bảo góc kẹp giữa AB đo từ trên tàu không lớn hơn ∠ AEB.

Nếu đá ngầm R nằm phía bên ngoài đường đi TC, thì khi chọn tâm O sao cho vòng tròn qua AEB tiếp xúc phía bên trong vòng tròn nhỏ tại E (Hình 2.28 b), đo góc ∠ AEB. Khi tàu chạy qua luồng phải đảm bảo góc kẹp giữa AB đo từ tàu không nhỏ hơn góc an toàn ∠ AEB.

2.3.2 Khoảng cách an toàn

1. Tàu đi qua vùng đá ngầm R, lấy mục tiêu A làm tâm, khoảng cách an toàn d làm bán kính, kẻ một vòng khoảng cách an toàn bên ngoài vùng đá ngầm, tàu đi theo hướng TC, dùng PI (Paralell Index) của rađa giám sát đảm bảo khoảng cách đo trên rađa không nhỏ hơn khoảng cách an toàn khi đi qua R (Hình 2.29a).

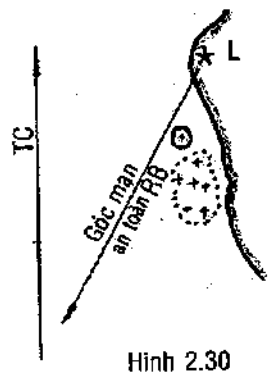
Nếu vùng đá ngầm nằm bên ngoài mà tàu phải chạy giữa R và A thì vẽ vòng tròn khoảng cách an toàn bên trong đá ngầm R, cách đá ngầm một khoảng cách nhất định. Khi tàu chạy qua R phải đảm bảo khoảng cách đo A bằng rađa không lớn hơn khoảng cach an toàn d. (Hình 2.29b).

2.3.3 Hướng ngầm an toàn

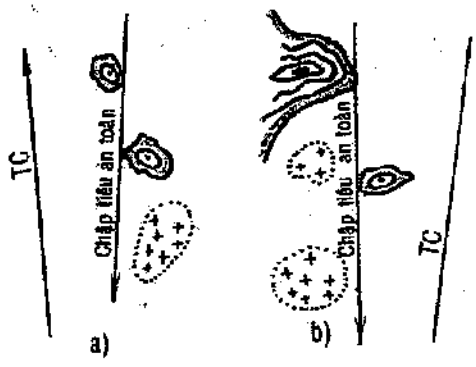
Xem hình 2.30, lấy góc mạn an toàn RB của mục tiêu L trên bờ cách xa khu vực đá ngầm R một khoảng cách an toàn. Khi tàu tiếp cận đến vùng đá ngầm trên hướng đi TC, với khoảng cách an toàn, phải đảm bảo sao cho góc mạn phải của mục tiêu L không được nhỏ hơn góc mạn an toàn RB.

2.3.4 Hướng chập tiêu an toàn

Khi chạy trong khu vực có nhiều đảo, hòn, vách đá..., có thể chọn các chập tiêu tự nhiên như hình 2.31 làm các chập tiêu an toàn. Khi tàu chạy qua các chập tiêu đó không để cho tàu đạt qua bên phải (hình 2.31a) hoặc không lệch qua bên trái (hình 2.31b) của đường chập tiêu.



Hình 2.30



Hình 2.31

2.4 Công thức sai số định vị bằng mục tiêu lục địa

2.4.1 Gradient và sai số bình phương trung bình đường vị trí

1. **Định nghĩa gradient của đường vị trí**

Gradient của đường vị trí (gradient of LOP) là tỷ số giữa biến thiên của trị số quan sát với lượng dịch chuyển đường vị trí, đó là một vectơ có hướng (τ) trùng với hướng pháp tuyến của đường vị trí, chỉ về phía tăng của trị số quan sát, giá trị (g) của nó bằng đạo hàm đại lượng quan sát u trên đường pháp tuyến của đường vị trí.

$$g = \lim_{\Delta n \to 0} \frac{\Delta u}{\Delta n} = \frac{du}{dn}, \quad \tau = \alpha \pm 90^0.$$

Trong đó, α - hướng của đường vị trí, tức là đường tiếp tuyến của đường vị trí tại vị trí tàu.

Khi Δu và Δn khá nhỏ, trong hàng hải sử dụng công thức gần đúng sau đây để biểu thị gradient của đường vị trí,

$$g = \frac{\Delta u}{\Delta n}, \quad \tau = \alpha \pm 90^0$$

Dưới đây chỉ đưa ra các công thức gradient đường vị trí mặt phẳng.

2. Gradient của đường vị trí phương vị

$$g = \frac{1}{D} \text{ (rad./đơn vị đo khoảng cách)}$$

hoặc $$g = \frac{1}{D} \times 57^0,3 \text{ (độ/đơn vị đo khoảng cách)}$$

hoặc $$g = \frac{1}{D} \times 3438' \text{ (phút góc/đơn vị đo khoảng cách)}$$

3. Gradient đường vị trí hằng vị,

$$g = \frac{1}{D} \times 3438' \text{ (phút góc/đơn vị đo khoảng cách)}$$

4. Gradient đường vị trí góc mặt phẳng,

$$g = \frac{d}{D_1 \times D_2} \times 3438' \text{ (phút góc/đơn vị đo khoảng cách)}$$

Trong đó, d - Khoảng cách giữa hai mục tiêu;

D_1, D_2 - Khoảng cách từ người quan sát đến mục tiêu 1 và mục tiêu 2

5. Gradient đường vị trí khoảng cách

g=1

5. Gradient đường vị trí hiệu khoảng cách (đường hyperbol)

$$g = 2\sin\frac{r}{2}$$

Trong đó, r - Hiệu số phương vị của hai mục tiêu (bằng góc trương của hai mục tiêu từ người quan sát.

7. Sai số bình phương trung bình đường vị trí

$$m = \frac{m_a}{g}$$

Trong đó, m - Sai số bình phương trung bình đường vị trí

m_a - Sai số bình phương trung bình của trị số quan sát

2.4.2 Sai số bình phương trung bình của định vị bằng đường vị trí phương vị

1. Sai số bình phương trung bình của định vị hai đường vị trí phương vị

$$m_0 = \frac{m_B^0}{57^0,3 \times \sin\theta}\sqrt{D_1^2 + D_2^2}$$

Trong đó,

m_0 - Sai số bình phương trung bình của vị trí (hải lý)

m_B^0 - Sai số bình phương trung bình của phương vị quan sát (độ). Theo kinh nghiệm, khi quan sát bằng la bàn con quay thì

$$m_B^0 = \pm 0,7^0 \sim \pm 0,8^0,$$

khi quan sát bằng la bàn từ thì

$$m_B^0 = \pm 0,7^0 \sim \pm 0,9^0;$$

θ - Góc kẹp giữa hai đường vị trí phương vị, bằng hiệu phương vị của hai mục tiêu (TB_2-TB_1).

D_1, D_2 - Khoảng cách từ người quan sát đến hai mục tiêu (hải lý)

2. Sai số bình phương trung bình của định vị ba đường vị trí phương vị

$$m_0 = \frac{m_B^0}{57^0,3}\sqrt{\frac{D_1^2 D_2^2 + D_2^2 D_3^2 + D_3^2 D_1^2}{D_3^2 \sin\theta_2 + D_2^2 \sin^2(\theta_2 + \theta_1) + D_1^2 \sin\theta 1}}$$

Trong đó, m_B^0 - Sai số bình phương trung bình của phương vị quan sát (độ);

D_1, D_2, D_3 - Khoảng cách từ người quan sát đến mục tiêu 1, 2, 3 (hải lý);

θ_1, θ_2 - Hiệu phương vị giữa mục tiêu 1 và mục tiêu 2, mục tiêu 2 và 3;

3. Sai số bình phương trung bình của định vị dịch chuyển đường vị trí phương vị

$$m_0 = \frac{1}{\sin\theta}\sqrt{\left(\frac{m_B^0}{57^0,3}\right)(D_1^2 + D_2^2) + m_{S_{MG}}^2 \cos^2 K + m_{C_{MG}}^2 \sin^2 K}$$

Trong đó,

m_B^0 - Sai số bình phương trung bình của phương vị quan sát (độ)

θ - Góc kẹp giữa hai hướng ngắm mục tiêu (TB_2-TB_1)

D_1, D_2 - Khoảng cách từ mục tiêu đến người quan sát khi đo đường vị trí thứ nhất và khoảng cách từ mục tiêu đến người quan sát khi khi đo đường vị trí thứ hai.

$m_{S_{MG}}$ - Sai số bình phương trung bình của lộ trình giữa hai lần đo;

$m_{C_{MG}}$ - Sai số bình phương trung bình vết đi của tàu

K - Góc kẹp giữa hướng vuông góc với đường vị trí thứ nhất với hướng đi của tàu;

4. Sai số có tính đến ảnh hưởng dòng chảy khi định vị bằng dịch chuyển phương vị,

$$E_m=V_m(t_2-t_1)\sin\alpha'\cos\theta$$

Trong đó,

E_m - Khoảng cách vị trí tàu dịch chuyển khỏi đường vị trí phương vị thứ hai (hải lý);

V_m - Tốc độ dòng chảy (kn);

(t_2-t_1) - Gián cách thời gian dịch chuyển đường vị trí;

α' - Góc kẹp giữa hướng dòng chảy với đường vị trí phương vị thứ nhất.

θ - Hiệu phương vị của hai đường vị trí phương vị (TB_2-TB_1)

2.4.3 Sai số bình phương trung bình của định vị bằng đường vị trí khoảng cách

1. Sai số bình phương trung bình của định vị bằng hai đường vị trí khoảng cách

$$m_0=\frac{1}{\sin\theta}\sqrt{m_{D_1}^2 m_{D_2}^2}$$

Trong đó,

m_{D_1} , m_{D_2} - Sai số bình phương trung bình khi quan sát khoảng cách mục tiêu 1 và mục tiêu 2. Khoảng cách đo bằng máy đo xa có sai số bình phương trung bình $\pm 0,3\%$ ~ $\pm 0,7\%$; khoảng cách đo bằng rađa có sai số bình phương trung bình chừng $\pm 1\%$.

θ - Góc kẹp giữa hai đường vị trí khoảng cách.

2. Sai số bình phương trung bình định vị bằng phương vị và khoảng cách một mục tiêu,

$$m_0=\sqrt{\left(\frac{m_B^0\times D}{57^0,3}\right)^2+m_D^2}$$

Trong đó,

m_B^0 - Sai số bình phương trung bình của phương vị quan sát (độ). (Sai số bình phương trung bình của phương vị đo bằng rađa là $\pm 2,0^0$~ $\pm 3,0^0$);

D - Khoảng cách đến mục tiêu

m_D - Sai số bình phương trung bình đo khoảng cách (hải lý). (Sai số bình phương trung bình đo khoảng cách bằng rađa khoảng $\pm 1\%$ của thang tầm xa).

2.4.4 Sai số bình phương trung bình định vị bằng đường vị trí góc ngang

1. Sai số bình phương trung bình định vị bằng đường vị trí hai góc kẹp ngang (tức phương pháp ba mục tiêu hai góc kẹp)

$$m0 = \frac{m_g D_c}{3438 \sin\theta} \sqrt{\left(\frac{D_p}{d_{pc}}\right)^2 + \left(\frac{D_s}{d_{cs}}\right)^2}$$

Trong đó,

m_g - Sai số bình phương trung bình của góc ngang quan sát, quan sát bằng sextant sai số này là $\pm 2{,}0' \sim \pm 2{,}5'$;

D_p, D_c, D_s - Khoảng cách từ người quan sát đến mục tiêu trái (port), giữa (center) và phải (starboard) (hải lý)

dpc, dcs - Khoảng cách giữa hai mục tiêu trái / giữa (p.c), và khoảng cách giữa hai mục tiêu giữa / phải (c.s)

θ - Góc kẹp giữa hai mục tiêu trái phải tại vị trí người quan sát.

2. Sai số bình phương trung bình định vị bằng một phương vị và một góc ngang.

$$m_0 = \frac{m_B^0}{57^0{,}3 \times \sin\theta} \sqrt{D_1^2 + D_2^2}$$

Trong đó,

m_B^0 - Sai số bình phương trung bình của phương vị quan sát (độ).

D_1, D_2 - Khoảng cách từ mục tiêu 1 và 2 đến người quan sát

θ - Góc kẹp giữa hai mục tiêu từ vị trí người quan sát, tức góc kẹp ngang.

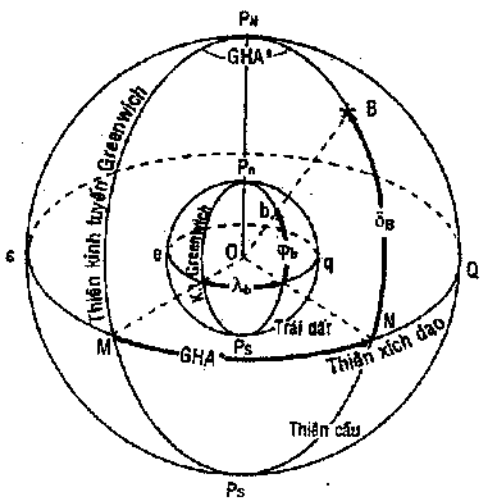
3

THIÊN VĂN HÀNG HẢI

3.1 Toạ độ thiên cầu

Thiên văn học dự đoán vị trí tương lai và chuyển động của các thiên thể, tìm hiểu và giải thích các hiện tượng vật lý trong không gian. Hàng hải thiên văn quan tâm đến hệ toạ độ thiên cầu, thời gian và chuyển động biểu kiến của các thiên thể áp dụng vào việc định vị trên trái đất, là một phần của thiên văn học, rất thiết thực đối với các nhà hàng hải.

3.1.1 Hệ toạ độ xích đạo



Hình 3.01

Thiên cầu là một quả cầu tròn tưởng tượng có tâm trùng với tâm của trái đất, bán kính dài vô hạn. Từ tâm của địa cầu (Hình 3.01) ta chiếu hệ toạ độ địa lý trên trái đất lên thiên cầu, P_N, P_S gọi là thiên cực bắc, nam; P_NP_S gọi là thiên trục; đường xích đạo *eq* trở thành thiên xích đạo εQ ; tất cả các đường kinh tuyến trở thành đường thiên kinh tuyến, còn gọi là *đường tý ngọ*; kinh tuyến Greenwich trở thành *thiên kinh tuyến Greenwich*, thiên kinh tuyến đi qua thiên thể xác định nào đó gọi là *vòng giờ* của thiên thể đó; các vòng tròn vĩ độ φ trở thành các *vòng xích vĩ* δ . Tất cả các vòng tròn lớn nhỏ trên thiên cầu vừa nói tạo thành *Hệ toạ độ xích đạo*.

Chiếu các thiên thể, dù ở gần hay ở xa, lên bề mặt của thiên cầu, tức là từ tâm của trái đất vạch những đường thẳng đi qua thiên thể xuyên thẳng vào vũ trụ, tạo nên những vị trí xác định của các thiên thể trên bề mặt thiên cầu và trên bề mặt trái đất. Vậy bất kỳ thiên thể nào trên thiên cầu trong hệ toạ độ xích đạo đều được xác định bằng,

- Tung độ - Xích vĩ δ của thiên thể
- Hoành độ - Góc giờ GHA* của thiên thể.

Xích vĩ (δ) của một thiên thể là góc trương cung trên vòng giờ của thiên thể đo từ thiên xích đạo đến tâm của thiên thể. Xích vĩ δ được tính từ 0^0 ở thiên xích đạo đến 90^0 trên thiên cực Bắc, gọi là *xích vĩ bắc*, ký hiệu (δ) N; tính từ 0^0 ở thiên xích đạo đến 90^0 trên thiên cực nam, gọi là *xích vĩ nam*, ký hiệu là (δ) S.

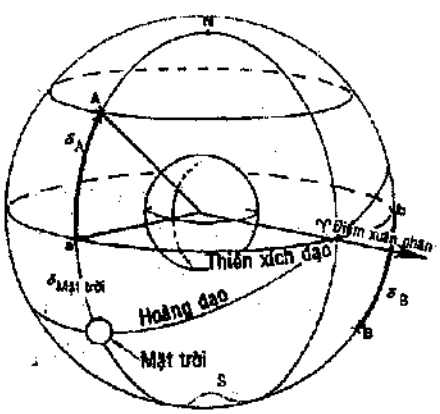
Góc giờ Greenwich GHA của thiên thể là góc trương cung trên thiên xích đạo, đo từ đường thiên kinh tuyến Greenwich (đường tý ngọ Greenwich) đến vòng giờ của thiên thể tính từ 0 -

360^0 về phía Tây (W) hoặc từ 0~24giờ. Với cách tính góc giờ nguyên vòng không cần thiết kèm ký hiệu W khi viết góc giờ.

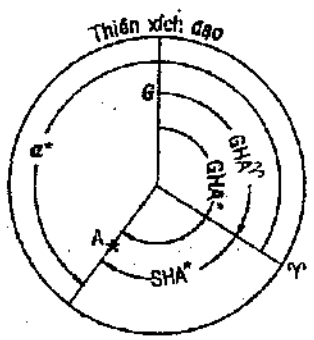
Trên hình 3.01, B là một thiên thể trên bầu trời có toạ độ GHA* và δ_*, tương ứng với vị trí b (λ_b, φ_b) - hình chiếu của thiên thể B trên bề mặt trái đất.

Xích vĩ δ của thiên thể bằng vĩ độ φ của vị trí địa lý thiên thể đó. Góc giờ GHA bán vòng của thiên thể bằng kinh độ λ của vị trí địa lý thiên thể đó. Như vậy có thể xác định vị trí của thiên thể lên trên hải đồ hoặc trên quả địa cầu.

Trên hệ toạ độ xích đạo nếu lấy vòng giờ đi qua điểm xuân phân γ và thiên xích đạo làm gốc toạ độ ta có toạ độ xích đạo loại II dùng để xác định vị trí của thiên thể trên thiên cầu (Hình 3.02). Trên toạ độ xích đạo loại II, mỗi vị trí trên bầu trời được xác định bởi,



Hình 3.02



Hình 3.03

- Tung độ – Xích vĩ δ của thiên thể;
- Hoành độ – *Xích kinh* α, là số đo cung trên thiên xích đạo tính từ điểm xuân phân ♈ (Aries) cho đến vòng giờ đi qua thiên thể đang xét theo ngược chiều kim đồng hồ từ 0^0 ~360^0 về phía đông (E). Cần chú ý, xích kinh của thiên thể khác với kinh độ địa lý của hình chiếu thiên thể trên trái đất.
- *Xích kinh nghịch* SHA (Sidereal Hour Angle) - Trong lịch thiên văn, để tiện lợi cho việc tính toán, người ta dùng đại lượng "xích kinh nghịch" để thay thế cho xích kinh.

Xích kinh nghịch SHA của thiên thể là góc trương cung trên thiên xích đạo từ điểm xuân phân ♈ (Aries) đến vòng giờ đi qua thiên thể đang xét theo thuận chiều kim đồng hồ từ 0 - 360^0 về phía Tây (W). Trên hình 3.03 α*, SHA* là *xích kinh* và *xích kinh nghịch* của thiên thể A trên bầu trời. SHA chỉ là một đại lượng phụ của hệ toạ độ xích đạo loại II. G là thiên kinh tuyến Greenwich.

Tổng hợp các đại lượng đo trên hệ toạ độ xích đạo

Toạ độ	*Tên toạ độ Và ký hiệu*	*Đo từ*	*Đo trên*	*Theo chiều*	*Đo đến*	*Phạm vi đo*	*Mang tên*	*Ghi chú*
Tung độ	Xích vĩ δ, dec.	Thiên xích đạo	Vòng giờ th.thể	Bắc hoặc Nam	Thiên thể	0^0~90^0	N hoặc S	- $\delta + \Delta = 90^0$ - δ và vĩ độ n.q.sát φ cùng tên mang dấu (+), khác tên mang dấu (-)
	Cực cự Δ, P, D	Thiên cực cùng tên với vĩ độ n.q.sát	Vòng giờ th.thể	Về phía thiên thể	Thiên thể	0^0~180^0		
Hoành độ	Góc giờ đ.phương nguyên vòng L.H.A/LHA	Bán vòng t.k.tuyến thượng n.q.sát	Thiên xích đạo	Tây	Vòng giờ th.thể	0^0~360^0 hoặc 0~24h		
	Góc giờ đ.phương bán vòng L.H.A/LHA	Bán vòng t.k.tuyến thượng n.q.sát	Thiên xích đạo	Tây hoặc Đông	Vòng giờ th.thể	0^0~180^0 hoặc 0~12h	Hướng tây W, đông E	
	Góc giờ Greewich nguyên vòng G.H.A/GHA	Bán vòng t.k.tuyến thượng Green-wich	Thiên xích đạo	Tây	Vòng giờ th.thể	0^0~360^0 hoặc 0~24h		
	Góc giờ Greewich bán vòng G.H.A/GHA	Bán vòng t.k.tuyến thượng Green-wich	Thiên xích đạo	Tây hoặc Đông	Vòng giờ th.thể	0^0~180^0 hoặc 0~12h	Hướng tây W, đông E	
	Giờ đ.phương biểu kiến L.A.T	Bán vòng t.k.tuyến hạ n.q.sát	Thiên xích đạo	Tây	Vòng giờ mặt trời	0^0~360^0 hoặc 0~24h		
	Giờ Greenwich biểu kiến G.A.T	Bán vòng t.k.tuyến hạ Greenwic h	Thiên xích đạo	Tây	Vòng giờ mặt trời	0^0~360^0 hoặc 0~24h		
	Giờ đ.phương trung bình L.M.T/LMT	Bán vòng t.k.tuyến hạ n.q.sát	Thiên xích đạo	Tây	Vòng giờ mặt trời tr. bình	0^0~360^0 hoặc 0~24h		
	Giờ Greenwich trung bình G.M.T/GMT	Bán vòng t.k.tuyến hạ Green-wich	Thiên xích đạo	Tây	Vòng giờ mặt trời trung bình	0^0~360^0 hoặc 0~24h		Giờ Greenwich trung bình gọi là GIỜ THẾ GIỚI
	Góc giờ đ.phương ng.vòng điểm xuân phân LST /LHA$^{\Upsilon}$	Bán vòng t.k.tuyến thương n.q.sát	Thiên xích đạo	Tây	Điểm xuân phân	0^0~360^0 hoặc 0~24h		Góc giờ nguyên vòng điểm xuân phân còn gọi là GIỜ SAO
	Góc giờ Greenwich ng.vòng điểm	Bán vòng t.k.tuyến thương	Thiên xích đạo	Tây	Điểm xuân phân	0^0~360^0 hoặc 0~24h		

	xuân phân GHA^{Υ}	Green-wich						
	Xích kinh α, R.A	Điểm xuân phân	Thiên xích đạo	Đông	Vòng giờ th.thể	0^0~360^0 hoặc 0~24h		SHA = 360^0- α
	Xích kinh nghịch τ, S.H.A	Điểm xuân phân	Thiên xích đạo	Tây	Vòng giờ th.thể	0^0~360^0 hoặc 0~24h		

3.1.2 Các công thức tính góc giờ

1. Chuyển đổi giữa góc giờ nguyên vòng và góc giờ bán vòng,
   - Khi góc giờ nguyên vòng < 180^0:

     Góc giờ nguyên vòng = Góc giờ bán vòng W
   - Khi góc giờ nguyên vòng >180^0:

     (360^0- Góc giờ nguyên vòng) = Góc giờ bán vòng E
2. Chuyển đổi giữa *Góc giờ địa phương nguyên vòng* (LHA) và *Góc giờ Greenwich nguyên vòng* (GHA):

$$LHA = GHA \pm \lambda_W^E$$

$$GHA = LHA \mp \lambda_W^E$$

   Trong đó, λ - Kinh độ người quan sát
3. Chuyển đổi giữa *Góc giờ nguyên vòng điểm xuân phân* GHA^{Υ} và Góc giờ nguyên vòng của thiên thể,

$$GHA^* = GHA^{\Upsilon} - \alpha^*$$

$$LHA^* = LHA^{\Upsilon} - \alpha^*$$

$$GHA^* = GHA^{\Upsilon} + SHA^*$$

$$LHA^* = LHA^{\Upsilon} + SHA^*$$

   Trong đó,

   GHA^* - Góc giờ Greenwich nguyên vòng của định tinh;

   LHA^* - Góc giờ địa phương nguyên vòng của định tinh ;

   GHA^{Υ} - Góc giờ Greenwich nguyên vòng của điểm xuân phân;

   LHA^{Υ} - Góc giờ địa phương nguyên vòng của điểm xuân phân;

   α^* - Xích kinh của định tinh;

   SHA^* - Xích kinh nghịch của định tinh;
4. Chuyển đổi giữa góc giờ nguyên vòng của mặt trời và giờ thế giới

$$GHA^{\odot} = GMT \pm 12^h \text{ (hoặc } 180^0\text{)}$$

$$GHA^{\odot} = GMT + \eta \pm 12^h \text{ (hoặc } 180^0\text{)}$$

$$GMT = GHA^{\odot} - \eta \pm 12^h \text{ (hoặc } 180^0)$$

$$LHA^{\odot} = LT^{\odot} \pm 12^h \text{ (hoặc } 180^0)$$

$$LHA^{\odot} = LMT + \eta \pm 12^h \text{ (hoặc } 180^0)$$

$$LMT = LHA^{\odot} - \eta \pm 12^h \text{ (hoặc } 180^0)$$

Trong đó,

$GHA^{\odot}$ – Góc giờ Greenwich nguyên vòng của mặt trời

$LHA^{\odot}$ – Góc giờ địa phương nguyên vòng của mặt trời

$LT^{\odot}$ - Giờ địa phương mặt trời thật

GMT - Giờ thế giới (GMT)

LMT - Giờ địa phương mặt trời trung bình

3.1.3 Tra góc giờ và xích vĩ của thiên thể trong lịch thiên văn (Almanac NP 414, Anh)

1. Tra góc giờ và xích vĩ của mặt trời

Ví dụ,

Tra GHA và xích vĩ của mặt trời lúc GMT/18h45m17s ngày 5 tháng 1 năm 1980 ?

Giải,

GHA 18^h 5/1	$88^0$41,4'		dec.	$22^0$38,7'S
Incr.	$11^0$19,3'		'd' corr.	-0,2'
GHA	$100^0$00,7'		dec.	$22^0$38,5S

Ghi chú cách tra:

1) Tìm GHA cho 1800 ngày 5 tháng 1,

2) Đồng thời ghi lại xích vĩ cùng giờ đó,

3) Số gia (Incr.) cho 45^m17^s tra ở bảng nội suy " Increments and corrections" cột "Sun, Planet",

4) Hiệu chỉnh 'd' lấy ở cuối cột "Sun ..." và nội suy, chú ý dấu của 'd' corr. (+) hoặc (-) tuỳ xích vĩ cùng ngày tăng hay giảm.

2. Tìm GHA và xích vĩ mặt trăng

Cách tính giống như đối với mặt trời, chỉ khác có số hiệu chỉnh 'v' phải hiệu chỉnh vào GHA, các bước tiếp theo xem ví dụ sau đây,

Ví dụ,

Tìm GHA và xích vĩ mặt trăng lúc GMT/19h34m36s ngày 7 tháng 1 năm 1980 ?

Giải,

GHA cho 19^h 7/1	$222^0$29,9'	dec. cho 19^h	$6^0$24,4'N	'v'=15,2
Incr.	$8^0$15,4	'd' corr.	-5,3	'd'=9,2
'v' corr.	8,7	dec.	$6^0$19,1'N	
GHA	$230^0$53,0'			

Chú ý:

'v' và 'd' dùng để tra 'v' corr. và 'd'corr. (số hiệu chỉnh cho GHA và xích vĩ) trong bảng "Increments and corections" ở cột "Moon", số dẫn vào bảng bằng 34^m36^s, tra 'v' corr. và 'd'corr. tương ứng với 'v' và 'd' ở các cột tiếp theo. Hiệu chỉnh 'd' rất quan trọng đối với mặt trăng vì xích vĩ của nó biến thiên nhanh.

3. Tra GHA và xích vĩ hành tinh

Các bước giống như đối với mặt trăng, Incr. cho phút và giây tra ở cột với cột "Sun Planet".

Ví dụ,

Tra GHA và xích vĩ hành tinh Venus vào lúc GMT/$21^h35^m45^s$ ngày 18 tháng 9 năm 1980 ?

GHA cho 21^h 18/9	$178^0$48,7'	dec. cho 21h	$16^0$18,2'N	'v'=-0,3
Incr.	$8^0$56,3	'd' corr.	-0,4	'd'=0,6
'v' corr.	-0,2	dec.	$16^0$17,8'N	
GHA	$187^0$44,8'			

4. Tìm GHA cho định tinh

Ví dụ,

Tra GHA* của sao Canopus vào lúc GMT/$16^h50^m10^s$ ngày 7 tháng 1 năm 1980 ?

Giải,

GHAγ cho 16h	$346^0$22,9'
Incr. cho 16m50s	$12^0$34,6'
GHAγ	$358^0$57,5'
SHA*	$246^0$06,9
	$623^0$04,4'
	-360^0
GHA*	$263^0$04,4'

Ghi chú:

1) GHAγ cho ở cột thứ hai trang bên trái, Incr. tra ở bảng "Increments and corections" cho điểm xuân phân.
2) Xích vĩ và SHA* của sao *Canopus* tra trong danh mục "Stars" cột cuối cùng ở mỗi trang hàng ngày của lịch.
3) Nếu GHA* vượt qua 360^0 thì phải trừ đi 360^0.

3.1.4 Hệ toạ độ mặt phẳng chân trời

Hệ toạ độ mặt phẳng chân trời tạo nên mối liên hệ giữa vị trí địa lý của thiên thể với người quan sát (hình 3.04)

Trên hình 3.04, mặt phẳng đi qua mắt người quan sát, vuông góc với đường nối Z0 gọi là *mặt phẳng chân trời thật* của người quan sát.

Mặt phẳng song song với mặt phẳng chân thời thật của người quan sát đi qua tâm trái đất gọi là *mặt phẳng chân trời địa tâm người quan sát* (hay còn gọi là *mặt phẳng chân trời thiên cầu*). Mở rộng mặt phẳng chân trời địa tâm cắt thiên cầu tạo thành vòng tròn lớn gọi là *vòng mặt phẳng chân trời địa tâm* của người quan sát.

Chiếu đường kinh tuyến người quan sát lên thiên cầu được đường thiên kinh tuyến gồm *bán thiên kinh tuyến thượng (bán vòng ngọ)* và *bán thiên kinh tuyến hạ (bán vòng tý)* của người quan sát.

Vòng vuông góc với vòng thiên kinh tuyến người quan sát đi qua thiên đỉnh và thiên đế gọi là *vòng đông tây.*

Vòng thiên kinh tuyến người quan sát và mặt phẳng chân trời thật người quan sát tạo thành *hệ toạ độ mặt phẳng chân trời.*

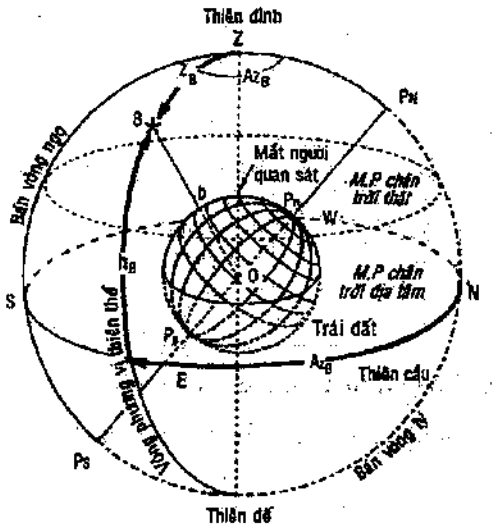
Hệ toạ độ mặt phẳng chân trời gồm có,

1. Tung độ

1) *Độ cao thiên thể h,* là góc trương cung trên vòng phương vị của thiên thể đo từ mặt phẳng chân trời thật người quan sát đến thiên thể (h_B là độ cao thiên thể B hình 3.04).

2) *Đỉnh cự z của thiên thể* là góc trương cung trên vòng phương vị của thiên thể đo từ thiên đỉnh người quan sát đến thiên thể (z_B là đỉnh cự của thiên thể B trên hình 3.04)

3) *Độ cao H của thiên thể khi qua thiên kinh tuyến thượng người quan sát* là góc trương cung trên vòng thiên kinh tuyến thượng người quan sát đo từ mặt phẳng chân trời thật người quan sát đến thiên thể.



Hình 3.04

4) *Đỉnh cự Z của thiên thể khi thiên thể qua thiên kinh tuyến thượng người quan sát* là góc trương cung trên vòng thiên kinh tuyến người quan sát đo từ thiên đỉnh về hướng thiên thể.

2. Hoành độ

Phương vị Az (A) của thiên thể là góc trương cung trên vòng mặt phẳng chân trời thật người quan sát từ hướng (N hoặc S) trùng tên với vĩ độ người quan sát cho đến vòng phương vị của thiên thể.

Tổng hợp các đại lượng đo trên hệ toạ độ mặt phẳng chân trời

Toạ độ	*Tên toạ độ Và ký hiệu*	*Đo từ*	*Đo trên*	*Theo chiều*	*Đo đến*	*Phạm vi đo*	*Mang tên*	*Ghi chú*
Tung độ	Độ cao thiên thể H, h, Alt.	Vòng mặt phẳng chân trời thật n.q.sát	Vòng phương vị th.thể	Về phía th.đỉnh hoặc thiên đế	Thiên thể	0^0~90^0	Phía thiên đỉnh (+) Phía thiên đế (-)	$H+z=90^0$
	Đỉnh cự z	Th.đỉnh n.q.sát	Vòng phương vị th.thể	Về phía thiên thể	Thiên thể	0^0~180^0		
	Độ cao th.thể qua thiên kinh tuyến thượng H	Vòng mặt phẳng chân trời thật n.q.sát	Bán vòng t.k.tuyến thượng n.q.sát	Về phía th.đỉnh hoặc thiên đế	Thiên thể	0^0~90^0	-Phía thiên đỉnh (+) Phía thiên đế (-). -Th.thể phía bắc mang tên (N), nam (S)	$H+Z=90^0$

	Đỉnh cự th.thể qua thiên kinh tuyến thượng Z	Thiên đỉnh n.q.sát	Bán vòng t.k.tuyến thượng n.q.sát	Về phía thiên thể	Thiên thể	0^0~180^0	Ngược với H	
Hoành độ	Phương vị thiên thể A, Az	Hướng trùng tên với vĩ độ n.q.sát	Vòng chân trời thật n.q.sát	Về hướng đông hoặc tây	Vòng phương vị của thiên thể	0^0~180^0	Tên thứ nhất trùng tên vĩ độ n.q.sát, tên thứ hai biểu thị hướng đo của ph.vị E hoặc W	Khi vĩ độ n.q.sát φ=0, tên thứ nhất trùng tên với xích vĩ của thiên thể.

3.1.5 Công thức tính biến thiên độ cao và phương vị của thiên thể

1. Biến thiên độ cao mỗi phút của thiên thể

$$\Delta h' = 15\cos\varphi \sin A$$

Trong đó,

φ - Vĩ độ người quan sát

A - Phương vị của thiên thể

2. Biến thiên phương vị mỗi phút của thiên thể

$$\Delta A^{\circ} = 0{,}25(tgh\cos\varphi\cos A - \cos\varphi)$$

Trong đó, h – độ cao của thiên thể

3.1.6 Từ độ cao h_s đo được bằng sextant tính độ cao thật h_0 của thiên thể (xem hình 3.05)

$$h_0 = h_s \pm s \pm i - d - \rho \pm R + P$$

Trong đó,

h_0 - Độ cao thật của thiên thể

h_s - Độ cao đo bằng sextant

s - Sai số dụng cụ của sextant (tìm trong giấy chứng nhận của sextant)

i - Sai số chỉ số sextant (người sử dụng tự xác định khi sử dụng sextant)

d - Số hiệu chỉnh độ cao tầm mắt quan sát

ρ - Hiệu chỉnh độ khúc xạ

R - Hiệu chỉnh bán kính thiên thể (hoặc S.D).

P - Hiệu chỉnh thị sai

1. Số hiệu chỉnh độ cao tầm mắt quan sát d

Độ cao của thiên thể đo từ chân trời nhìn thấy bao giờ cũng lớn hơn đo từ mặt phẳng chân trời thật. Vì vậy d luôn mang dấu (-).

1) Công thức cơ bản, $d = 1{,}765\sqrt{e}$

Trong đó, e - độ cao tầm mắt.

Số hiệu chỉnh d cho mặt trời, hành tinh, sao, mặt trăng có thể tra trong lịch thiên văn, bảng "DIP", hoặc trong " Norie's Nautical Table" phần "DIP OF THE SEA HORIZON", trích dẫn trong *Bảng 3.A* dưới đây.

2) Số hiệu chỉnh sai số độ cao tầm mắt do hiệu nhiệt độ nước và không khí (Δd_t),

$$\Delta d_t = 0{,}2'(t_a - t_w)$$

Trong đó,

t_a – Nhiệt độ không khí

t_w – Nhiệt độ nước

0,2 – Chỉ là một con số kinh nghiệm không hoàn toàn phù hợp thực tế.

3) Sai số sinh ra do sai số của độ cao tầm mắt người quan sát Δd_e.

$$\Delta d_e = \frac{0{,}883}{\sqrt{e}}\Delta e$$

Trong đó, Δe – Sai số độ cao tầm mắt

2. Góc phủ bờ biển Δ

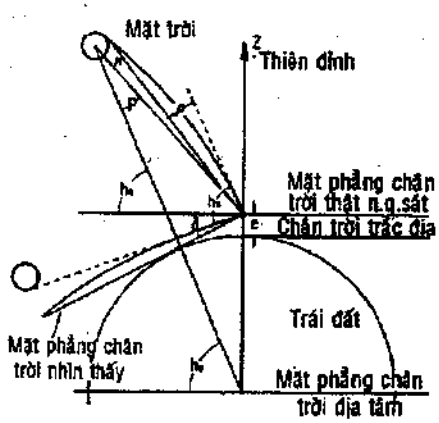
Trong trường hợp dùng đường viền bờ biển hoặc một tàu khác làm đường chân trời để đo độ cao thì phải dùng *góc phủ bờ biển* thay thế cho số hiệu chỉnh độ cao tầm mắt d để hiệu chỉnh độ cao thiên thể. Góc phủ bờ biển luôn mang dấu (-), phải trừ vào độ cao quan sát.

$$\Delta = 1{,}855\frac{e}{D} + 0{,}42D$$

Trong đó, e – Độ cao tầm mắt người quan sát

D – Khoảng cách từ người quan sát đến đường viền bờ biển

Góc phủ đường viền bờ biển cho trong bảng "Dip of the shore horizon" trang 487 "Norie's Nautical tables" được tính toán dựa theo công thức này. Số dẫn vào bảng là chiều cao tầm mắt e (mét hoặc feet) và khoảng cách D (n.mile).



Hình 3.05

3. Sai số khúc xạ ρ

Do sự khúc xạ của các lớp khí quyển không đồng nhất theo độ cao khiến ta quan sát thiên thể không theo một đường thẳng mà theo một đường cong, làm cho độ cao của thiên thể tăng lên một đại lượng khúc xạ ρ.

$$\rho = \rho_0 + \Delta\rho_t + \Delta\rho_B$$

Trong đó,

ρ_0 - Sai số khúc xạ ở trạng thái khí quyển $+10^0$C, khí áp 1000mbs. Tra ở bảng "Mean refraction" trang 454 trong "Norie's Nautical tables", số dẫn vào bảng là độ cao người quan sát e, trích dẫn trong Bảng 3.B dưới đây .

$\Delta\rho_t$ - Hiệu chỉnh nhiệt độ khí quyển đối với sai số khúc xa ρ. Với độ cao thiên thể thấp hơn 30^0C, ảnh hưởng của nhiệt độ khí quyển đến độ cao rất rõ rệt, cần phải hiệu chỉnh. $\Delta\rho_t$ có thể tra trong " Additional refraction corrections for air temperature" trang 454 trong "Norie's Nautical tables", số dẫn là độ cao đo của thiên thể và nhiệt độ, trích dẫn trong Bảng B dưới đây.

$\Delta\rho_B$ - Hiệu chỉnh khí áp đối với sai số khúc xạ ρ, khi độ cao thiên thể thấp hơn 30^0C mới cần phải hiệu chỉnh, có thể tra trong bảng " Additional refraction corrections for atmospheric pressure" trang 454 "Norie's Nautical tables", số dẫn là khí áp (mbs) và độ cao thiên thể.

4. Hiệu chỉnh bán kính thiên thể R (hoặc S.D).

Chỉ khi đo độ cao mặt trời và mặt trăng mới có lượng hiệu chỉnh này, khi đo chỉ có thể đo mép trên hoặc mép dưới mà không thể đo từ trung tâm, vì vậy độ cao đo được phải hiệu chỉnh về tâm của chúng. Độ cao của hành tinh và định tinh không có lượng hiệu chỉnh này. Số hiệu chỉnh bán kính phụ thuộc vào độ xa gần của thiên thể đến trái đất. Đối với mặt trời hàng năm ở *điểm cận nhật* vào đầu tháng Một thì bán kính mặt trời R=16',3, ở *điểm viễn nhật* vào đầu tháng Bảy thì R=15',8. Đo mép dưới R có dấu (+), mép trên (-).

Bán kính mặt trời hằng ngày cho ngay trong lịch thiên văn hoặc có thể tra trong "Norie's Nautical tables", trích dẫn trong "Sun" Bảng 3.A.

1) Công thức cơ bản, $\sin R = \frac{r_1}{d}$

Trong đó, r_1 – bán kính dài của mặt trời hoặc mặt trăng

d - khoảng cách từ người quan sát đến mặt trời hoặc mặt trăng

2) Hiệu chỉnh bán kính cho độ cao mặt trăng có bổ sung

$$R = R_G + \frac{r_2}{r_1} R_G \sin arc1'$$

Trong đó,

R_G – Bán kính biểu kiến của mặt trăng từ tâm trái đất, tra trong lịch thiên văn hàng hải, số dẫn là ngày tháng và giờ thế giới.

r_2 - Bán kính dài của trái đất

$\frac{r_2}{r_1} R_G \sin arc1'$ - Bù lượng hiệu chỉnh bán kính của mặt trăng, có thể tra trong bảng " Bù lượng hiệu chỉnh bán kính mặt trăng", số dẫn là R_G và độ cao h, luôn mang dấu (+), phải cộng vào R_G. Đại lượng này có thể tra trong bảng

"Augmentation of the Moon's Semi-Diameter" trang 453 " (Norie's Nautical tables" , trích dẫn trong Bảng 3.A dưới đây.

5. Hiệu chỉnh thị sai P

Thị sai P là góc lệch giữa độ cao thiên thể đo từ mặt phẳng chân trời thật so với độ cao thật đo từ mặt phẳng chân trời địa tâm. Thị sai biến đổi phụ thuộc vào khoảng cách từ thiên thể đến người quan sát, khoảng cách càng xa thì thị sai càng nhỏ. Thị sai của mặt trời tại mặt phẳng chân trời thật là 9" . Thị sai của hành tinh, định tinh nằm trong khoảng vài giây đến nửa phút đều có thể bỏ qua không cần hiệu chỉnh. Mặt trăng ở gần trái đất nhất cho nên thị sai của nó tại mặt phẳng chân trời thật là 1^0, vì vậy chỉ khi đo độ cao của mặt trăng mới phải hiệu chỉnh thị sai.

1) Công thức tính thị sai $P = \pi \cos h$

Trong đó, h – độ cao

π - thị sai của mặt phẳng chân trời (HP)

2) Thị sai mặt phẳng chân trời của mặt trăng có hiệu chỉnh vĩ độ

$$P_0 = \pi - \frac{\pi \sin^2 \varphi}{300}$$

Trong đó,

P_0 - Thị sai mặt phẳng chân trời của mặt trăng tương ứng với vĩ độ người quan sát.

π - Thị sai mặt phẳng chân trời (H.P – Horizontal Parralax) của mặt trăng tra trong lịch thiên văn hằng ngày.

φ - Vĩ độ người quan sát

$\frac{\pi \sin^2 \varphi}{300}$ - Lượng hiệu chỉnh vĩ độ của thị sai mặt phẳng chân trời mặt trăng, dùng π, φ làm số dẫn tra trong "Bảng hiệu chỉnh thị sai vĩ độ mặt phẳng chân trời mặt trăng II-3c" (MT) luôn luôn mang dấu (-), trừ vào π.

Cách tính thị sai của mặt trăng trong lịch thiên văn như sau,

a) Độ cao quan sát phải hiệu chỉnh với sai số sextant và hiệu chỉnh độ cao tầm mắt

b) Tra P' trong lịch thiên văn, số dẫn là độ cao quan sát.

c) Tra HP trên lịch thiên văn vào ngày giờ đo, dùng HP làm số dẫn vào bảng ở dưới, tra trên cùng một cột với bảng trên, tuỳ đo mép dưới (L –Lower) hay mép trên (U-Upper), đọc số hiệu chỉnh cho P".

d) P', P" đều cộng vào độ cao quan sát mặt trăng, nhưng nếu đo ở mép trên thì phải trừ đi 30'.

Chú ý, bù lượng hiệu chỉnh bán kính của mặt trăng $\frac{r_2}{r_1} R_G \sin arc1'$ và lượng hiệu chỉnh vĩ độ của thị sai mặt phẳng chân trời mặt trăng $\frac{\pi \sin^2 \varphi}{300}$, nói chung rất nhỏ mà lại ngược dấu,

hai đại lượng này triệt tiêu lẫn nhau, cho nên có thể bỏ qua không cần tính trong định vị hàng hải, trừ khi có yêu cầu cao trong việc tính toán.

AUGMENTATION OF THE MOON'S SEMI - DIAMETER

App. Alt.	Moon's Semi-Diameter					
	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0
°	′	′	′	′	′	′
10	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
20	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
30	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
40	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
50	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
60	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
70	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
80	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
90	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3

REDUCTION OF THE MOON'S HORIZONTAL PARALLAX

Lat.	Horizontal Parallax		
	54′	58′	62′
°	′	′	′
10	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.0	0.1
40	0.1	0.1	0.1
50	0.1	0.1	0.1
60	0.1	0.2	0.2
70	0.2	0.2	0.2
80	0.2	0.2	0.2

DIP OF THE SEA HORIZON

m	ft	Dip	m	ft	Dip
		′			′
0.5	1.5	−1.2	20.5	67	−8.0
1.0	3	−1.6	21.0	69	−8.1
1.5	5	−2.2	21.5	71	−8.2
2.0	7	−2.5	22.0	72	−8.3
2.5	8	−2.8	22.5	74	−8.3
3.0	10	−3.0	23.0	75	−8.4
3.5	11	−3.3	23.5	77	−8.5
4.0	13	−3.5	24.0	79	−8.6
4.5	15	−3.7	24.5	80	−8.7
5.0	16	−3.9	25.0	82	−8.8
5.5	18	−4.1	25.5	84	−8.9
6.0	20	−4.3	26.0	85	−9.0
6.5	21	−4.5	26.5	87	−9.1
7.0	23	−4.7	27.0	89	−9.1
7.5	25	−4.8	27.5	90	−9.2
8.0	26	−5.0	28.0	92	−9.3
8.5	28	−5.1	28.5	94	−9.4
9.0	30	−5.3	29.0	95	−9.5
9.5	31	−5.4	29.5	97	−9.6
10.0	33	−5.6	30.0	98	−9.6
10.5	34	−5.7	31	102	−9.8
11.0	36	−5.8	32	105	−10.0
11.5	38	−6.0	33	108	−10.1
12.0	39	−6.1	34	112	−10.3
12.5	41	−6.2	35	115	−10.4
13.0	43	−6.3	36	118	−10.6
13.5	44	−6.5	37	121	−10.7
14.0	46	−6.6	38	125	−10.8
14.5	48	−6.7	39	128	−11.0
15.0	49	−6.8	40	131	−11.1
15.5	51	−6.9	41	135	−11.3
16.0	52	−7.0	42	138	−11.4
16.5	54	−7.1	43	141	−11.5
17.0	56	−7.3	44	144	−11.7
17.5	57	−7.4	45	148	−11.8
18.0	59	−7.5	46	151	−11.9
18.5	61	−7.6	47	154	−12.1
19.0	62	−7.7	48	157	−12.2
19.5	64	−7.8	49	161	−12.3
20.0	66	−7.9	50	164	−12.4

SUN

Parallax in Altitude		Mean Semi Diameter	
App. Alt.	Parlx.	Month	Mean S.D.
°	′		′
0	+0.2	Jan.	16.3
10	+0.2	Feb.	16.2
20	+0.1	March	16.1
30	+0.1	April	16.0
40	+0.1	May	15.8
50	+0.1	June	15.8
60	+0.1	July	15.8
70	+0.1	Aug.	15.8
80	+0.0	Sept.	15.9
90	+0.0	Oct.	16.1
		Nov.	16.2
		Dec.	16.3

MEAN REFRACTION

Atmospheric Pressure 1000mbs (29.5ins)
Temperature 10°C (50°F)

App. Alt.	Refr.	App. Alt.	Refr.	App. Alt.	Refr.
° ′	′	° ′	′	° ′	′
0 00	−33.9	4 00	−11.5	12 00	−4.4
05	32.8	10	11.1	20	4.3
10	31.8	20	10.8	40	4.2
15	30.8	30	10.5	13 00	4.0
20	29.9	40	10.2	20	3.9
25	29.0	50	9.9	40	3.9
0 30	−28.2	5 00	−9.7	14 00	−3.8
35	27.4	10	9.4	20	3.7
40	26.6	20	9.2	40	3.6
45	25.9	30	8.9	15 00	3.5
50	25.2	40	8.7	20	3.4
55	24.5	50	8.5	40	3.4
1 00	−23.8	6 00	−8.3	16 00	−3.3
05	23.3	10	8.1	17 00	3.1
10	22.7	20	7.9	18 00	2.9
15	22.1	30	7.7	19 00	2.7
20	21.6	40	7.5	20 00	2.6
25	21.0	50	7.4	21 00	2.5
1 30	−20.5	7 00	−7.2	22 00	−2.3
35	20.1	10	7.0	23 00	2.2
40	19.6	20	6.9	24 00	2.1
45	19.1	30	6.8	25 00	2.0
50	18.7	40	6.6	26 00	1.9
55	18.3	50	6.5	27 00	1.8
2 00	−17.9	8 00	−6.4	28 00	−1.8
05	17.5	10	6.3	29 00	1.7
10	17.1	20	6.2	30 00	1.7
15	16.8	30	6.1	31 00	1.6
20	16.4	40	6.0	32 00	1.5
25	16.1	50	5.9	33 00	1.5
2 30	−15.8	9 00	−5.8	34 00	−1.4
35	15.5	10	5.7	35 00	1.4
40	15.2	20	5.6	36 00	1.3
45	14.8	30	5.5	37 00	1.2
50	14.6	40	5.4	38 00	1.2
55	14.4	50	5.3	39 00	1.2
3 00	−14.1	10 00	−5.2	40 00	−1.1
05	13.8	10	5.2	45 00	0.9
10	13.6	20	5.1	50 00	0.8
15	13.4	30	5.0	55 00	0.7
20	13.1	40	4.9	60 00	0.5
25	12.9	50	4.9	65 00	0.4
3 30	−12.7	11 00	−4.8	70 00	−0.3
35	12.4	10	4.7	75 00	0.3
40	12.2	20	4.7	80 00	0.2
45	12.1	30	4.6	85 00	0.1
50	11.9	40	4.5	90 00	0.0
55	11.7	50	4.5		
4 00	−11.5	12 00	−4.4		

ADDITIONAL REFRACTION CORRECTIONS FOR AIR TEMPERATURE

To be applied to the Apparent Altitude

App. Alt.	Air Temperature - °C								
	-5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°
° ′	′	′	′	′	′	′	′	′	′
0 00	−3.4	−2.0	−1.0	0.0	+1.0	+1.9	+2.8	+3.7	+4.7
20	2.7	1.8	0.9	0.0	0.9	1.8	2.2	3.1	3.7
40	2.4	1.6	0.8	0.0	0.8	1.3	2.0	2.7	3.3
1 00	2.0	1.4	0.7	0.0	0.7	1.2	1.8	2.4	2.8
20	1.8	1.2	0.6	0.0	0.6	1.0	1.5	2.0	2.6
40	1.6	1.0	0.5	0.0	0.5	0.9	1.3	1.8	2.2
2 00	−1.3	−0.9	−0.4	0.0	+0.4	+0.8	+1.2	+1.5	+1.9
20	1.2	0.8	0.4	0.0	0.4	0.7	1.1	1.4	1.7
40	1.1	0.7	0.4	0.0	0.4	0.7	1.0	1.2	1.6
3 00	1.0	0.7	0.3	0.0	0.3	0.6	1.0	1.2	1.5
20	1.0	0.6	0.3	0.0	0.3	0.6	0.9	1.1	1.4
40	0.9	0.6	0.3	0.0	0.3	0.6	0.8	1.0	1.3
4 00	−0.8	−0.6	−0.3	0.0	+0.3	+0.5	+0.8	+1.0	+1.2
5	0.7	0.5	0.2	0.0	0.2	0.4	0.7	0.8	1.0
6	0.6	0.4	0.2	0.0	0.2	0.4	0.6	0.7	0.9
7	0.6	0.4	0.2	0.0	0.2	0.3	0.5	0.6	0.8
8	0.5	0.3	0.2	0.0	0.1	0.3	0.4	0.5	0.7
9	0.4	0.3	0.1	0.0	0.1	0.3	0.4	0.5	0.6
10 00	−0.4	−0.3	−0.1	0.0	+0.1	+0.2	+0.4	+0.4	+0.6
20	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
30	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2
40	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
50	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ADDITIONAL REFRACTION CORRECTIONS FOR ATMOSPHERIC PRESSURE

To be applied to the Apparent Altitude

App. Alt.	Atmospheric Pressure - millibars				
	960	980	1000	1020	1030
° ′	′	′	′	′	′
0 00	+1.7	+0.8	0.0	−0.8	−1.7
30	1.4	0.7	0.0	0.7	1.4
1 00	1.2	0.6	0.0	0.6	1.2
30	1.0	0.5	0.0	0.5	1.0
2 00	+0.9	+0.4	0.0	−0.4	−0.9
4	0.6	0.3	0.0	0.3	0.6
6	0.4	0.2	0.0	0.2	0.4
8	0.3	0.2	0.0	0.2	0.3
10	0.3	0.1	0.0	0.1	0.3
15 00	+0.2	+0.1	0.0	−0.1	−0.2
20	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1
25	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1
30	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
35	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
40 00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Trong "Norie's Nautical Tables" có bảng hiệu chỉnh tổng hợp bán kính, thị sai và khúc xạ cho mặt trăng " Moon's total correction – Corection for Semidiameter, Parrallax, and Refraction", số dẫn là độ cao quan sát, HP, Lower Limb, Upper Limb (trang 456).

3.1.7 Tổng hợp các hiệu chỉnh độ cao đối với các thiên thể

Để tiện lợi cho việc tra biểu bảng và tính toán, trong các biểu bảng và lịch thiên văn, một

vài số hiệu chỉnh trong các số hiệu chỉnh kể trên được gộp lại thành một số hiệu chỉnh duy nhất. Dưới dây tổng hợp các loại hiệu chỉnh độ cao đối với các thiên thể khác nhau cho trong lịch thiên văn "THE NAUTICAL ALMANAC" (United Kingdom Edition).

1. Hiệu chỉnh độ cao mặt trời.

Độ cao sextant của mặt trời (mép dưới)	$h_s^{\odot}$
Sai số chỉ số và sai số dụng cụ	+ (s + i)
Hiệu chỉnh độ cao tầm mắt	- d
Hiệu chỉnh cơ bản	+ (σ)
Hiệu chỉnh khúc xạ phụ	+ (ρ')
Độ cao thật của mặt trời	$h_0^{\odot}$

Trong các số hiệu chỉnh trên, ngoài (s + i) ra, còn lại đều tra trong các trang đầu A_2, A_3, A_4 của lịch thiên văn hàng hải. Hiệu chỉnh độ cao tầm mắt tra ở bên phải của trang. Phần "Hiệu chỉnh cơ bản" (gồm hiệu chỉnh sai số bán kính, sai số khúc xạ, thị sai) tra ở bên trái của trang, với đối số vào bảng là độ cao đo sau khi đã hiệu chỉnh độ cao tầm mắt. Cần chú ý đo mặt trời mép trên hay mép dưới và vào tháng nào để không tra nhầm lẫn. Phần hiệu chỉnh sai số khúc xạ phụ tra ở trang tiếp theo với số dẫn vào bảng là khí áp, nhiệt độ và độ cao đo.

Ở một số bảng khác, khi tính số hiệu chỉnh cơ bản người ta lấy bán kính trung bình của mặt trời là 16',0 cho nên từng tháng có một số hiệu chỉnh phụ khác gọi là hiệu chỉnh ngày.

2. Hiệu chỉnh độ cao mặt trăng.

Đối với mặt trăng, ngoài sai số chỉ số và sai số dụng cụ, các số hiệu chỉnh còn lại tra ở bảng xxxiz và xxxv cuối lịch thiên văn (Bảng hiệu chỉnh độ cao mặt trăng).

Độ cao sextant của mặt trăng	$h_s^{\mathbb{C}}$
Sai số chỉ số và sai số dụng cụ	+ (s + i)
Hiệu chỉnh độ cao tầm mắt	- d
Hiệu chỉnh cơ bản	+ σ
Hiệu chỉnh phụ mép trên mép dưới	+ (L, U)
Trừ 30' nếu đo mép trên	- 30'
Hiệu chỉnh khúc xạ phụ	+ (ρ')
Độ cao thật của mặt trăng	$h_0^{\mathbb{C}}$

Trong đó hiệu chỉnh độ cao tầm mắt d tra phía bên phải của bảng, luôn có dấu (-).

Hiệu chỉnh cơ bản σ tra ở phía bên trái, số dẫn vào bảng là độ cao sextant của mặt trăng đã trừ số hiệu chỉnh độ cao tầm mắt. Hiệu chỉnh cơ bản luôn có dấu (+).

Hiệu chỉnh phụ mép trên (U), mép dưới (L) tra ở bảng dưới bên trái, số dẫn vào bảng là độ cao sextant, lấy số tròn chẵn 0^0 - 4^0, 5^0 - 9^0, ... 85^0 - 89^0 theo cột dọc và thị sai chân trời của mặt trăng (H.P) ở hàng ngang cho theo từng giờ trong lịch, phần mặt trăng. Nếu đo mặt trăng ở mép dưới thì tra ở cột (L), mép trên tra cột (U). Hiệu chỉnh phụ luôn có dấu (+).

Hiệu chỉnh phụ khúc xạ ρ' tra giống như phần mặt trời.

Ngoài ra nếu đo mặt trăng mép trên còn phải trừ 30'.

3. Định tinh và hành tinh.

Ngoài sai số chỉ số và sai số dụng cụ, các loại hiệu chỉnh đều tra ở các trang A_2, A_3, A_4 trong lịch thiên văn giống như đối với mặt trời.

Độ cao sextant của định tinh (hành tinh)	h_s
Sai số chỉ số và sai số dụng cụ	+ (s + i)
Hiệu chỉnh độ cao tầm mắt	- d
Hiệu chỉnh cơ bản	- σ
Hiệu chỉnh phụ khúc xạ	+ (ρ')
Hiệu chỉnh phụ riêng cho hành tinh Venus (Mars)	+ _
Độ cao thật của định tinh (hành tinh)	h_o^*

Hiệu chỉnh cơ bản đối với định tinh và hành tinh ở phần giữa trang, số dẫn vào bản là độ cao sextant đã hiệu chỉnh độ cao tầm mắt, luôn có dấu (-).

Hiệu chỉnh phụ do khúc xạ tra giống như đối với mặt trời.

Riêng đối với Venus (Mars) có thêm một *hiệu chỉnh phụ* theo từng tháng và độ cao thiên thể.

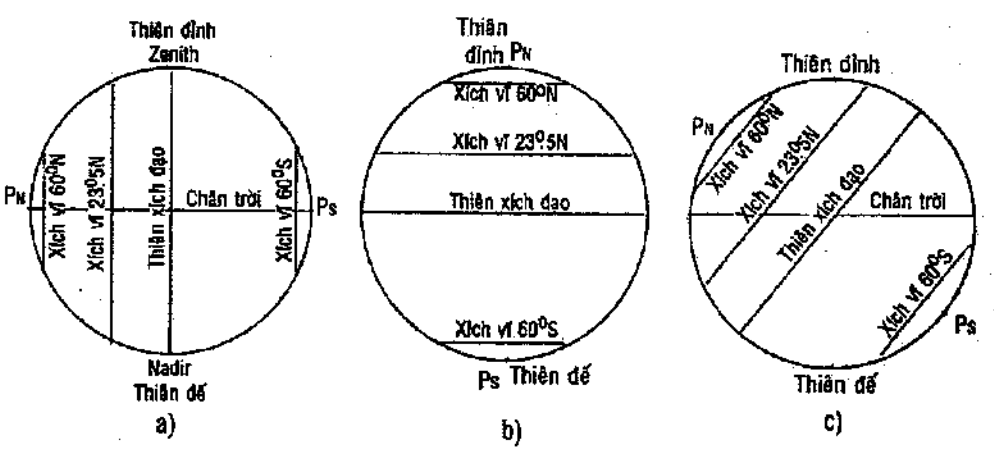
.2 Thời gian và các công thức tính thời gian

.2.1 Chuyển động biểu kiến của mặt trời

1. Chuyển động biểu kiến của mặt trời (và thiên thể) do trái đất tự quay

Do trái đất tự quay từ tây sang đông cho nên hàng ngày ta nhận thấy cả bầu trời gồm các định tinh, hành tinh kể cả mặt trời mọc lên từ phía đông và lặn xuống phía tây.

Nếu người quan sát đứng trên xích đạo thì thiên thể mọc lặn theo quỹ đạo vuông góc với mặt phẳng chân trời (hình 3.06a), hàng ngày mỗi thiên thể tồn tại bên trên chân trời một nửa thời gian của vòng quay biểu kiến.



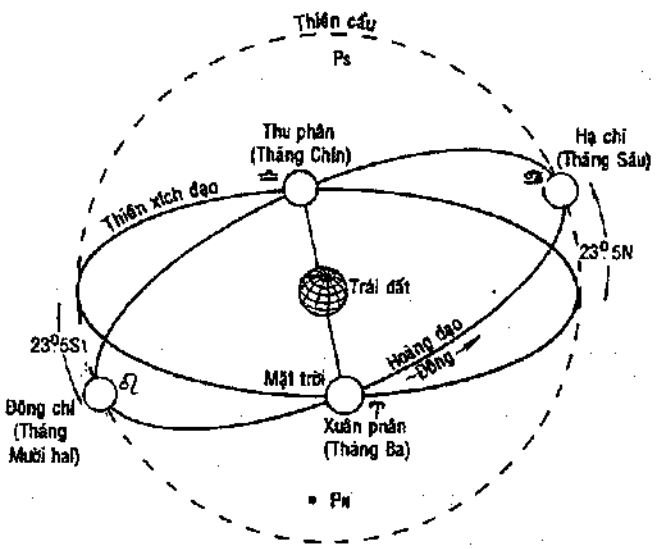
Hình 3.06

Nếu người quan sát ở ngay Bắc cực hay Nam cực, mỗi thiên thể với xích vĩ cố định chuyển động quanh thiên trục theo chu kỳ một ngày đêm. Người quan sát đứng ở Bắc cực nhìn thấy các thiên thể chuyển động theo chiều kim đồng hồ, ở Nam cực nhìn thấy chúng chuyển động theo ngược chiều kim đồng hồ (hình 3.06b).

Người quan sát đứng bất kỳ vị trí nào giữa hai trường hợp riêng biệt nói trên thì nhìn thấy chuyển động biểu kiến là tổng hợp của cả hai trường hợp trên như mô tả trên hình 3.06c. Trong trường hợp này một số thiên thể quanh cực cùng bán cầu người quan sát luôn luôn nằm trên chân trời, không lặn, và quay quanh cực một vòng 24 giờ. Ngược lại, có một vài thiên thể nằm quanh cực đối diện thì không mọc. Các thiên thể khác thì mọc lên ở phía đông chân trời và tăng dần độ cao cho đến khi đạt độ cao lớn nhất trên bán vòng thượng thiên kinh tuyến, sau đó giảm dần độ cao và lặn xuống ở phía tây. Thời gian thiên thể tồn tại bên trên chân trời và độ cao lớn nhất của nó phụ thuộc vào vĩ độ người quan sát và xích vĩ của thiên thể đó.

2. Chuyển động biểu kiến do trái đất quay quanh mặt trời

Trái đất tự quay quanh trục của mình, ngoài ra trái đất còn chuyển động quanh mặt trời một vòng 365 ngày theo quỹ đạo hình elíp. Đứng trên trái đất không cảm giác thấy chuyển động của trái đất mà chỉ cảm giác thấy chuyển động biểu kiến (nhìn thấy) hàng năm của mặt trời tương đối với trái đất (hình 3.07). Quỹ đạo chuyển động biểu kiến hàng năm của mặt trời trên thiên cầu gọi là *hoàng đạo*. Góc kẹp giữa hoàng đạo và thiên xích đạo $23^{o}27'$ gọi là *góc nghiêng hoàng đạo*. Hoàng đạo và thiên xích đạo giao nhau ở hai điểm. Giao điểm thứ nhất xảy ra vào ngày 21 tháng 3 hàng năm, tức là điểm mà mặt trời từ bán thiên cầu nam bắt đầu chuyển động sang bán thiên cầu bắc, gọi là điểm xuân phân (Aries) ký hiệu (♈). Điểm thứ hai gọi là *điểm thu phân* (♎).



Hình 3.07

3.2.2 Giờ thế giới

1. Giờ mặt trời biểu kiến

Đứng trên trái đất, không thể nhận thấy trái đất quay, mà chỉ cảm thấy hình như thiên cầu đã mang tất cả các thiên thể cùng quay quanh thiên trục từ Đông sang Tây. Sự chuyển động như vậy gọi là chuyển động hàng ngày, hay còn gọi là *chuyển động nhìn thấy (biểu kiến) hàng ngày* của thiên cầu.

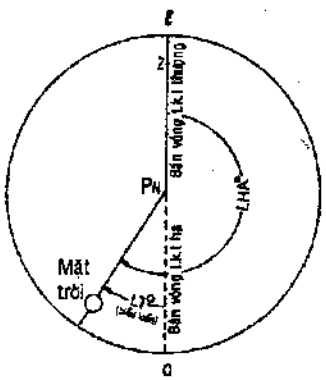
Chuyển động biểu kiến hàng ngày sinh ra hiện tượng ngày và đêm. Loài người theo thói quen dựa vào giới hạn ngày và đêm để sắp xếp cuộc sống hàng ngày và lấy thời gian của một chu kỳ chuyển động biểu kiến hàng ngày của mặt trời làm đơn vị để đo thời gian gọi là *ngày mặt trời biểu kiến*.

Trên hình 3.08, $P_N\varepsilon$ là bán vòng thiên kinh tuyến thượng của thiên kinh tuyến người quan sát (còn gọi là bán vòng ngọ). P_NQ là bán vòng thiên kinh tuyến hạ (bán vòng tý). Ngày mặt trời biểu kiến bắt đầu từ khi mặt trời đi qua bán vòng thiên kinh tuyến hạ của người quan sát cho

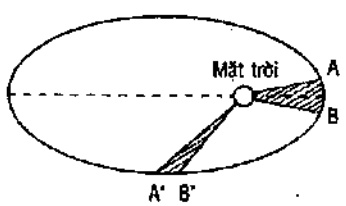
đến khi mặt trời đi qua bán vòng thiên kinh tuyến hạ lần thứ hai. Khi ngày mặt trời biểu kiến thứ nhất vừa kết thúc cũng là lúc bắt đầu ngày mặt trời biểu kiến thứ hai, cứ như vậy, ngày này qua ngày khác, thời gian diễn tiến không ngừng. Ngày mặt trời biểu kiến được chia thành 24 giờ.

Giờ mặt trời biểu kiến địa phương (gọi tắt là giờ địa phương LT –Local time) bắt đầu tính từ bán vòng thiên kinh tuyến hạ, còn *góc giờ địa phương toàn vòng của mặt trời* LHA$^{\odot}$lại bắt đầu tính từ bán vòng thiên kinh tuyến thượng, cho nên chúng cách nhau 180^0 tức 12 giờ. Từ hình 3.08 ta thấy,

$LT^{\odot} = LHA^{\odot} \pm 12$ giờ



Hình 3.08



Hình 3.09

Trái đất, ngoài việc tự quay quanh trục còn chuyển động quanh mặt trời theo một quỹ đạo hình elip, mặt trời nằm ở tiêu điểm của elip. Theo định lý thứ hai của Kepler thì *trong một khoảng thời gian như nhau, ở các vị trí khác nhau trên quỹ đạo, đường nối giữa mặt trời và hành tinh quét qua một diện tích như nhau.* Khi trái đất chuyển động trên quỹ đạo elip ở những vị trí khác nhau thì khoảng cách của nó đến mặt trời sẽ khác nhau, cho nên trong cùng một khoảng thời gian nhất định, theo Kepler mặt trời (biểu kiến) sẽ chuyển động trên những đoạn cung có độ dài khác nhau như biểu thị trên hình 3.09, trên hình vẽ AB > A'B', hay nói một cách khác tốc độ góc của chuyển động trái đất luôn thay đổi khi quay quanh mặt trời. Vì lý do đó mà trong một năm mỗi ngày của ngày mặt trời biểu kiến có độ dài không bằng nhau, dùng *ngày mặt trời biểu* kiến làm đơn vị để đo thời gian rất bất tiện. Tuy nhiên, ngày biểu kiến có một ưu điểm là gắn liền với hiện tượng ngày và đêm theo tập quán sinh hoạt của loài người.

3.2.3 Giờ mặt trời trung bình – Giờ địa phương và giờ thế giới

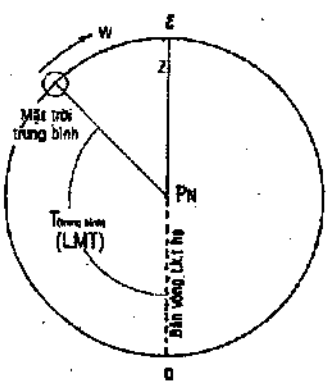
Để tiện lợi người ta quy định ra một loại *ngày* khác có độ dài cố định nhưng vẫn đảm bảo mối liên hệ nhất định với ngày và đêm, gọi là *ngày mặt trời trung bình* và *giờ mặt trời trung bình* để làm đơn vị đo thời gian chính xác.

Ngày mặt trời trung bình là một ngày quy ước trên cơ sở giả thiết có một mặt trời lý tưởng gọi là *mặt trời trung bình* chuyển động hàng năm về hướng đông với tốc độ trung bình, đều đặn trên thiên xích đạo. Lượng biến thiên xích vĩ hàng ngày của *mặt trời trung bình* là cố định, trong quá trình chuyển động hàng năm trên thiên xích đạo nó có thể vượt lên trước hoặc tụt phía sau *mặt trời thật* một khoảng cách không lớn lắm để đảm bảo sự ổn định của ngày và đêm (hình 3.10).

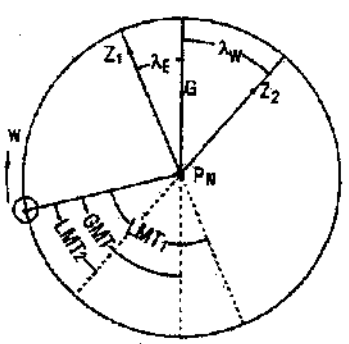
Thời gian được xác định trên cơ sở ngày mặt trời trung bình lấy kinh tuyến Greenwich làm kinh tuyến gốc 0^0 gọi là *giờ thế giới* UT - Universal Time (trước 1928 gọi là GMT – Greenwich Mean Time). Vòng thiên kinh tuyến đi qua Đài quan sát thiên văn hoàng gia Greenwich của Anh được quốc tế công nhận là kinh tuyến gốc vào năm 1884.

Một ngày trung bình theo tập quán cũng được chia thành 24 giờ, mỗi một giờ chia thành 60 phút, mỗi phút có 60 giây, *một giây được định nghĩa bằng 1/86.400 của ngày mặt trời trung bình.*

Khi vài người quan sát đứng ở những kinh độ khác nhau, thì mỗi người quan sát đều ứng với một bán vòng thiên kinh tuyến hạ khác nhau, do đó giờ trung bình của mỗi người quan sát cũng khác nhau. Giờ trung bình của từng địa phương người quan sát được tính từ bán vòng thiên kinh tuyến hạ địa phương đó đến mặt trời trung bình gọi là giờ mặt trời trung bình địa phương, gọi tắt là *giờ địa phương*, viết tắt LMT (Local mean time).



Hình 3.10



Hình 3.11

Trên hình 3.11, G là thiên đỉnh Greenwich, GMT là giờ thế giới, Z_1 là thiên đỉnh của người quan sát thứ nhất ở kinh độ đông, thì giờ địa phương của người quan sát thứ nhất là LMT_1; Z_2 là thiên đỉnh của người quan sát thứ hai có kinh độ tây, giờ địa phương là LMT_2. Từ đó có thể nhận thấy mối quan hệ giữa giờ thế giới và giờ địa phương ở các kinh tuyến khác nhau như sau ,

$$LMT = GMT \pm \lambda^{E}_{W}$$

3.2.4 Thời sai (Equation of Time)

Tốc độ chuyển động biểu kiến hàng năm của mặt trời có khi nhanh hơn tốc độ mặt trời trung bình, cũng có khi chậm hơn. Giờ mặt trời thật và giờ mặt trời trung bình thường không trùng nhau nhưng cách nhau không xa.

Cung cự đo trên thiên xích đạo từ vòng giờ của mặt trời trung bình đến vòng giờ của mặt trời thật gọi là *thời sai* η.

$$\eta = LHA^{\odot} - LHA^{\oplus}$$

hoặc $$\eta = LT^{\odot} - LMT$$

$$LT^{\odot} = LMT + \eta$$

hoặc $$\eta = \alpha_{\oplus} - \alpha_{\odot}$$

Trong đó,

LMT - Giờ (mặt trời) địa phương (trung bình)

LT° - Giờ mặt trời địa phương biểu kiến

$\alpha_{\oplus}$ - Xích kinh mặt trời trung bình

$\alpha_{\odot}$ - Xích kinh mặt trời (thật)

3.C

Day	SUN Eqn. of Time 00h	SUN Eqn. of Time 12h	SUN Mer. Pass.	MOON Mer. Pass. Upper	MOON Mer. Pass. Lower	MOON Age	MOON Phase
	m s	m s	h m	h m	h m	d	
16	00 02	00 05	12 00	00 26	12 55	16	○
17	00 13	00 20	12 00	01 25	13 54	17	
18	00 27	00 33	11 59	02 25	14 55	18	

Có thể tìm thời sai η trong lịch thiên văn (Nautical Almanac của Anh/Mỹ, tra ở trang bên phải phần dưới cùng bên phải có ghi SUN, Eqn of time), cũng có thể tra trong bảng phương vị mặt trời. Bảng 3.C trích ở lịch thiên văn, trong đó cho thời sai (Equation of Time) ngày 16, 17, 18, tháng Tư năm 1995.

Người đi biển quan tâm đến thời sai khi cần xác định giờ mặt trời qua thiên kinh tuyến thượng. Thời sai có dấu (-) nếu như giờ mặt trời qua thiên kinh tuyến thượng sớm hơn 1200, dấu (+) nếu muộn hơn 1200. Giờ mặt trời qua thiên kinh tuyến thượng cho ở cột "Mer. Pass." ở cột tiếp theo.

3.2.5 Các loại thời gian

Các quốc gia đều có cơ cấu quản lý thời gian riêng, nói chung có thể chia làm hai loại hình, loại thứ nhất căn cứ vào chuyển động tự quay của trái đất để xây dựng chế định đo thời gian gọi là *giờ thế giới* (UT) như đã trình bày ở trên; loại thứ hai dùng chu kỳ dao động điện từ của bức xạ nguyên tử hoặc phân tử để đo thời gian gọi là *giờ nguyên tử*.

Tuy nhiên, do nhiều nguyên nhân như sự biến đổi lâu dài của tốc độ tự quay của trái đất (chẳng hạn do ma sát của hiện tượng thuỷ triều làm tốc độ quay của trái đất chậm lại), những biến đổi theo mùa, biến đổi bất thường do biến động trong lòng đất, biến đổi do ba động của trục quay trái đất ..., khiến cho *giờ thế giới* biến thiên không đều đặn. Tuỳ theo cách hiệu chỉnh các ảnh hưởng vừa nói trên, nói chung, người ta chia giờ thế giới ra 3 hệ thống: UT0, UT1, UT2 sau đây.

1. Hệ thống giờ UT0

Là giờ thế giới xác định thông qua quan sát thiên văn trực tiếp. Do sự ba động của địa cực trái đất khiến các đài quan sát khác nhau trên trái đất quan sát các giá trị UT0 không giống nhau, vì vậy UT0 không thể làm tiêu chuẩn thống nhất cho toàn thế giới.

2. Hệ thống giờ UT1

Là hệ thống UT0 đã qua hiệu chỉnh ba động địa cực, UT1 giống nhau ở tất cả các vị trí trên thế giới, là thời gian thống nhất, phản ánh trung thực chuyển động tự quay của trái đất, vì vậy nó được áp dụng cho tất cả các bộ môn xác định vị trí nhờ vào chuyển động tự quay của trái đất. UT1 là giờ mặt trời trung bình, một ngày bắt đầu từ khi mặt trời đi qua bán vòng hạ đường thiên kinh tuyến 0^0 tức vào giữa đêm và kết thúc hết một ngày đồng thời bước sang ngày mới khi mặt trời lại vượt qua bán vòng hạ thiên kinh tuyến. Giờ thế giới trong lịch thiên văn hàng hải tính theo hệ thống giờ UT1.

3. Hệ thống giờ UT2

Giờ UT2 là giờ UT1 đã qua hiệu chỉnh biến đổi theo mùa. Đây là một loại thời gian tương đối đều đặn, trước đây đã từng được quốc tế công nhận là thời gian chuẩn. Tuy nhiên, vẫn còn những ảnh hưởng không quy tắc khác của chuyển động trái đất cho nên UT2 vẫn là thời gian không đều đặn, hiện nay nó được thay thế bằng *giờ thế giới điều hoà* UTC, trình bày ở phần dưới đây.

4. Giờ nguyên tử AT – Atomic Time

Tính ổn định của chuyển động trong nguyên tử cao hơn rất nhiều so với chuyển động tự quay của trái đất, cho nên chuyển động nguyên tử được áp dụng để xây dựng thời gian tiêu chuẩn.

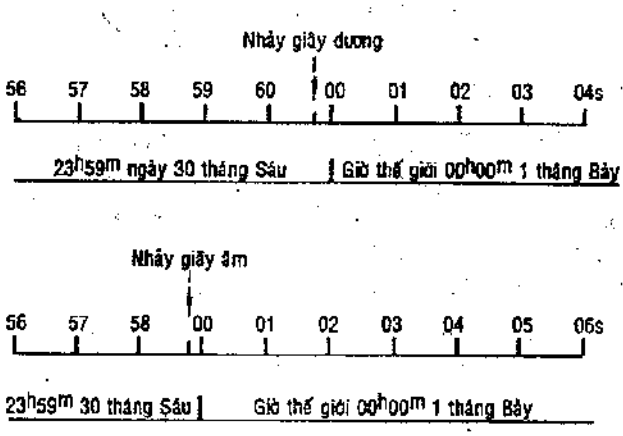
Hội nghị quốc tế về đo lường khoá 13 năm 1967 đã thống nhất quy định định nghĩa mới về chiều dài của một giây trong hệ đơn vị quốc tế SI như sau " *một giây bằng thời gian kéo dài của 9.192.631.770 dao động hoặc chu kỳ của sóng bức xạ tương ứng với sự dịch chuyển giữa hai mức năng lượng siêu nhỏ của trạng thái cơ bản của nguyên tử cesium -133* " và dùng định nghĩa này làm đơn vị đo thời gian quốc tế cơ bản. Loại thời gian này đo bằng cách tích luỹ đơn vị giây để đo thời gian, gọi là thời gian nguyên tử, và bắt đầu tính lịch từ UT 0^h ngày 1 tháng Một năm 1958.

3.2.6 Giờ thế giới điều hoà UTC – Coordinated Unversal Time

Giờ nguyên tử thì ổn định, đều đặn, nhưng giờ thế giới dựa vào chuyển động tự quay của trái đất ngoài sự biến động không quy tắc ra còn có xu hướng chậm lại trong thời gian dài. Trong khoảng thời gian từ năm 1958 khi bắt đầu tính giờ nguyên tử cho đến cuối năm 1971 giờ thế giới bị chậm lại 10s so với giờ nguyên tử, thời gian càng dài thì sự cách biệt giữa giờ thế giới và giờ nguyên tử càng xa. Tuy nhiên trong đời sống thực tế cần có giờ nguyên tử ổn định đồng thời cũng cần có giờ thế giới UT1, để phối hợp hai loại thời gian này người ta xác lập một loại thời gian khác gọi là *giờ thế giới điều hoà UTC*.

Giờ thế giới điều hoà lấy giờ nguyên tử làm cơ sở và điều chỉnh bằng cách cho nó "nhảy giây" để đảm bảo giữ một thời gian cách quãng giới hạn so với giờ thế giới UT_1. Trước năm 1972, người ta điều chỉnh độ dài một giây của giờ nguyên tử tiếp cận độ dài một giây của giờ thế giới năm đó để có được giờ điều hoà UTC giữ cách biệt với giờ thế giới UT1 trong phạm vi $\pm 0{,}1^s$. Kể từ 0h ngày 1 tháng Một năm 1972, giờ điều hoà UTC trực tiếp áp dụng giây nguyên tử, thời khắc của nó chỉ cách biệt giờ thế giới không vượt quá $\pm 0{,}7^s$. Đến năm 1974 yêu cầu cách biệt này là $\pm 0{,}9^s$. Một giây giờ nguyên tử hơi ngắn hơn một giây giờ thế giới.

Những năm gần đây, mỗi ngày giờ nguyên tử và giờ thế giới lệch nhau 0,003*s*. Vì vậy mỗi năm giờ thế giới điều hoà phải điều chỉnh "nhảy giây" một hoặc hai lần. Thực hiện điều chỉnh "nhảy giây" tiến hành vào 1 giây cuối cùng ngày 30 tháng Sáu và 31 tháng Mười hai. Giây cuối cùng



Hình 3.12

của ngày 31 tháng Ba và ngày 30 tháng Chín được chọn làm ngày điều chỉnh nhảy giây bổ sung, khi cần thiết có thể điều chỉnh nhảy giây vào 1 giây cuối cùng của ngày cuối cùng hàng tháng. Mỗi lần cho nhảy tăng 1 giây gọi là *nhảy giây dương*, bỏ đi 1 giây gọi là *nhảy giây âm*. Khi cho nhảy giây dương, thì giây tiếp theo của $23^h59^m60^s$ trong ngày nào đó là $00^h00^m00^s$ của ngày kế tiếp; khi cho nhảy giây âm thì giây tiếp theo của $23^h59^m58^s$ trong ngày là $00^h00^m00^s$ của ngày kế tiếp (xem hình 3.12). Việc điều chỉnh nhảy giây được dự báo trước, sĩ quan hàng hải có thể tham khảo các dự báo này trong "Thông báo cho người đi biển - NM" hàng tuần, tiếng Anh (Phần VI).

Hiện nay, hầu hết tín hiệu báo giờ của các quốc gia trên thế giới đều phát theo giờ thế giới điều hoà UTC.

3.2.7 Múi giờ và giờ múi

Hội nghị thiên văn học quốc tế năm 1884 đã đưa ra những quy định về múi giờ, theo đó, về nguyên tắc bề mặt trái đất trên toàn thế giới căn cứ vào các kinh tuyến chia thành 24 *múi giờ*, mỗi múi rộng 15^0 kinh độ (bằng 1 giờ). Múi giờ không (0) nằm giữa bán vòng kinh tuyến thượng $7^030'W$ và $7^030'$ E, lấy bán vòng thượng kinh tuyến địa phương Greenwich làm kinh tuyến trung tâm (kinh tuyến chia đôi múi giờ). Lấy múi giờ 0 làm cơ sở tính về phía đông các múi tiếp theo múi 0 được đánh số từ 1 đến 12, gọi là múi 1E, múi 2E, ...đến nửa múi 12E; phía tây cũng vậy, gọi là múi 1W, múi 2W, .., cho đến nữa múi 12. Phần bên đông của múi 12 gọi là múi nửa E, bên tây gọi là múi nửa W. Mỗi múi giờ đều lấy bán vòng thượng kinh tuyến chia đôi múi giờ làm *kinh tuyến trung tâm*. Kinh tuyến trung tâm của múi giờ có kinh độ là bội số của 15^0, tức kinh tuyến trung tâm múi 1 là 15^0, múi 2 là 30^0 đến múi 12 là 180^0. Mỗi múi giờ đều lấy giờ địa phương của kinh tuyến trung tâm làm giờ tiêu chuẩn của nó gọi là *giờ múi* ZT. Hình 3.13 là bản đồ chia múi giờ trên thế giới.

Vì kinh độ của kinh tuyến trung tâm múi giờ là bội số của 15^0 nên ta có,

$$\text{Kinh độ trung tâm của múi giờ} = 15^0 \times ZD^{E}_{W}$$

Trong đó, SD là số thứ tự múi giờ.

Vì hai kinh tuyến trung tâm cách nhau cách nhau 15^0, mà mặt trời trung bình cứ qua 15^0 thì biến đổi một giờ, nên múi giờ của hai múi kề nhau cách nhau đúng một giờ. Nói chung, giờ múi của bất kỳ một múi nào đó cách giờ của múi 0 (tức giờ thế giới Greenwich) một số giờ đúng bằng số (thứ tự) múi. Giờ múi của các múi đông lớn hơn giờ thế giới, giờ múi của các múi tây nhỏ hơn giờ thế giới.

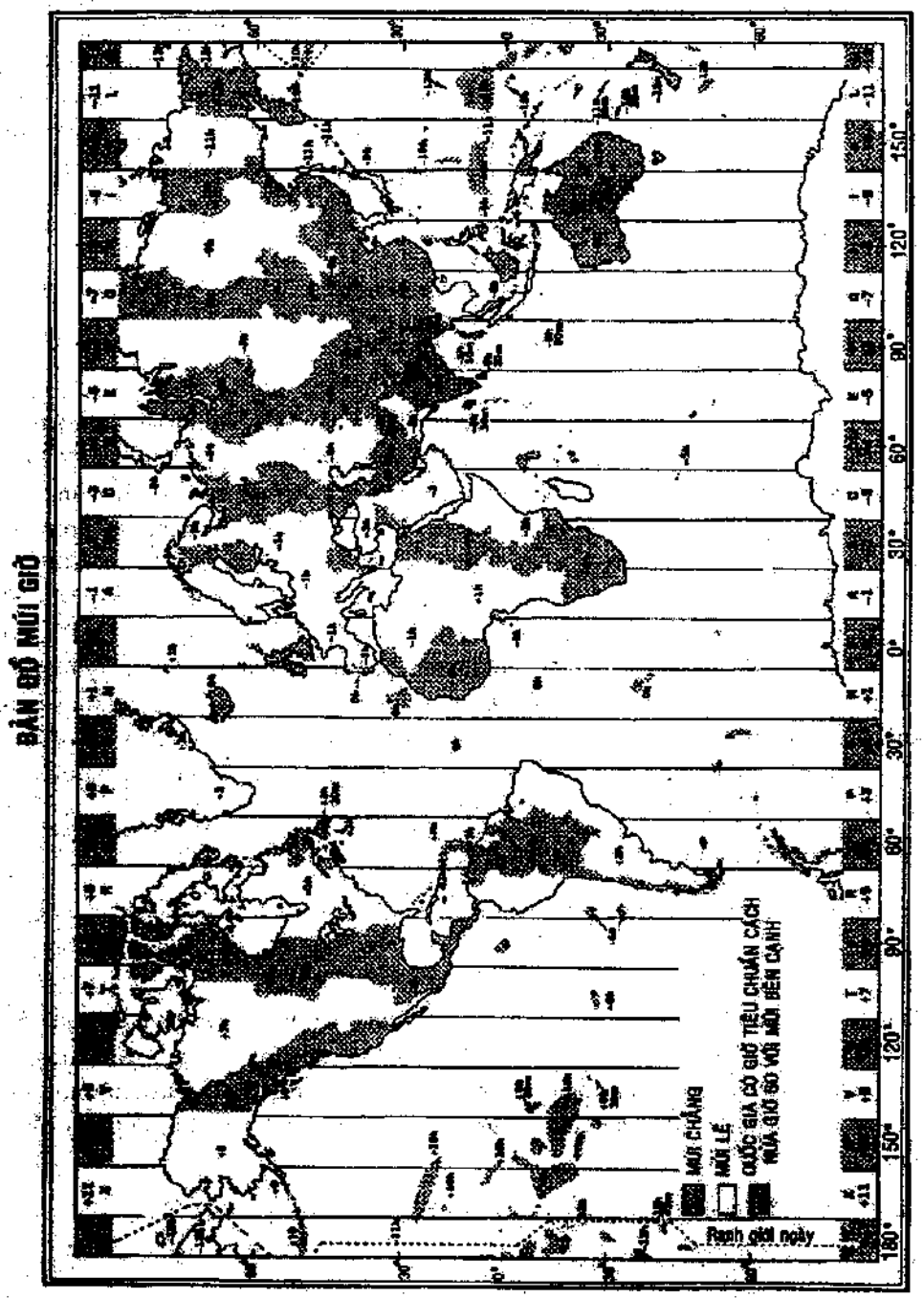
1. Chuyển đổi giữa giờ địa phương nguyên vòng (LMT) và giờ thế giới GMT

$$LMT=GMT \pm \lambda^{E}_{W}$$

$$GMT=LMT \mp \lambda^{E}_{W}$$

Trong đó, λ - Kinh độ người quan sát

Khi chuyển đổi cần lưu ý biến đổi ngày, khi cộng với λ cho kết quả vượt qua 24 giờ thì phải trừ đi 24 giờ vào kết quả và lấy tăng thêm một ngày, khi không đủ trừ cho λ thì cộng thêm 24h vào số giờ rồi làm phép tính trừ, nhưng phải lấy lùi lại một ngày.



Hình 3.13

2. Chuyển đổi giữa giờ múi và giờ thế giới

$$ZT = GMT - ZD$$

$$GMT = ZT + ZD$$

Trong đó,

ZD – Zone Description, là số múi giờ. Chú ý, dấu ± của bản thân ZD, múi giờ W, ZD mang dấu (+) ; múi giờ E, ZD mang dấu (-)

3. Chuyển đổi giữa giờ địa phương và giờ múi,

$$LMT = ZT \pm \Delta\lambda_W^E$$

$$ZT = LMT \pm \Delta\lambda_W^E$$

Trong đó,

$\Delta\lambda$ - Hiệu kinh độ giữa kinh độ giờ địa phương với kinh độ trung tâm của múi giờ địa phương đó.

Tuỳ theo yêu cầu tính toán mà xác định $\Delta\lambda$,

Khi có giờ múi ZT cần tính giờ địa phương LMT thì lấy kinh độ trung tâm của múi giờ làm điểm xuất phát, kinh độ giờ địa phương làm điểm kết thúc. Vậy,

$$\Delta\lambda = (\textit{kinh độ giờ địa phương}) - (\textit{kinh độ trung tâm múi giờ})$$

Khi có giờ địa phương LMT cần tính giờ múi thì ngược lại,

$$\Delta\lambda = (\textit{kinh độ trung tâm múi giờ}) - (\textit{kinh độ giờ địa phương})$$

4. Chuyển đổi giờ múi và giờ địa phương biểu kiến

Vì, $LT^{\odot} = LMT + \eta$

Nên, $LT^{\odot} = ZT \pm \Delta\lambda_W^E + \eta$

Ghi chú:

Khi tra bảng lấy phương vị mặt trời để xác định sai số la bàn phải vào bảng bằng giờ biểu kiến địa phương.

5. Các ví dụ tính toán múi giờ, giờ múi, giờ địa phương, GMT...

Ví dụ 1,

Giờ GMT là $15^h27^m09^s$,

Tìm giờ múi ZT tại : (1) $\lambda/156^0 24.4'W$

(2) $\lambda/039^0 04.8'E$

Giải,

GMT	$15^h27^m09^s$,
ZD	$+10^h$ (thừa $6^0 24,4'$)
ZT	$5^h27^m09^s$

GMT	$15^h27^m09^s$,
ZD	-3^h (thừa $4^0 04,8'$)
ZT	$18^h27^m09^s$

Ví dụ 2,

Biết giờ múi tại một địa điểm nào đó $\lambda/122^0 03'E$ ZT / $7^h11^m20^s$ (ngày 16/7) tính GMT ?

Giải

a) Tìm số múi ZD của địa điểm

$$Z.D = \frac{122^0 03' E}{15^0} = 8E \text{ (dư } 2^0 03')$$

Có nghĩa là địa điểm đó ở cách kinh tuyến trung tâm múi thứ tám $2^0 03'$ (không vượt quá $7^0 30'$ coi như vẫn ở múi 8).

b) Tìm giờ thế giới

ZT	$07^h 11^m 20^s$	(16/7)
- ZD	08^h	
GMT	$23^h 11^m 20^s$	(15/7)

Ví dụ 3,

Cho biết tại địa phương nào đó $\lambda/122^0 05'E$ giờ địa phương LMT/$09^h 53^m 04^s$ ngày 10/10/2004, tính giờ thế giới GMT ?

Giải,

a) Đổi kinh độ ra giờ, phút, giây :

120^0	08^h
2^0	08^m
$05'$	20^s
$122^0 05'$	$08^h 08^m 20^s$

b) $GMT = LMT - \lambda_E$

LMT	$09^h 53^m 04^s$
$-\lambda_E$	$08^h 08^m 20^s$
GMT	$01^h 44^m 44^s$ (10/10/2004)

Ví dụ 4,

Giờ múi ZT /$09^h 10^m 25^s$ ngày 21/5/1983, kinh độ vị trí suy tính $\lambda_c/117^0 30'E$. Tìm giờ biểu kiến địa phương?

Giải,

a) Tìm kinh độ trung tâm của múi giờ :

$$(117^0 30'E)/15^0 = 7E \text{ (dư } 12^0 30')$$

Kinh độ vị trí suy tính cách kinh độ trung tâm của múi giờ 7 E là $12^0 30'$.

Vì $12^0 30' > 7^0 30'$ nên vị trí suy tính ở múi 8. Kinh tuyến trung tâm của múi 8 là $15^0 \times 8 = 120^0 E$

b) Tìm hiệu số kinh độ giữa kinh độ vị trí suy tính và kinh độ trung tâm của múi 8E.

λ_c	$117^0 30' E$
Kinh độ trung tâm múi 8E	120^0 E
$\Delta\lambda$	$2^0 30' W$
đổi ra thời gian	$- 10^m$

c) Tra thời sai η trong lịch thiên văn hàng hải

Ngày 21/5/1983 $\eta = +03^m30^s$ (mặt trời qua thiên kinh tuyến thượng trước GMT/12^h, η có dấu (+), sau 12^h có dấu (-)).

d) Tìm giờ biểu kiến địa phương

Giờ múi ZT	$09^h10^m25^s$	
$\Delta\lambda$	-10^m	
η	$+3^m30^s$	
$LT^{\odot}$ (Giờ biểu kiến địa phương)	$09^h03^m55^s$ Buổi sáng)	(AM-

3.2.8 Giờ tiêu chuẩn, giờ mùa hè

Chia bề mặt trái đất thành 24 múi giờ cách nhau 15^0 kinh độ chỉ là một cách phân chia về nguyên tắc, mỗi quốc gia căn cứ vào tình hình cụ thể của nước mình có những quy định chi tiết về cách phân chia múi giờ. Nói chung các nước đều lấy giờ múi của một múi nào đó đi qua quốc gia của mình làm giờ thống nhất cho toàn quốc gọi là *giờ tiêu chuẩn*. Một số quốc gia đều lấy giờ địa phương tại kinh tuyến đi qua thủ đô của quốc gia làm giờ pháp định, như Iran, Libi, Ấn độ ...

Tuy nhiên, đối với một số quốc gia có diện tích rộng lớn nằm rải trên nhiều múi giờ, nếu dùng nhiều giờ múi cho một quốc gia thì không tiện lợi. Cho nên, vào mùa hè các quốc gia này quy định tăng thời gian lên sớm một giờ hoặc nửa giờ, gọi là giờ mùa hè. Ví dụ nước Anh từ tháng Tư đến đầu tháng Mười hàng năm áp dụng giờ mùa hè. Một số quốc gia thuộc nam bán cầu áp dụng giờ mùa hè từ tháng Mười đến tháng Ba năm sau.

Muốn biết giờ tiêu chuẩn của các quốc gia có thể tham khảo "Bản đồ múi giờ thế giới" (Hình 3.13), hoặc sách "Tín hiệu vô tuyến điện" Tập V (Anh), hoặc Lịch thiên văn hàng hải (Anh).

3.2.9 Thay đổi giờ múi, ranh giới ngày

1. Đổi giờ múi

Nói chung, để tiện cho các hoạt động của tàu biển, đồng hồ của tàu phải chỉ đúng giờ múi của múi giờ vùng biển mà tàu đang đi qua. *Khi tàu hành trình về hướng đông đi từ ranh giới của múi giờ này vào múi giờ tiếp theo phải lấy lại đồng hồ tàu nhanh lên một giờ. Ngược lại khi tàu đi về hướng tây qua mỗi ranh giới múi phải lấy chậm lại một giờ.*

Để không ảnh hưởng đến hoạt động và sinh hoạt trên tàu, việc lấy lại giờ thường tiến hành vào nửa đêm bằng cách chỉnh tới hoặc chỉnh lùi một giờ. Cũng có thể tiến hành bằng cách chỉnh mỗi ca 20 phút. Việc chỉnh lại múi giờ trên tàu phải có lệnh của Thuyền trưởng và phải ghi vào nhật ký hàng hải.

2. Đi qua ranh giới ngày

Từ cách chia múi giờ dễ nhận thấy giờ múi của nửa múi 12 E lớn hơn giờ thế giới 12 giờ, ở nửa múi 12 W thì lại nhỏ hơn 12 giờ, thời gian ở phía bên này đường kinh tuyến trung tâm múi 12 so với phía bên kia lệch nhau 24 giờ, chẵn một ngày. Nhưng giờ múi của cả múi 12 thì hoàn toàn như nhau.

Chẳng hạn, một chiếc tàu đi về hướng đông, đồng hồ được chỉnh giờ múi tăng dần liên tục

cho đến khi tàu đi vào nửa múi đông 12, lúc này đồng hồ chỉ 17 giờ ngày 2 tháng 9. Đồng thời đúng vào lúc ấy có một con tàu khác đi ngược chiều, tiến theo hướng tây, đồng hồ của nó được chỉnh giảm dần khi đi qua các múi cho đến nửa múi tây 12, dễ dàng nhận thấy rằng đồng hồ của chiếc tàu thứ hai lúc này cũng chỉ 17 giờ nhưng ngày thì khác, đó là ngày 1 tháng 9. Cho nên đường kinh tuyến trung tâm của múi 12 gọi là *đường ranh giới ngày.*

Khi tàu đi qua ranh giới ngày phải xử lý như sau : *tàu đi theo hướng đông, chạy từ nửa múi đông 12 sang nửa múi tây thì phải giảm bớt một ngày (xé thêm một tờ lịch) ngược lại tàu chạy theo hướng tây chuyển từ nửa múi tây 12 sang nửa múi đông 12, cần phải tăng thêm một ngày (một ngày không xé lịch).*

Về cơ bản đường ranh giới ngày trùng với đường kinh tuyến 180^0, nhưng để tiện lợi cho những quốc gia ở lân cận đường ranh giới ngày, người ta quy định lại đường ranh giới ngày dựa theo biên giới hành chính của các quốc gia đó. Cho nên trên bản đồ múi giờ ta thấy đường ranh giới ngày là một đường gẫy khúc (Hình 3.13).

3.2.10 Tìm giờ thế giới của độ cao thiên thể quan sát

Thời kế là một loại đồng hồ thiên văn tinh vi có độ chính xác cao để sử dụng trong thiên văn. Khi quan sát thiên thể để xác định vị trí tàu cần phải tính giờ thế giới chính xác để tính toán. Căn cứ vào giờ đọc trên thời kế để tính ra giờ thế giới.

Trên mặt thời kế cũng giống như đồng hồ thông thường, được chia thành 12 giờ, nhưng giờ thế giới tính từ 1 đến 24 giờ, cho nên giờ theo đồng hồ có khi lệch 12 giờ so với giờ thế giới. Mặt khác trên đồng hồ chỉ biểu thị giờ mà không chỉ ngày của giờ thế giới. Để đối chiếu, đầu tiên căn cứ vào giờ tàu tìm ra giờ thế giới gần đúng.

$$GMT' = ZT \pm ZD^{E}_{W}$$

(GMT' (gần đúng) = Giờ tàu ± số múi giờ $^{E}_{W}$)

Từ đó xác định ngày của giờ thế giới, xem có cần phải cộng vào giờ tàu 12 giờ nữa hay không.

$$GMT = C + CE$$

$$CE = CE' + (\text{Thời sai hằng ngày} \times d)$$

$$\text{Thời sai hàng ngày} = \frac{(\text{thời sai xác định lần trước}) - (\text{thời sai xác định lần cuối})}{(\text{Số ngày cách quảng giữa hai lần xác định thời sai})}$$

Trong đó,

C - Giờ thời kế (Chronometer)

CE – Sai số thời kế (Chronometer Error) lúc quan sát (chậm, sai số có dấu (+), nhanh hơn, có dấu (-).

CE' – Sai số thời kế tích lũy

d - Số ngày cách quảng (từ ngày xác định thời sai lần trước đến ngày quan sát)

Ví dụ,

Ngày 19 tháng 5 năm 2005, ZT/04^h50^m(-8), quan sát thiên văn bằng cách khởi động đồng hồ bấm giây lúc quan sát, khi khởi động đồng hồ bấm giây ghi được giờ thời kế C/$08^h45^m00^s$,

đọc đồng hồ bấm giây 1^m44^s (khi đo xong). Tìm GMT lúc quan sát ? Sổ ghi chép thời kế ghi ngày 17 tháng 5 năm 2005, ZT/11^h (-8) xác định bằng vô tuyến, CE'/ $+2^m47^s$, thời sai ngày $-3,0^s$.

Giải,

a) Tìm sai số thời kế CE

ZT (q.sát)	04^h50^m 19/5
ZT (x.định thời sai)	11^h00^m 17/5
Ngày cách quảng	17^h50^m và 1ngày
Tức số ngày cách quảng d	1,7 ngày
Sai số ngày	x(-0,3)^s
d x (ngày cách quảng)	$-5,1^s$
Thời sai tích luỹ CE'	$+2^m47^s$
CE	$+2^m42^s$

b) Tìm GMT quan sát

ZT (q.sát)	04^h50^m 19/5
ZD	-8
GMT (gần đúng)	20^h18^m 18/5

Giờ thời kế	$08^h45^m00^s$
Đ.hồ bấm giây	1^m44^s
Giờ t.kế q.sát (C)	08^h46^m44
CE	2^m42^s
GMT (quan sát)	$20^h49^m26^s$ 18/5

3.2.11 Các loại hình tín hiệu giờ vô tuyến

Sai số thời kế được xác định bằng tín hiệu thời gian vô tuyến điện do những đài chuyên dụng được bố trí khắp nơi trên thế giới phát hàng ngày.

Nói chung, giờ được phát đi thống nhất với giờ đồng hồ nguyên tử - giờ UTC mà các tàu thu nhận được chỉ lệch với giờ GMT chừng 0,9s.

Các thời kế chạy bằng dây cót hoặc pin sử dụng trên tàu biển phải được kiểm tra sai số hằng ngày thông qua các đài phát giờ, ngay khi tàu đậu ở trong cảng hoặc ít nhất trước khi tàu khởi hành 3 ngày phải kiểm tra sai số. Các sai số có đủ độ tin cậy phải ghi chép vào sổ *Nhật ký thời kế.*

Thông thường, trình tự phát của một đài như sau : bắt đầu phát hô hiệu và lời giới thiệu của đài, tiếp theo phát tín hiệu dự bị, cuối cùng phát tín hiệu thời gian chuẩn.

Hô hiệu, bước sóng, thời gian phát, tín hiệu thời gian của các đài phát giờ trên thế giới có thể tìm trong "Radio Signal" tập 2 (NP 282) của Anh xuất bản.

Có 3 loại hình tín hiệu giờ như sau,

1. Loại hình "Tín hiệu thời gian quốc tế mới"

Trước thời khắc phát thời gian chuẩn 3 phút, đài phát phát 3 nhóm tín hiệu:

1) Tín hiệu thời gian 58^m,

Trước tiên, phát tín hiệu dự báo X (−···−) 6 lần, tiếp theo từ 57^m55^s ~ 58^m 00^s phát tín hiệu nhóm thứ nhất, mỗi giây phát một tạch (.), phát 6 lần, tạch (.) thứ sáu vừa đúng 58^m tròn.

2) Tín hiệu thời gian 59^m

Trước tiên phát tín hiệu dự báo N (−·) 5 lần, tiếp theo từ 58^m55^s ~ 59^m 00^s phát tín hiệu nhóm thứ hai, mỗi giây phát một tạch (.), phát 6 lần, tạch (.) thứ sáu vừa đúng 59^m tròn.

3) Tín hiệu thời gian 00^m

Trước tiên phát tín hiệu dự báo G (−−·) 5 lần, tiếp theo từ 59^m55^s ~ 00^m 00s phát tín hiệu nhóm thứ ba, mỗi giây phát một tạch (.), phát 6 lần, bắt đầu tạch (.) cuối cùng vừa đúng 00^m tròn. Đó chính là thời khắc đài phát giờ công bố giờ chuẩn.

2. Loại hình "Tín hiệu thời gian trung bình"

Bắt đầu 5 phút trước khi công bố giờ chính thức, phát liên tục 5 phút, tức trong thời gian 5 phút từ 55^m00^s ~ 00^m00^s, cứ mỗi giây phát một tạch (.), giây cuối cùng của một phút phát một tè (-), bắt đầu tín hiệu tè (-) là tròn phút. Bắt đầu tín hiệu tè (-) cuối cùng của phút cuối cùng là thời khắc đài công bố tín hiệu giờ chuẩn.

3. Loại hình "Tín hiệu thời gian khoa học"

Trong khoảng thời gian 5 phút, từ 1^m ~ 6^m sau thời khắc đài công bố thời gian chuẩn, phát liên tục 306 *tín hiệu đẳng thời* (giãn cách thời gian bằng nhau), có nghĩa là cứ mỗi phút phát 61 tín hiệu đẳng thời, bắt đầu của một phút tròn phát một tín hiệu dài (-), 60 tín hiệu tiếp theo phát tín hiệu ngắn tạch (.), giãn cách giữa hai tín hiệu là $60/61^s$, tức $0{,}9836^s$. Sau mỗi phút tròn, tín hiệu tạch (.) thứ nhất lệch khỏi giây tròn $0{,}016^s$, tín hiệu tạch (.) thứ hai lệch khỏi giây tròn là $0{,}033^s$, có thể suy diễn các tín hiệu tiếp theo cho đến tín hiệu tạch (.) thứ 60 thì lệch khỏi giây tròn là 0,484 (xem bảng 3D " Số hiệu chỉnh giờ thời kế..."). 61 tín hiệu đẳng thời có tác dụng như là một loại thước đo tỷ lệ, nhờ nó có thể đối chiếu giờ thời kế và tín hiệu giờ, đạt mức chính xác chừng $0{,}01^s$. Ta biết rằng trên thời kế, kim giây nhảy mỗi giây hai lần, tức nhảy 120 lần trong một phút, cho nên trong phạm vi mỗi phút bước nhảy của kim giây trùng với tín hiệu ngắn tạch (.) hai lần; hiệu số của giây hoặc nửa giây trên thời kế với tín hiệu tạch (.) có thể tìm trên bảng " Số hiệu chỉnh giờ thời kế..."

Số hiệu chỉnh giờ thời kế tại các điểm
trùng khớp với tín hiệu thời khắc chuẩn của loại hình thời gian khoa học

3.D

Thứ tự điểm trùng khớp	Số h.chỉnh thời kế	Thứ tự điểm trùng khớp	Số h.chỉnh thời kế	Thứ tự điểm trùng khớp	Số h.chỉnh thời kế	Thứ tự điểm trùng khớp	Số h.chỉnh thời kế	Thứ tự điểm trùng khớp	Số h.chỉnh thời kế	Thứ tự điểm trùng khớp	Số h.chỉnh thời kế
1	0. 016	11	0. 180	21	0. 344	31	0. 008	41	0. 172	51	0. 336
2	0. 033	12	0. 197	22	0. 361	32	0. 025	42	0. 188	52	0. 352
3	0. 050	13	0. 213	23	0. 377	33	0. 041	43	0. 205	53	0. 369
4	0. 066	14	0. 229	24	0. 393	34	0. 057	44	0. 221	54	0. 385
5	0. 082	15	0. 246	25	0. 410	35	0. 074	45	0. 238	55	0. 402
6	0. 098	16	0. 262	26	0. 426	36	0. 090	46	0. 254	56	0. 418
7	0. 115	17	0. 279	27	0. 443	37	0. 107	47	0. 270	57	0. 434
8	0. 131	18	0. 295	28	0. 459	38	0. 123	48	0. 287	58	0. 451
9	0. 148	19	0. 311	29	0. 475	39	0. 139	49	0. 303	59	0. 467
10	0. 164	20	0. 328	30	0. 492	40	0. 156	50	0. 320	60	0. 484

Các bước thực hành đối chiếu giờ,

1) Đầu tiên ghi thời gian trên thời kế ngay trước khi bắt đầu tín hiệu dài (-) của phút kế tiếp, yêu cầu đọc chính xác đến giây tròn hoặc nửa giây. Ví dụ, giờ trên thời kế ghi được trước tín hiệu dài (-) của phút tròn $03^h02^m00^s$ của loại hình giờ khoa học này là $02^h58^m43,5^s$;

2) Tiếp theo, đếm tín hiệu ngắn tạch (.), đồng thời chú ý sự trùng khớp *bước nhảy của thời kế* với *tín hiệu ngắn* tạch *(.)* ở tín hiệu thứ mấy, ví dụ trùng khớp ở tín hiệu tạch (.) 26 và 57.

3) Tra trong bảng " Số hiệu chỉnh thời kế các điểm trùng khớp với tín hiệu thời khắc chuẩn của loại hình giờ khoa học" (Bảng 3.D), tìm ra sai số của thời kế. Căn cứ các số liệu trên tính toán như sau,

Số hiệu chỉnh thời kế tại điểm trùng khớp 26	$0,426^s$
Số hiệu chỉnh thời kế tại điểm trùng khớp 57	$0,434^s$
Số hiệu chỉnh trung bình của thời kế	$+ \ 0,43^s$
Giờ thời kế so sánh	$02^h58^m43,5^s$
Giờ thời kế đã hiệu chỉnh	$2^h58^m43,93^s$
Giờ thế giới so sánh	$03^h02^m00^s$
Sai số thời kế tìm được	$+ 03^m16,07s$
Có nghĩa là thời gian của thời kế chậm	$03^m16,07s$

4. Tín hiệu giờ kiểu phát "6 tín hiệu" của các đài phát thanh

Tín hiệu đài phát thanh BBC,

Bắt đầu phát 5 giây trước khi kết thúc mỗi phút tròn, phát 5 tín hiệu ngắn (.) kéo dài 100^{ms}, bắt đầu tín hiệu dài (-) thứ sáu cuối cùng (kéo dài 500^{ms}) đúng vào thời khắc phút chẵn, trọn giờ.

Tín hiệu đài phát thanh Thượng hải (XSG): Cùng phát kiểu 6 tín hiệu, có sai số khoảng 0,1s.

Có thể dùng tín hiệu các đài phát thanh này để đối chiếu giờ thời kế.

3.2.12 Một số đài phát giờ chuẩn trên thế giới

Hô hiệu đài	*Quốc gia Địa điểm Kinh,vĩ độ*	*Tần số (kHz)*	*Thời gian phát*	*Định dạng phát*
CHU	*Canada* Ottawa $45^0$18'N$75^0$45'W	A 3330 B 7335 C 14670	Phát liên tục 24h. (H24)	00s Một t.hiệu của giây (dài 500ms) 01s-28s Các t.hiệu của giây (dài 300ms) 29s Yên lặng 30s~50s Các t.h của giây (dài 300ms) 51s~59s Phát hô hiệu và giờ UTC bằng ngôn ngữ tiếng Anh và Pháp DUT1: Code CCIR - Giây nhấn mạnh bằng xung tách.
JJY	Japan Otakadoya-Yama $37^0$22'N$140^0$51'E	A 40 A9W 2.0	A: H24	Các tín hiệu của giây – kéo dài 5ms, âm điệu 1600Hz. Tín hiệu của giây biểu thị phút chẵn

				bằng tín hiệu kéo dài 655ms, tức là: 59,000s-59,005s Phát tín hiệu của giây, âm điệu 1600Hz. 59,005-59,045s Yên lặng. 59,045-59,700s Tín hiệu công bố kéo dài 655ms, âm điệu 600Hz. 59,700s-00,005 Phát tín hiệu của giây, âm điệu 1600Hz.
LOL	*Argetina* Buenos Aires 34°37'S58°21'W	A 4856 C 5000 F 8030 D 10000 E 15000 F 17180	A,C,F: 0055-0100, 1255-1300, 2055-2100 B,D,E: 0800-0900 1100-1200 1400-1500 1700-1800 2000-2100 2300-2400	A,C,F : Phát kiểu Anh, mỗi phút bỏ tín hiệu xung giây 29. B,D,E: 01s-58s Các t.hiệu xung của giây (dài 5ms) 59s Yên lặng 00s T.hiệu xung của phút (kéo dài 5ms). Ngoài ra sóng mang còn được điều biên bằng tần số. DUT1: A,C,F: CCIR Code –Giây nhấn mạnh bằng xung đúp. B,D,E: CCIR Code – Giây nhấn mạnh bằng tín hiệu kéo dài.
MSF	United Kingdom Rugby 52°22'N1°11'W	A 60 A1a 27	H24 từ 1000 – 1400 thứ ba đầu tiên hàng tháng	Tham khảo " Radio Signal" Vol.2.
BBC	United Kingdom Radio 1	1053 1089 97,6-99,8	Thứ hai~T. sáu 0700-0800. T. bảy 1300 C.nhật nghỉ	59m55s – 59m59s phát tín hiệu của giây, mỗi tín hiệu dài 100ms. 00m00s phát tín hiệu của phút, mỗi tín hiệu kéo dài 500ms.
WWV	United States Fort Collins Colorado 40°41'N105°02'W	A 2500 B 5000 10000 15000 C 20000	S,B,C H24	Các t.hiệu ngắn của giây dài 5ms, âm điệu 1000Hz, mỗi phút bỏ tín hiệu giây ở giây 29 và 59. Các tín hiệu ngắn của phút kéo dài 800ms, âm điệu 1000Hz. Các tín hiệu ngắn của giờ dài 800ms, âm điệu 1500Hz. (Trước 43m00s phát minh ngữ nhận dạng, thông báo bão, trạng thái GPS...Phát lại một lần nữa minh ngữ nhận dạng rồi chuyển sang phát tín hiệu giây, phút, giờ nói trên) DUT1: CCIR Code – Giây nhấn mạnh bằng tín hiệu đôi.
WW VH	United States Guam	A 2500 B 5000	H24	Các t.hiệu ngắn của giây dài 5ms, âm điệu 1200Hz, mỗi phút bỏ tín hiệu giây

	21°59'N159°06'W	10000 15000		ở giây 29 và 59. Các tín hiệu ngắn của phút kéo dài 800ms, âm điệu 1200Hz. Các tín hiệu ngắn của giờ dài 800ms, âm điệu 1500Hz. (Trước 43m00s phát minh ngữ nhận dạng, thông báo bão, trạng thái GPS...Phát lại một lần nữa minh ngữ nhận dạng rồi chuyển sang phát tín hiệu giây, phút, giờ nói trên) DUT1: CCIR Code – Giây nhấn mạnh bằng tín hiệu đôi.
XSG	China Shanghai 31°07'N121°33'E	A 458 B 4290 C 6414,5 D 6454 E 8487 F 8502 G 12871,5 H 12954 I 17002,4	A-I 0256-0856 hằng ngày	59m55s- 59m59s – Các tín hiệu của giây, mỗi tín hiệu kéo dài 100ms. 60m00s - Tín hiệu của phút kéo dài 100ms.

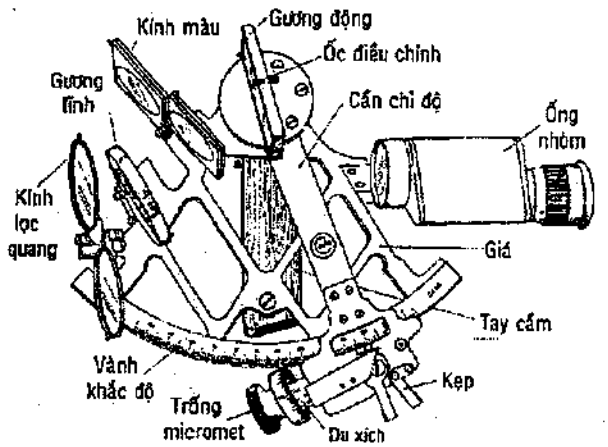
Ghi chú: Các đài phát thời gian chuẩn khác xin tham khảo " Radio Signal" Vol. 2 (Anh).

3.3 Sextant hàng hải

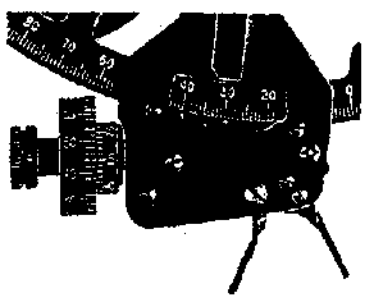
3.3.1 Cấu tạo của sextant hàng hải

Sextant là một loại dụng cụ hàng hải dùng để đo độ cao thiên thể và đo góc kẹp giữa hai mục tiêu, góc độ lớn nhất mà sextant có thể đo được khoảng 140^0 đến 150^0. Phần cung vành khắc độ của sextant chiếm 1/6 của vòng tròn (khoảng 72^0 - 75^0) vì vậy sextant còn có tên gọi là *máy phần sáu*. Hình 3.14 mô tả cấu tạo của sextant hàng hải gồm có,

1. *Giá sextant* dùng để lắp tất cả các bộ phận của sextant lên đó, chế tạo bằng hợp kim nhôm có hệ số dãn nở rất nhỏ.
2. *Vành khắc độ* là một phần cung của vòng tròn, trên đó được chia độ theo nguyên lý của sextant, mỗi vạch lớn cách nhau một độ (1^0).
3. *Cần chỉ độ* là một cánh tay đòn có thể dịch chuyển trên vành khắc độ. Trên cần chỉ độ có gắn *gương động* tại tâm quay của nó, tâm quay chính là tâm của cung vành khắc độ. Trên cần chỉ độ có vạch chỉ độ, từ đó có thể đọc được số độ tròn trên vành khắc độ.
4. *Gương động* là một kính phản xạ phẳng, gắn trên cần chỉ độ tại tâm cung vành khắc độ, mặt gương động vuông góc với mặt phẳng vành khắc độ. Phía sau gương động có một con vít nhỏ dùng để chỉnh cho gương động vuông góc với mặt phẳng vành khắc độ và một con vít dùng để điều chỉnh sai số chỉ số.
5. *Gương tĩnh* đặt cố định vuông góc với giá sextant, gương tĩnh có một nửa là loại kính nửa trong suốt và một nửa là gương phản xạ tráng thủy ngân. Phía sau gương tĩnh cũng có hai con vít, một dùng để điều chỉnh cho mặt gương vuông góc với mặt sextant và một con vít khác dùng để điều chỉnh sai số chỉ số.



Hình 3.14



Hình 3.15

6. *Kẹp lò xo* đặt ở đầu ngoài cùng của cần chỉ độ để cố định cần chỉ độ trên vành khắc độ, muốn di chuyển cần chỉ độ trên cung khắc độ phải bóp kẹp lò xo mới di chuyển được.

7. *Trống micromet* gắn cố định trên cần chỉ độ. Mặt trống chia 60 vạch, mỗi vạch biểu thị góc 1'. Dùng trống micromet để điều chỉnh tinh cho cần chỉ độ. Trống micromet quay một vòng thì vạch chỉ độ trên cần chỉ độ dịch chuyển một độ trên vành khắc độ.

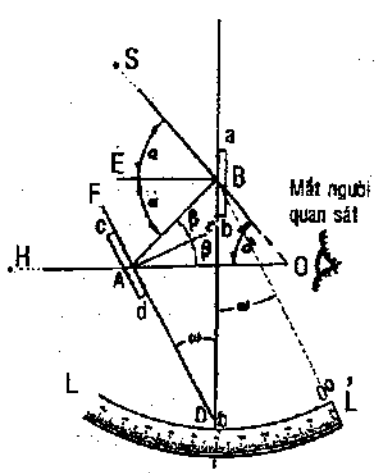
8. *Du xích* dùng để đọc đơn vị giây. Có thể đọc ra số thập phân của phút, cũng có thể đọc ra số giây tùy từng loại sextant. Hình 3.15 là du xích của một sextant, theo như hình vẽ ta có thể đọc được độ cao $29^0 42.5'$.

9. *Kính màu* còn gọi là kính lọc quang dùng để lọc bớt ánh sáng khi quan sát.

10. *Ống nhòm* dùng để quan sát mục tiêu làm tăng cự ly quan sát và độ rõ.

3.3.2 Nguyên lý đo góc của sextant hàng hải

Tại điểm O muốn đo góc kẹp δ giữa tiêu H và hải đăng S (Hình 3.16), đầu tiên ngắm ống nhòm của sextant vào mục tiêu H (bên trái), đặt sextant nằm ngang ngắm sao cho mắt người quan sát nhìn thấy trực tiếp hải đăng H thông qua nửa phần trong suốt của gương tĩnh A. Bây giờ ta dịch chuyển cần chỉ độ, tức là dịch chuyển gương động B (gương động gắn cứng trên cần chỉ độ) sao cho mục tiêu S đi qua gương động phản xạ về gương tĩnh A, rồi từ nửa phần gương phản xạ của gương tĩnh A, mục tiêu phản xạ vào mắt người quan sát, người quan sát nhìn thấy ảnh phản xạ của tiêu S trên phần gương phản xạ của gương tĩnh A. Như vậy, trên gương tĩnh A người quan sát vừa trông thấy ảnh trực tiếp của hải đăng H và vừa trông thấy ảnh phản xạ của tiêu S, khi hai ảnh này trùng nhau thì góc độ đọc được trên cần chỉ độ là góc δ. Đó chính là góc kẹp giữa hai mục tiêu H và S tại O.



Hình 3.16

Theo định lý quang học, góc tới bằng góc phản xạ, dễ dàng chứng minh rằng,

Từ tam giác 0AB,

$$\delta + 2\beta = 2\alpha$$

$$\frac{\delta}{2} = (\alpha - \beta)$$

Từ tam giác BAD,

$$\omega + 90^0 + \beta = 90^0 + \alpha$$

tức $\omega = \alpha - \beta$

Kết quả, $\delta = 2\omega$

Biểu thức này cho thấy rằng, khi người quan sát nhìn thấy ảnh của hai mục tiêu trùng nhau thì góc kẹp δ giữa hai mục tiêu bằng hai lần góc kẹp ω của hai gương động và tĩnh.

Từ tâm quay của gương động vẽ đương song song với mặt gương tĩnh, suy ra từ kết luận trên, khi hai gương song song thì ω = 0^0, góc đo δ cũng bằng 0^0, lúc này cần chỉ độ (cũng tức là đường kéo dài của gương động) sẽ chỉ 0^0, bắt đầu từ 0^0 số độ được đánh dấu từ nhỏ đến lớn trên vành khắc độ. Cách đánh dấu như sau, theo như hình vẽ, góc ω trương một đoạn cung 0^0- b trên vành khắc độ, chỉ cần lấy góc tâm ω nhân với hai rồi ghi số độ lên vạch b trên vành khắc độ. Khi vạch chỉ độ chỉ một giá trị nào đó có nghĩa là góc đo bằng 2ω, tức là bằng góc kẹp δ của hai mục tiêu.

3.3.3 Xác định và điều chỉnh sai số của sextant hàng hải

1. Các loại sai số của sextant, xem bản " Các loại sai số của sextant hàng hải " dưới đây,

Các loại sai số của sextant hàng hải

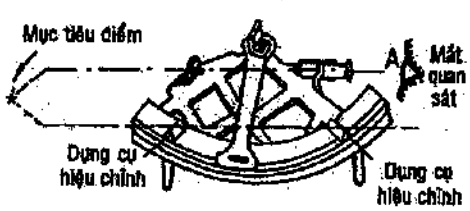
Tên gọi sai số			*Nguyên nhân*	*Ghi chú*
Sai số có thể điều chỉnh được	Sai số trục quang học		Trục quang của ống nhòm không song song với mặt phẳng vành khắc độ.	Sai số này nằm trong khoảng ±5'thì có thể bỏ qua. Nếu trên giá đỡ ống nhòm không có ốc điều chỉnh thì không thể điều chỉnh sai số này.
	Sai số vuông góc (sai số gương động)		Mặt phẳng gương động không vuông góc với mặt phẳng vành khắc độ	Nếu gương động bị nghiêng 2', khi đo góc 5^0 có thể sinh ra sai số chừng 0,2", có thể bỏ qua.
	Sai số biên (sai số gương tĩnh)		Mặt phẳng gương tĩnh không vuông góc với mặt phẳng vành khắc độ	Nếu gương tĩnh bị nghiêng 2', thì sai số sinh ra chừng 0,2", có thể bỏ qua.
	Sai số chỉ	Sai số điểm 0^0	Hai mặt gương tĩnh và động khi song song, cần chỉ độ không chỉ đúng 0^0.	Sai số chỉ số trong phạm vi 2'~3' phải lập thành bảng để sử dụng, không cần điều chỉnh nữa, nhưng phải kiểm tra sextant trước khi tiến

	số	Thị sai		hành đo.
Các sai số phải xác định bằng các dụng cụ chuyên dụng	Sai số lệch tâm		Sai số hệ thống do trục quay của cần chỉ độ không trùng với tâm vành khắc độ.	Biến đổi theo độ cao, có thể tìm thấy trong bảng sai số dụng cụ của sextant.
	Sai số lăng kính		Bề mặt các miếng kính lọc, gương tĩnh, gương động không song song với nhau.	Sai số do gương động sinh ra, khi góc đo lớn thì cũng tăng theo; sai số do gương tĩnh sinh ra thì cố định, có thể hiệu chỉnh cùng với sai số chỉ số; sai số do kính lọc là cố định, nếu không dùng kính lọc thì bằng 0.
	Các sai số khác về kết cấu		Chất lượng chế tạo	Chủ yếu là do độ chính xác bánh răng, dung sai lắp ráp, độ chính xác khi khắc độ ...

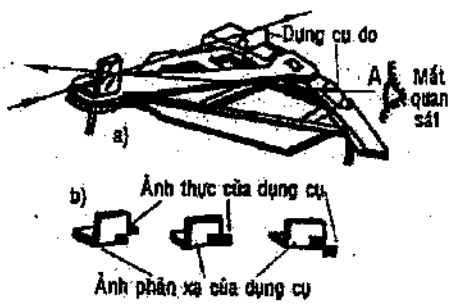
Mỗi một sextant khi xuất xưởng đều có kèm theo một bản lý lịch trong đó ghi các sai số cho mỗi 10^0, khi sử dụng sextant cần lưu ý các sai số này.

2. Xác định và điều chỉnh các loại sai số có thể điều chỉnh

1) Sai số trục quang học



Hình 3.17



Hình 3.18

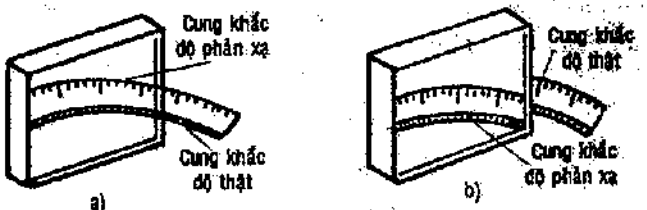
Nói chung,sai số này xác định khi tàu dừng, trước tiên đặt sextant nằm ngang trên mặt bàn ổn định, ngắm một mục tiêu nào đó trong ống nhòm, chỉnh tiêu cự ống nhòm theo như hình 3.17. Đặt 2 dụng cụ điều chỉnh (hai miếng "thép góc" có độ cao bằng nhau) lên vành khắc độ. Xoay nhẹ thân ống nhòm sao cho hai đường trên vạch thập tự vuông góc và song song với mặt phẳng vành khắc độ. Ngắm qua 2 dụng cụ hiệu chỉnh đến ký hiệu mục tiêu ở xa (lớn hơn 50m) nằm đúng trên mặt phẳng qua mép trên của dụng cụ hiệu chỉnh. Ghi nhớ ký hiệu mục tiêu và vị trí của nó. Sau đó ngắm qua ống nhòm tìm ký hiệu mục tiêu đó, nếu thấy ký hiệu mục tiêu nằm đúng giữa trên đường chuẩn ngang trong kính ống nhòm thì có nghĩa là trục quang của ống nhòm song song với mặt phẳng vành khắc độ. Nếu trục quang không song song với mặt phẳng vành khắc độ thì nới lỏng ốc cố định vành ống nhòm và chỉnh cho đến khi ký hiệu mục tiêu nằm đúng vào giữa vạch chuẩn ngang trong ống nhòm.

2) Sai số vuông góc

Đặt sextant (không gắn ống nhòm) nằm trên mặt bàn (Hình 3.18), để cần chỉ độ ở vị trí 35^0, đặt hai dụng cụ đo (các miếng thép góc) trên vành khắc độ tại vị trí 10^0 và 135^0 như hình

3.18a, từ vị trí A (mắt người hiệu chỉnh), xem hình phản xạ của dụng cụ đo và hình thực trong gương động của dụng cụ kia có nối thành một đường liền như hình giữa của hình 3.18b hay không, nếu đúng như vậy thì sextant không có sai số vuông góc, nếu hai ảnh không liền nét như hình hai bên là có sai số.

Nếu không có dụng cụ đo như nói trên, cũng có thể dùng cùng phương pháp ngắm như trên ngắm xem hai đoạn cung khắc độ thật và cung khắc độ phản xạ có liền nét hay không theo như hình 3.19, liền nét như hình a) là không có sai số, không liền nét như b) là có sai số.

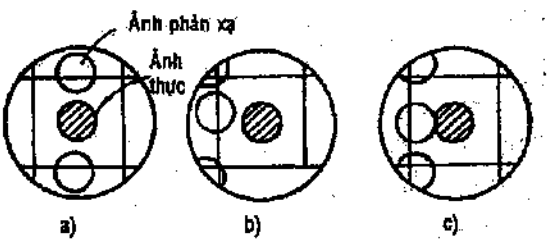


Hình 3.19

Cách điều chỉnh: Dùng ốc nhỏ phía sau gương động chỉnh nhẹ sao cho ảnh thật và ảnh phản xạ của các dụng cụ đo (thép góc hoặc vành khắc độ) liền nét.

3) Sai số biên

Xác định và hiệu chỉnh *sai số biên* phải tiến hành sau khi đã hiệu chỉnh *sai số vuông góc*. Khi xác định chỉ cần kiểm tra xem gương tĩnh có song song với gương động hay không. Khi kiểm tra phải lắp ống nhòm, đặt cần chỉ độ ở vị trí 0^0, ngắm thiên thể qua ống nhòm (mặt trời hay sao cấp hai), đồng thời vặn trống micromet, quan sát ảnh thực và ảnh phản xạ của thiên thể, nếu như hai ảnh nằm trên một đường thẳng như hình 3.20a có nghĩa là không có sai số biên. Nhưng nếu hai ảnh thật và phản xạ không nằm trên một đường thẳng như tình huống trong hình 3.20b và c thì phải điều chỉnh bằng ốc nằm phía sau gương tĩnh cho đến khi hai ảnh nằm trên đường thẳng.



Hình 3.20

4) Sai số chỉ số

Theo nguyên lý của sextant, khi quan sát một thiên thể (hoặc đường chân trời), nếu ta điều chỉnh cánh tay chỉ số và trống micromet sao cho ảnh trực tiếp của thiên thể và ảnh phản xạ của nó trùng khít lên, tức là góc kẹp của mục tiêu bằng không thì vạch chỉ số phải đúng điểm $0^0 00'$. Lúc này bề mặt của hai gương tĩnh và gương động phải song song với nhau.

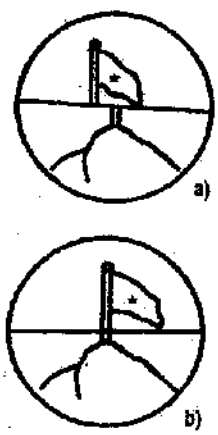
Tuy nhiên có thể do một nguyên nhân nào đó, như sextant bị va chạm, chấn động, hai gương không còn song song với nhau nữa, khiến cho vạch chỉ số không còn chỉ đúng $0^0 00'$. Nghĩa là trong khi ảnh trực tiếp và ảnh phản xạ của mục tiêu trùng nhau nhưng vạch chuẩn trên cần chỉ độ lại chỉ một đại lượng m_0 nào đó mà không chỉ đúng $0^0 00'$, hiệu số của m_0 và 0^0 gọi là sai số chỉ số i ,

$$i = 0^0 - m_0$$

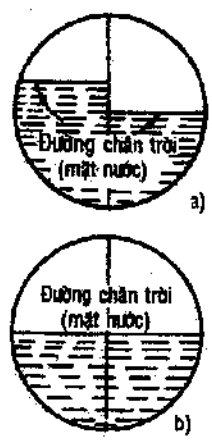
Khi m_0 là số dương (nằm phía bên trái của 0_0) thì i có dấu (-), khi m_0 là số âm (nằm phía bên phải) thì i có dấu (+).

Có hai phương pháp xác định sai số chỉ số.

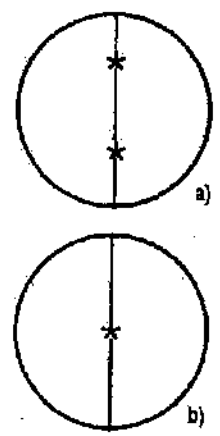
a) Hình 3.21, 3.22 và 3.23 là các phương pháp quan sát mục tiêu ở xa hoặc quan sát đường chân trời hoặc định tinh để xác định sai số chỉ số. Có thể sử dụng một trong ba phương pháp này. Trước khi ngắm mục tiêu, điều chỉnh trống micromet cho vạch chỉ độ nằm đúng 0^0. Ngắm ống nhòm về phía mục tiêu, điều chỉnh trống micromet sao cho ảnh phản xạ trên nửa bên phải của mặt gương tinh như hình a) trùng khớp với ảnh thật trên nửa mặt gương trong suốt bên trái như hình b), đọc số trên vành khắc độ được m_0, đó là sai số chỉ số của sextant.



Hình 3.21



Hình 3.22

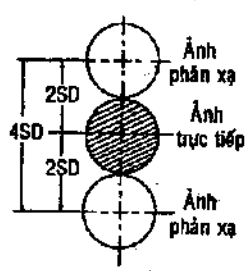


Hình 3.23

b) Dùng mặt trời để xác định sai số chỉ số (Hình 3.24).

Dùng 2 mép trên dưới của mặt trời để xác định sai số chỉ số có độ chính xác cao, bởi vì mặt trời là một mặt phẳng tròn, cho tiếp xúc hai mép của mặt trời, mép ảnh trực tiếp và mép ảnh phản xạ, dễ dàng hơn và chính xác hơn làm trùng khít hai ảnh đó.

Trước tiên dịch chuyển cần chỉ độ về 0^0, chọn kính màu thích hợp, đưa ống nhòm ngắm mặt trời. Điều chỉnh trống micromet sao cho mép dưới của ảnh phản xạ của mặt trời vừa tiếp xúc với mép trên của mặt trời trực tiếp, đọc số trên vành khắc độ được m_1. Lại tiếp tục điều chỉnh trong micromet, lần này để mép trên ảnh phản xạ của mặt trời vừa tiếp xúc với mép dưới của mặt trời trực tiếp, đọc được m_2 (m_1, m_2 nằm bên trái 0^0 có dấu '+', bên phải có dấu '-').



Hình 3.24

Tính sai số chỉ số như sau,

$$i = 0^0 - \frac{m_1 + m_2}{2}$$

Khi mặt trời phản xạ tiếp xúc với mặt trời trực tiếp thì tâm của chúng cách nhau đúng bằng 2SD. Để kiểm tra đo có chính xác hay không, có thể tính bán kính của mặt trời,

$$\text{S.D}'\odot = \frac{m_2 - m_1}{4}$$

So sánh với bán kính S.D lấy trong lịch thiên văn cùng ngày, nếu sai lệch >0,2' thì có nghĩa là sai số quan sát quá lớn, cần đo lại.

3.3.4 Sử dụng và bảo quản sextant

1. Phương pháp thực hành sử dụng sextant

1) Khi dùng sextant cần phải tìm hiểu sai số dụng cụ trong sách hướng dẫn kỹ thuật kèm theo máy. Trước khi đo độ cao cần xác định hai gương tĩnh và động phải vuông góc với vành khắc độ, xác định sai số chỉ số của sextant, chỉnh tiêu điểm của ống nhòm, khi quan sát mặt trời cần chọn kính lọc màu thích hợp.

2) Trước khi sử dụng chừng 20~30 phút lấy sextant ra khỏi hộp để nó thích ứng với nhiệt độ chung quanh.

3) Khi sử dụng sextant chú ý đọc kỹ giấy chứng nhận của nó. Hiện nay một sextant loại tốt cũng còn có sai số dụng cụ khoảng 1'.

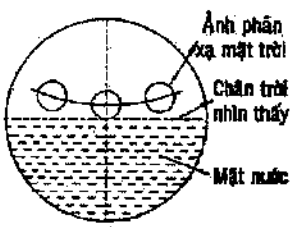
4) Khi lấy sextant cần phải cầm ở tay cầm hoặc giá, không được va chạm vào các gương động gương tĩnh và cần chỉ độ, ống nhòm.

5) Khi tháo ống nhòm, một tay giữ tay cầm, tay kia tháo hoặc lắp ống nhòm một cách thận trọng và nhẹ nhàng, để phòng hỏng răng ốc, làm sai lệch trục quang.

6) Thực hành đo độ cao mặt trời

Chủ yếu gồm hai bước,

a) Đầu tiên đặt vạch chỉ số trên cần chỉ độ về lân cận điểm khắc độ 0^0 trên vành khắc độ. Nhìn mặt trời qua ống nhòm, tay trái bấm kẹp lò xo của cần chỉ độ và giữ nguyên cần chỉ độ ở vị trí đó. Tay phải quay giá sextant, từ từ đưa ống nhòm và ảnh phản xạ của mặt trời trong đó xuống đường chân trời. Chú ý giữ mặt trời nằm trong thị trường của ống nhòm, cho đến khi nhìn thấy đồng thời ảnh phản xạ mặt trời và đường chân trời. Tay trái buông kẹp lò xo và điều chỉnh trống micromet.



Hình 3.25

b) Tay phải đảo nhẹ sextant quanh trục ống nhòm, về hai phía liên tục sao cho mép dưới ảnh phản xạ của mặt trời chuyển động thành một vòng cung ngắn như hình 3.25. Tay trái tiếp tục điều chỉnh trống micromet sao cho mép dưới của ảnh phản xạ của mặt trời vừa tiếp xúc với đường chân trời nhìn thấy, đó là đường giao nhau giữa bầu trời và mặt nước, đồng thời bấm khởi động đồng hồ bấm giây ngay thời điểm tiếp xúc đó (theo phương pháp đối chiếu giờ sau). Sau đó so sánh giờ với đồng hồ thời kế và ghi lại độ cao đo được trên sextant.

Đo độ cao của mặt trăng cũng giống như đối với mặt trời.

Đo độ cao của sao còn khó hơn đo mặt trời, vì chỉ có thể tiến hành vào lúc hoàng hôn hoặc bình minh có thể nhìn thấy đồng thời những ngôi sao còn có độ sáng cao và đường chân trời tương đối rõ ràng.

Khi đo sao vào lúc bình minh nên đo trước những ngôi sao ở phía đông, vì khi đó bầu trời ở phía đông sáng hơn, sao ở đó sẽ lặn trước. Lúc hoàng hôn thì cũng nên đo sao ở phía đông trước, vì đường chân trời ở phía đó sẽ mờ trước, còn sao ở phía tây thì lại rõ nhưng đường chân trời còn tối. Nói chung nên căn cứ vào tình huống thực tế lúc đó mà quyết định thứ tự đo các sao như thế nào cho thuận tiện.

Đo độ cao của sao cũng cũng giống như đo mặt trời, cần đảo nhẹ sextant một góc độ nhỏ, sao cho quỹ đạo di chuyển của ảnh phản xạ thiên thể vừa trùng với đường chân trời nhìn thấy.

Cũng có thể tiến hành đo sao vào những đêm trăng tỏ hoặc vào những đêm bầu trời trong sáng thấy rõ đường chân trời.

Đường vị trí tàu xác định bằng thiên văn có chính xác hay không chủ yếu phụ thuộc vào độ chính xác lúc đo thiên thể, vì chỉ cần độ cao sai 1' thì đường vị trí tàu đã dịch chuyển 1 hải lý. Vì vậy sĩ quan hàng hải cần phải luôn tập luyện để nâng cao kỹ năng thực hành để có thể đo nhanh mà chính xác.

2. Bảo dưỡng sextant

1) Sextant phải được để ở chỗ thông thoáng không ẩm ướt, ít chấn động, dễ lấy, không để các vật nặng đè lên trên hộp của nó.

2) Sextant cần được bảo quản thường xuyên và chu đáo cẩn thận. Các mặt gương chỉ có thể lau bằng loại len dạ đặc biệt, mềm và tinh, khi lau phải hết sức nhẹ nhàng, không được lau bằng dầu. Sau khi quan sát, đặc biệt là trong trường hợp thời tiết xấu cần bảo dưỡng kỹ sextant, lau thật sạch nước muối bám vào sextant rồi mới bỏ vào hộp.

3) Không được tự ý tháo lắp các bộ phận, không vặn các ốc vít tuỳ ý, không chỉnh quá nhiều làm lờn các ốc vít.

4) Sử dụng sextant xong không nên để nó trên bàn hải đồ hay ở đâu đó phòng khi sóng to sextant có thể rơi. Sextant cần để vào đúng hộp của nó không được nhầm hộp.

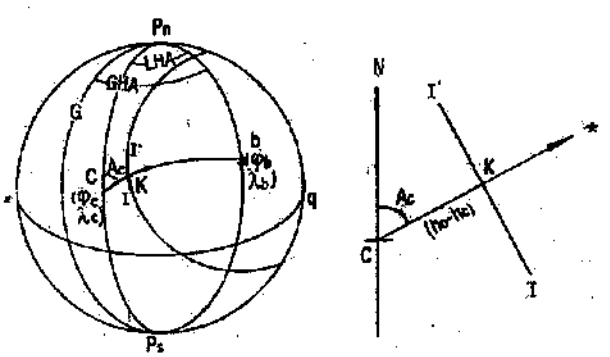
3.4 Cách tính toán đường vị trí thiên văn

3.4.1 Các yếu tố của đường vị trí thiên văn

Trên hình 3.26, C là vị trí suy tính người quan sát, b là hình chiếu của thiên thể B trên mặt đất, cũng là vị trí địa lý của B. Vĩ độ φ_b của b bằng xích vĩ δ của thiên thể, kinh độ λ_b của b bằng góc giờ Greenwich bán vòng GHA của thiên thể B. Lấy vị trí địa lý b của thiên thể B vào lúc quan sát làm tâm, lấy thiên đỉnh thật (90^0-h_0) của thiên thể làm bán kính, vẽ vòng tròn trên trái đất, đó là *vòng tròn vị trí thiên văn*.

Tuy nhiên, khi quan sát thì vị trí tàu thật (trên vòng tròn vị trí) nằm gần vị trí suy tính C, cho nên có thể lấy một đoạn cung II' ở gần vị trí tàu suy tính hoặc đường tiếp tuyến của nó làm *đường vị trí thiên văn* của tàu.

Nhờ có vị trí suy tính, hoàn toàn có thể giải tam giác thiên văn để tính toán phương vị A_c và độ cao h_c của thiên thể đó vào thời khắc quan sát. Trên sơ sở độ cao tính toán h_c và độ cao quan sát h_0, có thể xác định được hiệu độ cao (h_0-h_c) tức là đoạn CK để đồ giải đường tiếp tuyến của đoạn cung I I'. Đó gọi là phương pháp Marcq St. Hilaire.



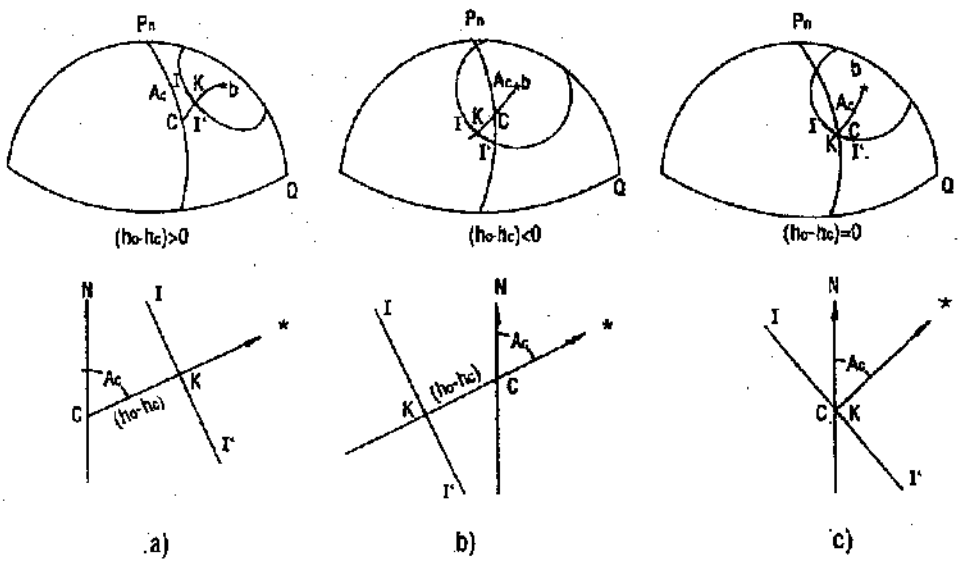
Hình 3.26

Tóm lại, dùng hiệu số độ cao để vẽ đường vị trí tàu gồm có các yếu tố sau đây:

- Điểm vị trí suy tính C (φ_c, λ_c).
- Phương vị thiên thể A_c,
- Hiệu độ cao (h_o-h_c).

Trong thực tiễn xác định vị trí thiên văn, vị trí suy tính C có thể nằm ngoài hoặc nằm trong và cũng có thể nằm trùng trên vòng tròn vị trí thiên văn. Cho nên (h_o - h_c) có thể mang dấu (+), mang dấu (-) hoặc bằng không (Hình 3.27).

Khi (h_o - h_c) có dấu (+) thì $z_o < z_c$, vị trí suy tính C nằm ngoài vòng tròn vị trí thiên văn, để vẽ đường vị trí thiên văn phải lấy điểm K trên đường phương vị theo hướng của thiên thể (Hình 3.27a).



Hình 3.27

Khi (h_o - h_c) có dấu (-) thì $z_o > z_c$, vị trí suy tính C nằm trong vòng tròn vị trí thiên văn, để vẽ đường vị trí thiên văn phải lấy điểm K trên đường phương vị ngược hướng của thiên thể (Hình 3.27b).

Khi (h_o - h_c) = 0 thì $z_o = z_c$, vị trí suy tính C nằm trên vòng tròn vị trí thiên văn, lấy điểm K trùng với vị trí suy tính, đường vị trí thiên văn vẫn vuông góc với phương vị A_c tại điểm C (Hình 3.27c).

3.4.2 Trình tự xác định đường vị trí thiên văn

1. Công tác chuẩn bị

1) Tìm thời gian quan sát độ cao thiên thể

a) Khi quan sát định tinh để xác định vị trí, đầu tiên phải tính thời gian hoàng hôn và bình minh, dùng bảng tìm sao chọn các sao với độ cao và vị trí hợp lý.

b) Khi quan sát mặt trời qua thiên kinh tuyến để xác định vĩ độ phải tính toán thời gian mặt trời qua thiên kinh tuyến.

c) Nếu dùng cách dịch chuyển đường vị trí mặt trời để định vị thì trước tiên phải tính thời gian quan sát độ cao mặt trời trước sau.

2) Căn cứ vào sai số thời kế và nhật sai mới nhất của thời kế để xác đinh sai số thời kế lúc quan sát.

3) Trước khi quan sát chừng 5 phút, kiểm tra đồng hồ bấm dây, kiểm tra sextant, xác định sai số chỉ số của sextant.

2. Phương pháp đo

1) Đưa sextant ngắm thiên thể, khởi động đồng hồ bấm dây vào thời điểm thiên thể tiếp xúc với đường chân trời.

2) Trở vào buồng hải đồ, nhìn thời kế, cho dừng đồng hồ bấm giây, ghi lại giờ trên đồng hồ thời kế và số giây trên đồng hồ bấm giây, ghi số đọc trên sextant.

3) Ghi lại giờ tàu lúc quan sát, số đọc tốc độ kế, hướng đi, chiều cao tầm mắt, sai số dụng cụ của sextant.

4) căn cứ vào giờ tàu lúc quan sát và số đọc tốc độ kế, xác định vị trí suy tính của tàu (φ_c, λ_c) trên hải đồ.

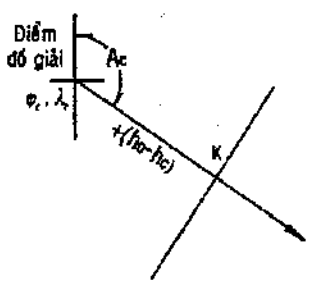
3. Tính toán các yếu tố của đường vị trí thiên văn

1) Tìm giờ thế giới lúc quan sát độ cao

$$GMT' \text{ (gần đúng)} = ZT \pm ZD \begin{matrix} E \\ W \end{matrix}$$

và xác định giờ GMT.

2) Tìm xích vĩ của thiên thể và LHA bán vòng của thiên thể.



Hình 3.28

Căn cứ giờ thế giới GMT tra trong Lịch thiên văn tìm xích vĩ và GHA nguyên vòng, tính ra LHA nguyên vòng , chuyển sang bán vòng.

3) Tìm độ cao tính toán h_c và phương vị tính toán A_c của thiên thể.

4) Xác định độ cao thật của thiên thể.

5) Thống kê các yếu tố đường vị trí thiên văn

a) Điểm đồ giải – Kinh vĩ độ đã sử dụng để tính h_c và A_c.

b) Phương vị tính toán A_c

c) Hiệu độ cao (h_0-h_c)

6) Căn cứ vào các yếu tố đường vị trí, đồ giải trên hải đồ tìm đường vị trí thiên văn (Hình 3.28)

a) Xác định điểm đồ giải φ_c, λ_c (có thể không hoàn toàn trùng với vị trí suy tính)

b) Từ vị trí đồ giải vẽ A_c.

c) Từ vị trí đồ giải đo trên A_c một đoạn Δh ($=h_0-h_c$), căn cứ vào dấu của Δh để lấy theo hướng hay ngược hướng A_c.

3.4.3 Dùng công thức $\sin h_c$ giải tam giác thiên văn tính độ cao h_c và phương vị A_c

1. Giải bằng Bảng logarit hàm số lượng giác

1) Công thức,

$$\sin h_c = \sin\varphi_c \sin\delta + \cos\varphi_c \cos\delta \cos LHA$$

$$\sin A_c = \sin LHA \cos\delta \sec h_c$$

Trong đó, φ_c – Vĩ độ vị trí suy tính của tàu

δ - Xích vĩ của thiên thể

LHA - Góc giờ địa phương bán vòng của thiên thể (LHA bán vòng)

A_c - Phương vị phần tư vòng của thiên thể , luôn luôn lấy nhỏ hơn 90^0

2) Mẫu bảng tính

λ_c =	lg	I( )	lg	II( )	lg	III( )
φ_c =	sin		cos			
δ =	sin		cos		cos	
LHA =	-	-	cos		sin	
	ΣI		ΣII		$\sec h_c$	
h_0 =	NI		NII		$\sin A_c$	
h_c =	NII		NI		Ac	
(h_0-h_c) =	N$\sin h_c$					

(1) Xác định dấu (+) và (-)

a) φ_c luôn lấy dấu (+)

b) δ và φ_c cùng tên lấy dấu (+), khác tên lấy dấu (-)

c) LHA<90^0, cosLHA lấy dấu (+); LHA>90^0, cosLHA lấy dấu (-)

d) $\sin h_c$ có dấu (+), h_c góc (+); $\sin h_c$ có dấu (-), h_c góc (-)

(2) Nguyên tắc gán tên cho phương vị phần tư vòng

Điều kiện của thiên thể		*Ký tự thứ nhất*	*Ký tự thứ hai*
δ và φ_c khác tên		khác tên với φ_c	cùng tên với LHA
δ và φ_c cùng tên, $\delta > \varphi_c$		cùng tên với φ_c	cùng tên với LHA
δ và φ_c cùng tên, $\delta < \varphi_c$	H_c< độ cao h của vòng đông tây thiên thể	cùng tên với φ_c	cùng tên với LHA
	H_c< độ cao h của vòng đông tây thiên thể	khác tên với φ_c	cùng tên với LHA

Ghi chú: Độ cao h của vòng đông tây có thể dùng δ và φ_c làm số dẫn tra trong bảng hàng hải.

Ví dụ,

Ngày 5 tháng 5 năm 1994, ZT/0943(-8), φ_c/ 36°10'N, λ_c/122°05'E , đo $h_s^{\odot}$ = 55°38,2', s+i=2,7', chiều cao tầm mắt e=10m, giờ thời kế $1^h26^m41^s$, sai số thời kế 16^m44^s. Tìm đường vị trí thiên văn?

Giải,

						$h_s^{\odot}$	55°38,6'
						s+i	+2,7
ZT	0943	5/5	Giờ thời kế	$1^h26^m41^s$	5/5	d	+9,8'
ZD	(-8)		Sai số th.kế	$+16^m44^s$		σ	-0,1'
GMT'	0143	5/5	GMT	$1^h44^m25^s$	5/5	$h_c^{\odot}$	55°51,0'

			LHA$^{\odot}$	Xích vĩ
5/5	GMT	1^h	195°49,3 (1.1)	16°08.7'N (+0.7)
		43^m25^s	10°50.5	
	Hiệu chỉnh cho 43^h25^s		+0.8	+0.5
		GMT$^{\odot}$	206°40.6	16°08.6'N
		λ_c	122°05'E	
		LHA$^{\odot}$	328°45.6'	
			31°14.4'E	

Tra bảng Logarit,

λ_c=122°05'E	lg	I(+)	lg	II(+)	lg	II( )
φ_c = 36°10'N	sin	9.99095	cos	9.90704	-	-
δ = 16°08.6'N	sin	9.44411	cos	9.98253	cos	9.98253
LHA$^{\odot}$ = 31°14.4'E	-	-	cos	9.93197	sin	9.71485
	ΣI	9.21506	ΣII	9.82254	$sech_c$	0.25024
h_0 = 55°51.1'	NatI		NatII	0.66304	$sinA_c$	0.94762
h_c = 55°48.2'		0.16408	NatI	0.16408	A_c	62.4°SE
(h_0-h_c) = +2.8'			$Natsinh_c$	0.82712		

Ghi chú: Độ cao h vòng đông tây của φ_c / 36°10'N và 16°08.6'N là 27.9°

Kết quả: Các yếu tố đường vị trí tàu 0943 ngày 5/5/1994,

Điểm đồ giải : φ_c 36°10'N

λ_c 122°05'E

A_c = 62.4°SE

(h_0-h_c) = +2.8'

2. Giải bằng máy tính hàm số lượng giác

1) Công thức

$$\sin h_c = \sin\varphi_c \sin\delta + \cos\varphi_c \cos\delta \cos LHA$$

$$\cos A_c = \frac{\sin\delta}{\cos\varphi_c \cosh_c} - tg\varphi_c tgh_c$$

Trong công thức,

φ_c - Vĩ độ vị trí suy tính

δ - Xích vĩ thiên thể

LHA - Góc giờ địa phương bán vòng của thiên thể

A_c - Phương vị bán vòng của thiên thể. CosA_c có dấu (+), A_c lấy< 90^0; cosA_c có dấu (-) A_c lấy >90^0.

2) Nguyên tắc tính toán

(1) Xác định dấu (+) hoặc (-)

a) φ_c luôn là góc (+)

b) δ và φ_c cùng tên lấy dấu (+), khác tên lấy dấu (-)

c) LHA luôn là góc (+)

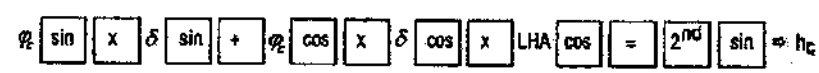
(2) Nguyên tắc gán tên cho phương vị bán vòng

- Ký tự thứ nhất cùng tên với φ_c
- Ký tự thứ hai cùng tên với góc giờ địa phương bán vòng LHA

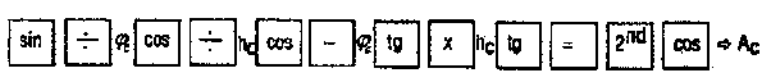
(3) Trình tự thao tác trên máy tính

Trừ loại máy tính có cách thao tác khác, nói chung có thể thao tác như sau:

- Trình tự thao tác tìm độ cao của thiên thể h_c,



- Trình tự thao tác tìm góc phương vị bán vòng của thiên thể,



Ghi chú: Các ký hiệu trong ô vuông biểu thị các nút ấn tương ứng trên máy tính.

3.4.4 Dùng "Bảng B-105" tính độ cao và phương vị của thiên thể

1. Mẫu tính toán

	H.chỉnh Δd , Δt	Az
Tra bảng bằng các số chẵn $\varphi', \delta', LHA'^*$	.....	
(φ_c, δ, LHA^* là các đại lượng ban đầu)		
Hiệu chỉnh độ cao đối với $(\delta - \delta')$ - Δh_δ	.....	
Hiệu chỉnh độ cao đối với (LHA*- LHA'*) - Δh_t	.....	
	.....	

Hiệu chỉnh độ cao đối với $(\varphi_c - \varphi')$	$-\Delta h_\varphi$		
Độ cao h_c và phương vị A_c tính toán		.....	.....

2. Quy tắc tính toán

1) Xác định dấu

$(\delta - \delta')$ có dấu (+) khi $\delta > \delta'$, có dấu (-) khi $\delta < \delta'$

(LHA*- LHA'*) có dấu (+) khi góc giờ địa phương bán vòng LHA* > LHA'*, có dấu (-) khi LHA*< LHA'*.

Δd - Lượng biến thiên độ cao khi xích vĩ tăng 1' (Δd ở gần xích vĩ cho trong bảng), chữ đỏ trong bảng mang dấu (+), chữ đen mang dấu (-).

Δt - Lượng biến thiên trung bình của độ cao khi góc giờ thay đổi 1' giữa hai góc giờ liên tiếp cho trong bảng. Vì vậy nên lấy Δt nằm giữa hai góc giờ có chứa LHA* để tính Δh_t. Δt luôn có dấu (-) cho nên tất cả chữ số có màu đen.

Δh_δ - Hiệu chỉnh $(\delta - \delta')$ cho độ cao. $\Delta h_\delta = (\delta - \delta') \times \Delta d$, dùng $(\delta - \delta')$ và Δd làm dẫn số tra trong "bảng nhân" trong bộ Bảng này. $(\delta - \delta')$ và Δd cùng dấu, Δh_δ có dấu (+), khác dấu Δh_δ có dấu (-).

Δh_t - Hiệu chỉnh (LHA*- LHA'*) cho độ cao. Dùng (LHA*- LHA'*) và Δt làm số dẫn tra trong "bảng nhân". Δh_t và (LHA*- LHA'*) nghịch dấu.

Δh_φ - Hiệu chỉnh $(\varphi_c - \varphi')$ cho độ cao. $\Delta h_\varphi = (\varphi_c - \varphi') \times \cos Ac$, dùng $(\varphi_c - \varphi')$ và Ac làm số dẫn tra trong " Bảng hiệu chỉnh độ cao cho hiệu vĩ độ" trang 263~263 cùng trong bộ bảng này. $A_c > 90^0$, Δh_φ và $(\varphi_c - \varphi')$ cùng dấu, $Az < 90^0$, Δh_φ và $(\varphi_c - \varphi')$ khác dấu.

2) Xác định tên của phương vị

Phương vị cho trong bảng là phương vị bán vòng.

Ký tự thứ nhất trùng tên với vĩ độ φ_c ; khi $\varphi_c = 0^0$, thì tên đầu cùng tên với xích vĩ.

Ký tự thứ hai cùng tên với góc giờ địa phương bán vòng của thiên thể.

3) Hiệu chỉnh sai số điểm giới hạn của xích vĩ

Ranh giới giữa màu đỏ và màu đen đối với cùng một chỉ số Δd tương ứng cho trong bảng gọi là điểm giới hạn. Nếu tại điểm giới hạn vẫn xác định Δh_δ theo cách cũ như nói ở trên thì sẽ phát sinh *sai số điểm giới hạn xích vĩ*, vì vậy phải bổ sung một hiệu chỉnh mới. Giá trị hiệu chỉnh này có thể tra ở phần " Số hiệu chỉnh bổ sung độ cao cận điểm giới hạn xích vĩ" trong cùng "Bảng B-105", số dẫn vào bảng là độ cao thiên thể và hiệu xích vĩ $\Delta\delta$, dấu của số hiệu chỉnh bổ sung này luôn (-).

3. Một vài điểm chú ý khi chọn kinh vĩ độ tính toán

1) Chọn vĩ độ chẵn mà hiệu của nó với vĩ độ suy tính φ_c dưới 30', đem vĩ độ này tra bảng có thể bỏ bước hiệu chỉnh sai số độ cao Δh_φ.

Ví dụ, Vĩ độ suy tính $\varphi_c = 31^0 26'N$ thì chọn 31^0N để vào bảng.

$\varphi_c = 27^0 37'S$ thì chọn 28^0S để vào bảng.

2) Chọn kinh độ mà hiệu của nó với kinh độ suy tính λ_c dưới 30' nhưng sao cho khi đem cộng/trừ vào góc giờ Greenwich GHA thì nhận được kết quả góc giờ địa phương LHA là một số chẵn của độ, dùng góc giờ địa phương này tra bảng có thể bỏ qua bước hiệu chỉnh độ cao Δh_t.

Ví dụ 1,

GHA	$335^0 27'$
Kinh độ chọn λ_{ch}	$87^0 33'E$
LHA	$423^0 00'$
LHA bán vòng	$63^0 00'$

Kinh độ suy tính $\lambda_c/87^0 18'E$
$(87^0 33' - 87^0 18' < 30')$

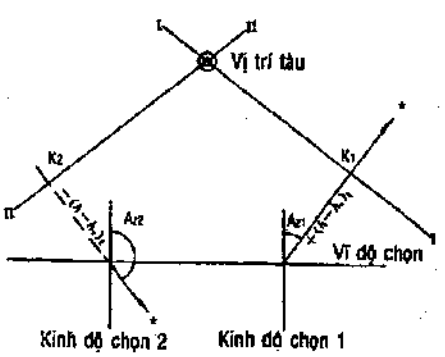
Ví dụ 2,

GHA	$167^0 09'$
Kinh độ chọn λ_{ch}	$45^0 09'W$
LHA	$122^0 00'$
LHA bán vòng	$122^0 W$

Kinh độ suy tính $\lambda_c/44^0 47'W$
$(45^0 09' - 44^0 47' < 30')$

3) Khi đồ giải đường vị trí thiên văn lấy *kinh vĩ độ chọn* làm điểm đồ giải.

Ví dụ, khi xác định vị trí tàu bằng định tinh ta được hai đường vị trí. Vĩ độ chọn giống nhau, nhưng kinh độ chọn khác nhau, tuỳ thuộc vào GHA của từng định tinh. Như vậy vị trí suy tính chọn có hai điểm cùng vĩ độ, tiến hành đồ giải theo như hình 3.29.



Hình 3.29

Ví dụ,

Giờ tàu 0945(-8) ngày 9 tháng 10 năm 1994; vị trí tàu suy tính φc/$32^0 08.1'N$, λc/$116^0 41.9'$, đo mép dưới mặt trời, độ cao sextant $h_s^\odot / 40^0 05.4'$. Khi khởi động đồng hồ bấm giây, giờ thời kế chỉ $01^h 41^m 00^s$, lúc dừng đồng hồ bấm giây chỉ $1^m 23^s$, sai số thời kế $+2^m 31^s$, i+s/-2.3', chiều cao tầm mắt e/10m, hướng đi thật 251^0, tốc độ kế 873 hải lý. Tìm đường vị trí mặt trời bằng cách chọn vị trí suy tính?

Giải,

Giờ tàu ZT	0945	9/10
ZD	-8	
GMT'	0145	9/10

	Độ cao Δd	Phương vị
Chọn	$40^0$04.6' -78	
φ_{ch}/32N,		134.4
δ'/6^0S, t'/34^0E	-5.7	
(δ-δ')=+7.2'→ Δh_s		
h_c và Az	$39^0$58.9'	N133^0.4E

Giờ thời kế	$01^h41^m00^s$
Đồng hồ bấm giây	+ 1^m23^s
Giờ th.kế quan sát	01 42 23
Sai số thời kế	+ 2 31
Giờ q.sát GMT	$01^h44^m54^s$ 9/10

		Góc giờ v	Xích vĩ d		
9/10	GMT 01^h	$198^0$08.1' 1.2	$6^0$06.5'S +1.0	hs$^{\odot}$	$40^0$05.4'
	Incr. 44^m54^s	11 12.8		s+i	-2.3
	Corr. v,d	0.9	+0.7'	h'$^{\odot}$	$40^0$03.1'
				d	-5.6'
GHA$^{\odot}$ nguyên vòng		$209^0$21.8'	$6^0$07.2'S	Tổng h.c	+15
Kinh độ tự chọn	λ_{ch}	$116^0$38.2'		H.chỉnh b.s	+0.1
LHA$^{\odot}$ nguyên vòng		326^0		h_0	$40^0$12.6'
LHA$^{\odot}$ bán vòng		34^0E		h_c	$39^0$58.9'
				(h_0-h_c)	+13.7'

Các yếu tố đồ giải đường vị trí mặt trời,

Điểm đồ giải,

- φ_{ch} 32^0N, λ_{ch} $116^0$38.2'E
- Phương vị Az N133.4^0E
- Hiệu độ cao +13.7'

3.4.5 Bảng "Quan sát thiên thể hàng hải NP401" (Anh)

1. Cấu trúc của bảng

Bảng "NP401" dùng để tính độ cao và phương vị của thiên thể. Ba số dẫn để tra bảng là : vĩ độ tự chọn (φ_{ch}), xích vĩ của thiên thể (δ), góc giờ địa phương nguyên vòng LHA của thiên thể lấy kinh độ tự chọn (λ_{ch}) để làm tròn. Dùng góc giờ địa phương LHA nguyên vòng của thiên thể làm số dẫn tra bảng là một trong những đặc điểm của loại bảng này.

Bảng "NP401" gồm có 6 tập, mỗi tập chia làm 16^0 vĩ độ, tập 1 có vĩ độ từ 0^0 - 15^0, tập 2 từ 15^0 - 30^0 các tập tiếp theo 30^0-45^0... Vĩ độ của tập trước và tập sau trùng nhau 1^0.

Mỗi tập bao gồm 16^0 vĩ độ, được chia làm hai nhóm, mỗi nhóm 8^0, nhóm thứ nhất được xếp vào nửa tập đầu, nhóm thứ hai được xếp vào nửa tập sau. Mỗi nhóm vĩ độ được sắp xếp vào từng trang của bảng theo hàng ngang ở trên cùng và dưới cùng mỗi trang, từ nhỏ đến lớn với số độ tròn để làm số dẫn ngang.

Số dẫn dọc của mỗi trang là xích vĩ của thiên thể được xếp vào hai cột tận cùng bên trái và tận cùng bên phải theo từng độ tròn từ 0^0 đến 90^0, trang bên trái của bảng tính dùng cho xích

vĩ và *vĩ độ cùng tên*. Trang bên phải lại chia làm hai phần trên dưới, phần trên dùng cho xích vĩ và *vĩ độ khác tên*, phần dưới dùng cho xích vĩ và vĩ độ cùng tên, góc giờ địa phương tương ứng của hai phần này cách nhau vừa đúng 180^0. Hai phần trên dưới tạo thành một trang tính toán hoàn chỉnh liên tục, giữa chúng có một đường ngăn cách gọi là *"đường cùng tên khác tên"*, đường này biểu thị xích vĩ của thiên thể (bao nhiêu độ) khi độ cao của nó bằng không. Nếu độ cao tra ở phần vượt qua ranh giới "đường cùng tên khác tên" thì độ cao h_c phải lấy dấu (-), lượng biến thiên độ cao (d) phải lấy ngược dấu với dấu (±) ghi trong bảng phương vị, (Z) phải lấy góc bù tức là (180^0 - Z).

Góc giờ địa phương toàn vòng LHA ghi ở góc trên và góc dưới bằng chữ số lớn, đó là góc giờ tương ứng với mỗi trang bảng tính.

Trong bảng cho các đại lượng tính sẵn : độ cao thiên thể (h_c), biến thiên độ cao (d) và góc phương vị (Z).

Biến thiên độ cao (d) là hiệu độ cao đối với xích vĩ tiếp theo, dấu (-) biểu thị độ cao tăng khi tăng xích vĩ, dấu (+) biểu thị độ cao giảm khi tăng xích vĩ. Biến thiên độ cao (d) in chữ nghiêng và có ký hiệu ở góc phải biểu thị nội suy lần thứ hai của nó vượt quá 0^0,25, không thể bỏ qua khi nội suy tỷ lệ.

2. Cách sử dụng bảng

Với kinh vĩ độ tự chọn, số dẫn vào bảng là vĩ độ (φ_{ch}) số tròn và góc giờ địa phương LHA nguyên vòng số tròn. Hai số dẫn này không cần nội suy mà chỉ nội suy đối với xích vĩ.

Khi tra bảng, đầu tiên căn cứ vào vĩ độ tự chọn (φ_{ch}) để chọn tập phù hợp và xem vĩ độ nằm ở phần nào của bảng, căn cứ vào góc giờ địa phương LHA nguyên vòng để tìm trang thích hợp. Tiếp theo, căn cứ vào vĩ độ (φ_{ch}) và phần số tròn của xích vĩ δ tìm độ cao (h_c), biến thiên độ cao (d) và góc phương vị (Z). Sau đó căn cứ vào phần lẻ của xích vĩ (phút và phần mười của phút) - gọi là số gia của xích vĩ - tiến hành nội suy số gia độ cao và phương vị.

Nội suy số gia độ cao đối với số gia của xích vĩ bằng cách dùng số gia của xích vĩ và biến thiên độ cao (d) làm số dẫn tra vào bảng nội suy để có số gia độ cao nội suy. Nội suy với số gia xích vĩ từ 0',0 đến 31',9 tra ở trang trong bìa trước, từ 28',0 đến 59',9 tra ở trang trong bìa sau.

Bảng nội suy gồm 3 phần tính từ trái sang phải: *Phần thứ nhất* là bảng nội suy với lượng biến thiên độ cao cách 10'. Biến thiên độ cao 10', 20', 30', 50' được xếp vào ở hàng trên cùng và hàng dưới cùng của bảng dùng làm số dẫn hàng ngang. Số dẫn cột dọc là số gia xích vĩ cách nhau 0',1. *Phần thứ hai* của bảng là phần nội suy với lượng biến thiên độ cao (d) theo đơn vị phút được xếp theo hàng ngang từ 1' đến 9' và cột dọc là lượng biến thiên độ cao (d) tính theo phần mười của phút, lần lượt từ 0',1 đến 0',9. Phần hai của bảng nội suy, tương ứng với phần một, từ trên xuống dưới được chia làm tám đoạn, mỗi đoạn tương ứng với đại lượng số gia xích vĩ. Lấy tổng của hai phần nội suy này ta được số gia độ cao nội suy *lần thứ nhất* đối với số gia xích vĩ, dấu của nó cùng dấu với biến thiên độ cao (d). *Phần thứ ba* của bảng là bảng nội suy *lần thứ hai* (xem giải thích ở mục 3. tiếp theo trong phần này).

Nội suy phương vị đối với số gia của xích vĩ có thể dùng cách tính nhẩm, bởi vì khi độ cao nhỏ hơn 80^0, thì khi xích vĩ biến đổi 1^0 làm cho phương vị biến đổi không quá 10^0,0. Phương vị (Z) sau khi nội suy phải đổi ra phương vị toàn vòng (Z_n) theo quy tắc sau đây :

Vĩ độ bắc	Góc giờ địa phương nguyên vòng	> 180^0	$Z_n = Z$
	Góc giờ địa phương nguyên vòng	< 180^0	$Z_n = 360^0 - Z$
Vĩ độ nam	Góc giờ địa phương nguyên vòng	> 180^0	$Z_n = 180^0 - Z$
	Góc giờ địa phương nguyên vòng	< 180^0	$Z_n = Z$

Nếu độ cao và phương vị lấy ở phần vượt qua ranh giới "đường cùng tên khác tên" thì độ cao (h_c) mang dấu (-), dấu của biến thiên độ cao lấy ngược với dấu ghi trong bảng, phương vị lấy góc bù của phương vị ghi trong bảng tức (180^0 - Z), sau đó chuyển đổi sang góc giờ nguyên vòng.

Ví dụ 1,

Vị trí suy tính của tàu $\varphi_c/9^0$12'N, $\lambda_c/43^0$27'W góc giờ Greenwich nguyên vòng của thiên thể GHA*/$353^0$10',1, xích vĩ thiên thể $\delta/19^0$20',5 N. Hãy dùng bảng "NP 401" tìm độ cao và phương vị tính toán của thiên thể ?

Giải,

a) Xác định kinh độ, vĩ độ tự chọn

GHA*	$353^0$10',1
Kinh độ tự chọn λ_{ch} (W)	- $43^0$10',1
LHA* (nguyên vòng)	310^0

Vĩ độ tự chọn $\varphi_{ch}/9^0$N

b) Vì $\varphi_{ch}/9^0$N cho nên dùng phần nửa sau của tập I.

c) Vì LHA*/310^0, φ_{ch} và δ cùng tên, tìm trang 284 của bảng, căn cứ vào $\varphi_{ch}/9^0$ và $\delta/19^0$ tra bảng được.

	Độ cao h_c	d	Góc phương vị (Z)
Với $\varphi_{ch}/9^0$, $\delta/19^0$ tra bảng	$40^0$38',0	- 5',1	72^0,6
Nội suy với số gia xích vĩ 20',5:			
Nội suy phần 1	0^0,0		
Nội suy phần 2	- 1',7		- 0^0,4 (tính nhẩm)
Độ cao, Phương vị (h_c, Z)	$40^0$36',3		72^0,2
Phương vị nguyên vòng Z_n			72^0,2

Ví dụ 2,

Vị trí suy tính $\varphi_c/12^0$47' N, $\lambda_c/123^0$37' E, góc giờ Greenwich nguyên vòng của thiên thể GHA*/$41^0$19', xích vĩ thiên thể $\delta/76^0$56',4 N. Hãy dùng bảng "NP401" tìm độ cao và phương vị của thiên thể?

Giải,

a). Xác định kinh, vĩ độ tự chọn

GHA*	$41^0$19'
Kinh độ tự chọn λ_{ch} (E)	$123^0$41'
LHA* (nguyên vòng)	165^0

b) Vì $\varphi_{ch}/13^0$N, chọn phần nửa sau của quyển I

c) Với LHA*/165^0, φ_{ch} và δ cùng tên, mở trang 215, sử dụng phần nửa dưới của trang này. Với $\varphi_{ch}/13^0$, $\delta/76^0$ làm số dẫn tra bảng, tại vị trí này đã vượt qua "*đường cùng tên khác tên*" cho nên sau khi tra bảng (h_c) phải mang dấu (-), số gia độ cao mang ngược dấu ghi trong bảng, phương vị lấy góc bù, tức (180 - Z).

	Độ cao (h_c) d	Góc phương vị (Z)
Tra bảng với $\varphi_{ch}/13^0$, $\delta/76^0$	$-0^0$32',4 + 58,1	176^0,4
Nội suy với số gia xích vĩ 56',4:		
Nội suy phần 1	+ 47',0	
Nội suy phần 2	+ 7',6	-0^0,3
h_c và Z	$+0^0$22',2	176^0,7
(180^0 - Z)		$3^0$3
Phương vị toàn vòng Z_n		356^0,7

3. Nội suy *lần thứ hai* số gia xích vĩ cho độ cao

Phần ba của bảng nội suy dùng để tính nội suy lần thứ hai, từ trên xuống dưới được chia làm nhiều đoạn không bằng nhau, ngăn cách bằng các đường gạch ngang, mỗi đoạn tương ứng với phạm vị số gia của xích vĩ phía bên trái. Số dẫn vào bảng nội suy lần thứ hai là (d'). (d') là hiệu số hai lượng biến thiên độ cao ở dòng trên và dòng dưới kề sát với lượng biến thiên độ cao mà ta vừa dùng tính nội suy lần thứ nhất, hiệu số này in ngay cạnh phía trái của bảng. Độ cao nội suy lần thứ hai in chữ số nhỏ sắp xếp theo dòng xen kẻ bên cạnh phải. Trị số độ cao nội suy lần thứ hai luôn có dấu (+) nên phải cộng vào độ cao h_c.

Ví dụ,

Vị trí của tàu $\varphi_c/5^0$14'N, $\lambda_c/122^0$17'E, GHA*/$252^0$26', xích vĩ thiên thể $\delta/8^0$47',0 N. Hãy dùng bảng "NP 401" tìm độ cao và phương vị tính toán của thiên thể?

Giải,

a) Xác định kinh vĩ độ tự chọn

GHA*	$252^0$26'	$\varphi_{ch}/5^0$ N
Kinh độ tự chọn λ_{ch}	$122^0$34'	
LHA* (nguyên vòng)	375^0	
	15^0	

b) Tra bảng với số dẫn $\varphi_{ch}/5^0$ N, LHA*/15^0, $\delta/15^0$ N được lượng biến thiên độ cao (d)/ - 12',7 in chữ nghiêng và có dấu hiệu phía trên bên phải, cho nên cần phải tiến hành nội suy lần thứ hai. Từ trong bảng tìm được hiệu biến thiên độ cao dòng trên và dòng dưới (d')/7',4.

	Độ cao h_c	d	d'	Góc phương vị (Z)
Tra bảng với $\varphi_c/5^0$N, $\delta/8^0$ N	$74^0$48',8	- 12',7	7',4	77^0,8
Nội suy phần 1	- 7',8			
Nội suy phần 2	- 2',1			- 3^0
Nội suy lần thứ hai	+ 0',3			
H_c và Z	$74^0$38',4			74^0,8
Phương vị nguyên vòng				258^0,2

1.4.6 Dùng "Bảng quan sát thiên văn hàng không H0 249" cho thiên văn hàng hải

1. Đặc điểm

Đây là một loại bảng chuyên dụng để xác định ví trí thiên văn trong hàng không, đồng thời cũng được sử dụng cho xác định vị trí thiên văn hàng hải. Đặc điểm của nó là:

1) Một bộ bảng gồm 3 tập. Tập I dùng để tính độ cao và phương vị của các định tinh được tuyển chọn riêng. Tập II sử dụng cho vĩ độ từ 0^0 - 39^0, tập III sử dụng cho vĩ độ 40^0 - 89^0, hai tập sau chỉ có xích vĩ đến 29^0 dùng để tính những thiên thể trong hệ Mặt trời như mặt trời, hành tinh, mặt trăng. Tất nhiên cũng có thể dùng cho những định tinh có xích vĩ dưới 29^0 Bắc, Nam.

2) Chỉ tính toán dựa theo kinh, vĩ độ tự chọn của vị trí tàu, bỏ hẳn hoặc giảm bớt các bước nội suy.

3) Độ cao và phương vị tính toán trong tập I bảng H0 249 được tính toán căn cứ vào toạ độ xích đạo của các định tinh được tuyển chọn trong một năm nhất định. Để tránh sai số tích lũy quá lớn do tọa độ của định tinh biến đổi hàng năm gây nên, bảng HO 249 được quy định chỉ sử dụng trong một số năm nhất định, khoảng trên dưới 5 năm được tính toán và xuất bản lại một lần (chỉ đối với quyển 1). Quyển II và quyển III được sử dụng lâu dài không giới hạn năm.

4) Trong bảng H0 249, độ cao tính toán (h_c) chỉ cho đến phút tròn, không có phần thập phân, phương vị nguyên vòng (Z_n) hoặc góc phương vị (Z') chỉ cho đến độ tròn mà không có phần thập phân của độ. Vì vậy, độ chính xác của bảng này kém độ chính xác của bảng H0 214 và bảng NP 401. Tuy nhiên, vẫn đáp ứng yêu cầu của hàng hải.

2. Cách sử dụng bảng

1) Cấu trúc của bảng

Đặc điểm và cách tra quyển II, quyển III của bảng H0 249 cũng tương tự như bảng H0 214 và bảng NP 401, không trình bày lại ở đây.

Với tập I, ba số dẫn tra bảng là vĩ độ tự chọn φ_{ch}, góc giờ địa phương nguyên vòng của điểm Xuân phân LHA^{γ} và tên sao.

Vĩ độ in bằng chữ lớn ở góc trái và góc phải trên mỗi trang của bảng được sắp xếp theo thứ tự 89^0N - 0^0 - 89^0S. Với vĩ độ 69^0 trở xuống, mỗi 1^0 của vĩ độ tương ứng hai trang của bảng, vĩ độ 69^0 trở lên mỗi 1^0 chỉ tương ứng với một trang của bảng.

Góc giờ địa phương nguyên vòng của điểm xuân phân LHA^{γ} trong bảng được sắp xếp ở cột dọc phía trái của bảng. Ở các trang của bảng với vĩ độ dưới 69^0, LHA^{γ} được bố trí từng độ tròn, với các trang có vĩ độ trên 69^0 thì được bố trí các số chẵn, nghĩa là cách nhau 2^0. Vì vậy, khi tra bảng với vĩ độ trên 69^0 phải lấy kinh độ tự chọn sao cho LHA^{γ} trở thành số chẵn.

Tổng số định tinh được chọn trong tập I là 41, nhưng tương ứng với mỗi góc giờ địa phương nguyên vòng của điểm xuân phân LHA^{γ} chỉ chọn có 7 sao cùng độ cao và phương vị tính toán của chúng. Vì vậy, khi dùng bảng này để tính toán các yếu tố đường vị trí định tinh phải chọn nhóm sao quan sát bằng chính các sao đã tuyển chọn trong bảng để tránh phiền phức, vì nếu chọn sao không nằm trong số các sao đã chọn thì phải dùng một loại bảng khác để tính toán.

2) Phương pháp chọn sao quan sát bằng bảng H0 249

Đầu tiên căn cứ vào vĩ độ dự đoán φ_c và góc giờ địa phương toàn vòng của điểm Xuân phân tương ứng với giờ dự định quan sát để tra bảng, chọn một số trong 7 sao có phương vị và độ cao thích hợp rồi tiến hành quan sát, ghi thời gian đo chính xác, sau đó tra bảng và tính toán để tìm các yếu tố đường vị trí. Trong 7 sao tuyển chọn có 3 sao đánh dấu bằng ký hiệu (*), đó chính là các sao có thể dùng để xác định vị trí bằng 3 thiên thể.

3) Cách tra bảng

Sau khi quan sát và tính toán LHA^{γ} nguyên vòng, căn cứ vào vĩ độ tự chọn φ_{ch} tìm trang phù hợp, dùng LHA^{γ} nguyên vòng và tên sao để tra độ cao tính toán (h_c) và phương vị nguyên vòng (Z_n) của thiên thể, không cần bất cứ phép nội suy nào.

Như đã trình bày, loại bảng này được xây dựng căn cứ vào tọa độ xích đạo của thiên thể trong năm nào đó, mỗi lần xuất bản đều có niên hạn sử dụng nhất định, 5 năm chẳng hạn. Trong phạm vi niên hạn, hàng năm khi sử dụng phải hiệu chỉnh *tuế sai* và *chương động*. Cách hiệu chỉnh là căn cứ vào năm sử dụng, đem vĩ độ tự chọn φ_{ch} và LHA^{γ} nguyên vòng làm số dẫn tra vào bảng phụ số 5 "*Lượng hiệu chỉnh tuế sai và chương động*". Hiệu chỉnh tuế sai và chương động trong bảng cho dưới dạng phương vị và khoảng cách. Sau khi tra bảng hiệu chỉnh nhận được hai đại lượng phương vị và khoảng cách, chỉ cần dịch chuyển đường vị trí tàu theo phương vị và khoảng cách đó, ta được vị trí tàu tương ứng với năm quan sát.

Ví dụ,

Ngày 21 tháng 12 năm 19..., giờ tàu/0510 (+ 4), vị trí suy tính của tàu φ_c/18°11' N, λ_c/53°44' W, so giờ thời kế trước khi đo, khởi động đồng hồ bấm giây khi thời kế chỉ $09^h04^m00^s$, sai số thời kế/ $+02^m14^s$. Quan sát các sao trong bảng H0 249 (quyển I) như sau :

Tên sao	*Dubhe*	*Arcturus*
Độ cao sextant h_s	45°46',3	52°36',7
Đồng hồ bấm giây ghi	2^m04^s	3^m47^s

Độ cao tầm mắt/ 8mét, i + s/ - 0',2, hướng đi của tàu 086°, tốc độ/10 nơ. Tìm vị trí tàu lúc 0510?

Giải

Giờ tàu	0510 (21/12)
Số múi	+4
GMT' (gần đúng)	0910 (21/12)

Tên sao	*Dubhe*	*Arcturus*
Giờ thời kế	09 04 00	09 04 00
Đồng hồ bấm giây	+ 02 04	+ 03 47
Sai số thời kế	+ 02 14	+ 02 14
GMT (khi đo)	09 08 18 (21/12)	09 10 01 (21/12)
GHA^{γ} 9^h (21/12)	224°47',5	224°47',5
Incr. (phần phút, giây)	2°04',8	2°30',7
GHA^{γ}	226°52',3	227°18',2
Kinh độ tự chọn λ_{ch} W	- 53°52',3	- 53°18',2
LHA^{γ} (góc giờ địa phương của γ)	173°	174°
Vĩ độ tự chọn φ_{ch}	18°N	18° N

Tra bảng H0 249, tập I trang 124		h_c	Z_n	h_c	Z_n
		$45^0 46'$	355^0	$52^0 34'$	081^0
Độ cao sextant	h_s	$45^0 46',3$		$52^0 36',7$	
	i + s	- 0',2		- 0',2	
Hiệu chỉnh độ cao tầm mắt d		- 5',0		- 5',0	
Tổng hiệu chỉnh	σ	- 1',0		- 0',7	
Độ cao thật thiên thể	h_o*	$45^0 40',1$		$52^0 36',5$	
Độ cao tính toán	h_c*	$45^0 46'$		$52^0 34'$	
$(h_o - h_c)$		- 5',9		- 3',2	

Các yếu tố đường vị trí,

- Đường vị trí thứ nhất : $\varphi_{ch}/18^0N$, $\lambda_{ch}/53^0 52',3W$, Phương vị/355^0, Hiệu số độ cao/- 5',9
- Đường vị trí thứ hai : $\varphi_{ch}/18^0N$, $\lambda_{ch}/53^0 18',2W$, Phương vị/081^0, Hiệu số độ cao/- 3',2

Hiệu chỉnh tuế sai và chương động,

Tra quyển I bảng H0 249, Phụ bảng 5 trang 323 được phương vị 110^0, khoảng cách/ 3'

Sau khi đồ giải đường vị trí theo các yêu tố trên, chỉ cần dịch chuyển các đường vị trí 3 hải lý theo phương vị 110^0. Hai đường vị trí sẽ giao nhau ở một điểm mới, đó là vị trí tàu lúc 0510 21/12/19....

3.4.7 Hiệu chỉnh sai số do độ cong của đường phương vị

Đường phương vị của thiên thể là một cung vòng lớn. Nói chung, thông thường khi tác nghiệp đường vị trí tàu, bằng phương pháp hiệu độ cao có thể coi đường phương vị như là một đường thẳng mà không cần xét tới ảnh hưởng của góc hiệu chỉnh độ cong γ. Tuy nhiên trong trường hợp quan sát ở khu vực vĩ độ cao mà hiệu số độ cao (h_o-h_c) khá lớn thì phải tiến hành hiệu chỉnh góc γ này, tức là phải vẽ đường phương vị bằng (Az+ γ) để hiệu chỉnh ảnh hưởng độ cong đường phương vị (xem hình 3.30).

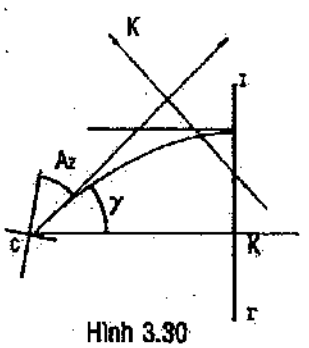
$$\gamma = (h_o-h_c)\ \sin A_z \operatorname{tg}\varphi_m$$

Trong đó,

A_z – Phương vị nguyên vòng

(h_o-h_c) - Hiệu số độ cao ,

φ_m - Vĩ độ trung bình, có thể thay thế bằng vĩ độ suy tính φ_c hoặc vĩ độ chọn φ_{ch}. Người quan sát ở bắc bán cầu lấy góc φ dấu (+), nam bán cầu (-) đưa vào công thức để tính toán.



Hình 3.30

Góc γ tính được có thể mang dấu (+) hoặc (-), cộng hoặc trừ vào A_z để có phương vị đồ giải.

γ có thể tra trong "Bảng hiệu chỉnh phương vị II-11" trong " Bảng tính hàng hải MT", trong đó số dẫn là vĩ độ và (h_o-h_c) cách nhau 10', các giá trị khác của (h_o-h_c) phải dùng cách nội suy. Số dẫn phương vị cho cách nhau 10^0, từ 10^0 đến 90^0, nếu phương vị Az lớn hơn 90^0 thì chuyển đổi, lấy (180^0-A_z), (A_z-180^0) hoặc (360^0-A_z) sao cho A_z nhỏ hơn 90^0 để vào bảng. Quy tắc xác định dấu như sau,

a) $(h_o-h_c) > 0$ lấy dấu (+), $(h_o-h_c) < 0$ lấy dấu (-).

b) A_z nguyên vòng <180^0, sin A_z lấy dấu (+), Az > 180^0, sin A_z lấy dấu (-).

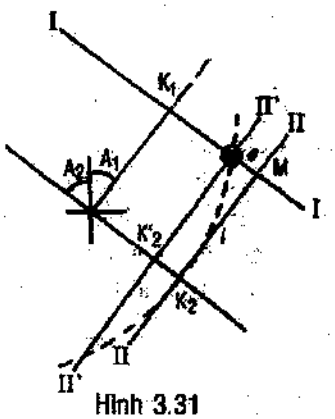
c) Vĩ độ bắc lấy góc vĩ độ (+), tgφ_m có dấu (+), vĩ độ nam lấy góc vĩ độ (-), tgφ_m có dấu (-).

Dấu của γ quyết định bởi dấu của tích 3 thành phần kia.

3.4.8 Hiệu chỉnh sai số độ cong vòng tròn vị trí

Khi độ cao quan sát lớn hơn 60^0 và giao điểm các đường vị trí cách giao điểm K lớn hơn 10' cần phải tiến hành hiệu chỉnh sai số độ cong đường vị trí, phải dịch chuyển song song đường vị trí về phía thiên thể một đại lượng σ (xem hình 3.31). Công thức tính σ như sau,

$$\sigma = \frac{l^2}{2} arcl' tgh_o - \frac{l^2}{2} arcl' tg\varphi \cos A_z$$



Hình 3.31

Trong đó,

l – Khoảng cách giao điểm K đến giao điểm của đường vị trí M

h_o - Độ cao thật của thiên thể

φ - Vĩ độ suy tính hoặc vĩ độ chọn

A_z – Phương vị nguyên vòng của thiên thể

"Đồ thị hiệu chỉnh vòng đẳng cao II-2a" trong " Bảng tính hàng hải MT" được thiết lập bằng công thức,

$$\frac{l^2}{2} arcl' tgh_o \quad \text{hoặc} \quad \frac{l^2}{2} arcl' tg\varphi$$

Va "Đồ thị hiệu chỉnh vòng đẳng cao II-2b" được thiết lập bằng công thức K$\cos A_z$, trong đó,

$$K = \frac{l^2}{2} arcl' tg\varphi .$$

Vế thứ nhất của σ : $\frac{l^2}{2} arcl' tgh_o$, dùng thước đo nối hai điểm l và h trên đường cong trong đồ thị II-2a có thể đọc ra đại lượng này tại giao điểm của thước đo và thang tỷ lệ ở giữa.

Vế thứ hai của σ: $\frac{l^2}{2} arcl' tg\varphi \cos A_z$, từ "đồ thị II-2a" căn cứ vào l và φ dùng thước lấy đại lượng $\frac{l^2}{2} arcl' tg\varphi$ =K, sau đó từ "đồ thị 2b" căn cứ K và và A_z, dùng thước đo đại lượng $\frac{l^2}{2} arcl' tg\varphi \cos A_z$, đại lượng này mang dấu (+) hoặc (-) được xác định bằng phương vị nguyên vòng của thiên thể,

A_z nằm trong phạm vi 90^0~270^0 thì vế thứ hai mang dấu (+), phải cộng vào vế thứ nhất.

A_z nằm trong phạm vi 270^0~90^0, vế thứ hai mang dấu (-), phải trừ vào vế thứ nhất.

3.5 Cách xác định vĩ độ người quan sát

3.5.1 Tính thời điểm thiên thể đi qua thiên kinh tuyến thượng người quan sát

1. Tính giờ múi mặt trời qua thiên kinh tuyến thượng người quan sát

$$ZT = LMT^{\odot}_{Mer.Pass.} \mp \lambda^{E}_{W} - ZD$$

Trong đó,

ZT - Giờ múi (giờ tàu) mặt trời qua thiên kinh tuyến thượng

$LMT^{\odot}$ - Giờ địa phương mặt trời qua thiên kinh tuyến thượng Greenwich, có thể tìm trong lịch thiên văn (xem Mer.Pass. bảng 3.C Mục 3.2.3) Vì giờ địa phương của mặt trời hai lần kế tiếp qua thiên kinh tuyến thượng biến động rất nhỏ, cho nên có thể lấy giờ địa phương mặt trời qua thiên kinh tuyến thượng Greenwich làm giờ địa phương mặt trời qua bất kỳ thiên kinh tuyến nào.

λ - Kinh độ suy tính người quan sát khi mặt trời qua thiên kinh tuyến

2. Tính giờ múi hành tinh hoặc mặt trăng qua thiên kinh tuyến thượng người quan sát

$$ZT = LMT \pm \Delta T_{\lambda} \mp \lambda^{E}_{W} - ZD$$

Trong đó,

ZT – Giờ múi hành tinh hoặc mặt trăng qua thiên kinh tuyến thượng

LMT - Giờ địa phương hành tinh hoặc mặt trăng qua thiên kinh tuyến thượng Greenwich, có thể tìm trong lịch thiên văn (giải thích như mặt trời qua thiên kinh tuyến thượng).

λ - Kinh độ dự đoán khi hành tinh hoặc mặt trăng qua thiên kinh tuyến thượng

ΔT_{λ} - Số hiệu chỉnh kinh độ, bằng $\Delta \times \frac{\lambda}{360^0}$, trong đó Δ là biến thiên thời gian hành tinh hoặc mặt trăng hai lần kế tiếp qua thiên kinh tuyến thượng, người quan sát ở kinh độ đông phải lấy thời gian qua thiên kinh tuyến lần trước trừ đi số hiệu chỉnh kinh độ, người quan sát ở kinh độ tây lấy giờ qua thiên kinh tuyến sau cộng vào số hiệu chỉnh kinh độ. Dấu của ΔT_{λ} cùng dấu với Δ.

3. Tính giờ múi của định tinh qua thiên kinh tuyến thượng

Góc giờ địa phương nguyên vòng của định tinh khi qua thiên kinh tuyến thượng bằng 0. Góc giờ Greenwich nguyên vòng của nó vừa đúng bằng kinh độ (λ_W), hoặc (360^0-λ_E) của người quan sát. Cho nên góc giờ thế giới nguyên vòng của điểm xuân phân khi định tinh qua thiên kinh tuyến thượng là,

$$GHA^{\gamma} = \lambda_W - SHA^*$$

hoặc

$$GHA^{\gamma} = (360^0 - \lambda_E) - SHA^*$$

Trong đó, SHA* - xích kinh nghịch của định tinh.

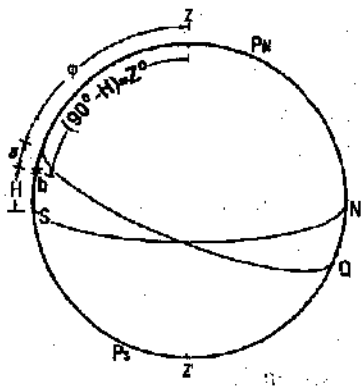
Căn cứ vào ngày tháng và GHA^{γ} có thể tra ngược ra giờ thế giới GMT, sau khi hiệu chỉnh bằng múi giờ ZD có thể tìm ra giờ múi ZT của định tinh qua thiên kinh tuyến thượng.

3.5.2 Tìm vĩ độ người quan sát bằng độ cao thiên thể qua thiên kinh tuyến thượng

1. Tìm vĩ độ bằng độ cao thiên thể qua thiên kinh tuyến thượng

Theo hình 3.32,

$$\varphi = Z \pm \delta$$



Hình 3.32

Trong đó,

Z – Đỉnh cự qua thiên kinh tuyến thượng của thiên thể, Z = (90^0-H), tên của đỉnh cự thiên kinh tuyến thượng ngược tên với H, ví dụ, phương vị của thiên thể qua kinh tuyến thượng hướng nam (S,), H mang tên S, cho nên Z mang tên N.

φ - Vĩ độ người quan sát, tên của vĩ độ cùng tên với đại lượng lớn hơn trong hai đại lượng Z và δ, hoặc theo vĩ độ suy tính

δ - Xích vĩ thiên thể, δ và Z cùng tên thì δ mang dấu (+), δ và Z khác tên thì (-)

H – Độ cao thiên thể qua thiên kinh tuyến thượng

2. Tìm vĩ độ bằng độ cao thiên thể qua thiên kinh tuyến hạ

Công thức,

$$\varphi = H' + 90^0 - \delta$$

Trong đó,

H' – độ cao thiên thể qua thiên kinh tuyến hạ

φ - vĩ độ xác định, mang tên cùng tên với xích vĩ δ

3. Phương pháp thực hành quan sát mặt trời qua thiên kinh tuyến thượng tính vĩ độ

1) Tìm giờ mặt trời qua thiên kinh tuyến.

Đo độ cao mặt trời qua thiên kinh tuyến có hai phương pháp. Phương pháp thứ nhất là đợi cho phương vị của mặt trời đúng *chính nam* hoặc đúng *chính bắc* thì tiến hành đo, phương pháp này thực hiện tương đối khó, vì lúc này độ cao của mặt trời lớn, rất khó đo phương vị chính nam hoặc chính bắc của nó một cách chính xác bằng la bàn. Phương pháp thứ hai là căn cứ vào *giờ chính ngọ của mặt trời* (tức là nó qua thiên kinh tuyến), tính theo công thức ở Mục 3.5.1 và tiến hành đo theo cách trình bày dưới đây.

2) Tìm xích vĩ mặt trời

Căn cứ giờ thế giới của mặt trời chính ngọ, tra vào lịch thiên văn hàng hải để tìm xích vĩ của mặt trời.

$$GMT^{\odot}\ (chính\ ngọ) = ZT^{\odot}\ (chính\ ngọ) \pm ZD^{W}_{E}$$

3) Đo độ cao của mặt trời

Theo giờ múi của mặt trời chính ngọ đã tính ở trên, trước đó vài phút lấy sextant ngắm mặt trời, chỉnh sextant theo dõi liên tục độ cao của mặt trời sẽ thấy độ cao lúc đầu tăng dần, sau đó độ cao không tăng không giảm, tiếp sau đó độ cao bắt đầu giảm dần. Độ cao trước khi

bắt đầu giảm xuống chính là độ cao lớn nhất của mặt trời lúc nó đi qua thiên kinh tuyến thượng . Hiệu chỉnh độ cao sextant để có độ cao thật.

4) Gán tên cho vĩ độ

Nói chung vĩ độ quan sát thực tế và vĩ độ suy tính ở gần nhau, cho nên có thể căn cư vào tên của vĩ độ suy tính để quyết định phải cộng hay trừ xích vĩ vào đỉnh cự để có vĩ độ thật, và gán dấu N hay S cho nó. Chỉ có trong trường hợp xích vĩ rất nhỏ hoặc vĩ độ rất thấp thì việc phán đoán tương đối khó khăn.

5) Đường vĩ tuyến tìm được chính là đường vị trí tàu bằng mặt trời.

Ví dụ,

Ngày 3/4/19..., giờ tàu/1152 (- 8), vị trí suy tính của tàu φ_c/35°15'0N, λ_c/122°47' E. Đo mép dưới mặt trời chính ngọ phía nam được độ cao sextant/59°48'3, (s + i)/ 1',0. Độ cao tầm mắt/15mét. Tìm vĩ độ quan sát?

Giải :

$LMT^{\odot}_{Mer.Pass.}$	12 03 (3/4)
120° - 122°47'E	- 11
$ZT^{\odot}_{Mer.Pass.}$	11 52 (3/4)
ZD	- 8
$GMT^{\odot}$ (chính ngọ),	03 52 (3/4)

	Xích vĩ δ d
$GMT^{\odot}$ (tính tròn) 3^h	5°13',3N 1',0
Incr. (52^m)	+ 0',9
Xích vĩ δ	5°14',2N

$h_s^{\odot}$	59°48',3S
i + s	+ 1',0
$h^{\odot}$	59°49',3
d	- 6',8
σ	+15',5
Hiệu chỉnh phụ khúc xạ	0',0
hΘ	59°58'S
Z	30°02'N
δ	5°14',2N
φ_o	35°16',2N

3.5.3 Đo độ cao mặt trời gần chính ngọ (thiên kinh tuyến thượng) để xác định vĩ độ quan sát

Đo độ cao của mặt trời gần chính ngọ là độ cao của mặt trời trước hoặc sau chính ngọ một khoảng thời gian ngắn. Khi mặt trời ở gần chính ngọ, biến thiên độ cao của nó rất chậm cho nên độ cao mặt trời gần chính ngọ so với độ cao mặt trời chính ngọ chỉ chệnh lệch nhau một giá trị rất nhỏ, nếu bằng cách nào đó tính được đại lượng chênh lệch nhỏ này thì có thể chuyển độ cao mặt trời gần chính ngọ thành độ cao mặt trời chính ngọ. Bằng các phép tính đơn giản dưới đây có thể tìm được vĩ độ của người quan sát vào thời điểm gần chính ngọ.

$$H^{\odot} = H'^{\odot} + \gamma$$

Trong đó,

$H^{\odot}$ - Độ cao mặt trời chính ngọ

$H'^{\odot}$ - Độ cao mặt trời gần chính ngọ

γ - Số hiệu chỉnh mặt trời gần chính ngọ

Trong công thức, γ có giá trị rất bé nên sin γ = γ'acr1'. Có thể tính theo công thức dưới đây,

$$\gamma = \frac{200}{K} \times \frac{Sin^2 \frac{LHA}{2}}{acr1'} - \frac{\gamma_1^2}{2} \text{tgH acr1'} = \gamma_1 - \gamma_2$$

Trong công thức, đặt $\gamma_1 = \frac{200}{K} \times \frac{Sin^2 \frac{LHA}{2}}{acr1'}$, gọi là số hiệu chỉnh thứ nhất

$\gamma_2 = \frac{\gamma_1^2}{2}$ tgH acr1', gọi là số hiệu chỉnh thứ hai.

K = 100tgφ + 100tgδ, nếu vĩ độ và xích vĩ cùng tên có dấu (-), khác tên có dấu (+), vĩ độ lấy vĩ độ suy tính φ_c để thay thế.

LHA - Góc giờ địa phương bán vòng của mặt trời chính ngọ

H - Độ cao mặt trời chính ngọ, có thể thay thế bằng độ cao mặt trời gần chính ngọ.

Trong các "Bảng toán hàng hải MT ", hoặc "Lịch thiên văn Brown" có các bảng tính sẵn có thể tra được giá trị γ_1 và γ_2. Các bước tiến hành tra bảng như sau,

1. Tìm hệ số trung gian K.

   Dùng vĩ độ suy tính φ_c và xích vĩ mặt trời δ vào thời điểm đo gần chính ngọ của nó làm số dẫn vào bảng tìm giá trị của 100tgφ và 100tgδ, φ_c và δ cùng tên thì trừ chúng với nhau, khác tên thì cộng chúng với nhau, được hệ số K (không cần nội suy)

2. Tìm góc giờ địa phương bán vòng của mặt trời gần chính ngọ LHA bằng cách lấy góc giờ Greenwich của mặt trời chính ngọ GHA cộng hoặc trừ kinh độ suy tính λ_c rồi đổi sang góc giờ bán vòng.

3. Dùng LHA và K làm số dẫn tra vào bản được số hiệu chỉnh thứ nhất γ_1. Trong bản chỉ cho hệ số K đến số 597, khi K lớn hơn 597 thì lấy K/10 làm số dẫn tra vào bảng, lấy số tra được nhân cho 10 để có γ_1.

4. Lấy γ_1 và độ cao h_o làm số dẫn tra bảng tiếp theo, được γ_2. Ta có $\gamma = \gamma_1 - \gamma_2$

   Có số hiệu chỉnh độ cao mặt trời gần chính ngọ ta có thể tính độ cao mặt trời chính ngọ. Các bước tính toán tiếp theo để tìm vĩ độ của tàu cũng giống như trong trường hợp mặt trời chính ngọ.

Ví dụ,

Ngày 1/3/19... Giờ tàu/1153(-8), vị trí tàu suy tính φ_c/33°50'N, λ_c/122°21'E. Đo được mép dưới mặt trời gần chính ngọ hướng nam, độ cao sextant / 48°20'2. Khởi động đồng hồ bấm giây vào lúc đo, giờ thời kế lúc dừng đồng hồ bấm giây / $03^h57^m00^s$, số đọc đồng hồ bấm giây / 1^m19^s. Sai số thời kế / -2^m08^s, s + i / -2',5. Độ cao tầm mắt / 10 mét. Tìm vĩ độ người quan sát vào thời điểm mặt trời chính ngọ.

Giải,

Giờ tàu	11^h53^m (1/3)	Tra bảng	100tg	67N
Số múi giờ	- 8		100tg	12S
GMT (gần đúng)	03^h53^m (1/3)		K	80

Giờ thời kế	03 57 00
Đồng hồ bấm giây	- 01 19
Giờ thời kế đo	03 55 41
Sai số thời kế	- 02 08
GMT (lúc đo)	03 55 33 (1/3)

γ_1	3',8
γ_2	0',0
γ	3',8

	Góc giờ	v	Xích vĩ d
GHA$^{\odot}$ (tròn) 03^h	221°52',6	1.1	7°40',3 -1.0
Incr. (53^{m}33^s)	13°22',4		
Hiệu chỉnh v, d	1',0		- 0',9
GHA$^{\odot}$ gần chính ngọ	235°16',0		δ/ 7°39',4 S
λ_c	122°21' E		
LHA$^{\odot}$ gần chính ngọ (nguyên vòng)	357°37',0		
LHA$^{\odot}$ (bán vòng)	122°21'E		

H_s	48°20',8
i - s	- 2',5
H'$_o$	48°17',7
d	- 5',6
σ	+ 15',4
Hiệu chỉnh phụ	0,0
H'$^{\odot}$	48°27',5
γ	+ 3',8
H$^{\odot}$	48°31',3S
Z	41°28',7N
δ	7°39',4S
φ_o	33°49',3N

Cần chú ý, giờ quan sát mặt trời gần chính ngọ cách mặt trời tại thời điểm chính ngọ một khoảng thời gian bao nhiêu (trước hoặc sau) có một giới hạn nhất định, nếu vượt quá giới hạn đó, thì sai số sinh ra không thể bỏ qua được, giới hạn này cũng có cho trong phần tiếp theo của bảng nói trên.

3.5.4 Đo độ cao sao Bắc đẩu (Polaris) xác định vĩ độ người quan sát

Từ hình 3.33 ta nhận thấy,

$$P_NZ + ZQ = 90^0$$

$$P_NZ + P_NN = 90^0$$

Cho nên $ZQ = P_NN$

tức độ cao trên chân trời của Thiên cực bắc P_N bằng vĩ độ người quan sát. Gần ngay Thiên cực bắc P_N có ngôi sao cấp hai Polaris (Bắc đẩu) ở rất gần đó. xích vĩ của nó lớn hơn 89^0, nằm ở cách P_N dưới 1^0, vì vậy độ cao của sao Bắc đẩu so với độ cao của Thiên cực bắc chênh lệch nhau rất nhỏ. Dựa vào quy luật chuyển động của sao Bắc đẩu, có thể tính độ chênh lệch đó và xác định số hiệu chỉnh [x] và hiệu chỉnh vào độ cao của sao Bắc đẩu ta có vĩ độ người quan sát.

$$x = -\Delta_0 \cos(LHA^\gamma + \tau_0) + \frac{\Delta_0^2}{2}\sin^2(LHA^\gamma + \tau_0)tgharc'$$

$$+[\Delta_0 \cos LHA^\gamma + \tau_0) - \Delta\cos(LHA^\gamma + \tau)]$$

$$x = x_1 + x_2 + x_3$$

Trong đó,

Δ_0 – Đỉnh cự trung bình năm của sao Bắc đẩu

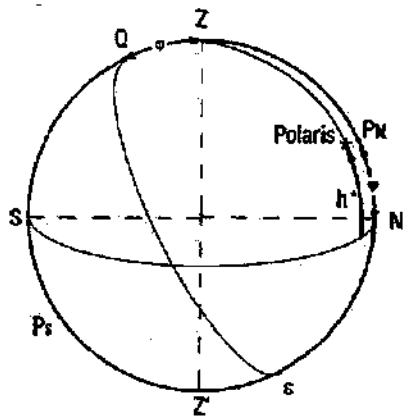
τ_0 - Xích kinh nghịch trung bình hàng năm của sao Bắc đẩu

LHA^{Υ} - Góc giờ địa phương điểm xuân phân

h – Độ cao của sao Bắc đẩu

Δ - Đỉnh cự thực tế của sao Bắc đẩu vào thời gian quan sát

τ - Xích kinh nghịch thực tế vào thời gian quan sát



Hình 3.33

Dựa trên nguyên tắc tính toán đó, đồng thời để tiện tra bảng và tính toán, lịch thiên văn "The Nautical Almanac" (United Kingdom Edition) lập bản "Polaris tables", từ đó tra các số hiệu chỉnh a_0, a_1, a_2, và dựa vào công thức sau đây để tính trực tiếp vĩ độ người quan sát,

$$\varphi(\text{người quan sát}) = \text{Độ cao thật } h_0 \text{ sao Bắc đẩu} - 1^0 + a_0 + a_1 + a_2$$

Trong đó,

a_0 - số hiệu chỉnh thứ nhất với số dẫn vào bảng là góc giờ địa phương của điểm xuân phân (LHA^{Υ})

a_1 - số hiệu chỉnh thứ hai, số dẫn vào bản là LHA^{Υ} và độ cao quan sát của sao Bắc đẩu (độ cao sau khi đã tiến hành các hiệu chỉnh).

a_2 - số hiệu chỉnh thứ ba, số dẫn vào bản là LHA^{Υ} và *tháng* quan sát

Chú ý, a_0, a_1, a_2 luôn có dấu (+).

Sau khi tra số hiệu chỉnh thứ nhất a_0 ở phần thứ nhất của bản thì cứ theo cột thẳng đứng mà tra số hiệu chỉnh thứ hai a_1 và thứ ba a_2. Sau khi tìm được vĩ độ, đường vĩ tuyến chính là đường vị trí tàu.

Việc tính toán vĩ độ bằng cách đo độ cao của sao Bắc đẩu tương đối dễ dàng và thuận tiện, cho nên các tàu đi ở vùng Bắc bán cầu thích sử dụng phương pháp này. Tuy nhiên, sao Bắc đẩu là sao cấp hai, khi chân trời còn nhìn thấy rõ thì sao Bắc đẩu vẫn mờ không dễ gì nhìn thấy. Vì vậy khi đo sao Bắc đẩu trong khi còn chưa nhìn thấy nó bằng mắt thường, lấy vĩ độ suy tính đặt trước lên sextant, sau đó giương ống nhòm của sextant về phía Bắc tìm sao Bắc đẩu ở đường chân trời.

Ví dụ,

Ngày 21/4/1983, giờ thế giới GMT/$23^h18^m56^s$, kinh độ suy tính λ_c / $37^0$14'W. Đo độ cao của Polaris, độ cao sextant h_s/$49^0$39',2, s + i/ - 1',0, độ cao tầm mắt/ 9 mét, tìm vĩ độ tàu?

Giải,

GHA'$^{\gamma}$ (23^h)	$194^0$26',1
ΔGHA$^{\gamma}$ (18^m56^s)	$4^0$44',8
λ_c	- $37^0$14
LHA$^{\gamma}$	$161^0$58'

h_s	$49^0$39',2
s + i	- 1',0
d	- 5',3
σ	- 1',3
Khúc xạ phụ	0,0
h_c	$49^0$31',6
a_0	$1^0$29',2
a_1	0',6
a_2	1',0
	- 1^0
Vĩ độ φ	$50^0$02',4

3.6 Các tính toán xác định kinh độ

3.6.1 Xác định kinh độ bằng độ cao thiên thể trên vòng tròn đông tây

1. Điều kiện thiên thể qua vòng tròn đông tây,

$$\delta < \varphi \text{, đồng thời cùng tên}$$

Trong đó,

δ - Xích vĩ của thiên thể

φ - Vĩ độ của người quan sát

2. Thời điểm thiên thể qua vòng tròn đông tây

$$\cos LHA^* = tg\delta ctg\varphi$$

Trong đó, LHA* - Góc giờ địa phương của thiên thể khi qua vòng đông tây.

Trong "Bảng góc giờ thiên thể qua vòng đông tây II – 9a" (Bảng toán hàng hải MT), bằng số dẫn vĩ độ φ và xích vĩ δ có thể tra góc giờ địa phương LHA bán vòng của thiên thể nằm trên vòng đông tây; đem LHA chuyển sang góc giờ địa phương nguyên vòng, lại chuyển LHA nguyên vòng sang góc giờ Greenwich GHA, sau đó tra vào lịch thiên văn tìm GMT và chuyển thành giờ múi ZT (giờ tàu). Đó là giờ thiên thể qua vòng đông tây.

3. Công thức tính kinh độ

$$\cos LHA = \frac{\sin h}{\cos\varphi\cos\delta} - tg\varphi tg\delta$$

Trong đó,

LHA - Góc giờ địa phương bán vòng của thiên thể tính được ở trên, khi tên thứ hai của phương vị bán vòng của thiên thể là E thì LHA bán vòng cũng mang tên E; khi tên thứ hai của phương vị bán vòng của thiên thể là W thì LHA bán vòng cũng mang tên W.

h - Độ cao của thiên thể đo bằng sextant đã qua các loại hiệu chỉnh

φ - Vĩ độ người quan sát, có thể lấy vĩ độ suy tính

δ - Xích vĩ thiên thể, căn cứ vào giờ thế giới lúc quan sát, tra trong lịch thiên văn

$$\lambda = LHA_{ng.vòng} - GHA_{ng.vòng}$$

(LHA>GHA⇨ λ (E), LHA<GHA ⇨ λ (W)

3.6.2 Xác định kinh độ bằng đẳng độ cao của thiên thể gần qua thiên kinh tuyến thượng

Khi hiệu của vĩ độ φ người quan sát và xích vĩ δ của thiên thể nhỏ hơn 8^0, có thể tiến hành đo hai độ cao bằng nhau trước và sau khi thiên thể qua thiên kinh tuyến thượng trong phạm vi nửa giờ đồng hồ, căn cứ vào thời lượng giữa hai lần quan sát để tính kinh độ người quan sát.

$$\Delta T = 15.28(tg\varphi \pm tg\delta)(\Delta' - \psi')(1 \mp \frac{x}{450})$$

$$GMT\ (th.thể\ qua\ thiên\ kinh\ tuyến\ thượng) = \frac{T_1 + T_2}{2} + Sai\ số\ thời\ kế \pm \Delta T$$

$$\lambda_W^E = \frac{360^0 - GHA^W}{GHA^W}$$

Trong đó,

ΔT - Thời lượng giữa thời điểm đo độ cao cao nhất và thời điểm thiên thể qua thiên kinh tuyến thượng. Khi tàu chạy gần về hướng thiên thể thì độ cao lớn nhất phát sinh sau khi thiên thể qua thiên kinh tuyến thượng, ΔT lấy dấu (-); nếu hướng tàu chạy rời xa thiên thể thì ΔT lấy dấu (+).

T_1, T_2 – Giờ đo lần thứ nhất và giờ đo lần thứ hai

15.28(tgφ ± tgδ) – tính bằng Bảng II-10 (Bảng tính hàng hải MT), φ có thể thay thế bằng vĩ độ suy tính φ_c ; φ và δ cùng tên, lấy dấu (-), φ và δ khác tên lấy dấu (+).

(Δ'-ψ') - Δ' là biến thiên mỗi giờ của xích vĩ, ψ' biến thiên của vĩ độ người quan sát trong một giờ; (Δ' và ψ'cùng hướng, lượng biến thiên lấy dấu (-),(Δ' và -ψ' ngược hướng lượng biến thiên lấy dấu (+).

$(1 \mp \frac{x}{450})$ - x là lượng biến thiên của kinh độ người quan sát mỗi giờ; kinh độ biến thiên về phía (E) lấy dấu (-), về phía (W) lấy dấu (+).

GHA^W – Góc giờ nguyên vòng Greenwich của thiên thể, căn cứ vào giờ thế giới GMT khi thiên thể qua thiên kinh tuyến thượng người quan sát tra trong lịch thiên văn. Nếu $GHA^W < 180^0$ thì $GHA^W = \lambda_W$, nếu $GHA^W > 180^0$ thì $(360^0 - GHA^W) = \lambda_E$.

Vì tốc độ của tàu nhỏ, không cần thiết hiệu chỉnh đối với λ.

Phương pháp này không thích hợp đo mặt trăng.

3.7 Xác định vị trí thiên văn

3.7.1 Quan sát mặt trời xác định vị trí

Để xác định vị trí bằng mặt trời phải dùng phương pháp dịch chuyển đường vị trí đo lần thứ nhất đến cùng thời điểm của đường vị trí thứ hai, giống như trong phương pháp dịch chuyển hương ngắm khi xác định vị trí bằng một mục tiêu lục địa. Việc dịch chuyển như vậy sẽ phát sinh các sai số.

1. Ảnh hưởng của sai số suy tính đến vị trí do sự dịch chuyển đường vị trí

$$\Delta M = \frac{\Delta v \cdot \Delta T \cos(A_1 - K) + \frac{\Delta K}{570} v \cdot \Delta T \sin(A_1 - K)}{\sin(A_2 - A_1)}$$

Trong đó,

ΔM – Sai số vị trí do dịch chuyển đường vị trí

$\Delta v.\Delta T$ – Sai số suy tính hành trình giữa hai lần quan sát. Δv là sai số tốc độ, ΔT thời lượng giữa hai lần quan sát.

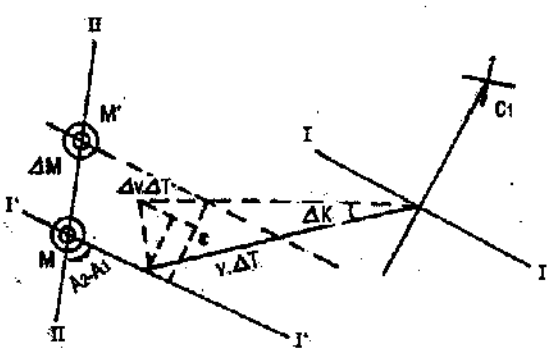
$v.\Delta T$ - Hành trình giữa hai lần quan sát, v là tốc độ tàu

K - Hướng vết tàu

ΔK - Sai số hướng vết tàu

(A_2-A_1) – Góc kẹp giữa hai phương vị của hai đường vị trí, bằng biến thiên phương vị mặt trời giữa hai lần quan sát

Xét phương diện suy tính vết đi của tàu, thì yêu cầu ΔT phải ngắn để giảm nhỏ sai số suy tính; nhưng xét phương diện biến thiên góc phương vị thì $(A_2-A_1) = 90^0$ là tốt nhất, cho nên cần điều hoà giữa hai yêu cầu này. Nói chung chọn biến thiên phương vị chừng 45~50^0, tuy nhiên trừ khi mặt trời ở trước và sau thiên kinh tuyến thượng, ở những vị trí khác biến thiên của phương vị mặt trời tương đối chậm cho nên lấy biến thiên phương vị (góc kẹp giữa hai phương vị) chừng 30^0 là vừa.



Hình 3.34

Hình 3.34 cho thấy, vị trí M là vị trí xác định bằng giao điểm của đường II-II và I'-I' (dịch chuyển từ I-I) chưa xét tới các sai số nói trên. Nếu xét tới sai số ΔK và sai số $\Delta v.\Delta T$ thì phát sinh sai số vị trí ΔM, vị trí tàu dịch chuyển đến M'.

2. Chọn thời điểm quan sát

Phương vị của mặt trời khi đi qua gần thiên kinh tuyến thượng biến thiên nhanh, đó là cơ hội để xác định vị trí bằng phương pháp dịch chuyển đường vị trí mặt trời. Thường áp dụng cách quan sát trước chính ngọ hoặc sau chính ngọ phối hợp với phương pháp đo độ cao khi mặt trời qua thiên kinh tuyến thượng, hoặc phối hợp đo trước sau chính ngọ.

Thời lượng giữa hai lần đo có thể tính bằng công thức sau,

$$\Delta T^m = 4 \times (\varphi - \delta)$$

Trong đó, ΔT^m - thời lượng từ thời điểm đo đến thời điểm mặt trời qua thiên kinh tuyến

$(\varphi-\delta)$ - cùng tên thì (-), khác tên thì (+)

Ví dụ,

Với $\varphi = 38^0N$, $\delta = 12^0N$

thì $\Delta T^m = 4(38^0-12^0) = 104^m = 1^h44^m$.

Theo tính toán này thì quan sát mặt trời 1^h44^m trước hoặc sau lúc mặt trời qua thiên kinh tuyến kết hợp với quan sát lúc mặt trời qua thiên kinh tuyến có góc kẹp giữa phương vị mặt trời hai lần quan sát có thể đạt tới trên 30^0. Nếu quan sát độ cao mặt trời gần hai bên thiên kinh tuyến thượng thì lần quan sát thứ nhất phải trước và cách mặt trời lúc qua thiên kinh tuyến trong khoảng $104^m/2 = 52^m$ và lần thứ hai phải sau và cách mặt trời lúc qua thiên kinh tuyến 52^m; bằng cách đo hai phương vị mặt trời khi dịch chuyển cùng giao nhau trên 30^0.

Tuy nhiên cũng cần lưu ý rằng, theo cách tính thời lượng như trên, trong trường hợp φ và δ gần bằng nhau thì thường độ cao của mặt trời trên 70^0. Cho nên tốt nhất là kết hợp dùng bảng phương vị và độ cao thiên thể "B-105" để xem xét độ cao của mặt trời (tốt nhất từ $30\sim60^0$), hiệu phương vị (tốt nhất $30\sim150^0$), và thời lượng ΔT để chọn thời điểm đo hợp lý.

3. Các bước tính toán khi quan sát độ cao của mặt trời để xác định đường vị trí tàu.

1) Dùng sextant (sau khi đã kiểm tra và hiệu chỉnh) đo độ cao mặt trời, lấy chính xác giờ thời kế lúc đo, có hai phương pháp lấy giờ: dùng đồng hồ bấm giây đối chiếu thời kế trước lúc đo hoặc đối chiếu sau lúc đo.

2) Tìm độ cao thật của mặt trời,

3) Tìm giờ địa phương và xích vĩ của mặt trời.

a) Tính giờ thế giới lúc đo. Lấy số đọc đồng hồ bấm giây và sai số thời kế hiệu chỉnh vào giờ thời kế (chú ý ngày của giờ thế giới).

b) Dùng giờ thế giới và ngày tháng tra vào lịch thiên văn tìm góc giờ Greenwich và xích vĩ của mặt trời.

c) Tìm góc giờ địa phương của mặt trời.

4) Tìm độ cao tính toán và phương vị tính toán của mặt trời.

Bằng cách tra trong "Bảng phương vị độ cao thiên thể" với số dẫn vào bảng là góc giờ địa phương, xích vĩ mặt trời và vĩ độ tự chọn.

5) Tìm hiệu số độ cao. Lấy độ cao thật trừ độ cao tính toán

6) Tác nghiệp đường vị trí lên hải đồ.

Từ vị trí tàu tự chọn vẽ phương vị tính toán và hiệu số độ cao, kẻ đường vị trí mặt trời theo phương pháp hiệu số độ cao.

4. *Ví dụ* – Bản tính mẫu,

Ngày 28 tháng Tư năm 1994, quan sát mặt trời ghi chép như sau,

ZT/09^h15^m(-8), $\varphi_d/36^0$55.0'N, $\lambda_d/123^0$25.0'E, $h_s^\odot/49^0$ 30.3', giờ thời kế $01^h14^m28^s$, sai số thời kế +24', s+i +1,6', độ cao tầm mắt 10m, hướng đi 65^0, tốc độ 24 kn.

ZT/11^h08^m(-8), φ_c/$37^0$21.6'N, λ_c/$124^0$33.5'E, $h_s^{\odot}$/$65^0$33', giờ thời kế $03^h07^m53^s$, sai số thời kế +24', s+i +1,6', độ cao tầm mắt 10m .

Xác định vị trí tàu bằng dịch chuyển đường vị trí mặt trời.

Giải,

ZT	09^h15^m 28/4	11^h08^m 28/4
ZD	-8	-8
GMT' (gần đúng)	01h15m 28/4	03h08m 28/4
Đo	⊙ lần 1	⊙ lần 2
Thời kế	01^h 14^m 28^s	03^h 07^m 53^s
Sai số th.kế	+24	+24
GMT (đo)	01 14 52	03 08 17

GHA'	195^0 36.6'	225^0 36.8'
Incr.	3^0 42.8'	2^0 04.1'
Corr.	0.3'	0.2'
$GHA^{\odot}$	199^0 19.7'	227^0 41.1'
λ_{ch}	123^0 40.3'	124^0 18.9'
$LHA^{\odot}$	323^0 00.0'	352^0 00.0'
Bán vòng	37^0 E	8^0 E
v/d	+1.1'/+0.8'	+1.1'/+0.8'
δ'	$14^0$01.3' N	$14^0$02.8' N
Δδ	+0.2'	+0.1'
δ	$14^0$01.5' N	$14^0$02.9' N

- Tìm h_c và A_c mặt trời quan sát lần thứ nhất

	Độ cao	Δd	Phương vị Ac
φ_{ch}/37^0N,δ'/14^0N, LHA/37^0E	$49^0$51.6'	+67	N115.1^{0}E
Δhs (cho δ-δ' =+1.5')	+1.0'		
H_c và A_c	$49^0$52.6'		115.1^0.

- Tìm h_c và A_c mặt trời quan sát lần thứ hai

	Độ cao	Δd	Phương vị Ac
φ_{ch}/37^0N,δ'/14^0N, LHA/8^0E	$65^0$55.1'	+96	N115.1^{0}E
Δhs (cho δ-δ' =+2.9')	+2.8'		
H_c và A_c	$65^0$57.9'		160.7^0.

$h_s^{\odot}$	$49^0$30.3'	$65^0$33'
i+s	+1.6'	+ 1.6'
h'⊙	$49^0$31.9'	$65^0$34.6'
-d	-5.6'	-5.6'
+ (σ)	+15.3'	+15.3'
-(ρ)	- 0.1'	-0.1'
h_0	$49^0$41.5'	$65^0$44.5'
h_c	$49^0$52.6'	$65^0$57.9'

(h_0-h_c)	-11.1'	-13.4'	

λ_{c2}	$123^0$33.5E	φ_{c2}	$37^0$21.6' N
λ_{c1}	$123^0$25'E	φ_{c1}	$36^0$55.0' N
$\Delta\lambda$	$1^0$08.5'E	$\Delta\varphi$	26.6'N

- Tìm điểm đồ giải của đường vị trí dịch chuyển,

λ_{1ch}	$123^0$40.3E	φ_{ch}	37^0 N
$\Delta\lambda$	$1^0$08.5'E	$\Delta\varphi$	26.6'N
$\lambda_{1'ch}$	$124^0$48.8' E	φ'_{ch}	$37^0$26.6' N

a) Các yếu tố đồ giải đường vị trí thứ nhất

- Điểm đồ giải:

  $\varphi_{1'ch}$ =$37^0$26.6' N

  $\lambda_{1'ch}$ =$124^0$48.8' E
- Phương vị:

  $A_c = 115.1^0$
- Hiệu độ cao:

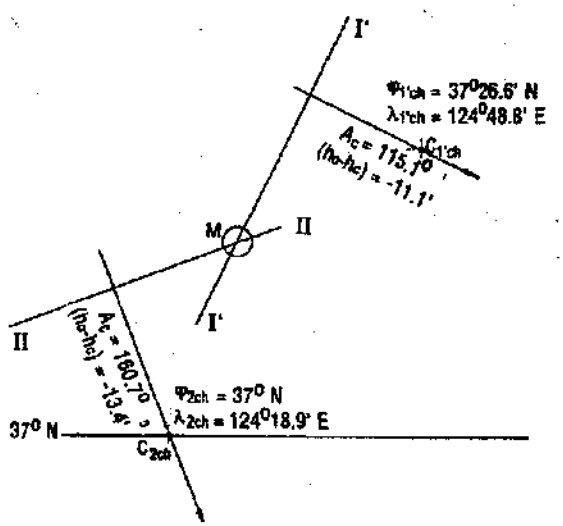
  (h_0-h_c) = -11.1'

b) Các yếu tố đồ giải đường vị trí thứ hai

- Điểm đồ giải: φ_{2ch} =37^0 N

  λ_{2ch} =$124^0$18.9' E
- Phương vị: $A_c = 160.7^0$
- Hiệu độ cao: (h_0-h_c) = -13.4'

Xem hình 3.25.



Hình 3.35

3.7.2 Đo mặt trời có độ cao lớn (trên 88^0) để xác định vị trí

Tàu hành trình ở những vùng có vĩ độ thấp, khi vĩ độ địa lý của tàu và xích vĩ của mặt trời chỉ chênh lệch nhau 2^0, (φ-$\delta_\odot$ <2^0) vào khoảng giữa trưa (trước và sau chính ngọ) độ cao mặt trời có khi lên đến trên 88^0, tức đỉnh cự của nó nhỏ hơn 2^0. Có thể quan sát độ cao đó để xác định vị trí tàu. Xác định vị trí tàu bằng phương pháp này có những đặc điểm sau đây,

1. Đỉnh cự của mặt trời nhỏ hơn 2^0, có nghĩa là từ vị trí tàu đến vị trí địa lý của mặt trời chỉ cách nhau 120 hải lý. Với khoảng cách như vậy có thể đồ giải vòng tròn vị trí tàu ngay trên hải đồ hay trên lưới đồ kinh vĩ. Phương pháp vẽ trên hải đồ khá đơn giản, thực hiện như sau,

- Sau khi đo độ cao của mặt trời hiệu chỉnh để có độ cao thật rồi tìm đỉnh cự Z của nó, dùng Z làm bán kính,

$$Z = (90^0-h_o)$$

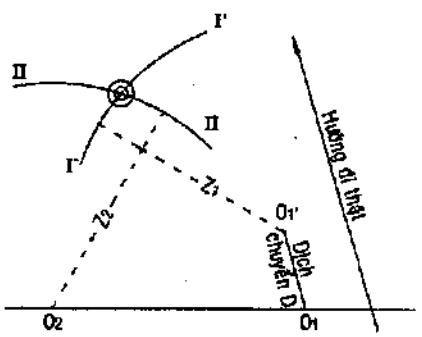
- Tính δ và góc giờ Greenwich GHA của mặt trời. Lấy δ và GHA bán vòng của mặt trời làm vĩ độ và kinh độ địa lý của nó,

GHA ⊙ (bán vòng) = λ

δ⊙ = φ

xác định vị trí địa lý O(φ, λ) của mặt trời lên hải đồ, đó chính là tâm của vòng tròn vị trí. Từ tâm vẽ một cung tròn gần vị trí suy tính có bán kính Z. Đó là vòng tròn vị trí tàu.

2. Với độ cao >88^0, phương vị của mặt trời biến đổi rất nhanh, trong vòng 5 đến 10 phút phương vị có thể thay đổi trên 30^0. Vì vậy chỉ trong khoảng thời gian ngắn có thể đo được 2 ~ 3 độ cao mặt trời và có được 2 - 3 vòng tròn vị trí cắt nhau với những góc độ thích hợp. Để có vị trí tàu cũng phải dùng phương pháp dịch chuyển vòng tròn vị trí bằng cách dịch chuyển tâm của chúng một đoạn D bằng quảng đường đã đi giữa hai lần quan sát, theo hướng đi thật của tàu. Xem hình 3.36, tâm O_1 dịch chuyển đến O'_1, tại O'_1 vẽ vòng tròn vị trí với đỉnh cự mặt trời đo lần thứ nhất làm bán kính, ta được vòng tròn vị trí I'I'. Vòng tròn vị trí I'I' cắt vòng tròn vị trí II II (vòng tròn vị trí đo lần thứ hai) tại một điểm, đó chính là vị trí tàu.



Hình 3.36

3.7.3 Tính thời gian hoàng hôn, bình minh, mặt trời mọc lặn

1. Bình minh, hoàng hôn hàng hải và bình minh, hoàng hôn dân dụng

BÌNH MINH	Thời gian bình minh hàng hải	Bắt đầu bình minh hàng hải	$h_0^{\odot}$ = -12^0	Bầu trời mờ sáng, các sao dưới cấp 2 bắt đầu mất dạng, chân trời dần dần xuất hiện, có thể tiến hành đo sao.
		Bắt đầu bình minh dân dụng	$h_0^{\odot}$ = -6^0	
	Thời gian bình minh dân dụng	Mặt trời mọc biểu kiến	$h_0^{\odot}$ = -50'	Bầu trời bắt đầu sáng, chân trời rõ ràng, chỉ còn thấy hành tinh và các định tinh cấp 1, thuận lợi đo sao.
HOÀNG HÔN	Thời gian hoàng hôn hàng hải	Mặt trời lặn biểu kiến	$h_0^{\odot}$ = -50'	Bầu trời còn sáng, chân trời còn rõ ràng, hành tinh và định tinh cấp 1 đã xuất hiện, thuận lợi cho việc đo sao.
		Kết thúc hoàng hôn dân dụng	$h_0^{\odot}$ = -6^0	
	Thời gian hoàng hôn dân dụng	Kết thúc hoàng hôn hàng hải	$h_0^{\odot}$ = -12^0	Bầu trời tối đen, có thể nhìn thấy sao cấp 2, có nhiều sao để quan sát nhưng chân trời bắt đầu mơ hồ.

2. Tính giờ mặt trời mọc, lặn, giờ bắt đầu bình minh và kết thúc hoàng hôn

Trong lịch thiên văn hàng hải đều cho sẵn giờ địa phương LMT_0 lúc mặt trời mọc, lặn, bình minh và hoàng hôn ở các vĩ độ khác nhau tại kinh độ 0^0 hàng ngày, có thể căn cứ ngày quan sát và kinh độ vĩ độ suy tính để tra cứu. Cách tính như sau,

	Bình minh hàng hải bắt đầu	Mặt trời mọc	Mặt trời Lặn	Bình minh hàng hải kết thúc
LMT_0	.....	.....	.....	.....
ΔLMT_φ	.....	.....	.....	.....
ΔLMT_λ	.....	.....	.....	.....
LMT	.....	.....	.....	.....
ZD ∓ λ_W^E	.....	.....	.....	.....
ZT	.....	.....	.....	.....

Trong đó,

LMT_0 – Giờ địa phương mặt trời mọc lặn, bắt đầu bình minh, kết thúc hoàng hôn. Căn cứ vào ngày và vĩ độ người quan sát, tra trong Lịch thiên văn. Nếu trong lịch không cho đúng vĩ độ người quan sát thì lấy giá trị gần và nhỏ hơn vĩ độ người quan sát sau đó nội suy theo hướng tăng vĩ độ.

ΔLMT_φ - Nội suy vĩ độ, $\Delta LMT_\varphi = \dfrac{\Delta}{(\varphi_a - \varphi_b)} \times \Delta\varphi$ (Δ - thời lượng giữa hai giá trị φ_a và φ_b xếp trong bảng, $(\varphi_a - \varphi_b)$ – hiệu giữa hai vĩ độ xếp trong bảng, $\Delta\varphi$ - hiệu giữa vĩ độ người quan sát và vĩ độ tra bảng. Vào bảng nhân phụ, bằng số dẫn Δ và $\Delta\varphi$ lấy được ΔLMT_φ , dấu (+) hoặc (-) giống như dấu của của Δ.

ΔLMT_λ - Nội suy kinh độ, $\Delta LMT_\lambda = \dfrac{\Delta}{360^0} \times \lambda$ (Δ - gián cách thời gian giữa hai ngày kế tiếp trong bản, λ(E) thì Δ = LMT ngày hôm trước – LMT ngày hiện tại, ngược lại, λ(W) Δ = LHT ngày hôm sau – LMT ngày hiện tại. Nhờ số dẫn Δ và λ tra bản nhân phụ ta có ΔLMT_λ , dấu (+) hay (-) cùng dấu với Δ.

Thường đối với giờ bắt đầu bình minh và kết thúc hoàng hôn không cần nội suy bởi kinh độ, ở khu vực vĩ độ thấp hơn 50^0 thời gian mọc lặn cũng không cần nội suy kinh độ.

LMT - Giờ địa phương bắt đầu bình minh, kết thúc hoàng hôn, mọc và lặn, chỉ cần cộng hoặc trừ với kinh độ ta được giờ múi ZT xuất hiện các hiện tượng đó.

Ví dụ,

Tìm giờ hoàng hôn và bình minh tại địa điểm φ/ $21^0$28'N, λ/$133^0$30'E ngày 3 tháng Năm 1994.

Giải,

	B. minh hàng hải bắt đầu	*B.minh dân dụng bắt đầu*	*M.trời mọc*	*Mặt trời lặn*	*H.hôn dân dụng Kết thúc*	*H.hôn hàng hải kết thúc*
LMT_0 (φ23^{0}N, 3/5)	(Δ-19^m)	(Δ-16^m)	(Δ-14^m)	Δ+14^m)	(Δ+16^m)	(Δ+20^m)
ΔLMT_φ (số dẫn Δ và 1^{0}28')	04 40	05 07	05 30	18 24	18 47	19 14
ΔLMT_λ (tra bảng 2a)	-3	-2	-2	+2	+2	+3
LMT (-ZD-λ^E)	04 37	05 05	05 28	18 26	18 49	19 17
	+6	+6	+6	+6	+6	+6
ZT (φ/ 21^{0}28'N, λ/133^{0}30'E Ngày 3 tháng Năm)	04 43	05 11	05 34	18 32	18 55	19 23

3.7.4 Chọn sao

Việc đo sao nói chung đều tiến hành vào lúc hoàng hôn hay bình minh, thời gian đo phải chọn sao cho vừa nhìn thấy chân trời rõ rệt lại vừa nhìn thấy (có thể qua ống nhòm sextant) và nhận dạng được các sao.

Vì vậy trước khi tiến hành xác định vị trí bằng sao, nên dùng quả cầu sao hoặc đĩa tìm sao để chọn một số sao thích hợp và xác định trước độ cao và phương vị gần đúng của chúng.

Nhờ độ cao và phương vị gần đúng đó mà khi quan sát ta dễ dàng nhận dạng chúng trên bầu trời, thậm chí khi còn chưa nhìn thấy chúng bằng mắt thường.

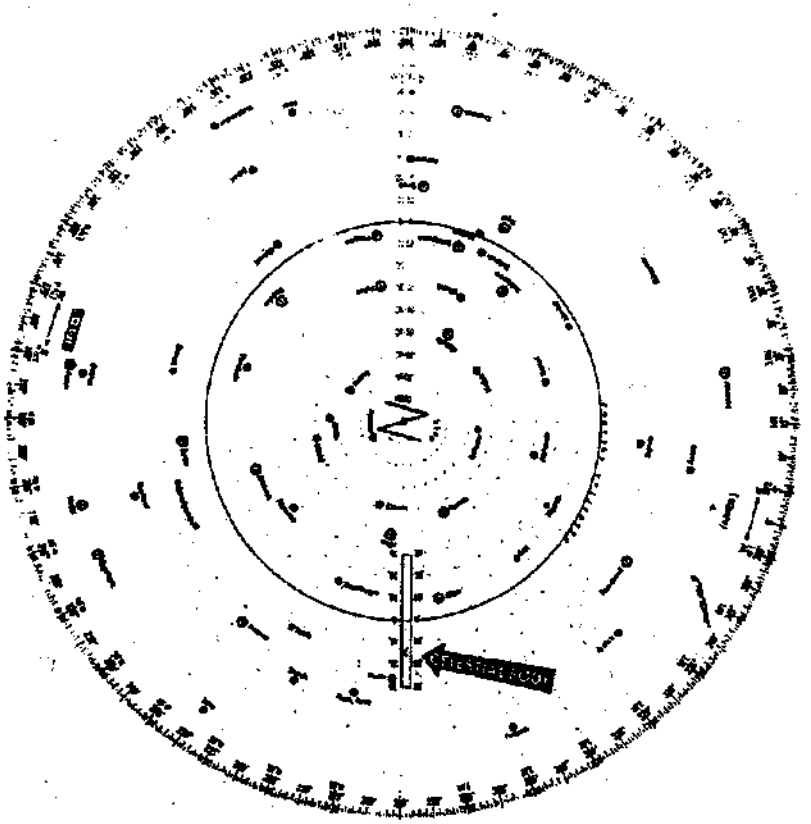
1. Chọn sao phải theo những yêu cầu sau đây,

1) Cố gắng chọn những định tinh và hành tinh có độ sáng cấp I, bởi vì sao sáng sẽ mọc sớm hơn lúc hoàng hôn và lặn muộn hơn lúc bình minh, có thể quan sát chúng khi đường chân trời còn rõ.

2) Tốt nhất chọn những sao có độ cao từ 15^0 đến 60^0, độ cao quá nhỏ thì sai số khúc xạ sẽ lớn, độ cao quá lớn sẽ khó quan sát.

3) Chọn những ngôi sao mà góc kẹp giữa các phương vị của chúng thích hợp, tốt nhất không nhỏ hơn 30^0, không lớn quá 150^0, phương vị của các sao cố gắng phân bố đều trong phạm vi 360^0, không nên chọn sao nằm cùng một bên mạn tàu trên bầu trời .

2. Chọn sao bằng Bản tìm sao



Hình 3.37

1) Cấu trúc bản đồ sao

Bản đồ sao (Rude Star Finder) gồm hai *bản đồ sao* và các *lưới đồ*.

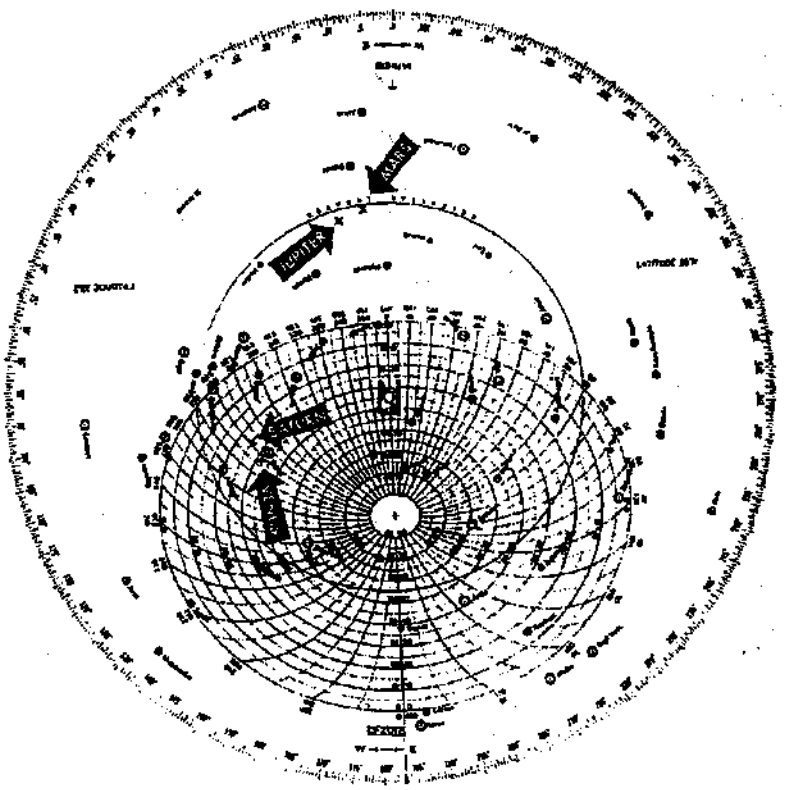
a) Bản đồ sao

Có hai bản đồ sao in ở hai mặt của một tấm plastic trắng đục, một mặt là bầu trời sao ở thiên bán cầu bắc (N) (xem hình 3.37) mở rộng đến xích vĩ $\delta = 69^0S$, mặt bên kia của tấm

plastic là bầu trời sao ở thiên bán cầu nam (S) mở rộng đến xích vĩ $\delta = 60^0$N. Vòng tròn ngoài cùng bản đồ sao được chia độ theo *góc giờ địa phương của điểm xuân phân* γ. Trên *bản đồ sao* in các sao hàng hải sáng nhất và mạn lưới các đường tròn đồng tâm cách nhau 10^0.

b) Các lưới đồ

Có 7 lưới đồ in trên giấy plastic trong suốt cho các vĩ độ trung bình 0^0, 20^0, 30^0, 40^0, 50^0 và 60^0, mỗi lưới đồ dùng trong phạm vi 10^0 vĩ độ. (xem hình 3.38), biểu thị lưới đồ trong suốt đã đặt trên bản đồ sao). Trên lưới đồ, dấu (+) biểu thị thiên đỉnh người quan sát, từ (+) có các đoạn cung thẳng đứng và các vòng tròn đồng tâm biểu thị phương vị và độ cao của thiên thể, vòng tròn ngoài cùng của lưới đồ biểu thị chân trời người quan sát.



Hình 3.38

2) Sử dụng bản tìm sao

Khi sử dụng bản tìm sao, đầu tiên chọn *lưới đồ* có vĩ độ gần với vĩ độ suy tính của tàu. Đặt bản lưới đồ lên bản đồ sao, sao cho đường nối 180^0 - 360^0 trên lưới đồ trùng với đường nối giữa thiên cực với *góc giờ địa phương điểm xuân phân* LHAγ mà ta tính toán được, đồng thời điều chỉnh lưới đồ sao cho thiên đỉnh (+) người quan sát nằm đúng trên vòng tròn có số độ bằng vĩ độ suy tính của tàu. Từ đó bắt đầu chọn các sao cần thiết trên bản đồ sao nằm dưới bản lưới đồ trong suốt. Độ cao của sao lấy trên các vòng tròn song song đi qua sao, còn phương vị thì lấy trên đường phương vị đi qua sao. Phương vị và độ cao của sao tìm được trong bản đồ tìm sao có độ chính xác từ $\pm 3^0$. $\pm 5^0$.

Ví dụ : Ngày 10/7/19... tại vĩ độ suy tính/ 49^0, kinh độ suy tính/ 61^0W. Giờ tàu/1734 (-4), xác định các sao có độ cao phương vị thích hợp để quan sát?

Giải:

Giờ tàu	17^h34^m
Số múi	- 4
GMT	21^h34^m (10/7)

GHA'♈	$243^0 18'$
Incr.	$8^0 31'$
GHA♈	$251^0 49'$
λ (W)	$-61^0 00$
LMT♈	190.8^0

Từ tính toán trên được góc giờ địa phương của điểm xuân phân LMT♈. Chọn bản lưới đồ với $\lambda_c/50^0$. Đặt lưới đồ lên bản đồ sao, sao cho thiên đỉnh (+) nằm giữa vòng tròn 40^0 - 50^0 (ở đúng 49^0) và đường nối 180^0 - 360^0 chỉ đúng góc giờ LMT♈/190^0,8. Tìm trên bản đồ sao và đọc được sao Spica có độ cao h = 50^0, phương vị A = 14^0 và các sao thích hợp khác.

3.7.5 Phương pháp tính toán để xác định đường vị trí bằng hành tinh

Những hành tinh thường dùng trong hàng hải là Venus (Kim tinh), Mars (Hoả tinh), Jupiter (Mộc tinh), và Saturn (Thổ tinh). Các hành tinh khác vì ở quá xa hoặc quá gần mặt trời khó nhìn thấy bằng mắt thường.

Bốn hành tinh nói trên có những đặc điểm sau đây :

- Venus : Sáng nhất, thường xuất hiện ở phía đông vào lúc bình minh hoặc ở phía tây sau lúc hoàng hôn hàng ngày, màu xanh sáng.
- Mars : Độ sáng kém Venus, màu trắng bạc.
- Jupiter : Độ sáng kém Venus, Mars, màu hồng hoàng.
- Saturn : Tối nhất trong bốn hành tinh, màu vàng.

Tình hình mọc lặn của 4 hành tinh trong mỗi tháng có thể tham khảo trong lịch thiên văn hàng năm.

Cách đo hành tinh giống như cách đo đối với định tinh, cách tính toán giống như đối với mặt trời.

Ví dụ,

Ngày 30/7/19..., giờ tàu / 1858 (-8). Vị trí suy tính $\varphi_c/35^0 57',8$N, $\lambda_c/122^0 36',5$E. Quan sát hành tinh Venus, độ cao sextant/$17^0 36',6$. So giờ thời kế sau khi đo. Giờ thời kế/$10^h57^m20^s$, số đọc đồng hồ bấm giây/10^s. sai số thời kế/ + 01^m15^s. Độ cao tầm mắt/ 10 mét. (s+ i)/ + 1',0. Tìm đường vị trí tàu bằng Venus?

Giải,

Giờ tàu	1858 (30/7)
Số múi	- 8
GMT gần đúng	1058 (30/7)

Giờ thời kế	$10^h57^m20^s$
Đồng hồ bấm giây	-10^s
Sai số thời kế	$+01^m15^s$
GMT đo	$10^h58^m25^s$

	Góc giờ	v	Xích vĩ	d
GHA'	$299^0 10',2$	0',6	$10^0 30',0N$	- 1'2
Incr.	$14^0 35',3$			
H/chỉnh v, d	0,6		- 1',2	
GHA* δ	$313^0 46',1$		$10^0 28',8N$	
λ_{ch} , φ_{ch}	$122^0 13',9$		$\varphi_{ch}/36^0N$	
LHA*	436^0			
LHA* (bán vòng)	76^0 W			

Tra bảng	Độ cao Δd	Phương vị A_2
LHA*/76^0W, $\varphi_{ch}/36^0$N, δ'/$10^0$30N	$17^0 25',9 + 57$	$89^0,5$
Δh_δ / {(δ - δ')/ -1',20}	- 0',7	
h_c và A_c	$17^0 25',2$	N89^0,5W

h_s	$17^0 33',6$
s + i	+ 1',0
$'_o$	$17^0 34',6$
d	- 5',6
σ	- 3',1
Bổ sung	+ 0',1
h_o	$17^0 26',0$
h_c	$17^0 25',2$
$h_o - h_c$	+ 0',8

Các yếu tố đường vị trí Venus
Vị trí chọn : $\varphi_{ch}/36^0$N $\lambda_{ch}/122^0 13',9$E
Phương vị Ac = N 89^0,5W
Hiệu độ cao (h_o-h_c) = + 0',8.

3.7.6 Phương pháp đo và tính toán để xác định đường vị trí bằng mặt trăng

Nói chung, về đêm dưới ánh trăng rất khó phân biệt đường chân trời, đo độ cao của sao và Mặt trăng để xác định vị trí dưới ánh trăng đòi hỏi phải có kỹ xảo điêu luyện mới có thể tránh được sai sót. Tuy nhiên Mặt trăng nhiều khi cũng xuất hiện về ban ngày, có thể đồng thời quan sát Mặt trời và Mặt trăng để xác định vị trí. Cho nên cũng cần phải nắm vững phương pháp đo trăng và tính toán để được đường vị trí tàu.

Khi quan sát Mặt trăng cần chú ý không được đo phía khuyết của nó mà chỉ đo phía tròn.

Vì Mặt trăng ở gần Trái đất, thị sai tương đối lớn, cần phải hiệu chỉnh thị sai vào độ cao (Thị sai của Mặt trăng ở chân trời từ 53',9 đến 61',5).

Ví dụ.

Ngày 21/6/19..., giờ tàu/0540 (-8). Vị trí suy tính $\varphi_c/35^0 11'$N, $\lambda_c/122^0 30'$E đo Mặt trăng mép trên độ cao sextant/$36^0 21',9$, giờ thời kế/$0,9^h 42^m 00^s$, đồng hồ bấm giây/55^s, sai số thời kế/ - $1^m 10^s,5$, i + s/ + 1',6, độ cao tầm mắt/ 10 mét. Tìm đường vị trí Mặt trăng?

Giải.

Giờ tàu	0540 (21/6)
ZD	-8
GMT (gần đúng)	2140 (20/6)

Thời kế	09^h42^m00
Bấm giây	-55^s
Sai số thời kế	$-1^m10^s,5$
GMT đo	21 39 54,5 (20/6)

	Góc giờ v	Xích vĩ d	Thị sai chân trời (Mặt trăng) H.P/55',3 (tra lịch thiên văn trong ngày)	
GMT^c (21^h)	$258^0$20',5 14,5	$9^0$40',2 S - 12,0	$h_s{}^c$	$36^0$21',9
Incr. ($39^m54^s,5$)	$9^0$31',4		s + i	+ 1',6
H/chỉnh v,d	9',6	- 7',9		
GHA^c	$268^0$01',5	$9^0$32',3 S	h'	$36^0$23',5
λ_{ch}	$122^0$58',5E	$\varphi_{ch}/35^0$ N	d	- 5',6
LHA^c	391^0		σ	+ 55',8
LHA^c (bán vòng)	31^0		(L,U)	+ 2',3
			Mép trên	- 30',0
			ρ' (phụ)	0',0
			h_o	$36^0$46',0
			h_c	$36^0$41',0
Các yếu tố đường vị trí : $\varphi_{ch}/35^0$N $\lambda_{ch}/122^0$58',5E			$(h_o - h_c)$	+ 5'
Phương vị: A_c/N 140^0,7W, Hiệu độ cao/ + 5'				

3.7.7 Phương pháp tính toán để xác định vị trí tàu bằng định tinh

Dưới đây lấy một ví dụ cụ thể để trình bày mẫu cũng như phương pháp tính toán để xác định vị trí tàu bằng định tinh.

Ví dụ,

Ngày 17/9/19... Giờ tàu/0446 (-8). Vị trí suy tính của tàu $\varphi/31^0$05',0N ; $\lambda_c/122^0$36',5E. Quan sát định tinh Procyon, độ cao sextant/$44^0$03',5. So giờ thời kế sau khi đo, giờ thời kế/$08^h46^m20^s$, số đọc đồng hồ bấm giây/15^s. sai số thời kế/ + 22^s, s + i / -0',5, độ cao tầm mắt/16 mét. Tìm đường vị trí định tinh?

Giải,

(Mẫu dưới đây có thể dùng để tính cho 2,3 hoặc nhiều sao)

Giờ tàu	0446 (17/9)
Số múi	- 8
GMT (gần đúng)	2046 (16/9)

	Procyon	xxx (Tên sao)	xxx (Tên sao
Thời kế	$08^h46^m20^s$	----------	----------
ĐH bấm giây	-15^s	----------	----------
Thời kế đo	08 46 05	----------	----------
Sai số th/kế	$+22^s$	----------	----------
GMT đo	20 46 27 (16/9)	----------	----------

	Procyon		(Tên sao)		(Tên sao)
	Góc giờ	Xích vĩ	Góc giờ	Xích vĩ	
GHA♈(tròn)	295°37',3	5°17',7N	----------	δ ----------	----------
Incr. (lẻ)	11°38',7	δ tròn/5°30'N	----------	δ (lấy tròn)	----------
τ (X.kinh nghịch)	245°,30',9		----------	----------	----------
GHA*	552°46',9		----------	φ_{ch} ----------	----------
λ_{ch} (K.độ chọn)	126°,13',1	φ_{ch}/31°N	----------	----------	----------
LHA*	679°				----------
LHA* (bán vòng)	41°E		----------		----------

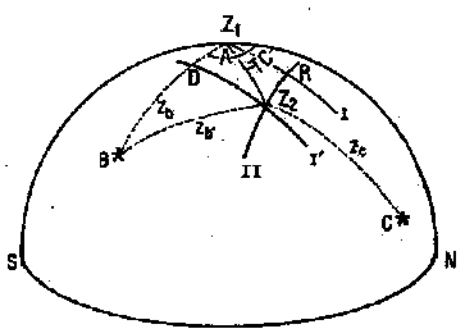
	Độ cao Δd	Phương vị	Độ cao Δd	Phương vị	
φ_{ch}, LHA*, δ'	43°53',5 + 63	115°	----------	----------	----------
Δh_s	- 7',8		----------	----------	----------
h_c, A_c	43°45',7	A_c/N115°E	----------	A_c ----------	----------

h_s^*	44°03',5	Các yếu tố	----------	Các yếu tố	----------
s + i	- 0,5	đường vị trí :	----------	đường vị trí :	----------
		φ_{ch}/31°N	----------	φ_{ch} :	----------
h'	44°03',0	λ_{ch}/126°13',1E	----------	λ_{ch} :	----------
d	- 7	Hiệu độ cao :	----------	Hiệu độ cao	----------
σ	- 1'	+ 9',3		:	
		Phương vị :	----------		----------
h_o	43°55',0	N115°E	----------	Phương vị :	----------
h_c	43°45',7		----------		----------
$(h_o - h_c)$	+ 9',3				

Căn cứ vào các yếu tố trên để đồ giải đường vị trí.

3.7.8 Quy đường vị trí thiên văn về cùng thiên đỉnh

Quy các đường vị trí thiên văn về cùng thiên đỉnh được thực hiện khi quan sát không đồng thời hai hoặc ba sao để xác định vị trí tàu.



Hình 3.39

Quan sát định tinh để xác định vị trí ít ra phải đo độ cao của hai hoặc ba sao. Thời gian để đo xong độ cao thiên thể thứ hai và thiên thể thứ ba so với thời gian đo xong thiên thể thứ nhất cũng phải chậm vài phút. Trong vài phút đó tàu đã chạy được một quãng đường nhất định. Đối với loại tàu có tốc độ thấp, tính ra trong khoảng thời gian ngắn ấy tàu chạy cũng không xa lắm và không ảnh hưởng nhiều đến độ chính xác của đường vị trí, cho nên có thể bỏ qua mà không cần quy thành thời gian đồng thời. Nhưng đối với loại tàu có tốc độ cao, thì không thể không xem xét đến ảnh hưởng của việc đo không đồng thời này. Để quy các đường vị trí

thiên văn cùng một thời điểm có thể dùng phương pháp dịch chuyển đường vị trí hoặc phương pháp quy về cùng thiên đỉnh.

Phương pháp dịch chuyển đường vị trí giống như đã trình bày trong hàng hải địa văn, nên không lặp lại ở đây.

Dưới đây chỉ trình bày phương pháp quy về cùng một thiên đỉnh.

Xem hình 3.39, khi người quan sát ở tại thiên đỉnh Z_1, đo độ cao của thiên thể B thì đỉnh cự của thiên thể B là z_B, lấy B làm tâm, z_B làm bán kính vẽ đường vị trí thiên văn của lần quan sát thứ nhất - đường I. Sau khi đo xong thiên thể B, khi đo độ cao của thiên thể C thì thiên đỉnh của người quan sát đã chuyển từ Z_1 đến Z_2. Tại đây (vào thời điểm khác), đo thiên thể C xác định được đường vị trí II. Vì đường vị trí I tương ứng với thiên đỉnh Z_1, đường vị trí II tương ứng với thiên đỉnh Z_2, vì vậy nếu lấy giao điểm R của hai đường vị trí đó làm vị trí tàu là không chính xác. Vị trí tàu vào thời điểm quan sát lần thứ hai phải nằm tại Z_2, vì vậy phải tìm cách hiệu chỉnh đỉnh cự z_B của thiên đỉnh thứ nhất Z_1 thành đỉnh cự z'_B tương ứng với thiên đỉnh Z_2 để có đường vị trí I'. Đường I' và đường II giao nhau tại điểm Z_2.

Hiệu của z_B và z'_B biểu thị bằng Δh gọi là *sai số dị đỉnh*

$$z_B - z'_B = \Delta h$$

hay $(90^0 - z_B) - (90^0 - z_B) = \Delta h$

cho nên $h'_B = h_B + \Delta h$

Công thức trên có nghĩa là độ cao h_B của thiên thể B đo tại thiên đỉnh Z_1 sau khi hiệu chỉnh sai số dị đỉnh Δh sẽ trở thành độ cao h'_B tương ứng với thiên đỉnh Z_2.

Sai số dị đỉnh Δh có thể xác định được bằng tam giác Z_1DZ_2, trong đó Z_1Z_2 là hành trình $S = \frac{v}{60}(m_2 - m_1)$ của tàu giữa hai lần quan sát,

Trong đó,

v - Tốc độ của tàu

m_1 - Thời gian đo lần thứ nhất

m_2 - Thời gian đo lần thứ hai;

Ngoài ra,

$\angle DZ_1Z_2$ = (A - TC), trong đó A và TC đều tính theo góc nguyên vòng

A - Phương vị của thiên thể B

TC - Hướng đi thật của tàu

Z_1D - Chính là sai số dị đỉnh Δh

Vì tam giác Z_1DZ_2 rất nhỏ nên có thể giải như một tam giác phẳng,

$$\Delta h = S\cos(A - TC)$$

$$= \frac{V}{60}(m_2 - m_1)\cos(A - TC)$$

Trong một số bảng tính hàng hải lấy công thức $\Delta h' = \frac{V}{60} \cos (A - TC)$ biểu thị sai số dị đỉnh của một phút làm cơ sở để lập bảng.

Với số dẫn vào bảng là tốc độ tàu V và (A - TC) có thể tra được $\Delta h'$ của một phút, lấy $\Delta h'$ nhân với $(m_2 - m_1)$ ta có lượng hiệu chỉnh sai số dị đỉnh Δh.

Ví dụ,

Một chiếc tàu v/18 nơ, TC/002^0, đo hai sao xác định vị trí tàu cách nhau 5 phút 40 giây. Sau khi giải tam giác thiên văn ta được phương vị tính toán của sao quan sát lần thứ nhất là N60^{0}E. Tìm số hiệu chỉnh sai số dị đỉnh để dịch chuyển đường vị trí quan sát lần thứ nhất đến thiên đỉnh quan sát lần thứ hai.

Giải,

a) Dùng V = 18 nơ và (A - TC) = (060^0 - 002^0) = 58^0 làm số dẫn vào bảng "Sai số dị đỉnh" được lượng hiệu chỉnh sai số dị đỉnh cho 1 phút là + 0',16.

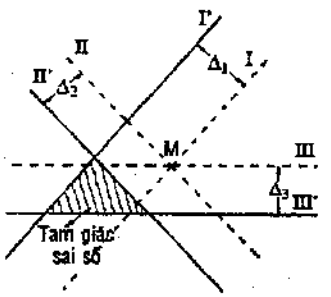
b) Tìm số hiệu chỉnh sai số dị đỉnh cho 5 phút 40 giây :

$$\Delta h = + 0',16 \times 5,7 \text{ phút} = + 0',912 = + 0',9$$

Đem 0',9 cộng vào độ cao của thiên thể đo lần thứ nhất, tức là đã hiệu chỉnh đến độ cao đến cùng thiên đỉnh với thời điểm đo lần thứ hai.

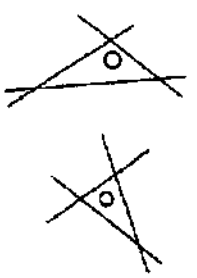
3.7.9 Tam giác sai số vị trí thiên văn

Khi sử dụng sextant để đo độ cao của thiên thể, vì chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố khác nhau nên không thể nào đo được tuyệt đối chính xác, mà bao giờ cũng tồn tại một sai số nhất định. Ngoài ra khi sử dụng bảng phương vị và độ cao của thiên thể để tìm độ cao và phương vị tính toán , do sự hạn chế độ chính xác của bảng, cũng không thể tránh khỏi sai số.



Hình 3.40

Vì ảnh hưởng của các sai số kể trên làm cho các yếu tố đường vị trí mà ta đo và tính toán cũng mang sai số, trong đó yếu tố ảnh hưởng chủ yếu đến độ chính xác của đường vị trí là sai số của hiệu độ cao, chính nó làm cho đường vị trí bị dịch chuyển.


Hình 3.41

Theo như hình 3.40, giả sử các đường vị trí thiên văn I, II và III (các đường chấm) là 3 đường vị trí tàu giao nhau chính xác tại điểm M, M là vị trí tàu quan sát. Tuy nhiên vì các đường vị trí đều có sai số của hiệu độ cao là Δ_1; Δ_2; Δ_3 chúng làm cho các đường vị trí bị dịch chuyển (tịnh tiến) thành các đường vị trí I', II' và III', và tạo thành một hình tam giác gọi là *tam giác sai số.*

Vậy khi đã hình thành tam giác sai số thì vị trí tàu sẽ nằm tại đâu?

Đầu tiên nên phân tích sơ bộ, nếu chắc chắn rằng một trong số 3 đường vị trí do hoàn cảnh nào đó khi quan sát và tính toán dẫn tới nó có độ chính xác kém hơn thì có thể bỏ hẳn đường

vị trí đó. Lấy điểm giao nhau của hai đường còn lại làm vị trí tàu. Nhưng nếu cả 3 đường đã được quan sát và tính toán trong những điều kiện như nhau, tức là độ chính xác của chúng gần giống nhau, thì cần phải xử lý tam giác sai số theo cách trình bày sau đây,

1. Trong trường hợp mỗi cạnh của tam giác sai số có độ dài không quá 2 hải lý, theo lý thuyết sai số thì vị trí tàu có thể *nằm trong tam giác tại một điểm mà khoảng cách từ điểm đó đến 3 cạnh của tam giác tỷ lệ thuận với chiều dài của 3 cạnh đó*, tức là vị trí tàu nằm ở điểm cách xa cạnh dài và cách gần cạnh ngắn của tam giác. Ta có thể quan sát độ dài các cạnh của tam giác sai số, ước tính bằng mắt để xác định vị trí tàu bên trong tam giác (Hình 3.41).

2. Nếu như độ dài cạnh của tam giác sai số vượt quá 2 hải lý, căn cứ vào lý thuyết sai số, thì vị trí tàu phải nằm ở điểm giao nhau của *các đường phương vị trung bình* tại các đỉnh của tam giác sai số.

Dưới đây lấy một ví dụ để trình bày cách xử lý tam giác sai số theo phương pháp phương vị trung bình.

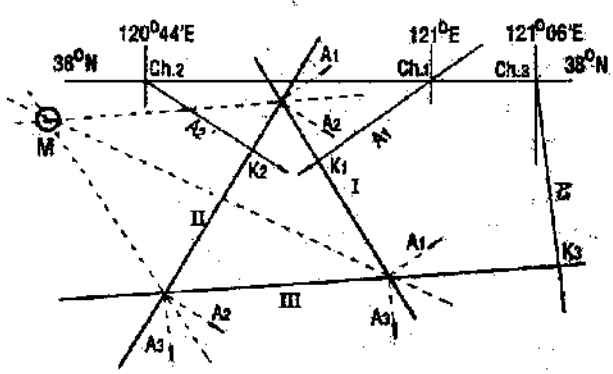
Ví dụ,

Vị trí suy tính của tàu φ_c/37°48',0N, λ_c/120°42',0E. Quan sát 3 sao được các yếu tố đường vị trí như sau,

- Đường vị trí tại K_1 : Vĩ độ chọn φ_{ch}/38° N. Kinh độ chọn λ_{ch}/121°E, A_1/N053°, 5E $(h_o - h_c)_1$/ - 6',0
- Đường vị trí tại K_3 : Vĩ độ chọn φ_{ch}/38° N. Kinh độ chọn λ_{ch}/120°06' E , A_3/N176°,5E $(h_o - h_c)_3$/ + 8,4.
- Đường vị trí tại K_2 : Vĩ độ chọn φ_o/38°N, kinh độ chọn λ_{ch}/120°44'E A_2/N124°,0E, $(h_o - h_c)_2$/ +5',6.

c. Đồ giải xử lý tam giác sai số như sau,

a) Căn cứ vào các yếu tố đường vị trí thao tác kẻ đường K_1, K_2 và K_3 (Hình 3.42), 3 đường vị trí giao nhau thành tam giác sai số có cạnh lớn hơn hai hải lý. Cần xử lý theo phương pháp đường phương vị trung bình.



Hình 3.42

b) Tại các đỉnh của tam giác vẽ các mũi tên biểu thị hướng phương vị của các đường vị trí $A_1.A_2$/ $A_2.A_3$/ $A_3.A_1$.

c) Qua các đỉnh vẽ đường phân giác của các góc kẹp bởi hai mũi tên phương vị trên mỗi đỉnh của tam giác, gọi là đường phương vị trung bình. Ba đường phương vị trung bình giao nhau tại điểm M, đó chính là vị trí tàu sau khi xử lý tam giác sai số.

Trong ví dụ trên, phương vị của cả ba thiên thể nằm trong phạm vị 180^0, cho nên sau khi xử lý tam giác sai số, vị trí tàu quan sát nằm ngoài tam giác sai số. Nếu phương vị của ba thiên thể quan sát phân bố trong phạm vi 360^0 thì vị trí quan sát sẽ nằm trong tam giác sai số.

Trong bất cứ trường hợp nào, độ chính xác của vị trí sau khi xử lý tam giác sai số đều cao hơn vị trí lấy tại điểm giao nhau của hai đường vị trí tại đỉnh nào đó của tam giác. Cũng từ đó ta nhận xét thấy vị trí tàu xác định bằng ba đường vị trí có độ chính xác cao hơn hai đường vị trí.

3.7.10 Nhận dạng các sao hàng hải quan trọng bằng mắt thường

Muốn đo sao để xác định vị trí tàu, đầu tiên cần phải biết tên sao. Để có thể quen thuộc với vị trí của những định tinh trên bầu trời và vị trí tương đối giữa chúng với nhau, cần phải tham khảo bản đồ sao có sẵn trong một số lịch thiên văn hàng hải. Dưới đây giới thiệu một số sao sáng chủ yếu dùng trong hàng hải xuất hiện theo từng mùa : xuân, hạ, thu, đông.

1. Bầu trời sao mùa xuân bắc bán cầu (hình 3.43)

Trước và sau xuân phân (tháng 3, tháng 4, suốt cả đêm có thể nhìn thấy các chòm sao Đại hùng tinh, Tiểu hùng tinh, Sư tử, Thất nữ, Nam thập tự.)

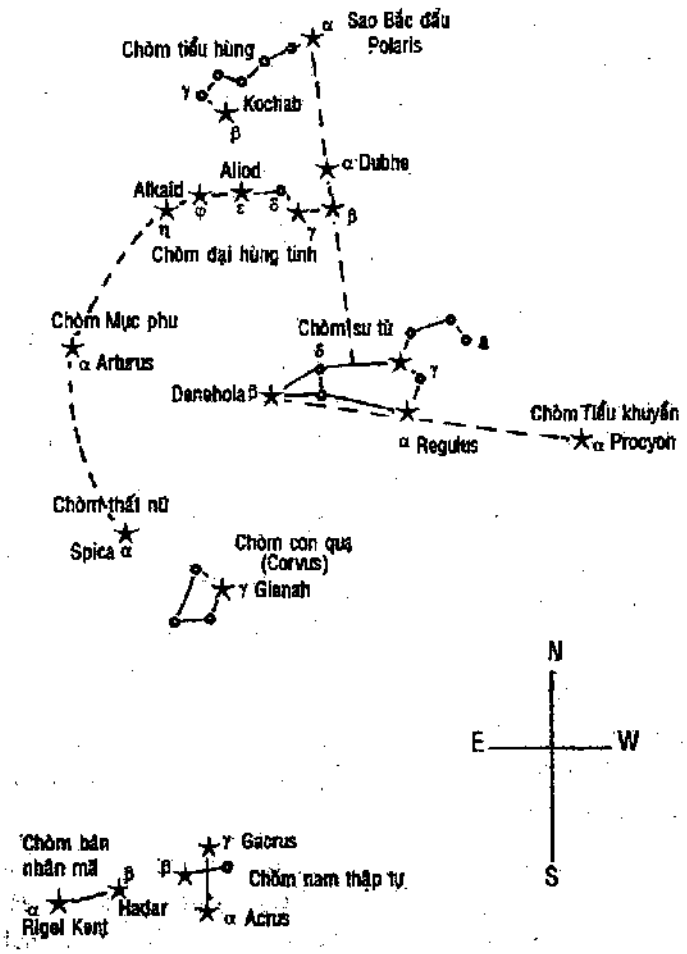
1) Chòm Đại hùng tinh (Ursa Major) : Gồm có 7 sao hình dáng giống cái gáo. Nó là một chòm sao rõ nhất ở phương Bắc rất dễ nhận dạng. Kéo dài đường thẳng nối giữa sao α và β của chòm sao này theo hướng α, chừng 5 lần khoảng cách và sẽ gặp sao Bắc đẩu (Polaris). Bắc đẩu là một sao của chòm Tiểu hùng tinh (Ursa Minor). Tiểu hùng tinh có hình dáng giống Đại hùng tinh nhưng nhỏ hơn và tối hơn.

2) Chòm Sư tử (Leo) : Kéo dài đường thẳng nối giữa α và β của chòm Đại hùng tinh theo hướng sao β sẽ gặp chòm Sư tử, trong chòm sao này có sao màu trắng gọi là sao Regulus, sao β nằm ở đỉnh của một tam giác vuông nhỏ, về phía Đông là ngôi Denebola. Kéo dài đường thẳng nối giữa α và β của chòm Sư tử về phía Tây sẽ gặp sao α (Procyon) thuộc chòm Tiểu khuyển, về phía Đông gặp ngôi α (Arcturus) thuộc chòm Mục phu . (Chú ý, hình vẽ biểu thị bầu trời khi ta ngửa mặt nhìn bầu trời, đầu hướng về phía Bắc).

3) Chòm Mục phu và Chòm Thất nữ: Kéo dài đuôi "cán gáo" của chòm Đại hùng tinh theo chiều cong của nó sẽ tìm thấy sao Arturus thuộc chòm Mục phu, tiếp tục kéo dài đường cong đó sẽ gặp ngôi Spica thuộc chòm Thất nữ. Ba ngôi Denebola, Arcturus và Spica tạo thành một tam giác đều. Gần sao Spica là chòm Điểu nha (Con quạ - Corvus), gồm có 4 sao tạo thành một hình thang trong đó có sao γ Gienah.

4) Chòm Nam thập tự (Acrus) và chòm Bán thân mã (Centaurus) :
Hai chòm sao này nằm ở phía Nam chòm Thất nữ gần thiên cực Nam. Chòm Nam thập tự gồm có 4 sao trong đó có α (Acrus), γ (Gacrux). Phía đông chòm Nam thập tự là chòm Bán nhân mã, trong đó có hai sao sáng ở gần nhau là α (Rigel Kent) vàβ (Hadar), đường vuông góc chia đôi khoảng cách giữa α và β chỉ đúng Thiên cực Nam.

Bầu trời mùa xuân bắc bán cầu



Hình 3.43

2. Bầu trời sao mùa hè bắc bán cầu (hình 3.44)

Trước và sau Hạ chí (tháng 6, tháng 7), suốt cả đêm có thể nhìn thấy các chòm sao Thiên ngà, Thiên cầm, Thiên hạt (Bò cạp trời)

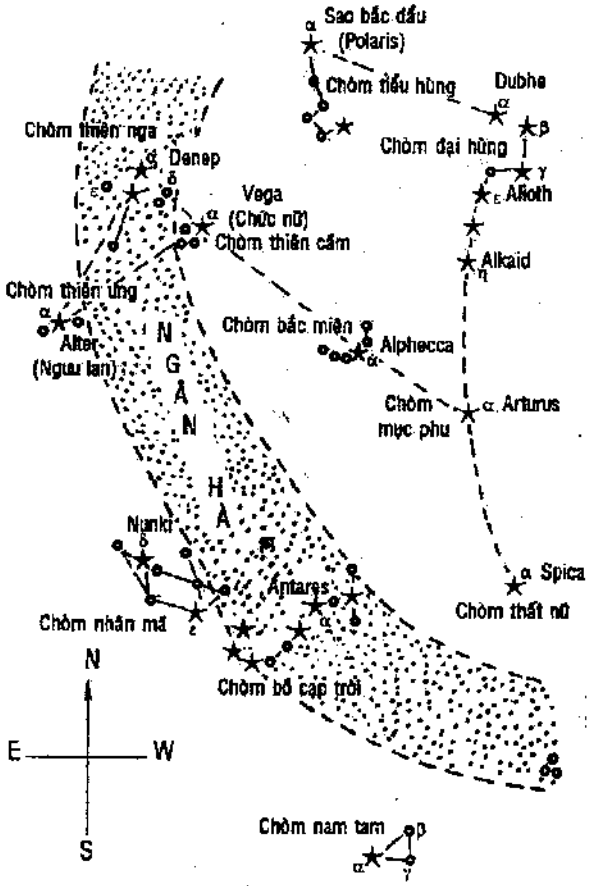
1) Chòm Thiên nga, Thiên hạt

Chòm Thiên nga (Cygnus) gồm năm sao tạo thành hình chữ thập (còn gọi là Thập tự bắc), trong đó sao sáng nhất là α (Denep). Chòm Thiên hạt (Scorpius) nằm giữa dải Ngân hà có sao sáng nhất là α (Antares).

2) Chòm Thiên cầm, chòm Thiên ưng.

Chòm Thiên ưng (Aquila) nằm ở phía đông dải ngân hà, gần chòm Thiên nga, trong đó có sao α Altair (Ngưu lang). Kéo dài đường nối 3 sao của chòm Thiên ưng gặp chòm Thiên cầm (Lyra) ở phía đối diện dải Ngân hà, trong đó có sao α Vega (Chức nữ).

Bầu trời mùa hè bắc bán cầu



Hình 3.44

3) Chòm Nhân mã (Sagittarius).

Nằm ở phía đông chòm Thiên hạt, trong đó có sao hàng hải Nunki.

4) Chòm Bắc miện (Corona Borealis)

Nằm giữa đường nối sao Vega với Arturus, gồm một nhóm sao tạo thành hình móng ngựa, trong đó ngôi α Alphecca nằm ở giữa.

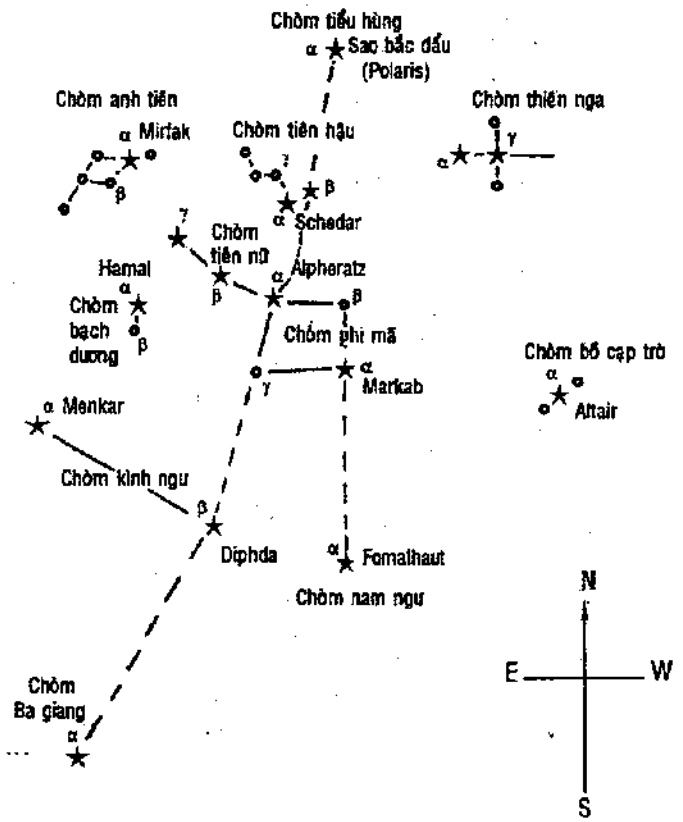
3. Bầu trời sao mùa thu bắc bán cầu (hình 3.45)

Trước và sau Thu phân suốt đêm có thể nhìn thấy các chòm sao Tiên hậu, Phi mã, Nam ngư

1) Chòm Tiên hậu (Cassiopeia)

Gồm 5 ngôi sao có độ sáng kém tạo thành hình chữ W, nó nằm ở khoảng giữa chòm Phi mã và sao Bắc đẩu, hơi lệch về phía Đông trong đó sao α là Schedar.

Bầu trời mùa thu bắc bán cầu



Hình 3.45

2) Chòm Phi mã (Pegasus).

Gồm 3 ngôi sao sáng α, β, γ, 3 sao này cùng với sao α của chòm Tiên nữ tạo thành một hình vuông. Kéo dài hai sao α, β của chòm này về phía Bắc sẽ gặp sao Bắc đẩu, về phía Nam sẽ gặp sao Fomalhaut thuộc chòm Nam ngư. Kéo dài đường nối β của chòm Phi mã và α của chòm Tiên nữ sẽ gặp sao α Hamal thuộc Chòm bạch dương.

4. Bầu trời sao mùa đông bắc bán cầu (hình 3.46)

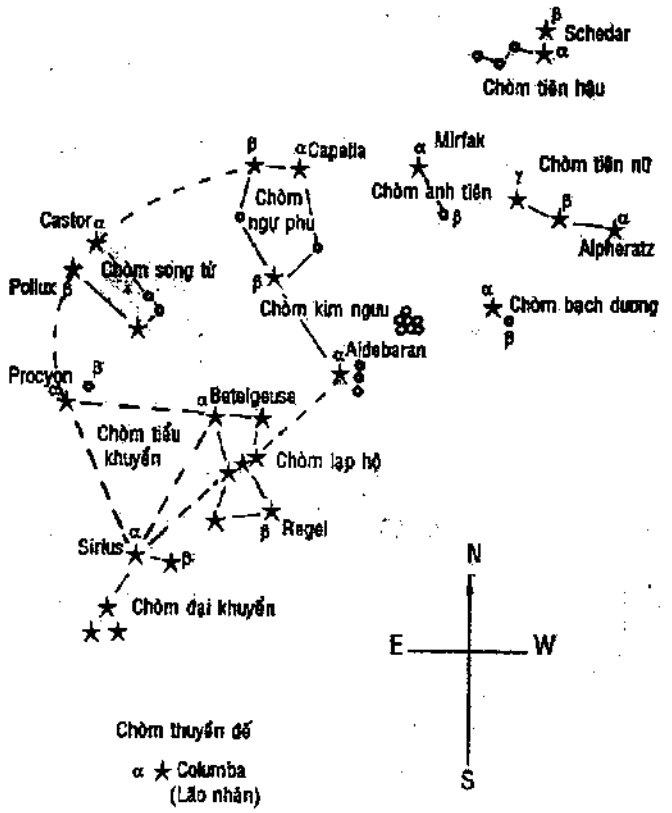
Trước và sau Đông chí (tháng 12, tháng 1), thâu đêm có thể nhìn thấy những sao hàng hải chủ yếu như sau : chòm Ngự phu, Lạp hộ, Đại khuyển, Thuyền đế, Kim ngưu.

1) Chòm Lạp hộ (Orion)

Gồm 4 sao sáng tạo thành hình thang ở giữa có 3 sao xếp thành đường thẳng nằm ngang thiên xích đạo, trong đó sao α (Betelgues) và β (Regel) là sao cấp 1, đường nối giữa α và β vuông góc với đường nối 3 sao ở giữa, sao β sáng hơn sao α.

2) Chòm Kim ngưu (Taurus)

Kéo dài đường nối 3 sao giữa chòm Lạp hộ theo hướng Tây Bắc sẽ gặp sao α (Aldebaran) của chòm Kim ngưu, tiếp tục kéo dài theo hướng này sẽ gặp một nhóm sao mờ màu xanh nhạt gọi là chòm Bảy chị em.



Hình 3.46

3) Chòm Đại khuyển (Canis Major) và chòm Thuyền đế (Columba)

Kéo dài đường nối 3 sao giữa chòm Lạp hộ theo hướng Đông Nam sẽ gặp ngôi sao sáng α (Sirius) thuộc chòm Đại khuyển. Phía nam chòm Đại khuyển là chòm Thuyền đế có sao α (Lão nhân).

4) Chòm Song tử, Tiểu khuyển và Ngự phu

Kéo dài đường nối sao α và β của chòm Lạp hộ về phía đông bắc sẽ gặp chòm Song tử (Gemini) gồm 4 sao tạo thành một hình chữ nhật, trong đó có hai sao hàng hải α (Castor) và β (Pollux). Kéo dài đường nối giữa hai sao α và γ của chòm Lạp hộ về phía Đông sẽ tìm thấy ngôi α (Procyon) thuộc Chòm tiểu khuyển. Kéo dài đường nối hai ngôi γ và β của chòm Lạp hộ về phía Bắc sẽ tìm thấy chòm Ngự phu (Auriga) cùng với sao β của chòm Kim ngưu tạo thành một hình ngũ giác. Sao α của chòm Ngự phu có tên là Capella. Các sao Capella, Castor, Gemini, Procyon và Sirus tạo thành nửa bán cung tròn rất dễ nhận dạng. Phía tây của chòm Ngự phu là chòm Anh tiên (Perseus) có sao α là Mirfak, chòm Tiên nữ (Andromeda) với sao α là Alpheratz nằm ở gần chòm Tiên hậu có sao α Scheda.

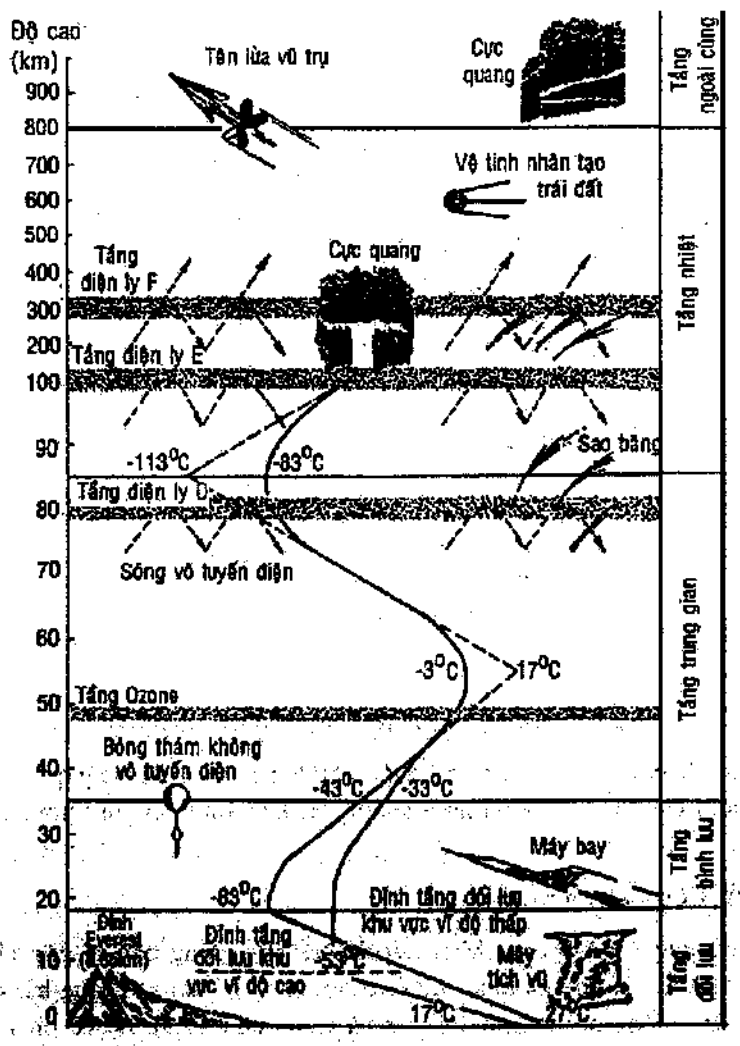
4

KHÍ TƯỢNG HÀNG HẢI

4.1 Khí quyển

4.1.1 Cấu tạo của khí quyển

1. Tầng đối lưu, tầng bình lưu, tầng trung gian, tầng nhiệt và tầng ngoài cùng



Hình 4.01

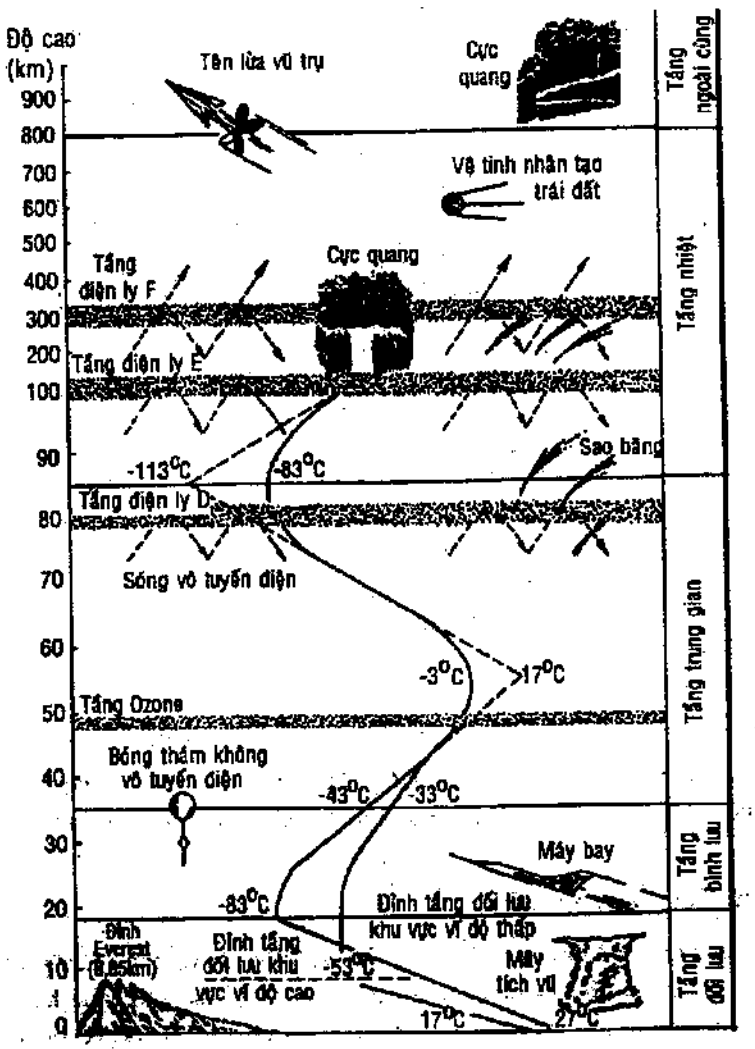
Sự phân bố các yếu tố khí tượng trong khí quyển cho dù là theo chiều thẳng đứng hay chiều ngang đều không đồng đều, theo đặc trưng đó có thể chia khí quyển thành nhiều tầng. Tổ chức khí tượng thế giới thống nhất quy định, căn cứ đặc điểm phân bố sự chuyển động theo chiều thẳng đứng của nhiệt độ không khí và khí quyển, bầu khí quyển được chia thành tầng

KHÍ TƯỢNG HÀNG HẢI

4.1 Khí quyển

4.1.1 Cấu tạo của khí quyển

1. Tầng đối lưu, tầng bình lưu, tầng trung gian, tầng nhiệt và tầng ngoài cùng



Hình 4.01

Sự phân bố các yếu tố khí tượng trong khí quyển cho dù là theo chiều thẳng đứng hay chiều ngang đều không đồng đều, theo đặc trưng đó có thể chia khí quyển thành nhiều tầng. Tổ chức khí tượng thế giới thống nhất quy định, căn cứ đặc điểm phân bố sự chuyển động theo chiều thẳng đứng của nhiệt độ không khí và khí quyển, bầu khí quyển được chia thành tầng

đối lưu, tầng bình lưu, tầng trung gian, tầng nhiệt và tầng ngoài cùng của khí quyển (hình 4.01).

2. Tầng điện ly

Ngoài các tầng phân chia như trên, trong khí quyển còn tồn tại tầng điện ly nằm ở độ cao từ 50km đến độ cao 1000km trên mặt đất. Tầng điện ly hình thành là do dưới tác dụng của ánh sáng mặt trời phân tử của các chất khí bị ion hóa biến thành các ion mang điện tích dương và các điện tử tự do. Vì vậy tầng điện ly có thể dẫn điện và phản xạ sóng vô tuyến điện rất tốt. Tầng điện ly có lớp F, E và D ở các độ cao khác nhau theo như hình 4.01. Xem Bảng đặc tính các tầng khí quyển dưới đây.

Hiện tượng bắc cực quang, kỳ quan tuyệt đẹp của thiên nhiên cũng xuất hiện ở tầng điện ly.

ĐẶC TÍNH CÁC TẦNG KHÍ QUYỂN

Tên	*Chiều cao trên cùng (km)*	*Đặc tính*
Tầng đối lưu (Troposphere)	18	Nhiều hơi nước, có các hiện tượng như mây, mù, giáng thuỷ, không khí chuyển động đối lưu và hỗn loạn
Tầng bình lưu (Stratosphere)	35	Ít hơi nước, không khí loảng hơn nhiều so với tầng đối lưu, có rất ít các hiện tượng khí quyển, khí lưu tương đối ổn định, không khí không có chuyển động theo chiều thẳng đứng mà chỉ chuyển động theo chiều ngang.
Tầng trung gian (Mesosphere)	85	Chuyển động đối lưu của không khí rất mạnh, nhiệt độ giảm xuống khi chiều cao tăng lên
Tầng nhiệt (Thermosphere)	800	Trong tầng nhiệt nhiệt độ của khí quyển rất cao, ban đêm biến đổi không nhiều, không khí ở trạng thái điện ly cao, mật độ ion dày đặc, có thể phản xạ sóng điện từ.
Tầng ngoài cùng khí quyển	Trên 800	Là khu vực quá độ giữa khí quyển và tinh không, độ dày của lớp không khí rất mỏng không có ranh giới rõ rệt với bên ngoài không gian, lực hấp dẫn của trái đất yếu, các chất điểm của không khí thoát vào không gian, không truyền sóng âm.

4.1.2 Thành phần của khí quyển

Thành phần của khí quyển gồm có không khí khô, hơi nước và tạp chất (bụi).

1. Không khí khô (Dry air)

Đây là thành phần chính trong khí quyển, là một hỗn hợp các chất theo bảng thống kê sau đây:

Chất khí	*Ký hiệu hoá học*	*Hàm lượng trong không khí khô*	
		Theo thể tích (%)	*Theo khối lượng (%)*
Nitrogen	N_2	78,08	75,52
Oxygen	O_2	20,95	23,15
Argon	Ar	0,93	1,28
*Carbon Dioxide	CO_2	0,0360	0,05
Neon	Ne	0.0018	
Helium	He	0.0005	
*Methane	CH_4	0.00017	
Hydrogen	H_2	0.00005	
*Nitrous Oxide	N_2O	0.00003	
*Ozone	O_3	0.000004	

Các chất có dấu (*) là thành phần khí luôn thay đổi tỷ lệ theo chiều hướng tăng lên do con người gây ra trên hành tinh.

2. Hơi nước trong không khí (Vapour)

Hơi nước có trong không khí là do nước từ sông, hồ, đại dương và bề mặt vật thể trên trái đất bốc hơi và bay lên, đó là loại khí có hàm lượng thay đổi nhiều nhất. Hơi nước từ trái đất bốc từ thấp bay lên cao, càng lên cao thì tỷ lệ hơi nước càng giảm đi. Ở vùng nhiệt đới hàm lượng hơi nước trong không khí chiếm 4% thể tích. Ở độ cao 10 km, lượng hơi nước chỉ bằng 1% lượng hơi nước trên bề mặt trái đất. Ở độ cao 5 km tính từ bề mặt trái đất, khối lượng của không khí chiếm 50% khối lượng toàn bộ khí quyển, hơi nước chiếm 90% toàn bộ hơi nước trong khí quyển. Lượng hơi nước trong khí quyển tuy không nhiều nhưng luôn luôn thay đổi bất định, hơi nước đóng một vai trò quyết định tạo nên các hiện tượng khí tượng như mây, mù, mưa, tuyết (mây, mù không được nhầm lẫn với hơi nước, mây và mù là những giọt sương nhỏ nhìn thấy được ở trạng thái nước).

3. Tạp chất (Dust)

Tạp chất trong khí quyển gồm các hạt bụi rắn, khói, tinh thể muối, tinh thể nước, phấn hoa thực vật, vi sinh vật, bụi khói núi lửa từ trái đất, sao băng vỡ.

4.1.3 Khí quyển tiêu chuẩn

Độ cao km	*Nhiệt độ (^{0}C)*	*Khí áp (kPa)*	*Tỷ trọng tg. đối %*	*Độ cao km*	*Nhiệt độ (^{0}C)*	*Khí áp (kPa)*	*Tỷ trọng tg. đối %*
20,0	-56,5	54,7	7,2	5,0	-17,5	540,2	60,1
17,5	-56,5	81,2	10,7	2,5	-1,3	746,8	78,1
15,0	-56,5	120,5	15,8	1,0	8,5	898,7	90,7
12,5	-56,5	178,7	23,5	0,5	11,7	954,6	95,3
10,0	-50,0	264,4	33,7	0,0	15,0	1013,25	100,0
7,5	-33,7	382,5	45,4				

Hiện nay các quốc gia thống nhất chấp thuận *khí quyển tiêu chuẩn* là không khí khô thành phần không biến đổi theo độ cao; nhiệt độ mặt biển 15^{0}C; khí áp mặt biển 1013,25hPa;

khối lượng riêng không khí trên mặt biển 1225g/m^3 ; gradient nhiệt độ theo chiều thẳng đứng ở độ cao dưới 11km là 6,5^{0}C/km; từ độ cao 11km trở lên nhiệt độ không khí là một hằng số bằng -56,5^{0}C. Theo đó, mối quan hệ giữa độ cao khí quyển với nhiệt độ, khí áp và tỷ trọng tương đối của khí quyển tổng hợp như bảng ở trên.

4.2 Các yếu tố khí tượng

4.2.1 Nhiệt độ khí quyển

BẢNG CHUYỂN ĐỔI THANG NHIỆT ĐỘ

4.A

F = Fahrenheit, C = Celsius (centigrade), K = Kelvin

F	C	K	F	C	K	C	F	K	K	F	C
°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
−20	−28.9	244.3	+40	+4.4	277.6	−25	−13.0	248.2	250	−9.7	−23.2
19	28.3	244.8	41	5.0	278.2	24	11.2	249.2	251	7.9	22.2
18	27.8	245.4	42	5.6	278.7	23	9.4	250.2	252	6.1	21.2
17	27.2	245.9	43	6.1	279.3	22	7.6	251.2	253	4.3	20.2
16	26.7	246.5	44	6.7	279.8	21	5.8	252.2	254	2.5	19.2
−15	−26.1	247.0	+45	+7.2	280.4	−20	−4.0	253.2	255	−0.7	−18.2
14	25.6	247.6	46	7.8	280.9	19	2.2	254.2	256	+1.1	17.2
13	25.0	248.2	47	8.3	281.5	18	−0.4	255.2	257	2.9	16.2
12	24.4	248.7	48	8.9	282.0	17	+1.4	256.2	258	4.7	15.2
11	23.9	249.3	49	9.4	282.6	16	3.2	257.2	259	6.5	14.3
−10	−23.3	249.8	+50	+10.0	283.2	−15	+5.0	258.2	260	+8.3	−13.2
9	22.8	250.4	51	10.6	283.7	14	6.8	259.2	261	10.1	12.2
8	22.2	250.9	52	11.1	284.3	13	8.6	260.2	262	11.9	11.2
7	21.7	251.5	53	11.7	284.8	12	10.4	261.2	263	13.7	10.2
6	21.1	252.0	54	12.2	285.4	11	12.2	262.2	264	15.5	9.2
−5	−20.6	252.6	+55	+12.8	285.9	−10	+14.0	263.2	265	+17.3	−8.2
4	20.0	253.2	56	13.3	286.5	9	15.8	264.2	266	19.1	7.2
3	19.4	253.7	57	13.9	287.0	8	17.6	265.2	267	20.9	6.2
2	18.9	254.3	58	14.4	287.6	7	19.4	266.2	268	22.7	5.2
−1	18.3	254.8	59	15.0	288.2	6	21.2	267.2	269	24.5	4.2
0	−17.8	255.4	+60	+15.6	288.7	−5	+23.0	268.2	270	+26.3	−3.2
+1	17.2	255.9	61	16.1	289.3	4	24.8	269.2	271	28.1	2.2
2	16.7	256.5	62	16.7	289.8	3	26.6	270.2	272	29.9	1.2
3	16.1	257.0	63	17.2	290.4	2	28.4	271.2	273	31.7	−0.2
4	15.6	257.6	64	17.8	290.9	−1	30.2	272.2	274	33.5	+0.8
+5	−15.0	258.2	+65	+18.3	291.5	0	+32.0	273.2	275	+35.3	+1.8
6	14.4	258.7	66	18.9	292.0	+1	33.8	274.2	276	37.1	2.8
7	13.9	259.3	67	19.4	292.6	2	35.6	275.2	277	38.9	3.8
8	13.3	259.8	68	20.0	293.2	3	37.4	276.2	278	40.7	4.8
9	12.8	260.4	69	20.6	293.7	4	39.2	277.2	279	42.5	5.8
+10	−12.2	260.9	+70	+21.1	294.3	+5	+41.0	278.2	280	+44.3	+6.8
11	11.7	261.5	71	21.7	294.8	6	42.8	279.2	281	46.1	7.8
12	11.1	262.0	72	22.2	295.4	7	44.6	280.2	282	47.9	8.8
13	10.6	262.6	73	22.8	295.9	8	46.4	281.2	283	49.7	9.8
14	10.0	263.2	74	23.3	296.5	9	48.2	282.2	284	51.5	10.8
+15	−9.4	263.7	+75	+23.9	297.0	+10	+50.0	283.2	285	+53.3	+11.8
16	8.9	264.3	76	24.4	297.6	11	51.8	284.2	286	55.1	12.8
17	8.3	264.8	77	25.0	298.2	12	53.6	285.2	287	56.9	13.8
18	7.8	265.4	78	25.6	298.7	13	55.4	286.2	288	58.7	14.8
19	7.2	265.9	79	26.1	299.3	14	57.2	287.2	289	60.5	15.8
+20	−6.7	266.5	+80	+26.7	299.8	+15	+59.0	288.2	290	+62.3	+16.8
21	6.1	267.0	81	27.2	300.4	16	60.8	289.2	291	64.1	17.8
22	5.6	267.6	82	27.8	300.9	17	62.6	290.2	292	65.9	18.8
23	5.0	268.2	83	28.3	301.5	18	64.4	291.2	293	67.7	19.8
24	4.4	268.7	84	28.9	302.0	19	66.2	292.2	294	69.5	20.8
+25	−3.9	269.3	+85	+29.4	302.6	+20	+68.0	293.2	295	+71.3	+21.8
26	3.3	269.8	86	30.0	303.2	21	69.8	294.2	296	73.1	22.8
27	2.8	270.4	87	30.6	303.7	22	71.6	295.2	297	74.9	23.8
28	2.2	270.9	88	31.1	304.3	23	73.4	296.2	298	76.7	24.8
29	1.7	271.5	89	31.7	304.8	24	75.2	297.2	299	78.5	25.8
+30	−1.1	272.0	+90	+32.2	305.4	+25	+77.0	298.2	300	+80.3	+26.8
31	0.6	272.6	91	32.8	305.9	26	78.8	299.2	301	82.1	27.8
32	0.0	273.2	92	33.3	306.5	27	80.6	300.2	302	83.9	28.8
33	+0.6	273.7	93	33.9	307.0	28	82.4	301.2	303	85.7	29.8
34	1.1	274.3	94	34.4	307.6	29	84.2	302.2	304	87.5	30.8
+35	+1.7	274.8	+95	+35.0	308.2	+30	+86.0	303.2	305	+89.3	+31.8
36	2.2	275.4	96	35.6	308.7	31	87.8	304.2	306	91.1	32.8
37	2.8	275.9	97	36.1	309.3	32	89.6	305.2	307	92.9	33.8
38	3.3	276.5	98	36.7	309.8	33	91.4	306.2	308	94.7	34.8
39	3.9	277.0	99	37.2	310.4	34	93.2	307.2	309	96.5	35.8
+40	+4.4	277.6	+100	+37.8	310.9	+35	+95.0	308.2	310	+98.3	+36.8

1. Các loại thang đo lường nhiệt độ

Nhiệt độ khí quyển là một đại lượng vật lý biểu thị mức độ nóng lạnh của không khí.

Nhiệt độ được đo lường theo ba thang đo khác nhau, thang nhiệt độ C (Celsius), thang nhiệt độ F (Fahrenheit) và thang nhiệt độ tuyệt đối.

2. Điểm chuẩn của các loại thang đo nhiệt độ

Bất kể dùng thang C hay thang F đều lấy điểm đóng băng và điểm sôi trong điều kiện khí áp tiêu chuẩn làm hai điểm chuẩn để đo.

a) Thang nhiệt độ C lấy điểm đóng băng làm điểm chuẩn 0 ^{0}C và điểm sôi làm điểm chuẩn 100 ^{0}C, từ điểm đóng băng đến điểm sôi chia làm 100 phần bằng nhau, mỗi phần bằng 1 ^{0}C, nhiệt độ đo theo thang C có kèm chữ C.

b) Thang F thì lại lấy điểm đóng băng làm điểm chuẩn 32 ^{0}F, điểm sôi làm điểm chuẩn 212 ^{0}F, từ điểm đóng băng đến điểm sôi chia làm 180 ^{0}F. Nhiệt độ đo theo thang F có kèm chữ F.

c) Thang nhiệt độ tuyệt đối lấy điểm đóng băng làm điểm chuẩn 273,15 ^{0}K và điểm sôi làm điểm chuẩn 373 ^{0}K, từ điểm đóng băng đến điểm sôi chia làm 100 ^{0}K

3. Mối quan hệ giữa ba loại thang đo

Mối quan hệ giữa nhiệt độ theo thang C và thang F như sau :

$$F = \frac{9}{5}C + 32$$

$$C = \frac{5}{9}(F - 32)$$

$$K = C + 273$$

Xem Bảng chuyển đổi thang nhiệt độ 4.A.

4.2.2 Khí áp

Không khí có khối lượng nên tạo ra áp lực gọi là khí áp. Khí áp của một độ cao nào đó trong khí quyển là khối lượng của một cột không khí hình trụ tác dụng lên một đơn vị diện tích đáy hình trụ đó. Trong thực tiễn, khí áp được tính bằng độ cao tương đương của một cột thủy ngân có khối lượng cân bằng với nó trong cùng điều kiện nhiệt độ, vĩ độ, độ cao.

1. Khí áp tiêu chuẩn

Trong ứng dụng quy định áp lực trung bình của khí áp lên một đơn vị diện tích bằng áp lực một cột thủy ngân cao 76 centimet (1013 hPa) trên mặt biển trung bình ở vĩ độ 45^0 nhiệt độ 0 ^{0}C là *khí áp tiêu chuẩn*, gọi là 1 *Atmosphere*.

2. Chuyển đổi đơn vị đo khí áp

Độ cao của cột thủy ngân 76cm tương đương với một áp lực là,

$$76 \times 13{,}6 \times 980 = 1{,}013 \times 10^6 \text{ (dyn/cm}^2\text{)}$$

Lấy 10^6 dyn/cm^2 làm đơn vị tiêu chuẩn của khí áp gọi là "ba" (Bar), một phần nghìn của "ba" gọi là miliba, viết tắt mb. Vậy,

$$1 \text{ mb} \approx 1.000 \text{ dyn/cm}^2$$

Pa (Pascal), đơn vị đo áp suất theo hệ SI, là áp suất tạo nên bởi lực 1 newton tác dụng lên diện tích một mét vuông. Theo quyết định của Tổ chức khí tượng thế giới (WMO), hectopascal (hPa) được lấy làm đơn vị quốc tế để đo khí áp, 1hPa = 1mb =100Pa.

Như vậy, 1.000mb gần bằng độ cao trụ thủy ngân 760 milimét, tức,

$$\underline{1\text{mm Hg} \approx 4/3 \text{ mb} = 4/3 \text{ hPa}}$$

hoặc $$\underline{1\text{mb} = 1\text{hPa} \approx 3/4 \text{ mm Hg}}$$

"Bảng chuyển đổi giữa mmHg và hPa" (4.B) giúp cho việc chuyển đổi nhanh chóng giữa hai đơn vị này.

BẢNG CHUYỂN ĐỔI GIỮA mmHg VÀ hPa

4.B

mm Hg	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	hPa									
600	799.9	801.3	802.6	803.9	805.3	806.6	807.9	809.3	810.6	811.9
610	813.3	814.6	815.9	817.3	818.6	819.9	821.3	822.6	823.9	825.3
620	826.6	827.9	829.3	830.6	831.9	833.3	834.6	835.9	837.3	838.6
630	839.9	841.3	842.6	843.9	845.3	846.6	847.9	849.3	850.6	851.9
640	853.3	854.6	855.9	857.3	858.6	859.9	861.3	862.6	863.9	865.3
650	866.6	867.9	869.4	870.6	871.9	873.3	874.6	876.9	877.3	878.6
660	879.9	881.3	882.6	883.9	885.3	886.6	887.9	889.3	890.6	891.9
670	893.3	894.6	895.9	897.3	898.6	899.9	901.3	902.6	903.9	905.3
680	906.6	907.9	909.3	910.6	911.9	913.3	914.6	915.9	917.3	918.6
690	919.0	921.3	922.6	923.9	925.3	926.6	927.9	929.3	930.6	931.9
700	933.3	934.6	935.9	937.3	938.6	939.9	941.3	942.6	943.9	945.3
710	946.6	947.9	949.3	950.6	951.9	953.3	954.6	955.9	957.3	958.6
720	959.9	961.3	962.6	963.9	965.3	966.6	967.9	969.3	970.6	971.9
730	973.3	974.6	975.9	977.3	978.6	979.9	981.3	982.6	983.9	985.3
740	986.6	987.9	989.3	990.6	991.9	993.3	994.6	995.9	997.3	998.6
750	999.9	1001.3	1002.6	1003.9	1005.3	1006.6	1007.9	1009.3	1010.6	1011.9
760	1013.3	1014.6	1015.9	1017.2	1018.6	1019.9	1021.2	1022.6	1023.9	1025.2
770	1026.6	1027.9	1029.2	1030.6	1031.9	1033.2	1034.6	1035.9	1037.2	1038.6
780	1039.9	1041.2	1042.6	1043.9	1045.2	1046.6	1047.9	1049.2	1050.6	1051.9
790	1053.2	1054.6	1055.9	1057.2	1058.6	1059.9	1061.2	1062.6	1063.9	1065.2

3. Khí áp ở các độ cao khác nhau trên mặt biển

Càng lên cao thì khí áp càng giảm, vì vậy không thể so sánh trực tiếp khí áp ở các độ cao khác nhau, khi so sánh đều lấy khí áp ở mặt biển làm chuẩn, khí áp ở các độ cao khác nhau phải hiệu chỉnh về khí áp mặt biển để so sánh. Bảng 4.C là "Bảng so sánh các chỉ số khí áp, nhiệt độ và khối lượng riêng của không khí ở các độ cao khác nhau" và bảng 4.D là "Bảng hiệu chỉnh khí áp theo độ cao và nhiệt độ".

KHÍ ÁP, NHIỆT ĐỘ VÀ KHỐI LƯỢNG RIÊNG CỦA KHÔNG KHÍ Ở CÁC ĐỘ CAO KHÁC NHAU 4.C

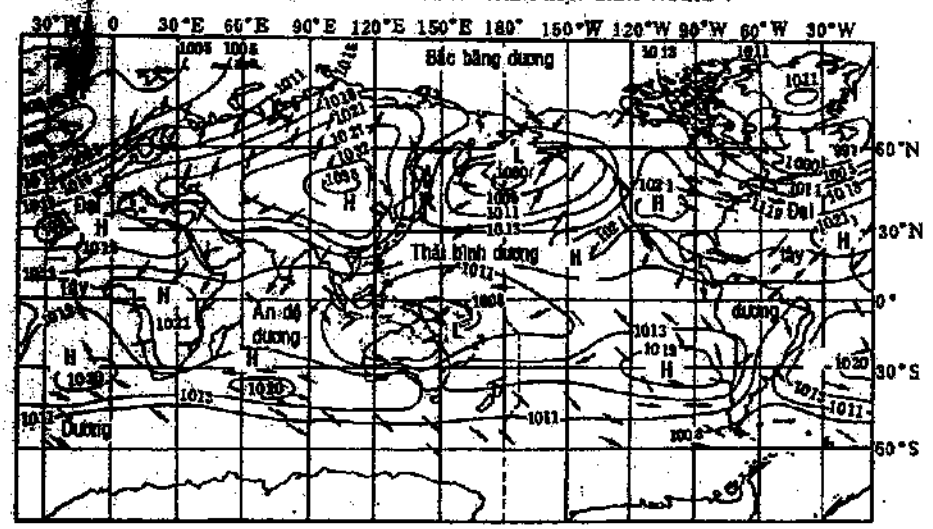
Độ cao (m)	Khí áp (mmHg)	Khí áp (hPa)	Nhiệt độ (°C)	Kh.lượng riêng (kg/m³)	Độ cao (m)	Khí áp (mmHg)	Khí áp (hPa)	Nhiệt độ (°C)	Kh.lượng riêng (kg/m³)
0	760	1013	15.0	1.226	7000	308	410	−30.5	0.590
1000	674	899	8.5	1.112	8000	267	356	−37.0	0.526
2000	596	795	2.0	1.007	9000	231	307	−43.5	0.467
3000	526	701	−4.5	0.909	10000	198	264	−50.0	0.413
4000	462	616	−11.0	0.820	11000	170	226	−56.5	0.364
5000	405	540	−17.5	0.737	12000	145	193	−56.5	0.311
6000	354	472	−24.0	0.660					

SỐ HIỆU CHỈNH KHÍ ÁP THEO ĐỘ CAO VÀ NHIỆT ĐỘ 4.D

Số hiệu chỉnh / Nhiệt độ (C) / (hPa) / Độ cao (m)	−10	0	10	20	30	40	Số hiệu chỉnh / Nhiệt độ (C) / (hPa) / Độ cao (m)	−10	0	10	20	30	40
3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	13	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4
4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	14	1.8	1.8	1.7	1.6	1.6	1.5
5	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	15	2.0	1.9	1.8	1.8	1.7	1.6
6	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	16	2.1	2.0	1.9	1.9	1.8	1.7
7	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	17	2.2	2.1	2.1	2.0	1.9	1.9
8	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	18	2.3	2.3	2.2	2.1	2.0	2.0
9	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	19	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1
10	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	20	2.6	2.5	2.4	2.3	2.3	2.2
11	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	21	2.7	2.6	2.5	2.5	2.4	2.3
12	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	22	2.9	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4

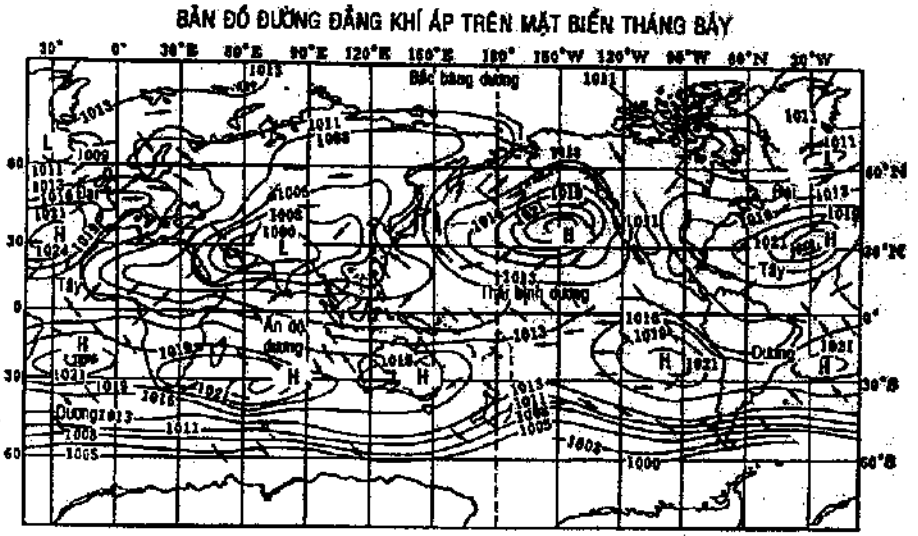
4. Đường đẳng khí áp - Isobars

BẢN ĐỒ ĐƯỜNG ĐẲNG KHÍ ÁP TRÊN MẶT BIỂN THÁNG 1



Hình 4.02

Đường đẳng khí áp là các đường cong vẽ trên bản đồ khí tượng nối các điểm có cùng áp suất không khí. Các đường đẳng áp có thể cách nhau một hoặc nhiều milibar tuỳ theo tỷ lệ của bản đồ. Hình 4.02 và hình 4.03 là bản đồ đường đẳng khí áp trên mặt đại dương vào tháng Một và tháng Bảy.



Hình 4.03

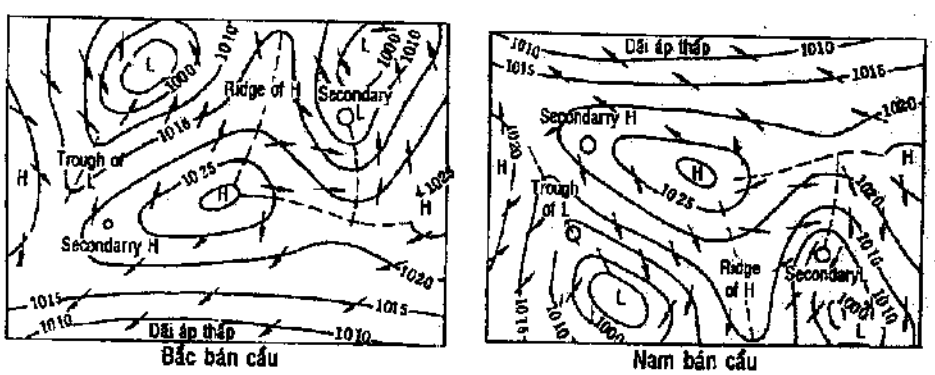
5. Một số hình thức biểu hiện của trường khí áp trên mặt biển

1) Áp thấp – Depression hoặc Low (L)

Đó là một khu vực không khí có đường đẳng áp khép kín có hình dáng hơi tròn hoặc ôvan mà ở trung tâm khí áp thấp hơn ở chung quanh. Theo định luật Buys Ballot, ở bắc bán cầu gió thổi theo chiều ngược kim đồng hồ, và ở nam bán cầu theo chiều thuận kim đồng hồ chung quanh vùng áp thấp. (Hình 4.04)

2) Áp cao hoặc xoáy nghịch – Anticyclone (H)

Là một khu vực không khí có đường đẳng áp khép kín mà ở trung tâm khí áp cao hơn ở chung quanh có hình gần tròn hoặc hình ôvan, ở bắc bán cầu gió thổi theo chiều thuận kim đồng hồ, và ở nam bán cầu theo chiều nghịch kim đồng hồ chung quanh vùng áp cao. (Hình 4.04)



Hình 4.04

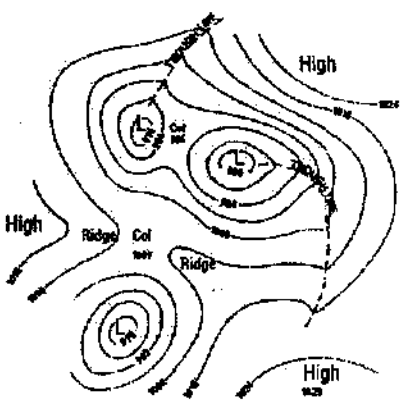
3) Áp thấp phụ (thứ cấp) – Secondary Depression

Là một áp thấp nhỏ hình thành ở bên trong vùng áp thấp mẹ (ban đầu) , khi áp thấp mẹ già và bị lấp đầy thì áp thấp phụ phát triển và mỗi lúc một lấn sâu cho đến khi hoàn toàn thu phục áp thấp mẹ. Áp thấp phụ thường phát triển mãnh liệt hơn so với áp thấp mẹ.

4) Áp cao phụ – Là một áp cao hình thành ở lõm bên trong vùng áp cao. (Hình 4.04)

5) Lõm áp thấp – Trough of low pressure

Là một phần kéo dài của áp thấp trong khu vực áp thấp thể hiện trên bản đồ khí tượng ở những chỗ nhọn (nhô ra ngoài áp thấp) của đường đẳng áp, đường nối các điểm nhọn đó hình thành *đường lõm* (trough line) nếu không có các đường đẳng áp thì nó có xu hướng nhô về phía áp cao (hình 4.05).



Hình 4.05

6) Chỏm áp cao – Ridge of high pressure

Là một phần phát triển kéo dài của áp cao trong vùng cao áp nằm giữa hai khu vực áp thấp, các đường đẳng áp bị méo với độ cong lớn nhất theo chiều trục của chỏm (Hình 4.05).

7) Đèo hình yên ngựa – Col

Khi hai áp cao và hai áp thấp phân bố đối diện giao nhau sẽ tạo thành một khu vực "đèo hình yên ngựa" hai bên thấp áp và hai bên kia cao áp (Hình 4.05).

8) Dãi áp thấp – Là khu vực hẹp kéo dài giữa hai áp cao.

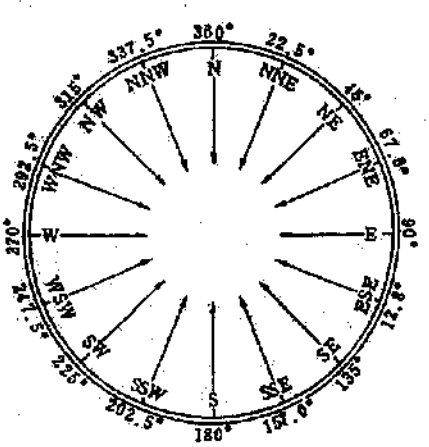
9) Dãi áp cao - Là khu vực hẹp kéo dài giữa hai áp thấp

4.2.3 Gió

Sự chuyển động của không khí theo chiều ngang gây nên bởi chênh lệch áp suất không khí ở vùng lân cận gọi là gió. Căn cứ vào quy luật biến đổi của khí áp ta có thể biết được quy luật phân bố của gió. Gió là hình thức giao lưu giữa không khí lạnh và không khí nóng. Gió là một trong những nguyên nhân trực tiếp làm thay đổi thời tiết.

1. Cách biểu thị hướng gió và tốc độ gió

Gió có tốc độ và hướng. Hướng gió là *hướng gió thổi tới*. Hướng gió trên bề mặt trái đất được biểu thị bằng 16 phương vị ghép từ bốn chữ viết tắt của E (Đông), W (Tây), S (Nam), N (Bắc) theo như hình 4.06



Hình 4.06

Tốc độ gió là khoảng cách gió dịch chuyển trong một đơn vị thời gian, ký hiệu m/s, km/h, kn (nơ). Dưới đây là các bảng chuyển đổi đơn vị tốc độ gió từ km/h và kn sang m/s (Bản 4.E và 4.F).

2. Áp lực gió

Đơn vị đo áp lực của gió là kg/m^2, ký hiệu P, là lực tác dụng lên diện tích một mét vuông đặt vuông góc với hướng gió tới.

Áp lực gió phụ thuộc vào tốc độ gió, tính như sau,

$$P = 0{,}125V^2$$

Trong đó, P - Áp lực gió (kg/m^2)

V - Tốc độ gió (mét/giây)

BẢNG CHUYỂN ĐỔI km/h SANG m/s 4.E

km/h	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	m/s									
00	0	0.28	0.56	0.83	1.11	1.39	1.67	1.94	2.22	2.50
10	2.8	3.1	3.3	3.6	3.9	4.2	4.4	4.7	5.0	5.3
20	5.6	5.8	6.1	6.4	6.7	6.9	7.2	7.5	7.8	8.1
30	8.3	8.6	8.9	9.2	9.4	9.7	10.0	10.3	10.6	10.8
40	11.1	11.4	11.7	11.9	12.2	12.5	12.8	13.1	13.3	13.6
50	13.9	14.2	14.4	14.7	15.0	15.3	15.6	15.8	16.1	16.4
60	16.7	16.9	17.2	17.5	17.8	18.1	18.3	18.6	18.9	19.2
70	19.4	19.7	20.0	20.3	20.6	20.8	21.1	21.4	21.7	21.9
80	22.2	22.5	22.8	23.1	23.3	23.6	23.9	24.2	24.4	24.7
90	25.0	25.3	25.6	25.8	26.1	26.4	26.7	26.9	27.2	27.5
100	27.8	28.1	28.3	28.6	28.9	29.2	29.4	29.7	30.0	30.3
110	30.6	30.8	31.1	31.4	31.7	31.9	32.2	32.5	32.8	33.1
120	33.3	33.6	33.9	34.2	34.4	34.7	35.0	35.3	35.6	35.8
130	36.1	36.4	36.7	36.9	37.2	37.5	37.8	38.1	38.3	38.6
140	38.9	39.2	39.4	39.7	40.0	40.3	40.6	40.8	41.1	41.4
150	41.7	41.9	42.2	42.5	42.8	43.1	43.3	43.6	43.9	44.2
160	44.4	44.7	45.0	45.3	45.6	45.8	46.1	46.4	46.7	46.9
170	47.2	47.5	47.8	48.1	48.3	48.6	48.9	49.2	49.4	49.7
180	50.0	50.3	50.6	50.8	51.1	51.4	51.7	51.9	52.2	52.5
190	52.8	53.1	53.3	53.6	53.9	54.2	54.4	54.7	55.0	55.3
km/h	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	
m/s	0.03	0.06	0.08	0.11	0.14	0.17	0.19	0.22	0.25	

BẢNG CHUYỂN ĐỔI kn (No) SANG m/s 4.F

kn	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	m/s									
00	0	0.51	1.03	1.54	2.06	2.57	3.09	3.60	4.12	4.63
10	5.1	5.7	6.2	6.7	7.2	7.7	8.2	8.8	9.3	9.8
20	10.3	10.8	11.3	11.8	12.4	12.9	13.4	13.8	14.4	14.9
30	15.4	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.6	20.1
40	20.6	21.1	21.6	22.1	22.6	23.2	23.7	24.2	24.7	25.2
50	25.7	26.3	26.8	27.3	27.8	28.3	28.8	29.3	29.9	30.4
60	30.9	31.4	31.9	32.4	32.9	33.5	34.0	34.5	35.0	35.5
70	36.0	36.5	37.1	37.6	38.1	38.6	39.1	39.6	40.2	40.7

3. Cấp gió

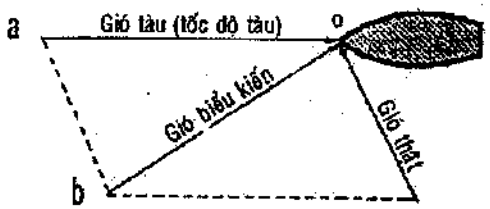
Gió được chia thành nhiều cấp để biểu thị sức gió lớn nhỏ. Theo quy ước quốc tế, gió được chia thành 12 cấp Beaufort. Cấp gió Beaufort do Francis Beaufort đưa ra năm 1806 và được công nhận để áp dụng rộng rãi vào năm 1838.

Cấp gió Beaufort

Cấp gió Beaufort	*Tốc độ gió ở độ cao 10m trên mặt biển*			*Mã hiệu Sức gió*	*Trạng thái mặt biển*	*Cấp sóng biển*		
	km/h	*kn*	*m/s*			*Cấp sóng*	*Độ cao (m)*	*Mã hiệu*
0	<1	<1	0~0.2	Calm	Yên tĩnh	0	0	Calm
1	1~5	1~3	0.3~1.5	Light air	Sóng gợn lăn tăn, đỉnh không có bọt. Tàu cá nhỏ hơi lắc lư	0	0	Calm
2	6~11	4~6	1.6~3.3	Light Breeze	Sóng lăn tăn, đỉnh trong vắt không bị vỡ.	0	0~0.1	Calm, rippled
3	12~19	7~10	3.4~5.4	Gentle Breeze	Sóng gợn cao, đỉnh sóng vỡ ra, rải rác bọt trắng.	2	0.1~0.5	Smooth
4	20~28	11~16	5.5~7.9	Moderate Breeze	Sóng nhỏ, kéo dài, đỉnh nhiều bọt trắng	3	0.5~1.25	Slight
5	29~38	17~21	8.0~10.7	Fresh Breeze	Sóng trung bình, kéo dài , đỉnh khá nhiều bọt trắng, bụi nước	4	1.25~2.5	Moderate
6	39~49	22~27	10.8~13.8	Strong Breeze	Sóng lớn hơn, khắp nơi bọt trắng ở đỉnh, nhiều bụi nước.	5	2.5~4	Rough
7	50~61	28~33	13.9~17.1	Near Gale	Sóng xếp lớp chuyển động, đỉnh bạc trắng đổ về phía trước theo hướng gió, kéo dài.	6	4~6	Very Rough
8	62~74	34~40	17.2~20.7	Gale	Sóng kéo dài, cao trung bình, đỉnh vỡ tung thành bụi nước, bọt tung toé kéo dài theo chiều gió	6	4~6	Very Rough
9	75~88	41~47	20.8~24.4	Strong Gale	Sóng cao, cuồn cuộn bọt tung thành vệt dày đặc, bụi nước làm giảm tầm nhìn	6	4~6	Very Rough
10	89~102	48~55	24.5~28.0	Storm	Sóng rất cao với đỉnh chồm lên, bọt trắng thổi tung toé dày đặc phủ khắp mặt biển, biển cuồn cuộn, tầm nhìn giảm hẳn	7	6~9	High
11	103~117	56~63	28.5~32.6	Violent Storm	Sóng cao bất thường, mặt biển phủ từng mảng bọt trắng, tầm nhìn xa giảm mạnh.	8	9~14	Very High

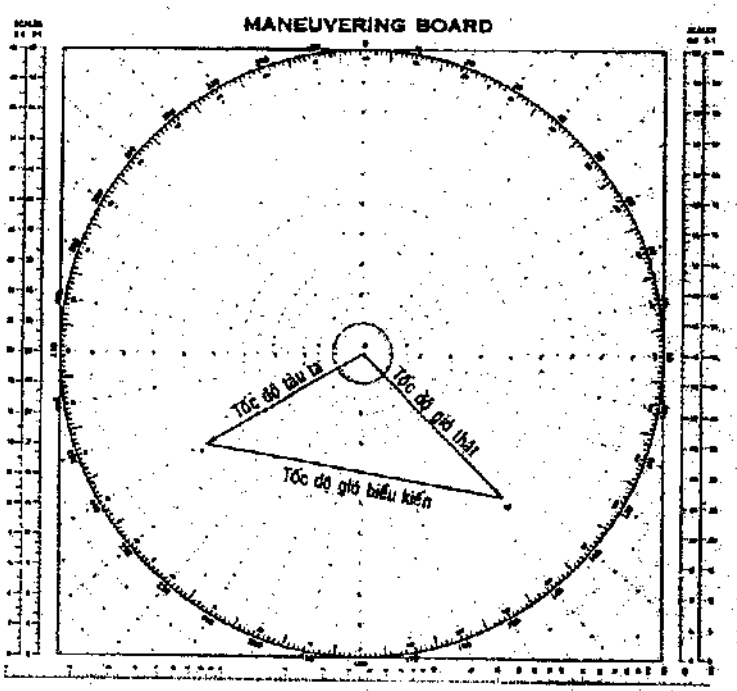
12	118~133	64~71	32.7~36.9	Hurricane	Sóng cao ngất, biển gào thét dữ dội, không gian trên mặt biển đầy bọt trắng, biển trắng xoá một màu, tầm nhìn xa giảm hẳn	9	14	Pheno-menal

4. Hướng gió thật, tốc độ gió thật



Hình 4.07

Con tàu chạy tới coi như đã tạo ra gió ngược lại gọi là gió tàu. Vì vậy gió đo được khi tàu đang chạy là tổng hợp *gió tàu* và *gió thật* gọi là *gió biểu kiến*. Muốn tìm hướng và tốc độ gió thực thì phải dùng một phép đồ giải đơn giản. Vẽ hai vec-tơ, gió tàu oa (lấy bằng tốc độ tàu theo chiều ngược lại) và gió biểu kiến ob theo như hình 4.07 trên hải đồ. Gió biểu kiến là gió đo được bằng đồng hồ đo gió khi tàu đang chạy. (Lấy tốc độ bằng hải lý theo tỷ lệ trên hải đồ) Nối hai điểm ab ở đầu cuối hai vec-tơ, vẽ đường song song với ab được vec-tơ V, đó là véc-tơ gió thật, có thể đo hướng và độ dài của vec-tơ V trên hải đồ.



Hình 4.08

Khi tàu dừng một chỗ thì hướng và tốc độ gió đo được chính là gió thật.

Cũng có thể tìm gió thật bằng cách đồ giải trên bảng đồ giải radа như hình 4.08. Chú ý, chiều mũi tên trên đồ giải là tốc độ tàu (ngược với gió tàu)

Để chuyển đổi nhanh gió biểu kiến sang gió thật cũng có thể dùng bảng 4G1,2,.. 6.

BẢNG CHUYỂN ĐỔI HƯỚNG VÀ CẤP GIÓ BIỂU KIẾN SANG HƯỚNG VÀ CẤP GIÓ THẬT

Đơn vị: Tốc độ - kn, Gió - cấp Beauford, Hướng gió, góc mạn - độ 4G1

Cấp gió biểu kiến	Góc mạn gió biểu kiến	0°					10°					20°					30°				
	Tốc độ tàu	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25
1	Góc mạn gió thật	180	180	180	180	180	174	178	179	179	179	167	176	177	178	178	163	174	176	177	177
	Cấp gió thật	1	3	4	5	6	1	3	4	5	6	1	3	4	5	6	1	3	4	5	6
2	Góc mạn gió thật	—	180	180	180	180	96	171	175	177	177	100	163	171	174	175	105	157	168	171	173
	Cấp gió thật	0	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
3	Góc mạn gió thật	0	180	180	180	180	24	126	167	172	175	44	116	158	166	170	62	116	150	161	166
	Cấp gió thật	2	1	2	4	5	2	1	3	4	5	2	2	3	4	5	2	2	3	4	5
4	Góc mạn gió thật	0	0	180	180	180	15	32	116	159	169	30	56	110	146	159	45	73	112	138	153
	Cấp gió thật	3	1	1	3	4	3	2	1	3	4	3	2	2	3	4	3	3	3	3	4
5	Góc mạn gió thật	0	0	0	180	180	13	21	43	112	152	27	40	68	108	137	39	56	82	110	130
	Cấp gió thật	4	3	1	1	2	4	3	2	2	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	4
6	Góc mạn gió thật	0	0	0	0	180	13	17	25	49	102	25	33	47	71	103	37	48	63	85	107
	Cấp gió thật	5	4	3	2	1	5	4	3	2	2	5	4	4	3	3	5	4	4	4	4
7	Góc mạn gió thật	0	0	0	0	0	12	15	20	28	47	24	29	38	51	71	36	45	54	68	85
	Cấp gió thật	6	5	4	3	2	6	5	4	4	3	6	5	5	4	4	6	6	5	4	4
8	Góc mạn gió thật	0	0	0	0	0	12	14	17	21	30	23	27	33	41	53	34	40	47	57	69
	Cấp gió thật	7	6	6	5	4	7	6	6	5	4	7	7	6	5	4	7	7	6	6	5
9	Góc mạn gió thật	0	0	0	0	0	11	13	15	18	22	22	25	30	35	43	33	38	44	51	59
	Cấp gió thật	8	8	7	6	5	8	8	7	6	5	8	8	7	6	6	8	8	7	7	6
10	Góc mạn gió thật	0	0	0	0	0	11	12	14	16	19	22	24	28	32	37	33	37	41	47	53
	Cấp gió thật	9	9	8	7	6	9	9	8	7	6	9	9	8	7	7	9	8	8	8	7
11	Góc mạn gió thật	0	0	0	0	0	11	12	13	15	17	22	24	26	29	33	33	36	39	43	48
	Cấp gió thật	10	10	9	8	8	10	10	9	8	8	10	10	8	9	8	10	10	9	9	8
12	Góc mạn gió thật	0	0	0	0	0	11	12	13	14	16	22	23	25	28	31	32	35	38	41	45
	Cấp gió thật	11	11	10	9	9	11	11	10	10	9	11	11	10	10	9	11	11	10	10	10

BẢNG CHUYỂN ĐỔI HƯỚNG VÀ CẤP GIÓ BIỂU KIẾN SANG HƯỚNG VÀ CẤP GIÓ THẬT

4G2 (tiếp theo)

Cấp gió biểu kiến	Góc mạn gió biểu kiến	40°					50°					60°				
	Tốc độ tàu	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25
1	Góc mạn gió thật	161	172	175	177	177	158	171	175	176	176	156	171	174	176	176
	Cấp gió thật	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
2	Góc mạn gió thật	110	154	165	169	171	115	152	163	168	170	120	151	162	167	169
	Cấp gió thật	1	3	4	5	5	2	3	4	5	5	2	3	4	5	6
3	Góc mạn gió thật	75	118	146	157	163	86	121	145	155	162	96	125	145	154	160
	Cấp gió thật	2	3	4	4	5	3	3	4	4	5	3	3	4	5	6
4	Góc mạn gió thật	59	85	116	138	150	70	97	121	138	148	82	104	125	139	147
	Cấp gió thật	3	3	3	4	5	4	3	4	4	5	4	4	4	5	6
5	Góc mạn gió thật	52	70	93	115	131	64	82	102	119	131	75	92	109	123	133
	Cấp gió thật	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6
6	Góc mạn gió thật	49	61	77	95	112	60	73	88	103	117	71	84	98	110	121
	Cấp gió thật	5	5	5	4	5	6	5	5	5	5	6	5	6	6	6
7	Góc mạn gió thật	47	56	68	80	95	58	68	79	91	103	69	79	90	100	110
	Cấp gió thật	6	6	5	5	5	6	6	6	6	6	7	6	6	6	7
8	Góc mạn gió thật	45	53	61	71	82	56	64	73	82	93	67	75	84	93	102
	Cấp gió thật	7	7	6	6	6	8	7	7	7	7	8	7	7	7	7
9	Góc mạn gió thật	45	50	57	65	73	56	62	69	76	84	66	73	80	87	94
	Cấp gió thật	9	8	8	7	7	9	8	8	8	8	9	8	8	8	8
10	Góc mạn gió thật	44	49	53	60	66	54	60	66	72	78	65	71	77	83	89
	Cấp gió thật	10	9	9	8	8	10	9	9	9	9	10	9	9	9	9
11	Góc mạn gió thật	44	47	51	56	62	54	58	63	68	73	65	69	74	79	85
	Cấp gió thật	11	10	10	9	9	11	10	10	10	10	11	10	10	10	10
12	Góc mạn gió thật	43	46	50	54	59	54	57	61	66	70	64	68	72	77	81
	Cấp gió thật	12	11	11	10	10	12	11	11	11	10	12	11	11	11	11

BẢNG CHUYỂN ĐỔI HƯỚNG VÀ CẤP GIÓ BIỂU KIẾN SANG HƯỚNG VÀ CẤP GIÓ THẬT
4G3(tiếp theo)

Cấp gió biểu kiến	Góc mạn gió biểu kiến	70°					80°					90°				
	Tốc độ tàu	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25
1	Góc mạn gió thật	157	170	174	175	175	157	170	173	175	175	158	170	173	175	175
	Cấp gió thật	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
2	Góc mạn gió thật	125	152	161	166	169	130	153	162	166	169	135	154	162	167	169
	Cấp gió thật	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	4	4	5	6
3	Góc mạn gió thật	105	129	144	154	160	112	133	146	155	160	121	139	150	157	161
	Cấp gió thật	3	3	4	5	6	3	4	4	5	6	3	4	5	6	6
4	Góc mạn gió thật	92	113	129	141	148	101	120	134	143	150	111	125	136	144	150
	Cấp gió thật	4	4	5	5	6	4	4	5	6	6	4	5	5	6	7
5	Góc mạn gió thật	85	102	116	128	136	95	110	122	132	139	105	118	129	137	143
	Cấp gió thật	5	5	5	6	6	5	5	6	6	7	5	5	6	6	7
6	Góc mạn gió thật	82	94	106	117	126	92	104	114	123	131	102	112	122	129	136
	Cấp gió thật	6	6	6	6	7	6	6	6	7	7	6	6	7	7	8
7	Góc mạn gió thật	79	89	99	108	117	89	99	108	116	123	99	108	116	123	129
	Cấp gió thật	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	7	7	8	8	8
8	Góc mạn gió thật	77	86	94	102	109	88	96	103	110	117	98	105	112	118	124
	Cấp gió thật	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	8	8	9	9	9
9	Góc mạn gió thật	76	83	90	97	104	87	93	100	106	112	97	102	108	114	119
	Cấp gió thật	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10
10	Góc mạn gió thật	75	81	87	93	99	86	91	97	102	108	96	101	106	111	116
	Cấp gió thật	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11
11	Góc mạn gió thật	75	80	85	90	95	85	90	95	99	104	95	100	104	109	113
	Cấp gió thật	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12
12	Góc mạn gió thật	74	79	83	87	92	84	88	93	97	101	94	98	103	106	110
	Cấp gió thật	12	12	12	13	13	12	12	12	12	12	12	12	12	12	>12

BẢNG CHUYỂN ĐỔI HƯỚNG VÀ CẤP GIÓ BIỂU KIẾN SANG HƯỚNG VÀ CẤP GIÓ THẬT
4G4(tiếp theo)

Cấp gió biểu kiến	Góc mạn gió biểu kiến	100°					110°					120°				
	Tốc độ tàu	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25
1	Góc mạn gió thật	159	171	174	175	175	162	171	174	175	176	64	172	175	176	176
	Cấp gió thật	2	3	4	5	6	2	4	4	5	6	2	4	4	5	6
2	Góc mạn gió thật	139	156	163	167	169	145	159	164	168	170	50	162	166	170	171
	Cấp gió thật	3	4	5	5	6	3	4	5	6	6	3	4	5	6	7
3	Góc mạn gió thật	126	143	153	158	162	134	148	156	160	164	142	152	159	163	166
	Cấp gió thật	3	4	5	6	7	4	4	5	6	7	4	5	6	6	7
4	Góc mạn gió thật	119	132	143	149	154	127	139	147	153	157	135	145	152	156	159
	Cấp gió thật	4	5	6	6	7	4	5	6	7	7	5	5	6	7	8
5	Góc mạn gió thật	114	126	135	142	147	123	133	141	146	150	131	140	146	151	154
	Cấp gió thật	5	6	6	7	8	5	6	7	8	8	6	6	7	8	8
6	Góc mạn gió thật	111	121	129	135	140	120	129	136	141	145	129	136	142	147	150
	Cấp gió thật	6	7	7	8	8	6	7	7	8	9	6	7	8	8	9
7	Góc mạn gió thật	109	117	124	130	135	118	126	132	136	141	128	134	139	143	147
	Cấp gió thật	7	8	8	8	9	7	8	8	9	9	7	8	8	9	10
8	Góc mạn gió thật	107	114	120	126	131	117	123	128	133	137	126	132	136	140	143
	Cấp gió thật	8	8	9	9	10	8	9	9	10	10	8	9	9	10	10
9	Góc mạn gió thật	106	112	117	122	127	116	121	126	130	134	125	129	134	138	141
	Cấp gió thật	9	9	10	10	10	9	10	10	10	11	9	10	10	11	11
10	Góc mạn gió thật	105	110	115	119	123	115	119	124	128	131	124	128	132	135	138
	Cấp gió thật	10	10	11	11	11	10	11	11	11	12	10	11	11	12	12
11	Góc mạn gió thật	104	109	113	117	121	114	119	123	126	129	123	128	131	134	137
	Cấp gió thật	11	11	12	12	12	11	12	12	12	>12	11	12	12	>12	>12
12	Góc mạn gió thật	104	108	112	115	118	114	118	121	124	127	123	127	130	133	135
	Cấp gió thật	>12	>12	>12	>12	>12	>12	>12	>12	>12	>12	>12	>12	>12	>12	>12

BẢNG CHUYỂN ĐỔI HƯỚNG VÀ CẤP GIÓ BIỂU KIẾN SANG HƯỚNG VÀ CẤP GIÓ THẬT

4G5 (tiếp theo)

Cấp gió biểu kiến	Góc mạn gió biểu kiến	130°					140°					150°				
	Tốc độ tàu	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25
1	Góc mạn gió thật	167	173	175	176	177	169	174	176	177	177	172	176	177	178	178
	Cấp gió thật	3	4	5	5	6	3	4	4	5	6	3	4	5	6	6
2	Góc mạn gió thật	155	164	169	171	172	160	167	171	173	174	165	170	173	174	175
	Cấp gió thật	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
3	Góc mạn gió thật	148	157	162	165	168	155	161	166	168	170	160	166	169	171	172
	Cấp gió thật	4	5	6	6	7	4	5	6	7	7	4	5	6	7	7
4	Góc mạn gió thật	142	151	156	160	164	150	157	161	164	166	158	163	166	168	170
	Cấp gió thật	5	6	6	7	8	5	6	6	7	8	5	6	7	7	8
5	Góc mạn gió thật	140	146	152	156	158	148	154	158	161	163	156	160	163	166	167
	Cấp gió thật	6	6	7	8	8	6	6	7	8	9	6	7	7	8	9
6	Góc mạn gió thật	138	144	149	152	156	147	151	155	158	160	155	159	161	163	166
	Cấp gió thật	7	7	8	8	9	7	7	8	9	9	7	8	8	9	9
7	Góc mạn gió thật	137	142	146	150	152	146	150	153	156	158	154	157	160	162	163
	Cấp gió thật	8	8	9	9	10	8	8	9	10	10	8	8	9	10	10
8	Góc mạn gió thật	135	140	144	147	150	145	148	151	154	157	154	156	159	160	162
	Cấp gió thật	9	9	10	10	11	9	9	10	10	11	9	9	10	10	11
9	Góc mạn gió thật	135	138	142	145	148	144	147	150	152	155	154	155	157	159	161
	Cấp gió thật	9	10	10	11	11	10	10	11	11	12	10	10	11	11	12
10	Góc mạn gió thật	134	137	141	143	146	144	146	149	151	154	153	155	156	158	160
	Cấp gió thật	10	11	11	12	12	10	11	11	12	>12	10	11	12	12	>12
11	Góc mạn gió thật	134	137	140	142	145	143	146	148	150	152	153	155	156	158	160
	Cấp gió thật	11	12	12	>12	>12	11	12	12	>12	>12	11	12	>12	>12	>12
12	Góc mạn gió thật	134	136	138	141	143	143	145	147	149	150	153	154	156	157	159
	Cấp gió thật	12	>12	>12	>12	>12	12	>12	>12	>12	>12	12	>12	>12	>12	>12

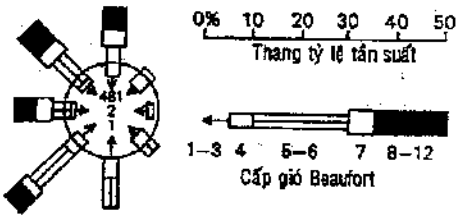
BẢNG CHUYỂN ĐỔI HƯỚNG VÀ CẤP GIÓ BIỂU KIẾN SANG HƯỚNG VÀ CẤP GIÓ THẬT

4G6 (tiếp theo)

Cấp gió biểu kiến	Góc mạn gió biểu kiến	160°					170°					180°				
	Tốc độ tàu	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25
1	Góc mạn gió thật	174	177	178	178	178	177	179	179	179	179	180	180	180	180	180
	Cấp gió thật	3	4	5	6	6	3	4	5	6	6	3	4	5	6	6
2	Góc mạn gió thật	170	174	175	176	176	175	177	178	178	178	180	180	180	180	180
	Cấp gió thật	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
3	Góc mạn gió thật	168	171	173	174	175	173	175	176	177	177	180	180	180	180	180
	Cấp gió thật	4	5	6	7	7	4	5	6	7	7	4	5	6	7	8
4	Góc mạn gió thật	166	169	171	172	173	173	174	175	176	176	180	180	180	180	180
	Cấp gió thật	5	6	7	7	8	5	6	7	7	8	5	6	7	7	8
5	Góc mạn gió thật	164	167	169	170	172	172	173	174	175	175	180	180	180	180	180
	Cấp gió thật	6	7	7	8	9	6	7	7	8	9	6	7	7	8	9
6	Góc mạn gió thật	164	166	168	169	170	172	173	174	176	175	180	180	180	180	180
	Cấp gió thật	7	8	8	9	10	7	8	8	9	10	7	8	8	9	10
7	Góc mạn gió thật	163	165	167	168	169	171	172	174	174	174	180	180	180	180	180
	Cấp gió thật	8	8	9	10	10	8	8	9	10	10	8	8	9	10	10
8	Góc mạn gió thật	162	164	166	167	168	171	172	173	174	174	180	180	180	180	180
	Cấp gió thật	9	9	10	11	11	9	9	10	11	11	9	9	10	11	11
9	Góc mạn gió thật	162	164	165	166	168	171	172	173	173	174	180	180	180	180	180
	Cấp gió thật	10	10	11	11	12	10	10	11	11	12	10	10	11	11	12
10	Góc mạn gió thật	162	163	166	165	167	171	172	173	173	173	180	180	180	180	180
	Cấp gió thật	11	11	12	12	>12	11	11	12	12	>12	11	11	12	>12	>12
11	Góc mạn gió thật	162	163	164	165	166	171	171	172	172	173	180	180	180	180	180
	Cấp gió thật	12	12	>12	>12	>12	12	12	>12	>12	>12	12	12	>12	>12	>12
12	Góc mạn gió thật	162	163	164	165	166	171	171	172	172	173	180	180	180	180	180
	Cấp gió thật	>12	>12	>12	>12	>12	>12	>12	>12	>12	>12	>12	>12	>12	>12	>12

5. Hoa gió trên bản đồ khí tượng

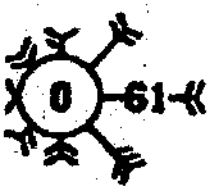
Hình 4.09 là ký hiệu hoa gió (wind rose) trên bản đồ khí tượng hàng hải do cơ quan khí tượng Anh xuất bản, trong đó hướng gió biểu thị thì bằng "ca la bàn" theo chiều các mũi tên. Các khối trắng đen, dài ngắn khác nhau trên các hướng biểu thì cấp gió Beaufort và tần suất % xuất hiện, đo trên thang tỷ lệ tần suất.

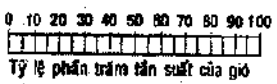


Hình 4.09

Trên " Bản đồ hoa tiêu" (Atlas Pilot Chart của National Emagery and Mapping Agency, Mỹ) hoa gió màu xanh biểu thị sự xuất hiện của gió trong khu vực một thời kỳ nhất định (Hình 4.10). Hướng gió cũng được biểu thị theo hướng "cánh hoa" trên 8 hướng ca la bàn. Độ dài của "cánh hoa" biểu thị phần trăm (tần suất) gió xuất hiện trên hướng "cánh hoa" trong tổng số lần quan sát, đo bằng thang tỷ lệ phần trăm kèm theo; nếu độ dài của cánh hoa vượt quá 29% (vượt quá phạm vi diện tích 5^0 trên bản đồ) thì tỷ lệ phần trăm dùng con số để biểu thị. Số lượng đuôi của "cánh hoa" biểu thị cấp gió Beaufort. Con số trong vòng tròn biểu thị phần trăm lần đo gió lặng.

Ví dụ, theo như 4.10 có thể đọc được gió Bắc (N) 3%, cấp 3; gió đông bắc 16%, cấp 4; gió đông 61% cấp 4; v...v ; tỷ lệ phần trăm lặng gió bằng 0.





Hình 4.10

4.2.4 Độ ẩm không khí - Humidity

Độ ẩm là một đại lượng vật lý biểu thị mức độ khô ẩm của không khí hoặc hàm lượng hơi nước của không khí. Độ ẩm có 4 cách biểu thị sau đây,

1. Áp suất hơi nước.

   Đó là áp lực do phần hơi nước trong không khí tạo ra, biểu thị bằng (e), đơn vị là hPa hoặc mmHg.

2. Độ ẩm tuyệt đối.

   Đó là khối lượng hơi nước chứa trong một đơn vị thể tích không khí, đơn vị gam/m^3, ký hiệu (α). Quan hệ hàm số giữa độ ẩm tuyệt đối α và áp lực hơi nước e như sau,

$$\alpha = 289\frac{e}{T}$$

   Trong đó, T là nhiệt độ tuyệt đối

3. Độ ẩm tương đối

   Là tỷ số phần trăm giữa áp lực hơi nước e trong không khí với áp lực hơi nước bão hoà E (tức áp lực hơi nước do lượng hơi nước lớn nhất có thể chứa trong không khí ở một nhiệt độ nào đó sinh ra) trong cùng một nhiệt độ, ký hiệu bằng γ.

$$\gamma = \frac{e}{E} \times 100\%$$

   Có thể dùng "nhiệt kế khô ướt" đo nhiệt độ khô và nhiệt độ ướt để tính toán áp lực hơi nước e và độ ẩm tương đối γ. " Bảng tính độ ẩm" (4.H) dưới đây giúp việc tính toán nhanh chóng".

BẢNG TÍNH ĐỘ ẨM

4.H

t	t−t' 0		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	e	γ	e	γ	e	γ	e	γ	e	γ	e	γ	e	γ	e	γ	e	γ	e	γ	e	γ
−5	4.2	100	3.1	74	2.0	48	1.0	23														
−4	4.9	100	3.4	75	2.3	51	1.2	27														
−3	4.9	100	3.8	77	2.6	53	1.5	31	0.4	9												
−2	5.3	100	4.1	78	3.0	58	1.8	35	0.7	14												
−1	5.7	100	4.5	79	3.3	58	2.2	38	1.0	18												
0	6.1	100	4.9	80	3.7	60	2.5	41	1.4	22	0.2	4										
1	6.6	100	5.3	81	4.1	62	2.9	44	1.7	26	0.6	9										
2	7.0	100	5.8	82	4.5	64	3.3	47	2.1	30	0.9	13										
3	7.6	100	6.5	83	5.0	66	3.7	49	2.5	33	1.3	17										
4	8.1	100	6.8	84	5.5	67	4.2	51	2.9	36	1.7	21	0.5	6								
5	8.7	100	7.3	84	6.0	68	4.7	54	3.4	39	2.1	25	0.9	10								
6	9.4	100	7.9	85	6.5	70	5.2	56	3.9	41	2.6	28	1.3	14								
7	10.0	100	8.6	85	7.1	71	5.8	57	4.4	44	3.1	31	1.8	18	0.6	5						
8	10.7	100	9.2	86	7.8	72	6.3	59	4.9	46	3.6	34	2.3	21	1.0	9						
9	11.5	100	9.9	87	8.4	73	7.0	61	5.5	48	4.2	35	2.8	24	1.5	13						
10	12.3	100	10.7	87	9.1	74	7.6	62	6.2	50	4.8	39	3.4	27	2.0	16	0.7	6				
11	13.0	100	11.5	88	9.9	75	8.3	64	6.8	52	5.4	41	4.0	30	2.6	20	1.2	9				
12	14.0	100	12.5	88	10.7	76	9.1	65	7.5	54	6.0	43	4.6	33	3.2	23	1.8	13	0.4	3		
13	15.0	100	13.2	88	11.5	77	9.9	66	8.3	55	6.8	45	5.2	35	3.8	25	2.4	16	1.0	7		
14	16.0	100	14.2	89	12.4	78	10.8	67	9.1	57	7.5	47	6.0	37	4.5	28	3.0	19	1.6	10		
15	17.1	100	15.2	89	13.4	78	11.8	68	10.0	58	8.3	49	6.7	39	5.2	30	3.7	21	2.2	13	0.8	5
16	18.2	100	16.3	89	14.4	79	12.8	69	10.8	60	9.2	50	7.5	41	5.9	33	4.4	24	2.9	16	1.4	8
17	19.4	100	17.4	90	15.5	80	13.6	70	11.8	61	10.1	52	8.4	43	6.7	35	5.1	26	3.6	18	2.1	11
18	20.6	100	18.6	90	16.6	80	14.7	71	12.8	62	11.0	53	9.3	45	7.6	37	5.9	29	4.3	21	2.8	13
19	22.0	100	19.9	90	17.8	81	15.8	72	13.9	63	12.0	55	10.2	46	8.5	39	6.8	31	5.1	25	3.5	16
20	23.4	100	21.2	91	19.1	81	17.0	73	15.0	64	13.1	56	11.2	48	9.4	40	7.7	33	6.0	26	4.3	19
21	24.9	100	22.6	91	20.4	82	18.3	73	16.2	65	14.2	57	12.3	50	10.4	42	8.6	35	6.9	28	5.2	21
22	26.5	100	24.1	91	21.8	82	19.6	74	17.5	66	15.4	58	13.4	51	11.5	43	9.6	36	7.8	30	6.1	23
23	28.1	100	25.7	91	23.3	83	21.0	75	18.8	67	16.7	59	14.6	52	12.6	45	10.7	38	8.8	31	7.0	25
24	29.9	100	27.5	91	24.9	83	22.5	75	20.2	68	18.0	60	15.9	53	13.8	46	11.8	40	9.9	33	8.0	27
25	31.7	100	29.1	92	26.5	84	24.1	76	21.7	68	19.4	61	17.2	54	15.1	48	13.0	41	11.0	35	9.1	29
26	33.6	100	30.9	92	28.3	84	25.7	76	23.3	69	20.9	62	18.6	55	16.4	49	14.3	42	12.2	36	10.2	30
27	35.7	100	32.8	92	30.1	84	27.5	77	24.9	70	22.5	63	20.1	56	17.8	50	15.6	44	13.5	38	11.4	32
28	37.8	100	34.9	92	32.1	84	29.3	77	26.7	71	24.1	64	21.7	57	19.3	51	17.0	45	14.8	39	12.7	34
29	40.1	100	37.1	92	34.1	85	31.5	77	28.5	71	25.9	65	23.3	58	20.9	52	18.5	46	16.2	40	14.0	35
30			39.3	93	36.3	85	33.3	78	30.5	72	27.7	65	25.1	59	22.6	53	20.1	47	17.7	42	15.4	36
31					38.5	86	35.5	79	32.5	72	29.7	66	26.9	60	24.3	54	21.8	48	19.3	43	16.9	38
32							37.7	79	34.7	73	31.7	67	28.9	61	26.1	55	23.3	49	21.0	44	18.5	39
33									36.9	73	33.9	67	30.9	61	28.1	56	25.3	50	22.7	45	20.3	40
34											36.1	68	33.1	62	30.1	57	27.3	51	24.5	46	21.9	41
											38.5	68	35.3	63	32.3	57	29.3	52	26.5	47	23.8	42
													37.7	63	34.5	58	31.5	53	28.5	48	25.7	43

Trong bảng,

T – nhiệt độ nhiệt kế khô (^{0}C),

t' – nhiệt kế ướt (^{0}C),

e - Áp lực hơi nước,

γ - độ ẩm tương đối.

4. Nhiệt độ điểm sương – Dew-point

1) Không khí bảo hoà – Saturated air

Lượng hơi nước lớn nhất có thể chứa trong một đơn vị thể tích phụ thuộc vào nhiệt độ, nhiệt độ càng cao thì lượng hơi nước trong không khí càng nhiều, nhưng đến một nhiệt độ nào đó thì lượng hơi nước lớn nhất không còn tăng lên được nữa gọi là *không khí bảo hòa*

2) Nhiệt độ điểm sương

Là nhiệt độ mà với nhiệt độ đó không khí không bảo hòa bị làm lạnh để trở nên bảo hòa.

Nói một cách khác, với lượng hơi nước và áp lực hơi nước trong không khí không biến đổi, khi nhiệt độ không khí giảm đến nhiệt độ làm cho không khí bị bảo hòa thì nhiệt độ đó gọi là *nhiệt độ điểm sương*.

3) Tính nhiệt độ điểm sương

Biết áp suất hơi nước e(hPa) trong không khí có thể tìm được nhiệt độ điểm sương t_d nhờ "*Bảng tính nhiệt độ điểm sương* "dưới đây (Bảng 4.I)

BẢNG TÍNH NHIỆT ĐỘ ĐIỂM SƯƠNG t_d 4.I

Áp suất hơi nước e(hPa)	Nhiệt độ điểm sương t_d(℃)	Áp suất hơi nước e(hPa)	Nhiệt độ điểm sương t_d(℃)	Áp suất hơi nước e(hPa)	Nhiệt độ điểm sương t_d(℃)
1.4	−19	4.8~5.0	−3	13.6~14.5	12
1.5	−18	5.1~5.4	−2	14.6~15.4	13
1.6	−17	5.5~5.8	−1	15.5~16.5	14
1.7~1.8	−16	5.9~6.1	0	16.6~17.6	15
1.9	−15	6.2~6.3	0	17.7~18.7	16
2.0~2.1	−14	6.4~6.7	1	18.8~20.0	17
2.2~2.3	−13	6.8~7.3	2	20.1~21.3	18
2.4~2.5	−12	7.4~7.8	3	21.4~22.6	19
2.6~2.7	−11	7.9~8.4	4	22.7~24.1	20
2.8~2.9	−10	8.5~9.0	5	24.2~25.6	21
3.0~3.2	−9	9.1~9.6	6	25.7~27.2	22
3.3~3.4	−8	9.7~10.3	7	27.3~28.9	23
3.5~3.7	−7	10.4~11.1	8	29.0~30.7	24
3.8~4.0	−6	11.2~11.8	9	30.8~32.6	25
4.1~4.3	−5	11.9~12.7	10	32.7~34.6	26
4.4~4.7	−4	12.8~13.5	11	34.7~36.7	27

2.5 Mây

Mây trên bầu trời thiên biến vạn hoá, tuy vậy mỗi một loại mây đều có những đặc trưng dự báo một số hiện tượng thời tiết sắp xảy ra. Quan sát hình dáng, màu sắc, độ cao, động thái của mây kết hợp với kinh nghiệm dân gian, kinh nghiệm bản thân có thể đoán được các hiện tượng thời tiết.

Bảng 4.J dưới đây là bảng phân loại mây, ký hiệu, tên gọi đặc điểm và các hiện tượng thời tiết kèm theo.

Hình 4.11 ~ 4.19 mô tả hình thái các loại mây trên bầu trời

PHÂN LOẠI MÂY

Bảng 4.J

Loại	*Độ cao (mét)*	*Tên gọi*	*Viết tắt Ký hiệu*	*Đặc điểm và Hiện tượng thời tiết*
Mây cao	Chân trung bình 6.000. Đỉnh cao nhất 11.000	Mây ti (Cirrus) Hình 4.11	C_i	Tạo thành bởi tinh thể băng, màu trắng bạc không bóng râm trên mặt biển, có hình sọc kéo dài như đuôi ngựa, đôi khi có hình rẻ quạt. Khi tồn tại độc lập thì thời tiết tốt. Khi trở nên dầy hơn, dịch chuyển nhanh qua bầu trời, dự báo có áp thấp, thời tiết sẽ trở nên xấu. Nên bắt đầu quan sát khí áp kế.
		My Ti tích (Cirrocumulus) Hình 4-12	C_c hoặc C_k	Sắp xếp có trật tự giống vẩy cá ngừ, màu trắng, ngư dân gọi là mây vẩy cá, không có bóng râm. Mây ti tích thường phát triển từ những mảng mây ti, mây trôi chầm chậm. Dự báo thời tiết tốt, yên tĩnh .
		Mây ti tầng (Cirrostratus) Hình 4.13	C_s	Hình thành bởi tinh thể băng, màu trắng sữa, phủ phía trên bầu trời, đôi khi xuất hiện thành từng mảng có xen kẽ mây ti, qua mây có thể nhìn thấy mặt trời mặt trăng có quầng. Nếu mây phát triển phủ khắp bầu trời, trở nên dày và thấp, dự báo áp thấp, thời tiết xấu. Chú ý quan sát khí áp kế.
Mây trung	Chân trung bình cao 2.000. Đỉnh cao 6.000	Mây cao tầng (Altostratus) Hình 4.14	A_s	Bầu trời phủ một lớp mây không có hình dáng nhất định ở độ cao trung bình. Mây mỏng có thể nhìn thấy quầng mặt trời và mặt trăng. Khi mây cao tầng trở nên dày hơn theo chiều gió, màu xám thì dự báo có khí áp thấp, có thể có mưa.
		Mây cao tích (Altocumulus) Hình 4.15	A_c hoặc A_k	Từng mảng màu trắng hoặc xám trải trên bầu trời xanh ở độ cao trung bình, đôi khi có nhiều lớp nằm chồng lên nhau trên những độ cao khác nhau, nằm dưới mặt trời, xuất hiện ráng đỏ. Khi mây phát triển dày đặc theo chiều gió và mất viền thì báo hiệu thời tiết xấu, có mưa.
Mây thấp	Chân gần mặt đất. Đỉnh cao trung bình 2.000	Mây Vũ tích (Stratocumulus) Hình 4.16	S_c hoặc S_k	Hình thành từng lớp hoặc mảng mịn, mềm mại sắp xếp khá trật tự như những gợn sóng. Nếu mây dày thường xuất hiện mưa nhỏ.
		Mây vũ tầng (Nimbostratus)	N_s	Màu xám đậm, thấp, nặng nề, chuyển động rất tán loạn Thường xuất hiện mưa tuyết kéo dài.
		Mây Tầng (Stratus) Hình 4.17	S_t	Màu sắc đậm nhạt không thống nhất, không có hình dáng nhất định rất khó đoán định độ cao chân mây. Có thể xuất hiện mưa phùn. Với thời tiết ẩm ướt khi có gió, mây tầng có thể phát triển thành dải. Các dải mây tầng thường hình thành ở các vùng lục địa nhô ra và khu vực bờ biển cao nhìn thấy như là những mảng sương mù. Mây tầng dải dày đặc, dự báo tiếp tục mưa phùn hoặc tuyết rơi.
Mây trực	Chân trung bình 500, đỉnh cao 6.000	Mây tích (Cumulus) Hình 4.18	C_u	Từng mảng nhỏ xốp màu trắng, đáy bằng, thấp trôi chậm qua bầu trời. Nếu vẫn giữ từng mảng nhỏ thì báo hiệu thời tiết tốt. Những mảng nhỏ mây tích đôi khi tiếp tục phát triển theo chiều thẳng đứng thành những mảng lớn với nhiều tầng lớp như cái tháp, cao, đáy bằng, màu xám chì, trong khi phần trên vẫn màu trắng, sáng hình thành đường viền đậm trên bầu trời xanh . Khi trên đỉnh không còn đường viền hình dáng như cải xúp lơ mà có dạng như xơ bông thì thời tiết có thể có mưa dông.

t r i ể n		Mây tích vũ (Cumulonimbus) Hình 4.19	C_h	Các mảng lớn mây tích tiếp tục phát triển, kéo dãn ra từ đáy theo chiều thẳng đứng lên độ cao của tầng đông lạnh, đáy đen màu chì, đỉnh biến thành như xơ bông và tản ra như hình cái đe. Dự báo mưa đông lớn có sấm chớp. Trong vùng gần mây tích vũ phát triển có thể xuất hiện đột ngột gió giật đổi chiều liên tục. Loại mây này thường phát triển ở diện tích rộng.



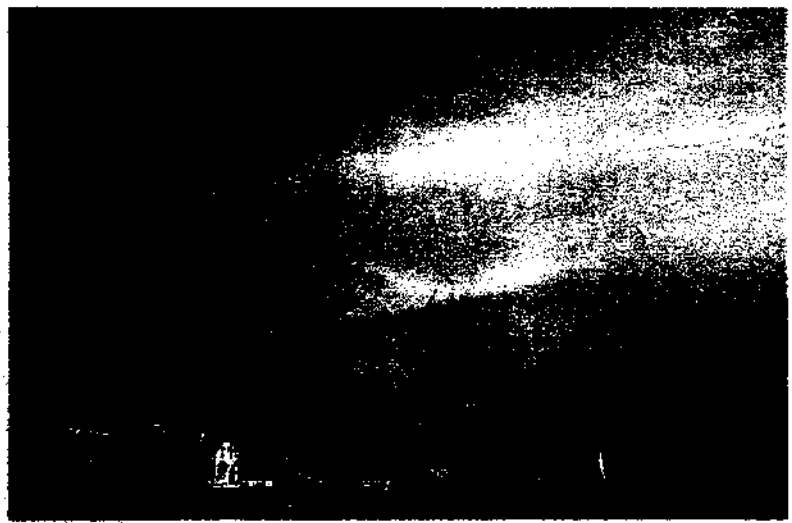
Hình 4.11 Mây ti (Cirrus)

(Photograph - P. K. Pilsbury, Courtesy of the Meteorological Office)

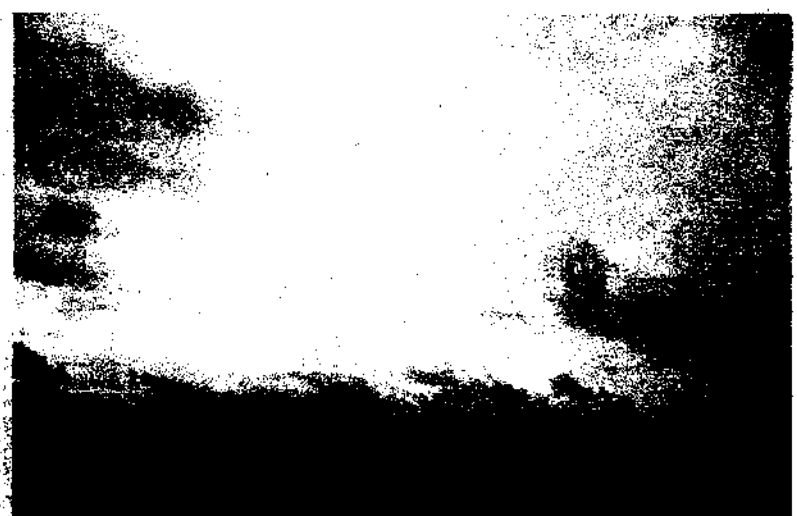


Hình 4.12 Mây ti tích (Cirrocumulus)

(Photograph - P. K. Pilsbury, Courtesy of the Meteorological Office)



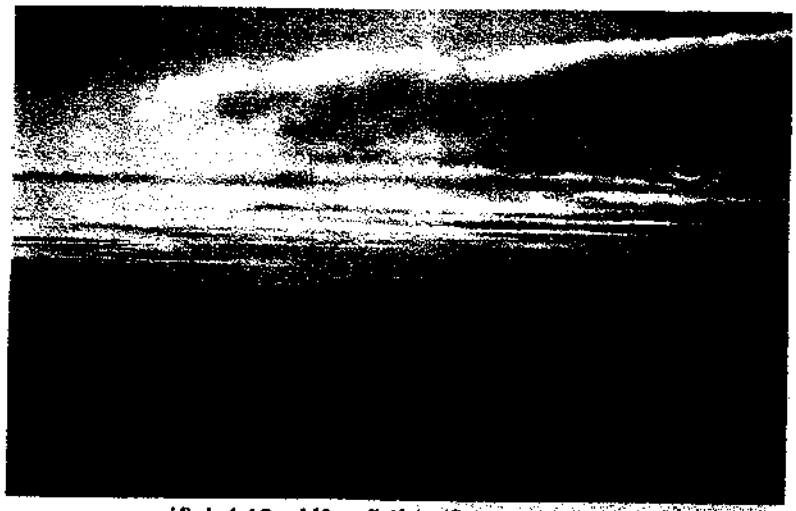
Hình 4.13 Mây ti tầng (Cirrostratus)



Hình 4.14 Mây cao tầng (Altostratus)



Hình 4.15 Mây cao tích (Altocumulus)



Hình 4.16 Mây vũ tích (Stratocumulus)

(Photograph - P. K. Pilsbury, Courtesy of the Meteorological Office)



Hình 4.17 Mây tầng (Stratus)

(Photograph - P. K. Pilsbury, Courtesy of the Meteorological Office)



Hình 4.18 Mây tích (Cumulus)

(Photograph - P. K. Pilsbury, Courtesy of the Meteorological Office)



Hình 4.19 Mây tích vũ (Cumulonimbus)

(Photograph - P. K. Pilsbury, Courtesy of the Meteorological Office)

4.2.6 Mưa, tuyết, mù, sương

1. Sự hình thành mưa, tuyết, mây, mù, sương

Nước từ trên mặt đất, mặt biển bốc hơi vào không khí, hơi nước từ trong không khí lại ngưng kết thành mây, mưa tuyết, mù sương rơi xuống bề mặt trái đất.

Mây hình thành là do hơi nước ngưng kết trong không trung, nhưng các vật ngưng kết rất nhỏ nhẹ bay lơ lửng trong không trung tụ tập thành từng đám hình thành MÂY. Nếu các vật ngưng kết này ở thấp gần bề mặt Trái đất tiếp xúc với mặt đất gọi là MÙ. Mù bốc lên cao thành mây, mây hạ thấp thành mù.

Hơi nước ngưng kết trong không trung hình thành những hạt có thể tích lớn, nặng rơi xuống mặt đất gọi là MƯA. Nếu hơi nước ngưng kết ở nhiệt độ dưới 0^0C trong quá trình ngưng kết hơi nước trực tiếp biến thành những tinh thể rắn rơi xuống mặt đất gọi là TUYẾT.

Khi nhiệt độ trong không khí ở bề mặt Trái đất hạ xuống dưới nhiệt độ điểm sương thì hơi nước trong không khí trên bề mặt Trái đất kết tụ thành dạng nước gọi là SƯƠNG.

Nguyên nhân cơ bản của hơi nước ngưng kết thành mây, mù, sương là giống nhau, chỗ khác nhau chỉ là điều kiện và hoàn cảnh ngưng kết không giống nhau mà thôi.

2. Phân loại mù

Mù được phân loại theo bảng dưới đây,

PHÂN LOẠI MÙ

Bảng 4. K

Loại	*Tên gọi*		*Hình thành*	*Tan biến*
Mù khí	Mù bình lưu	Mù bình lưu trở lạnh	Mù phát sinh do không khí ấm dịch chuyển đến mặt biển lạnh	Gió tăng mạnh sẽ tan biến
		Mù bình lưu hơi nước	Mù sinh ra do không khí lạnh dịch chuyển đến mặt biển ấm	Không khí ấm lên sẽ tan biến
	Mù bức xạ		Hình thành do bức xạ lạnh	Tan biến khi mặt đất hoặc tầng mù hấp thu nhiệt lượng

đoàn	Mù bức xạ bình lưu	Hình thành do không khí ẩm và ấm tiếp xúc mặt đất trở nên lạnh	Tan biến khi mặt đất hấp thụ nhiệt ấm lên
	Mù bốc xiên	Hình thành do cách nhiệt bị lạnh đi	Do ảnh hưởng của địa hình, không khí hạ thấp và trở nên ấm, mù tan biến
Mù front	Mù trước front	1. Hình thành do giọt nước mưa trước front ấm khiến không khí trở nên bảo hoà. 2. Hình thành do khí áp hạ xuống trước front lạnh, cách nhiệt bị lạnh đi.	Tan biến theo sự biến mất của mặt front.
	Mù sau front	Hình thành do khí đoàn ấm sau front tiếp xúc với mặt đất lạnh.	Tan biến theo sự biến mất của mặt front.
	Mù trong front	Thường phát sinh trong front ấm hoặc mây hạ thấp biến thành mù thường kèm theo mưa phùn.	Tan biến theo sự biến mất của mặt front.

4.2.7 Tầm nhìn xa – Visibility

1. Phân cấp tầm nhìn xa

PHÂN CẤP TẦM NHÌN XA

Bảng 4.L

Mức độ	*Cấp*	*Hiện tượng thời tiết khả dĩ*	*Tầm nhìn xa*	
			Liên hoặc hải lý	*mét hoặc km*
xấu	0	Mù dày đặc	1/4 liên	dưới 50 m
kém	1	Mù dày hoặc bão tuyết	1/4~1 liên	50~200 m
	2	Mù nặng hoặc tuyết nặng	1~3 liên	200~500 m
	3	Mù hoặc tuyết vừa phải	3~5 liên	500~1 km
	4	Mù nhẹ hoặc mưa đông	0,5~1 hải lý	1~2 km
	5	Mù nhẹ hoặc tuyết nhẹ hoặc mưa lớn	1~2 hải lý	2~4 km
vừa	6	Tuyết nhẹ hoặc mưa vừa	2~5 hải lý	4~10 km
tốt	7	Mưa nhẹ hoặc mưa phùn	5~11 hải lý	10~20 km
rất tốt	8	Không mưa, không tuyết	11~27 hải lý	20~50 km
tốt nhất	9	Không khí trong xanh	trên 27 h.lý	trên 50 km

2. Có thể phán đoán tầm nhìn xa trên mặt biển một cách gần đúng theo kinh nghiệm như sau,

PHÁN ĐOÁN TẦM NHÌN TRÊN BIỂN

Bảng 4.M

Mức độ rõ của đường chân trời	*Tầm nhìn xa trên biển (km)*			*Mức độ rõ của đường chân trời*	*Tầm nhìn xa trên biển (km)*		
	Độ cao quan sát < 7m	*Độ cao quan sát 7~27m*	*Độ cao quan sát >27m*		*Độ cao quan sát < 7m*	*Độ cao quan sát 7~27m*	*Độ cao quan sát >27m*
Rõ mồn một	20~25	Trên 50		Đủ nhìn thấy	4~10	10~20	20~50
Rõ	10~20	20~50	Trên 50	Thấy mơ hồ	Dưới 4	Dưới 10	Dưới 20

3. Tầm nhìn xa ánh sáng – Luminous range

Tầm xa của ánh sáng (hải đăng, phao tiêu) có thể nhìn thấy trong điều kiện thời tiết nhất định nào đó gọi là *tầm nhìn xa ánh sáng*. Để xác định tầm nhìn xa của một hải đăng ở khoảng cách nhất định dưới điều kiện tầm nhìn xa của thời tiết hiện hữu có thể dùng đồ thị sau đây (Hình 4.20). Trên đồ thị, đường ngang trên cùng biểu thị tầm nhìn xa của hải đăng ghi trên hải đồ. Các đường cong là đồ thị tầm nhìn xa ánh sáng cho các tầm nhìn xa thực tế (hiện hữu) khác nhau, cột đứng bên trái là tầm nhìn xa ánh sáng.

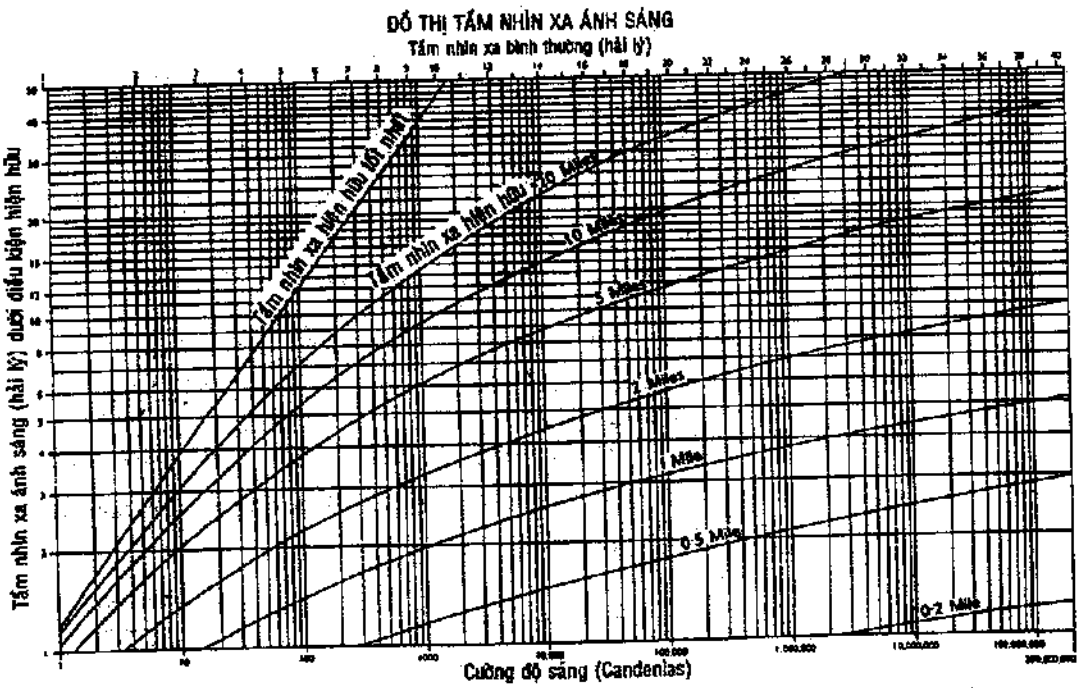
Ví dụ,

Một hải đăng có tầm xa 25 hải lý ghi trên hải đồ. Tìm tầm nhìn xa ánh sáng của hải đăng đó, dự đoán tầm nhìn xa của thời tiết hiện hữu là 20 hải lý.

Giải,

Xác định điểm 25 hải lý đường thẳng ngang trên cùng của đồ thị, từ điểm 25 kéo đường thẳng đứng gặp đường cong tầm nhìn xa hiện hữu 20 hải lý, từ điểm gặp nhau, kéo đường nằm ngang, gặp cột đứng tận cùng bên trái ở 42 hải lý, đó là tầm nhìn ánh sáng của hải đăng.

Cần chú ý, tầm nhìn xa ánh sáng tìm được chỉ gần đúng và có thể biến đổi theo kiện thời tiết, điều kiện ánh sáng nền phía sau hải đăng, độ cao tầm mắt. Đó là một chỉ số để tham khảo hỗ trợ quan sát khi ánh sáng hải đăng xuất hiện hay khuất đi.



Hình 4.20

4.3 Các hệ thống thời tiết và hiện tượng thời tiết kèm theo

4.3.1 Khí đoàn - Air mass

1. Định nghĩa

Khí đoàn là một mảng không khí lớn mà trong đó các yếu tố khí tượng như nhiệt độ, độ ẩm, độ ổn định biến đổi không lớn, tương đối đều đặn theo chiều ngang. Nhiệt độ và độ ẩm trong khí đoàn có ảnh hưởng đến sự biến hóa của thời tiết, còn độ ổn định lại có liên quan đến chuyển động theo chiều thẳng đứng của không khí. Sự chuyển động theo chiều thẳng đứng là nguyên nhân chủ yếu phát sinh các hiện tượng thời tiết. Cho nên độ ổn định của khí đoàn trở thành nhân tố quyết định quan trọng tính chất của khí đoàn.

Khí đoàn có chiều ngang rộng chừng vài trăm đến vài nghìn km, độ dày theo chiều thẳng đứng chừng vài km đến mười mấy km.

2. Phân loại

1) Phân loại theo nguồn gốc phát sinh của khí đoàn

a. Khí đoàn bắc cực – Arctic air (A)
b. Khí đoàn biển địa cực – Maritime polar air (mP)
c. Khí đoàn đại lục địa cực – Continental polar air (cP)
d. Khí đoàn biển nhiệt đới – Maritime tropical air (mT)
e. Khí đoàn lục địa nhiệt đới – Continental tropical air (cT)
f. Khí đoàn xích đạo – Equatorial air (E)

2) Phân loại tương đối dựa theo nhiệt độ của không khí so sánh tương đối với nhiệt độ trên đất liền hoặc trên mặt biển tại một khu vực đang khảo sát. Theo đó, khí đoàn chia làm hai loại,

a. Khí đoàn lạnh – Cold air masses

Một khí đoàn dịch chuyển về khu vực ấm hơn bản thân nó gọi là *khí đoàn lạnh*. Khí đoàn lạnh dịch chuyển đến đâu thì làm cho nhiệt độ ở đó giảm xuống, ngược lại nhiệt độ của bản thân nó tăng lên và trở nên ấm hơn.

b. Khí đoàn ấm – Warm air masses

Một khí đoàn dịch chuyển về khu vực lạnh hơn bản thân nó gọi là *khí đoàn ấm*. Khí đoàn ấm dịch chuyển đến đâu thì làm cho nhiệt độ ở đó tăng lên còn bản thân nó thì trở nên lạnh hơn.

3. Đặc điểm thời tiết trong khí đoàn

Nói chung, ở phía bắc bán cầu, khí đoàn dịch chuyển từ bắc đến nam phần nhiều là khí đoàn lạnh, khí đoàn dịch chuyển từ nam đến bắc hầu hết là khí đoàn ấm.

Trong *khí đoàn lạnh* thường có những đặc điểm không ổn định của thời tiết. Nếu như khí đoàn lạnh dịch chuyển từ phía biển tới, vì trong đó có chứa nhiều hơi nước, khi đến lục địa dễ tạo thành *mây tích* và *mây tích vũ*, quá trình đối lưu làm xuất hiện giáng thủy từng cơn và sấm chớp, hiện tượng này thường xuất hiện vào mùa hè. Nếu khí đoàn từ vùng lục địa khô ráo, vì lượng hơi nước ít nên thời tiết thường rất trong sáng, những đợt cao áp lạnh vào mùa đông thuộc loại khí đoàn này. Trong khí đoàn lạnh, tầm nhìn xa của lớp không khí gần mặt đất rất tốt.

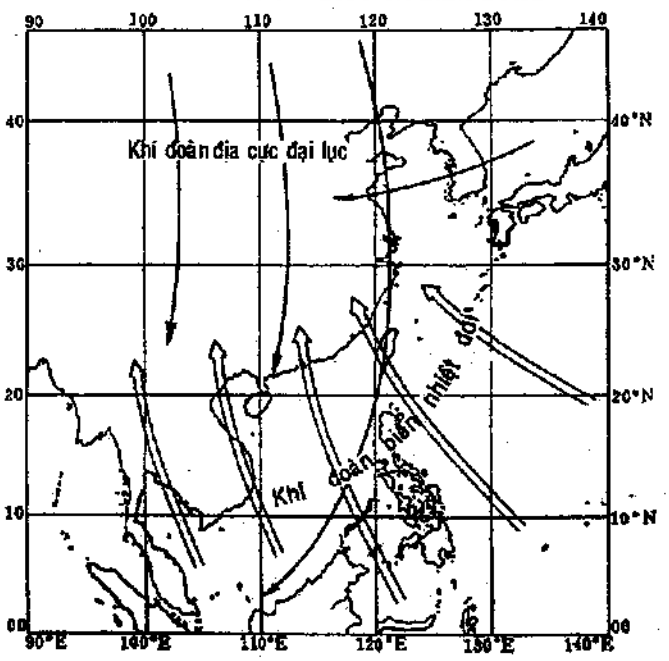
Khí đoàn ấm thường có đặc điểm thời tiết ổn định. Nếu trong khí đoàn ấm có sương mù hoặc mưa nhẹ xuất hiện thì tầm nhìn xa của lớp không khí thấp rất kém. Trong khí đoàn ấm nếu hàm lượng hơi nước ít thì thời tiết tốt.

Những thuộc tính của khí đoàn trong cùng một loại cũng khác biệt nhau rất lớn, biểu hiện thời tiết của chúng cũng rất khác nhau. Thời tiết trong nội bộ một khí đoàn không chỉ quyết định bởi thuộc tính của khí đoàn mà còn quyết định bởi mối quan hệ giữa chúng với hoàn cảnh chung quanh. Cho nên, không những thời tiết giữa các khí đoàn cùng loại khác biệt nhau, mà thời tiết trong nội bộ một khí đoàn cũng rất đa dạng.

4. Các loại khí đoàn ảnh hưởng đến nước ta và các hiện tượng thời tiết kéo theo

Hình 4.21 và hình 4.22 biểu thị sự phân bố hoạt động của khí đoàn vào mùa đông và mùa hè ở vùng Biển Đông và Biển Trung quốc. Bảng sau đây thống kê các loại khí đoàn ảnh hưởng đến thời tiết nước ta, xem Bảng 4.N

HOẠT ĐỘNG CỦA KHÍ ĐOÀN VÀO MÙA ĐÔNG Ở BIỂN TRUNG QUỐC VÀ BIỂN ĐÔNG



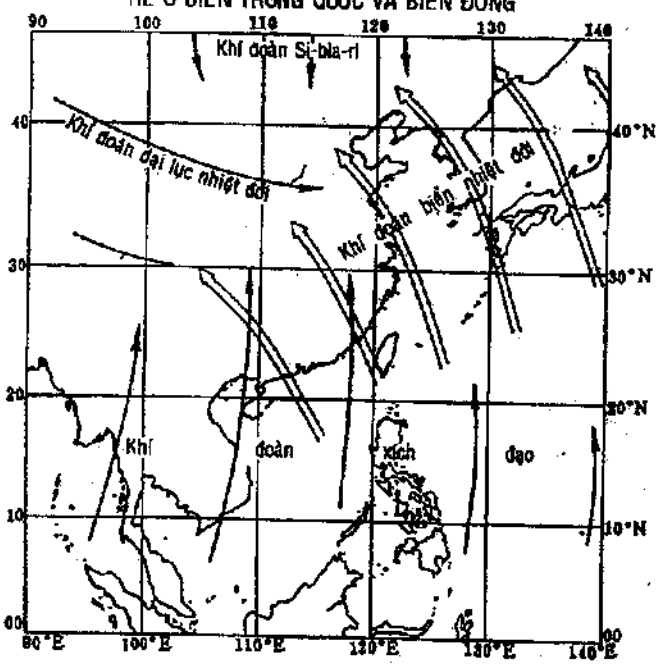
Hình 4.21

CÁC LOẠI KHÍ ĐOÀN ẢNH HƯỞNG ĐẾN THỜI TIẾT NƯỚC TA

Bảng 4.N

Mùa	*Tên khí đoàn*	*Nơi xuất phát*	*Vùng ảnh hưởng*	*Hiện tượng thời tiết*
Mùa đông	Khí đoàn địa cực đại lục (lạnh)	1.Siberia 2. Mông cổ	Chủ yếu miền bắc và miền trung, phía nam ít hơn	Không khí khô, có gió mạnh
	Khí đoàn biển nhiệt đới (ấm)	1.Thái bình dương 2.Phía đông nam nước ta	Ảnh hưởng toàn quốc	Thời tiết ấm, ẩm, gặp khí đoàn đại lục địa cực (lạnh) thì có mưa
Mùa hè	Khí đoàn biển nhiệt đới (ấm)	Phía nam Thái bình dương	Ảnh hưởng toàn quốc	Nhiệt độ và độ ẩm cao, nóng bức, gặp khí đoàn đại lục địa cực thì có mưa

	Khí đoàn đại lục địa cực (lạnh)	Siberia	Hầu như không ảnh hưởng	
	Khí đoàn đại lục nhiệt đới (ấm)	Cao nguyên Trung á	Hầu như không ảnh hưởng	
	Khí đoàn biển xích đạo (ấm)	Khu vực xích đạo	Ảnh hưởng toàn quốc, nhiều ở phía nam	Nóng bức, sấm chớp
Mùa xuân, thu	khí đoàn biển nhiệt đới	Mặt biển phía nam Thái bình dương	Ảnh hương toàn quốc	Nhiệt độ và độ ẩm cao, nóng bức, gặp khí đoàn đại lục địa cực thì có mưa



Hình 4.22

1.3.2 Front và các đường không liên tục

1. Front

Các yếu tố khí tượng theo chiều ngang xuất hiện đường ranh giới không liên tục một cách rõ ràng gọi là *đường không liên tục*, front là đường không liên tục nhiệt độ. Nói một cách khác, bề mặt tiếp giáp giữa hai khí đoàn lạnh và nóng khác nhau khi gặp nhau gọi là mặt front (frontal surface) hay front. Đường giao nhau giữa mặt front và mặt đất hay mặt biển gọi là đường front (front line).

Trong cuộc va chạm giữa hai khí đoàn, có một bên chiếm ưu thế, còn bên kia trở thành thứ yếu, ở đó xuất hiện các hiện tượng thời tiết như mây, mưa, gió... Vì vậy trong dự báo thời tiết, việc nghiên cứu các loại *đường không liên tục* là rất quan trọng.

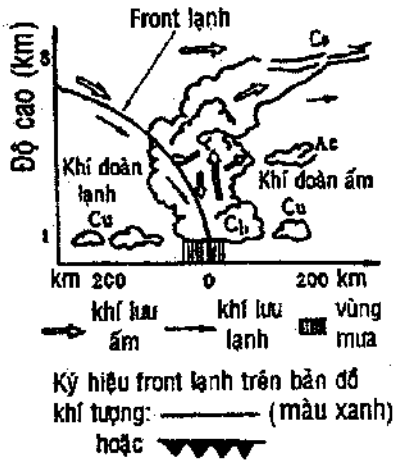
Tình trạng cụ thể của thời tiết ở mặt front chủ yếu phụ thuộc vào tính chất, cường độ, độ dốc của front và độ ẩm của khí đoàn ấm v...v. Thời tiết trên mặt font rất phức tạp, đa dạng,

tuy nhiên, trong những front cùng tính chất vẫn có những hiện tượng thời tiết giống nhau. Dưới đây đúc kết những hiện tượng thời tiết cơ bản của front.

2. Phân loại và tính chất của front

1) Front lạnh (Cold front)

Khí đoàn lạnh dịch chuyển về phía trước gặp khí đoàn ấm, khí đoàn lạnh chiếm ưu thế, đẩy không khí ấm ở mặt front lên cao, khí đoàn lạnh chen vào tầng dưới khí đoàn ấm. (xem hình 4.23).



Hình 4.23

Đặc điểm thời tiết front lạnh

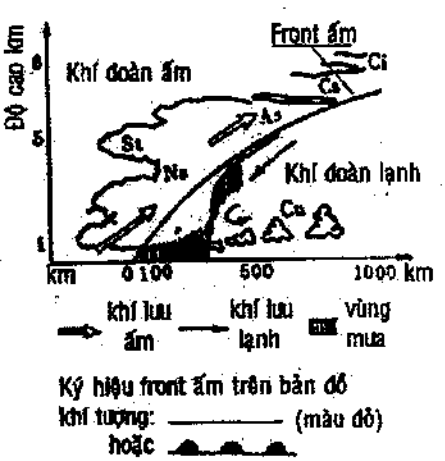
Nói chung, áp kế tăng đột ngột khi front đi qua, nhiệt độ giảm đột ngột, mây và giáng thuỷ xuất hiện ở diện rộng, có mây tích và mây tích vũ dày đặc, đôi khi xuất hiện sấm chớp, mùa đông có gió lớn và gió cát.

Với loại front lạnh dịch chuyển chậm thì không khí ấm bị đẩy lên trên tương đối ổn định, cho nên sự phân bố mây và mưa cũng đại thể giống như front ấm, chỉ khác là theo thứ tự ngược lại, phạm vi hẹp hơn, khu vực mưa chủ yếu xuất hiện phía sau đường front trong phạm vi rộng 200km, sức gió lớn hơn front ấm nhiều.

Với loại front lạnh dịch chuyển nhanh, tốc độ tiến tới của không khí lạnh lớn hơn tốc độ lùi của không khí ấm khiến không khí ấm ở dưới đáy bốc lên cao theo bề mặt của front và không khí ấm ở trên cao không ngừng trượt xuống dưới. Cho nên đối với loại front lạnh dịch chuyển nhanh chủ yếu hình thành *mây tích* dày đặc và *mây tích vũ* phạm vi không lớn lắm chừng vài mươi km, giáng thủy từng cơn. Trong khoảng thời gian cuối xuân và đầu thu, loại front dịch chuyển nhanh thường dễ gây sấm chớp và mưa đá. Khi loại front dịch chuyển nhanh đi qua thường gây nên cuồng phong sấm chớp, mây đầy trời, mưa như trút nước.

2) Front ấm (Warm front)

Front ấm dịch chuyển về phía trước gặp front lạnh, front ấm trượt lên trên front lạnh; khi va chạm, khí đoàn ấm chiếm ưu thế có tác dụng chủ đạo đẩy khí đoàn lạnh. (Hình 4.24)



Hình 4.24

Hiện tượng thời tiết,

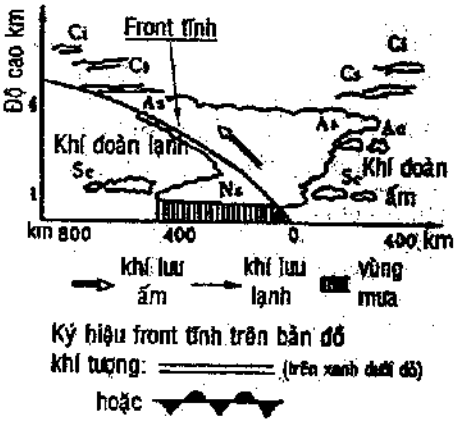
Ở gần vùng front ấm, vì mặt front di chuyển chậm cho nên sức gió không lớn, xoay chiều, áp kế ngừng giảm, mây chủ yếu có *mây ti, mây cao tầng, mây vũ tầng*, ở gần đường front trên mặt đất mây rất thấp và dày, cách đường front càng xa thì mây càng mỏng và càng cao, mưa xuất hiện ở khu vực phía trước đường front với chiều rộng trên 200 km nhưng không lớn, đôi khi có mù và sấm chớp.

3) Front tĩnh (Stationary front)

Hai khí đoàn ấm lạnh không cách biệt nhau nhiều, khi gặp nhau, hai bên cân sức, không bên nào đẩy được bên nào, không khí ấm bị không khí lạnh ngăn cản, khí đoàn ấm trượt chầm chậm lên trên khí đoàn lạnh cho đến khi cách rất xa đường front trên mặt đất. (hình 4.25)

Hiện tượng thời tiết,

Vì không khí ấm bị khí đoàn lạnh ngăn lại, ở hai bên front tĩnh không khí ấm trượt lên tràn tới một khoảng cách rất xa tạo thành khu vực mưa và mây rộng hơn front ấm, cường độ giáng thủy tuy nhỏ hơn trong trường hợp khí đoàn ấm nhưng thời gian giáng thủy kéo dài hơn khí đoàn ấm, mưa phùn kéo dài. Sức gió ở gần front tĩnh cũng thường nhỏ hơn front ấm.



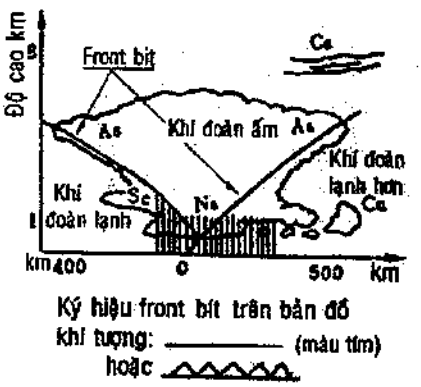
Hình 4.25

4) Front bít (Occluded front)

Sau một khoảng thời gian hai khí đoàn ấm và lạnh tiếp giáp, front lạnh áp đảo front ấm hoặc hai front lạnh gặp nhau, làm cho khí đoàn ấm bị đẩy lên trên không, tạo thành một loại front mới gọi là front bít. (hình 4.26)

Hiện tượng thời tiết

Vì nó tạo thành bởi front ấm và front lạnh hoặc hai front lạnh cho nên thời tiết hình thành trong front bít vẫn giữ những đặc trưng của front ấm và lạnh ban đầu. Nhưng sau khi bị bịt kín, không khí ấm bị đẩy lên trên với một độ cao rất lớn nên mây dày đặc, mưa rất lớn trong phạm vi rộng. Sức gió giới hạn trong phạm vi của sức gió trong front ấm và front lạnh



Hình 4.26

4.3.3 Áp cao, áp thấp

1. Áp cao

Như đã trình bày ở trên, áp cao còn gọi là *xoáy nghịch*, (anticyclone) đường kính của đẳng áp của khối khí áp cao loại lớn có khi bao quát cả một lục địa hoặc đại dương, loại nhỏ cũng vài trăm km.

Khí áp tại trung tâm của áp cao trên 1020 hPa, vùng ranh giới của áp cao thường có gió lớn, lớn nhất đạt tới 30 m/s.

Các loại áp cao và hiện tượng thời tiết kèm theo,

1) Áp cao ấm

a) Áp cao nhiệt đới thứ cấp (ấm) (còn gọi là áp cao Thái bình dương)

Nguyên nhân phát sinh, hiện tượng thời tiết

Gió tín phong nghịch phía bên trên xích đạo làm cho không khí trên xích đạo dồn nén và tăng cao.

Đây là loại thời tiết ảnh hưởng nhiều đến vùng ven biển nước ta vào mùa hạ. Trời ít mây, trong sáng, nóng bức, gió nhẹ, đôi khi có mù nhẹ.

Di chuyển của áp cao biến đổi theo mùa rõ rệt, vào mùa đông trung tâm của nó nằm ở vĩ tuyến 20^0S, vào mùa hè lên đến vĩ tuyến 35^0N.

b) Áp cao nghẽn (Blocking high)

Một khối không khí ấm thâm nhập dòng không khí gió tây ở phần phía bắc của phần vĩ độ cao bị dòng không khí gió tây làm gián đoạn và trở thành cao áp trên không trung.

Không khí chuyển động về phía dưới, thời tiết khô ráo, nóng nực, trời trong sáng, ít mây.

Xuất hiện nhiều ở các vùng phía bắc bán cầu như Alaska, Bắc Âu, Siberia ...

3) Áp cao lạnh

a) Cao áp lạnh do mặt đất bức xạ lạnh tạo thành

Cao áp lạnh có gió, tuyết và nhiệt độ hạ đột ngột, không khí ở trung tâm áp cao trở nên trong sáng, sáng sớm có mù, mặt đất có sương.

Hình thành ở bắc bán cầu, Siberia và bắc Canada ảnh hưởng đến vĩ độ trung bình phía nam.

b) Áp cap lạnh do diễn biến khí áp bức xạ nhiệt đới hình thành. Tốc độ dịch chuyển chậm, thường xuất hiện ở vĩ độ thấp và trung bình. Loại này cường độ không lớn chỉ có vài đường đẳng áp khép kín, đẹp trời.

2. Áp thấp

Áp thấp còn gọi là xoáy hoặc lốc (depression, cyclone) đường kính của đường đẳng áp trung bình 1000km, nhỏ chừng 200km , lớn nhất khoảng 3000km. Khí áp trung tâm của áp thấp khoảng 970~1010hPa. Tốc độ gió lớn nhất ở trung tâm trên 30m/s.

Áp thấp bắt nguồn từ vĩ độ trung bình thì gọi là *áp thấp ôn đới*, nếu xuất phát từ khu vực lân cận xích đạo thì gọi là *áp thấp nhiệt đới*.

Dưới đây là các loại áp thấp và các hiện tượng thời tiết kèm theo.

1) Xoáy mặt front

a. Nguyên nhân hình thành

Là loại áp thấp di động phát triển trên bề mặt front hình thành do sự kết hợp giữa hai bộ phận không khí lạnh và nóng, ký hiệu, xem hình 4.27a

b. Hiện tượng thời tiết

Hình thành một khu vực rộng lớn mây, mưa và gió, trung tâm khí áp gió lớn nhất, mưa kéo dài.

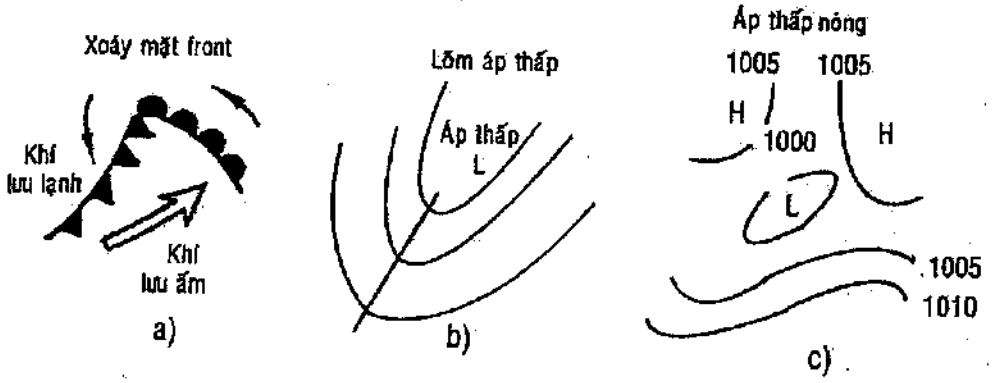
c. Phạm vi hoạt động

Ở phía bắc bán cầu, phần nhiều dịch chuyển theo hướng đông, đông bắc; nam bán cầu dịch chuyển theo hướng đông, đông nam. Tốc độ dịch chuyển chậm, thời kỳ phát triển tốc độ chừng 10~20km, đến khi gần tắt thì tốc độ rất chậm hoặc dừng hẳn. Loại thời tiết này thường gặp ở vùng biển đông bắc Trung quốc.

2) Lõm áp thấp

a) nguyên nhân hình thành

Là loại áp thấp mà đường đẳng áp không khép kín, ký hiệu như hình 4.27b.



Hình 4.27

b) Hiện tượng thời tiết

Thông thường ở phía trước lõm áp thấp thời tiết xấu, có mây và mưa, phía sau nói chung thời tiết tốt.

c) Phạm vi hoạt động

Phía bắc bán cầu, dịch chuyển theo hướng đông, đông bắc; nam bán cầu, dịch chuyển theo hướng đông, đông nam. Tốc độ dịch chuyển chậm, thời kỳ phát triển tốc độ chừng 10~20km, đến khi gần tắt thì tốc độ rất chậm hoặc dừng hẳn.

3) Áp thấp nóng

a) Nguyên nhân

Do một vùng không khí gần mặt đất tại một khu vực riêng biệt nào đó chịu nhiệt không đều tạo thành, ký hiệu như hình 4.27c.

b) Hiện tượng thời tiết

Cường độ nhỏ, không khí khô ráo, thường ít mây.

c) Phạm vị hoạt động

Rất ít khi di chuyển.

4) Áp thấp bán vĩnh cữu

a) Nguyên nhân hình thành

Hình thành do các áp thấp nằm trong khí đoàn lạnh ở vĩ độ cao vươn tới vĩ độ thấp hơn khu vực vĩ độ cao với độ dày sâu, cường độ mạnh.

b) Hiện tượng thời tiết

Sức gió khá mạnh, thời tiết tệ hại, vùng ảnh hưởng rộng lớn.

c) Phạm vi hoạt động

Di chuyển chậm không khí không di chuyển.

5) Áp thấp nhiệt đới (bao gồm bão nhiệt đới, bão)

a) Nguyên nhân hình thành

Là một loại xoáy phát sinh từ khu vực nhiệt đới với tính chất, cấu trúc khác biệt rất nhiều so với xoáy ôn đới (xem phân tích ở phần sau).

b) Cường độ cực mạnh, gây sóng to, gió lớn, cuồng phong. Bão hàng năm ở Biển đông đổ bộ vào nước ta thuộc loại này.

c) Phạm vi hoạt động

Phát sinh ở vĩ độ thấp, dịch chuyển về phía vĩ độ cao.

4.3.4 Sự phân bố các vành đai gió trên trái đất, xem hình 4.28

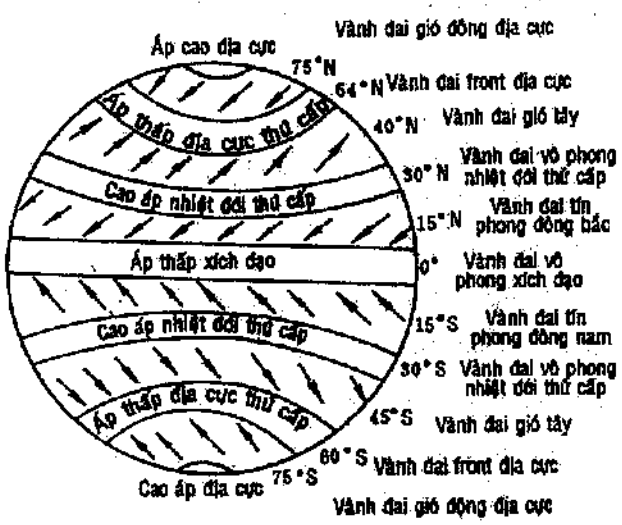
1. Gió tín phong – Trade wind

Không khí từ vành đai áp cao nhiệt đới ở hai bên vùng xích đạo chảy về phía xích đạo do ảnh hưởng của trái đất tự quay làm cho luồng không khí này bị lệch hướng, cho nên ở Bắc bán cầu hình thành *gió đông bắc* (lệch phải), Nam bán cầu hình thành *gió đông nam* (lệch trái). Đặc điểm của loại gió này có hướng tương đối ổn định, sức gió không lớn, chừng cấp 3 đến cấp 4, ở khu vực trung tâm có khi đến cấp 5. Nếu không có xoáy nhiệt đới vào mùa hè và mùa thu hoặc không có front xâm nhập vào mùa xuân và mùa đông thì loại gió này quanh năm không thay đổi, nên có tên gọi là *tín phong* hay *gió mậu dịch* (Trade wind). Vùng có tín phong, nằm trong phạm vi xích vĩ 30^0 bắc và nam, gọi là *Vành đai tín phong* (Trade wind zone), tốc độ gió từ 4~8 m/s.

2. Vành đai vô phong xích đạo - Doldrums

Khu vực nằm giữa hai vành đai tín phong Nam và Bắc bán cầu thường yên tĩnh không có gió, gọi là gió *vành đai vô phong xích đạo* (Doldrums) rộng chừng 250 đến 300 hải lý hai bên xích đạo.

3. Ở gần vùng vĩ độ 30^0 Nam và Bắc bán cầu, tức là vùng giữa hai tín phong và gió tây gọi là *vành đai vô phong nhiệt đới* hay còn gọi là *vĩ độ ngựa* (Horse latitudes).



Hình 4.28

d) Không khí chảy từ vành đai áp cao nhiệt đới về phía cực Trái đất, dưới ảnh hưởng của Trái đất tự quay hình thành gió Tây nam ở Bắc bán cầu và gió Tây bắc ở Nam bán cầu, gọi là *vành đai gió tây* (Westerlies). Vành đai gió tây ở vĩ độ từ 30^0 đến 60^0 Bắc bán cầu và Nam bán cầu, đặc điểm của nó là tốc độ gió lớn, hướng không ổn định do chịu ảnh hưởng mạnh của các loại thời tiết, tốc độ 10~15 m/s.

4. Ở cực trái đất là vùng áp cao, không khí chảy từ phía cực chịu ảnh hưởng của trái đất tự quay tạo thành gió đông ở khu vực vĩ độ 60^0 đến 90^0 ở hai bán cầu gọi là *vành đai gió đông địa cực* (Easterlies).

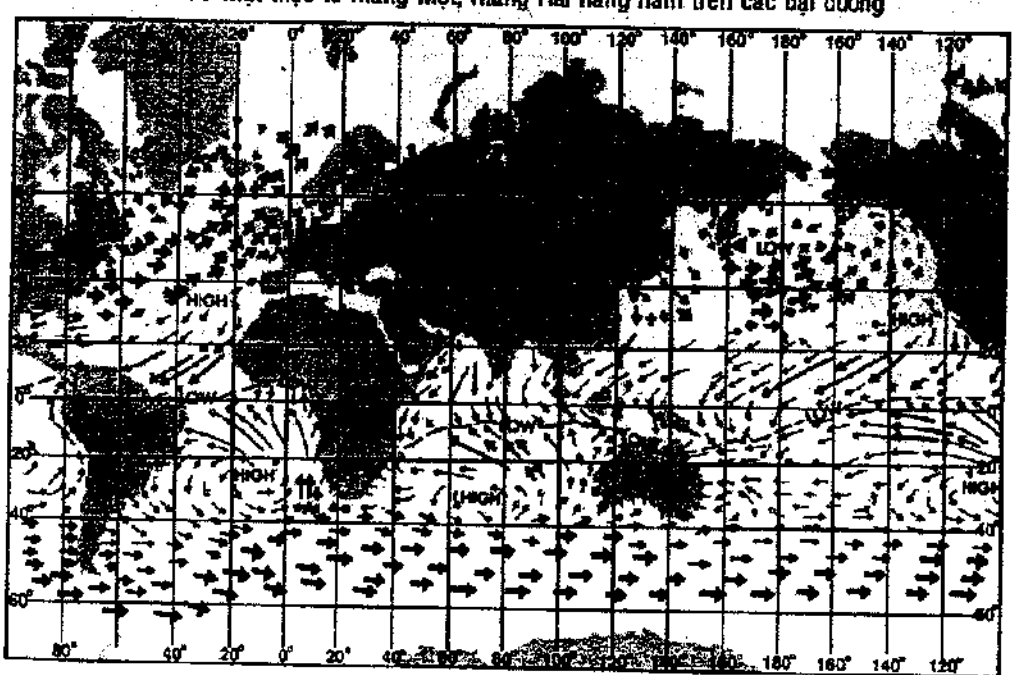
5. *Vành đai front địa cực* nằm ở vĩ độ 60^0, gió đông từ địa cực thổi tới cùng với gió tây ấm ở vĩ độ trung bình đến, dưới tác dụng của lực quay trái đất thường phát sinh xoáy, hướng gió và tốc độ gió không ổn định. Ở đây hai khí đoàn nóng và lạnh gặp nhau, hình thành các front nên gọi là front địa cực.

Tất nhiên các loại gió trên cũng biến động theo mùa của vành đai khí áp, theo sự phân bố không đồng đều giữa biển và lục địa cũng như sự khác nhau của địa hình, tốc độ gió không xác định.

6. Bản đồ tổng hợp gió mỗi tháng hàng năm trên đại dương

Trên cơ sở quan sát và thống kê lâu dài các cơ quan khí tượng trên thế giới đã xây dựng bản

Gió bề mặt thực tế Tháng Một, Tháng Hai hàng năm trên các đại dương



Ghi chú: Chiều dài của mũi tên biểu thị mức độ cố định của hướng gió, chiều ngang của mũi tên biểu thị cường độ gió

= 20 + Knots = 10-15 Knots
= 15-20 Knots = 10- Knots

Hình 4.29

đồ gió thực tế mỗi tháng hàng năm theo như hình 4.29 và hình 4.30.

3.3.5 Gió mùa và gió hải lục

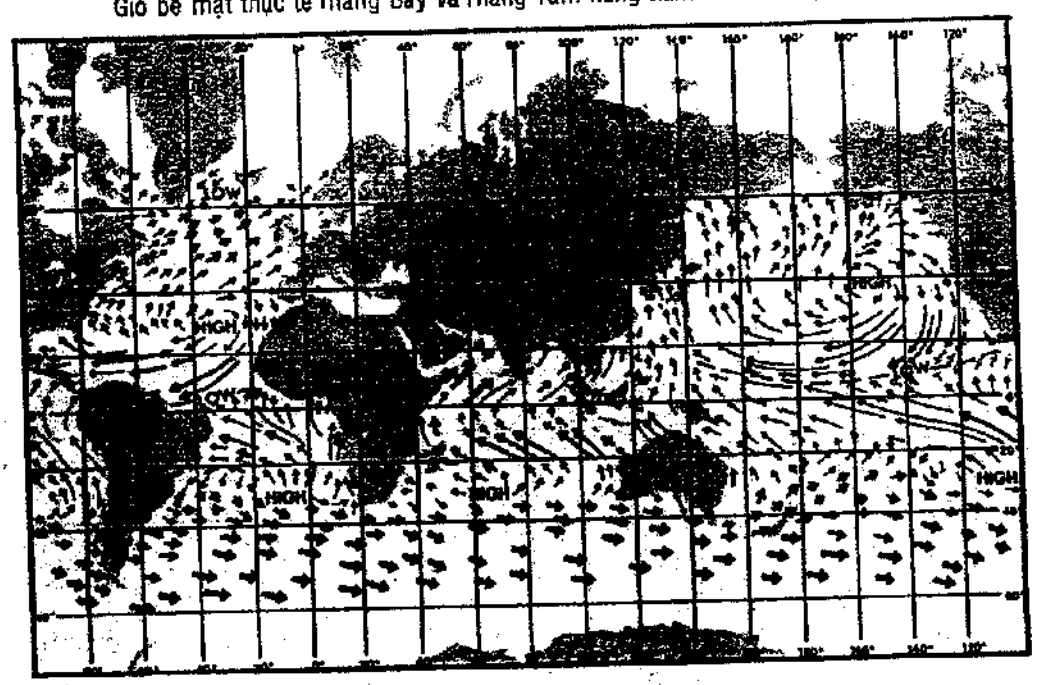
I. Gió mùa - Monsoons

1) Gió mùa là gió mang tính chất chu kỳ thổi theo mùa, mùa đông thổi từ lục địa ra đại dương còn mùa hè thì từ đại dương thổi về phía lục địa.

Gió mùa chỉ có thể hình thành ở những vùng ven biển có lục địa rộng lớn. Nguyên nhân chủ yếu của gió mùa là do trong cùng một mùa, vùng lục địa và đại dương gia tăng nhiệt độ và

trở lạnh ở mức độ không giống nhau. Mùa đông, biển so với lục địa ấm hơn, mùa hè, biển lại mát hơn so với lục địa. Nhiệt độ biển và lục địa ảnh hưởng trực tiếp đến không khí ở trên nó. Mùa đông trên lục địa nhiệt độ không khí thấp, áp suất không khí cao, trên mặt biển thì nhiệt độ không khí cao, áp suất không khí thấp, mùa hè thì hoàn toàn ngược lại. Như vậy giữa lục địa và biển có sự khác biệt về khí áp, do đó, khí áp chảy từ phía có áp cao đến vùng có áp thấp hình thành gió mùa vào mùa đông và mùa hè, *mùa đông thổi từ lục địa ra biển, mùa hè thổi từ biển vào lục địa.*

Gió bề mặt thực tế Tháng Bảy và Tháng Tám hàng năm trên các đại dương

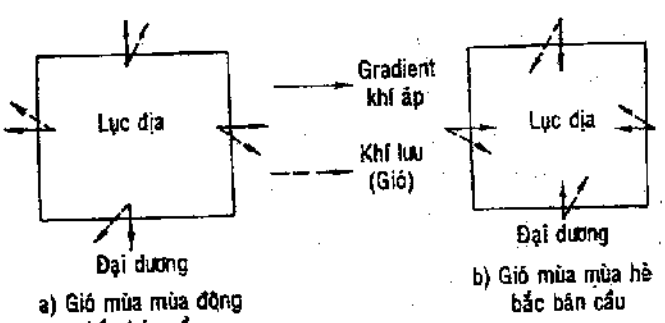


Ghi chú: Ký hiệu xem hình 4.29

Hình 4.30

Mùa đông, do sự tồn tại áp cao của đại lục và áp thấp trên biển làm cho gradient khí áp hướng ra biển và chịu ảnh hưởng của chuyển động quay trái đất cùng với ma sát trên bề mặt trái đất khiến cho hướng gió lệch theo chiều thuận kim đồng hồ trên bắc bán cầu, và nghịch kim đồng hồ trên nam bán cầu (hình 3.31a) khi thổi từ lục địa ra biển.

Mùa hè, do sự tồn tại khí áp cao trên biển và khí áp thấp lục địa, làm cho gradient khí áp hướng từ biển vào lục địa, gió từ biển thổi vào lục địa cũng bị lệch theo chiều kim đồng hồ trên bắc bán cầu (Hình 3.31b) và ở nam bán cầu thì ngược lại.



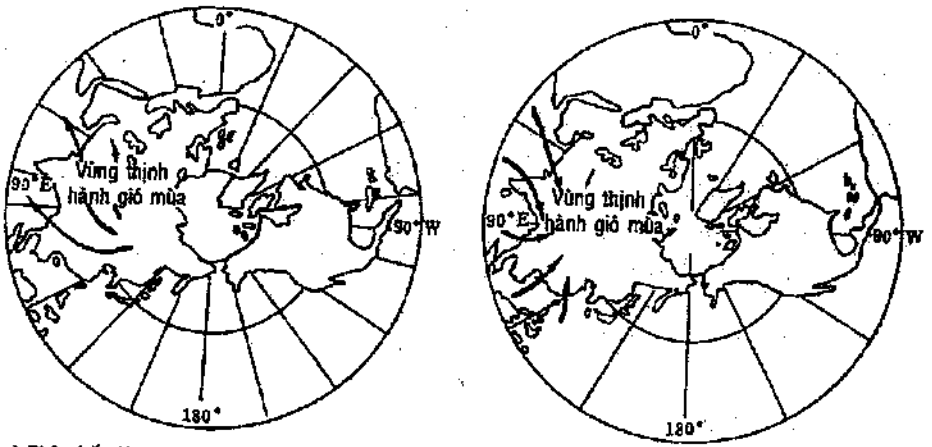
a) Gió mùa mùa đông bắc bán cầu

b) Gió mùa mùa hè bắc bán cầu

Hình 4.31

2) Gió mùa trên thế giới

Hình 4.32 là bản đồ phân bố gió mùa trên thế giới, cho thấy vùng thịnh hành gió mùa ở bắc bán cầu.



a) Phân bố gió mùa mùa đông bắc bán cầu

Phân bố gió mùa mùa hè bắc bán cầu

Hình 4.32

3) Gió mùa ở Biển Đông

a) Gió mùa đông bắc

Trên Biển Đông, gió mùa đông bắc thịnh hành nhất vào tháng 11 năm trước đến tháng 2 năm sau hàng năm. Tháng 3 là thời kỳ gió mùa đông bắc suy yếu, bắt đầu tháng 4 dần dần chuyển thành gió mùa tây nam. Dọc bờ biển phía nam Trung quốc và dọc bờ biển nước ta chịu ảnh hưởng nhiều của gió mùa đông bắc thường kéo theo không khí lạnh, bầu trời u ám đôi khi có mưa.

b) Gió mùa tây nam

Gió mùa tây nam ở Biển Đông thường thổi từ Ấn độ dương đến vào khoảng tháng 4 đến tháng 9 hàng năm, thỉnh thoảng kèm theo mưa nhỏ. Tháng 9 là thời kỳ thịnh hành gió mùa tây nam. Tháng 10 là thời kỳ chuyển tiếp giữa hai mùa gió. Gió mùa tây nam ảnh hưởng chủ yếu ở phía nam và miền trung nước ta.

2. Gió hải lục (Land and Sea breezes)

1) Nguyên nhân

Ở khu vực tiếp giáp giữa lục địa và biển, ban ngày gió thổi từ biển vào lục địa, ban đêm thổi từ lục địa ra biển, gió này đổi hướng theo chu kỳ ngày và đêm gọi là gió hải lục.

Nguyên nhân hình thành gió hải lục là, về ban ngày mặt đất hấp thu nhiệt độ nhanh hơn mặt biển, khí áp trên lục địa thấp hơn trên biển, do đó hình thành gió thổi từ biển vào lục địa, gọi là *gió biển* (sea breezes). Gió hải lục mang tính địa phương.

Về đêm, nhiệt độ trên lục địa giảm xuống rất nhanh, còn trên mặt biển thì nhiệt độ giảm xuống chậm hơn, cho nên hình thành gió thổi từ lục địa ra biển, gọi là *gió lục địa* (land breezes).

Thông thường gió biển bắt đầu thổi vào bờ từ khoảng 8 đến 11 giờ, và mạnh nhất vào 13 đến 14 giờ, đến 20 giờ thì chuyển thành gió lục địa thổi từ bờ ra. Độ cao gió hải lục thấp, tốc độ gió chừng 5~6 m/s.

2) Tên gọi và vị trí của các cơn "gió địa phương" nổi tiếng ở vùng biển các quốc gia:

BIZE – Phía nam Pháp

BORA – Phía đông biển Adriatic

CRACHIN – Biển Trung quốc

ETESIANS – Biển Agean

FOHN - Swiss Alps

HAAR – Đông Scotland và phần đông Anh

HARMATTAN - Tây bắc Châu Phi

KAUS – Vịnh Persian

KHAMSIN – Egyps và bờ biển bắc Phi

KHARIF - Vịnh Aden

LESTE – Madeira và bắc Phi

LEVANTER – Eo Gibraltar

LEVECHE – Bờ biển đông nam Tây ban nha

LIBECCIO – Bắc Corsica

MAESTRO - Biển Adrialic

MARIN – Vịnh Lyons

MISTRAL – Bở biển tây bắc Địa trung hải

NORTHER – Vịnh Mexico

PAMPERO – Khu vực Rio de la Plata

SCIROCCO – Địa trung hải

SHAMAL – Vịnh Persian và Vịnh Oman

SOLANO – Eo Gibraltar

SOUTHERLY BUSTER – Bờ biển nam và đông nam Australia

SUMATRAS _ Eo Malacca

TRAMONTANA – Bờ phía tây Italia và Corsica

WILLY-WILLY – Tây Australia

VENDAVALES – Bờ biển đông Tây ban nha và eo Gibraltar

4.4 Áp thấp ôn đới– Depression (Cyclone)

Còn gọi là *xoáy ôn đới*, có thể gây ra bão tố lớn nhất trong thiên nhiên. Phạm vi ảnh hưởng của nó so với xoáy nhiệt đới lớn hơn rất nhiều (xoáy nhiệt đới có phạm vi ảnh hưởng chừng 100~1300 km, trong khi đó xoáy ôn đới có phạm vi ảnh hưởng 500~3000 km). Xoáy ôn đới có thể tồn tại rất lâu, nói chung đều tồn tại 7 ngày trở lên; khu vực phát sinh rộng; thời gian phát sinh hầu như quanh năm bốn mùa. Vì vậy ảnh hưởng của nó đến hoạt động của tàu thuyền không thể xem nhẹ.

4.4.1 Sự hình thành của xoáy ôn đới và các hiện tượng thời tiết

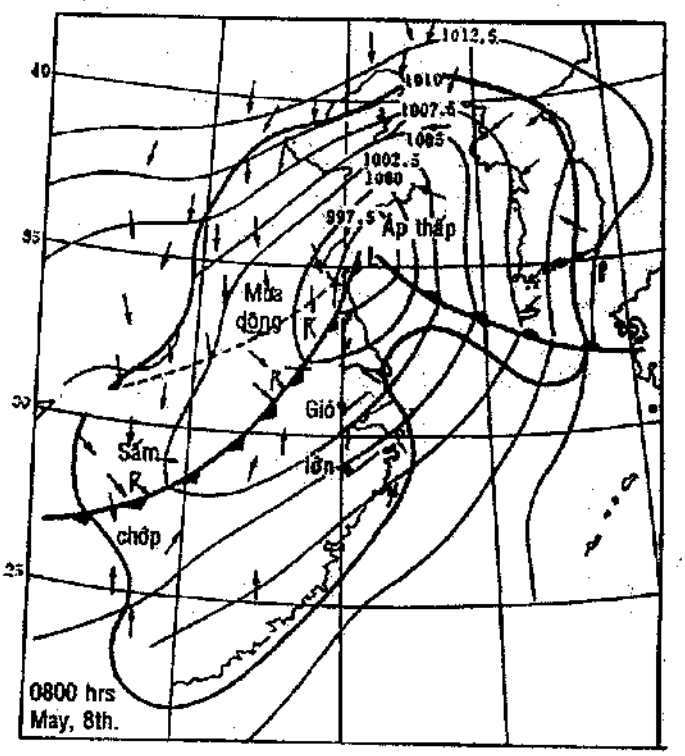
Xoáy ôn đới hình thành và hoạt động ở khu vực ôn đới, khí áp trung tâm thấp hơn khí áp xoáy không khí chung quanh. Ở bắc bán cầu không khí trong phạm vi xoáy chuyển động theo chiều nghịch kim đồng hồ, còn ở nam bán cầu thì lại chuyển động thuận chiều kim đồng hồ. Xoáy ôn đới chủ yếu phát triển tại khu vực front, có thể di động, vì vậy phần nhiều các xoáy ôn đới thuộc loại xoáy front, hình 4.33 là bản đồ xoáy ôn đới.

Đường kính xoáy ôn đới thông thường chừng 1000 km, lớn hơn có thể đến 2500~3000 km, nhỏ nhất chừng 200~300 km.

Vùng xoáy ôn đới đi qua thường xuất hiện gió lớn, dông tố, sóng lớn, gió đến cấp 8–9, có khi lên đến cấp 11~12.

Xoáy ôn đới hình thành và phát triển trải qua 7 giai đoạn,

1) Giai đoạn mặt front



Ghi chú: R-khu vực sấm chớp, mũi tên biểu thị hướng gió, đường nét thô là khu vực mưa, đường nét không liên tục là đường di chuyển của xoáy.

Hình 4.33

Trước khi xoáy phát triển, ở vĩ độ cao gió đông, lạnh; vĩ độ thấp gió tây, ấm; giữa có một mặt front và một dãi mây mặt front thẳng (Hình 4.34a)

2) Giai đoạn ba động

Bắt đầu xuất hiện ba động, không khí lạnh triển khai về phía nam, không khí ấm dịch chuyển về phía bắc, dải mây bắt đầu biến dạng (Hình 4.34b) lồi về phía bắc, xuất hiện front ấm lạnh, và giáng thuỷ mặt front, dưới mặt đất bắt đầu xuất hiện trung tâm áp thấp thấp hơn ở chung quanh chừng 2~3hPa, có khi có một đường đẳng áp khép kín. Áp thấp dịch chuyển theo dòng khí lưu ấm, trong vòng 24 giờ có thể dịch chuyển qua vài kinh độ.

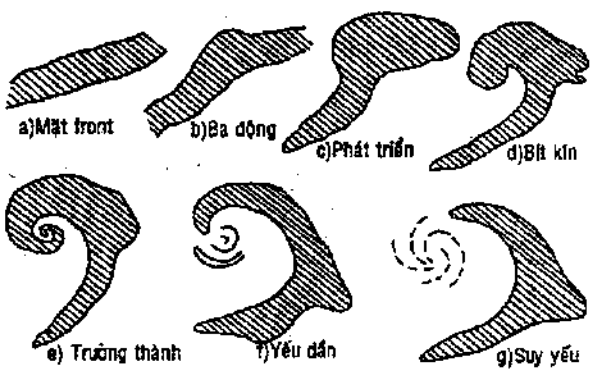
3) Giai đoạn phát triển

Biên độ ba động tăng lên, hệ mây front ấm lạnh và giáng thuỷ mặt front tiếp tục phát triển (Hình 4.34c), khu vực mưa tăng rộng, tăng nhiều các đường đẳng áp trên mặt đất, trung tâm áp thấp trên mặt đất tiếp tục giảm, so với chung quanh thấp hơn 10~20hPa. Áp thấp vẫn tiếp tục dịch chuyển theo dòng khí ấm trong vòng 24 giờ dịch chuyển đến 10^0 kinh độ.

4) Giai đoạn bít kín

Front lạnh và front ấm gặp nhau, front lạnh đuổi kịp và vượt lên trên front ấm làm cho mặt front nâng lên cao, phạm vi và cường độ giáng thuỷ mở rộng và tăng cao; vì khí đoàn lạnh và khí đoàn ấm chồng lên nhau, ở tầng thấp xoáy của khí đoàn dần trở thành xoáy lạnh, không khí ấm trên mặt đất buộc phải rời mặt đất, trên bầu trời mây cuộn thành vòng (Hình 4.34d).

Hình 4.32 là bản đồ phân bố gió mùa trên thế giới, cho thấy vùng thịnh hành gió mùa ở bắc bán cầu.



Hình 4.34

5) Giai đoạn trưởng thành

Giai đoạn bít kín càng sâu, độ dày của xoáy lạnh tăng lên, lúc này trung tâm áp thấp trên mặt đất tiếp tục hạ thấp, thấp hơn chung quanh đến 20hPa, tốc độ di chuyển chậm dần, hình mây cuộn thành hai vòng (Hình 4.34e)

6) Giai đoạn yếu dần

Xoáy không khí dần dần rời mặt front trở thành xoáy lạnh, trên trời hai bên hệ mây áp thấp chỉ còn mây tầng trung bình (Hình 4.34f)

7) Giai đoạn suy yếu

Nhờ ma sát mặt đất, xoáy lạnh sau khi rời mặt front thì dần dần suy yếu và biến mất, hệ mây của mặt front thoát ly khỏi hệ mấy thấp.(Hình 4.34g).

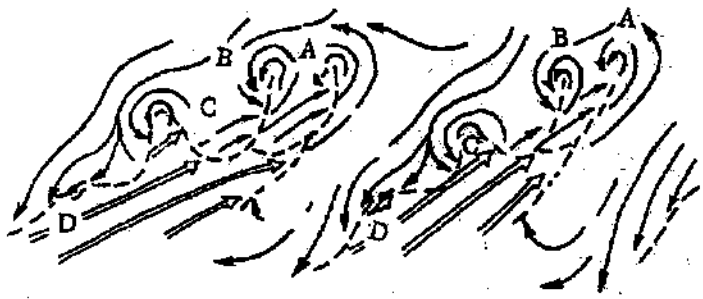
4.4.2 Khu vực phát sinh xoáy ôn đới và sự di chuyển của nó

Xoáy nhiệt đới chỉ có thể phát sinh trên vùng biển nhiệt đới, nhưng xoáy ôn đới ở vĩ độ trung bình có thể phát sinh cả trên lục địa và trên đại dương. Trên thế giới có một số khu vực có điều kiện phát sinh xoáy ôn đới sau đây.

1. Xoáy ôn đới khu vực Thái bình dương

Trên Thái bình dương có rất nhiều xoáy ôn đới phát sinh từ lục địa Á, Âu, khi các xoáy này dịch chuyển đến vùng biển đông và nam Nhật bản thì cường độ phát triển của chúng trở nên mạnh, sau đó men theo giữa hướng tây nam đông bắc dịch chuyển đến quần đảo Aleutian (một quần đảo gồm 150 đảo nhỏ phía tây nam Alaska) trở thành áp thấp bán vĩnh cửu nổi tiếng thế giới. Xoáy ôn đới đặc biệt là xoáy ôn đới xuất hiện ở tây Thái bình dương và vùng biển Trung quốc thường liên tục hết đợt này đến đợt khác hình thành một chuỗi xoáy ôn đới gồm hai đến năm xoáy như hình 4.35. Một chuỗi xoáy ôn đới có thể gây nên gió lớn trong

một khu vực rất rộng trong vài ngày. Loại xoáy ôn đới này có ảnh hưởng rất nhiều đến các tuyến hàng hải giữa nước ta với Trong quốc, Nhật bản và Mỹ (bắc Mỹ)

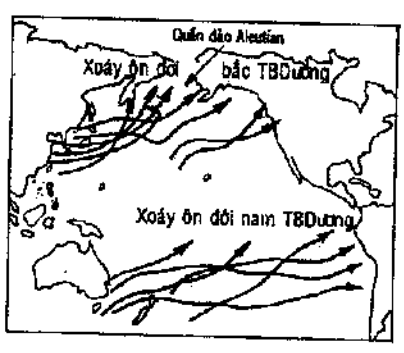


Hình 4.35

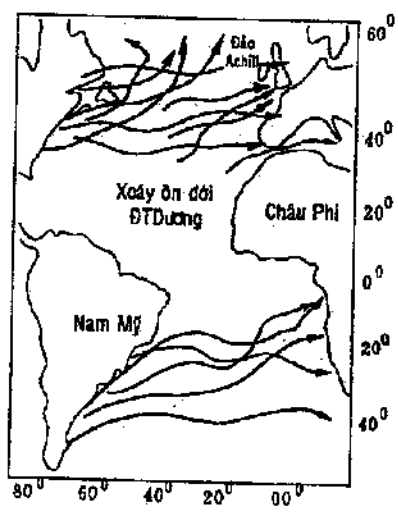
Xoáy ôn đới bắc Thái bình dương có thể xuất hiện bốn mùa nhưng nhiều nhất vào mùa xuân. Tốc độ dịch chuyển trung bình của nó chừng 30~40km/h, chậm chừng 15km/h, nhanh nhất chừng 100km/h. Nói chung loại xoáy ôn đới mới phát sinh có tốc độ dịch chuyển nhanh, lúc suy yếu thì tốc độ chậm lại, mùa xuân dịch chuyển nhanh, mùa hè dịch chuyển chậm, xu thế dịch chuyển từ tây về phía đông như hình 4.36.

Ở nam Thái bình dương, xoáy ôn đới phát sinh nhiều nhất trên vùng biển phía tây Australia và nam Châu Mỹ (hình 4.36) , chúng cũng dịch chuyển từ tây về đông, tần suất xuất hiện nhiều nhất vào mùa đông, mùa hạ và thu ít nhất, tốc độ dịch chuyển 30~40km/h.

2. Xoáy ôn đới Đại tây dương



Hình 4.36



Hình 4.37

Xoáy ôn đới trên Đại tây dương ngược lại với Thái bình dương. Trên biển phía đông của Hoa kỳ luôn luôn phát sinh và phát triển xoáy ôn đới và thường di chuyển theo hướng đông lệch về phía bắc, đôi khi vượt qua bắc Đại tây dương mang theo thời tiết xấu với những trận gió dữ dội thổi về bờ biển đông, đổ vào các nước bắc Âu. Đường dịch chuyển của xoáy ôn đới từ tây sang đông cũng có dạng sóng biển (Hình 4.37), dịch chuyển đến đảo Achill cũng trở thành áp thấp bán vĩnh cửu Achill giống như áp thấp vĩnh cửu Aleutian Thái bình dương.

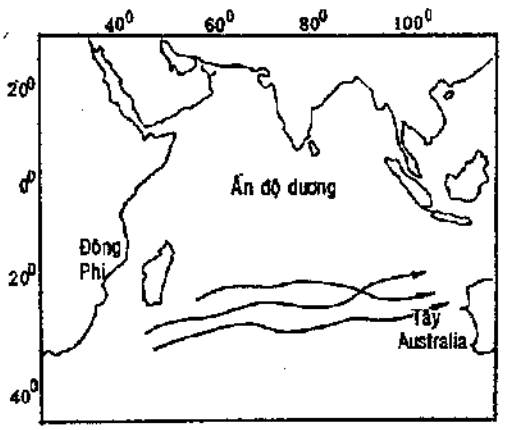
Áp thấp bán vĩnh cửu Achill mang lại cho khu vực vịnh Biscay sóng to gió lớn hầu như quanh năm.

Ngoài ra, trên vùng biển phía nam Châu Phi cũng là vùng biển phát sinh rất nhiều xoáy ôn đới vào mùa đông tần suất rất lớn (Hình 4.37).

3. Xoáy ôn đới Ấn độ dương và Địa trung hải.

1) Ấn độ dương

Trên Ấn độ dương xoáy ôn đới phát sinh tương đối ít, trong đó phần nhiều xuất phát từ phía nam Châu Phi lệch về phía tây. Tốc độ dịch chuyển của xoáy ôn đới Ấn độ dương khá nhanh, nói chung trên 50km/h, hướng dịch chuyển từ tây sang đông vượt ngang Ấn độ dương thổi vào bờ biển phía tây Australia (Hình 4.38).



Hình 4.38

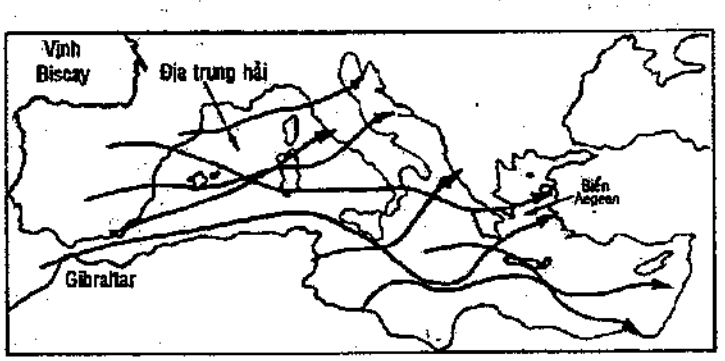
2) Địa trung hải

Địa trung hải, hình 4.39, một khu vực nhiều tàu thuyền trên khắp thế giới qua lại, cũng là một khu vực xoáy ôn đới hoạt động dữ dội. Vì vậy, Địa trung hải bao giờ cũng là một vùng đáng lưu tâm của toàn thể thuyền viên như là một khu vực thời tiết khắc nghiệt.

Hàng năm các quốc gia chung quanh Địa trung hải đều chịu ảnh hưởng nặng nề của xoáy ôn đới, khu vực tây bắc Địa trung hải như vùng biển Aegean, Ionian... xoáy ôn đới xuất hiện nhiều, bình quân hơn 10 lần mỗi năm. Các vùng biển đông nam và tây nam Địa trung hải thì tần suất của xoáy ôn đới thấp hơn.

Trong năm, xoáy ôn đới ở Địa trung hải xuất hiện nhiều vào nửa năm mùa đông (tháng 10 đến tháng 4 năm sau), bình quân hàng tháng xuất hiện 3 lần, tháng nhiều nhất có khi 6~7 lần, hầu như hàng ngày đều có ảnh hưởng của xoáy ôn đới. Sáu tháng mùa hè còn lại (tháng 5 đến tháng 9) số lượng xoáy ôn đới ít hơn.

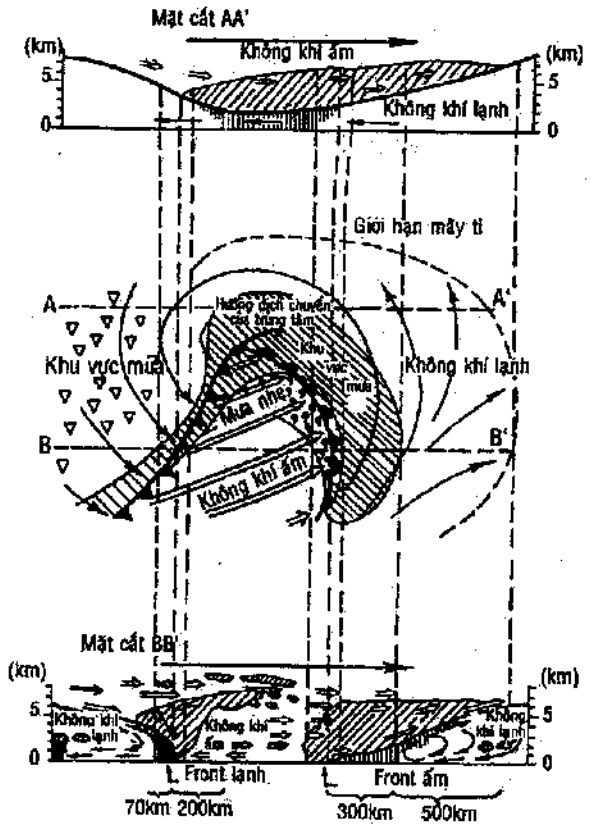
Gió phát sinh từ xoáy ôn đới ở Địa trung hải thường kéo dài từ 20 giờ trở lên, dài nhất có khi 2~3 ngày. Gió xoáy ôn đới ở biển Aegean đều ổn định theo hướng đông bắc, kéo dài. Hướng di chuyển thường từ tây sang đông như hình 4.39.



Hình 4.39

Nơi phát sinh xoáy ôn đới Địa trung hải thường từ phía tây bắc Địa trung hải, sau khi sinh trưởng, trưởng thành phát triển về phía đông và phía nam. Ngoài ra cũng có một ít xoáy ôn đới dịch chuyển từ bắc Phi tới Địa trung hải sau đó phát triển về phía đông.

4. Cách phán đoán vị trí của xoáy ôn đới (Hình 4.40)



Hình 4.40

Xoáy ôn đới bao giờ cũng đến từ phía tây, đầu tiên khí áp giảm, trên bầu trời phía tây xuất hiện mây ti. Ở bắc bán cầu (hoặc nam bán cầu), trên tàu khi xác định được trung tâm của nó đi qua phía bắc (hoặc nam) của tàu thì có nghĩa là tàu nằm phía bên xích đạo có mặt front. Ban đầu gió tây nam hoặc gió nam (gió tây bắc hoặc gió bắc) thổi, gió mỗi lúc một mạnh, mây thấp dày đặc, xuất hiện mưa. Khi hướng gió đột nhiên quay theo chiều kim đồng hồ (hoặc nghịch chiều kim đồng hồ), nhiệt độ tăng lên, mưa nhỏ hoặc dừng mưa thì có nghĩa là khi đó tàu đã qua front ấm đi vào khu vực ấm của xoáy. Lúc này tầm nhìn xa tốt hơn, hướng gió ổn định. Khi phía tây xuất hiện mây dày, đen kịt, hướng gió lại một lần nữa quay rõ rệt theo chiều kim đồng hồ (hoặc ngược chiều kim đồng hồ), xuất hiện gió tây hoặc tây bắc (hoặc gió tây hoặc tây nam) mạnh, tiếp theo xuất hiện sấm chớp, sóng to, gió dữ dội, khí áp tăng lên, nhiệt độ giảm xuống, mưa như trút nước, điều đó có nghĩa là tàu đã đi qua khu vực front lạnh mãnh liệt. Khi đi vào khu vực lạnh của xoáy tầm nhìn xa tốt, gió giảm dần có khi tình trạng này duy trì rất lâu.

Nếu biết chắc xoáy đến từ phía tây của bắc bán cầu (hoặc nam bán cầu) mà trung tâm của nó đi qua phía nam (hoặc bắc) của tàu thì thời tiết diễn biến và tác dụng đến tàu ngược với

trường hợp ở trên, có nghĩa là tàu nằm phía bên xích đạo không có mặt front. Hướng gió chuyển từ đông → đông bắc → bắc theo chiều ngược kim đồng hồ (hoặc đông → đông nam → nam thuận kim đồng hồ), sức gió không mạnh, trời mưa, âm u, tầm nhìn xa kém.

Nếu tàu nằm ở trung tâm của xoáy thì khí áp thấp nhất, sức gió không lớn lắm, khi khí áp tăng lên có nghĩa là trung tâm xoáy đã đi qua, tuy nhiên vẫn còn gió lớn.

Trên thực tế, có thể căn cứ vào hướng gió để phán đoán một cách khái quát vị trí của tàu nằm ở khu vực nào của xoáy giống như phán đoán bão. Tuy nhiên hình thái của xoáy lại hoàn toàn khác với bão, các đường đẳng áp của xoáy không tròn như đường đẳng áp của bão, khi đường đẳng áp của xoáy đi qua đường front thì bị biến thành đường gẫy khúc, ở vị trí trước và sau góc gẫy thời tiết biến hoá dữ dội, vì vậy khi đi qua đường front thì gió biến đổi đột ngột.

Cần nhấn mạnh rằng, tính phức tạp và biến hoá của xoáy ôn đới vượt xa xoáy nhiệt đới, vì vậy khi đi qua vùng xoáy ôn đới cần phân tích thời tiết chu đáo và hành hải thận trọng.

4.5 Áp thấp nhiệt đới

4.5.1 Tên gọi và phân cấp

1. Còn gọi là *xoáy nhiệt đới*, là một hiện tượng thời tiết gây phong ba bảo tố mãnh liệt với sức tàn phá ghê gớm phát sinh trên vùng biển nhiệt đới.

Gió vùng gần trung tâm áp thấp nhiệt đới rất mạnh, phạm vi chịu ảnh hưởng rộng lớn và xảy ra ở nhiều vùng biển. Vì vậy phân loại và tên gọi áp thấp nhiệt đới ở các vùng miền trên thế giới không giống nhau. Ở vùng tây Thái bình dương khi tốc độ gió đạt tới cấp 12 thì gọi áp thấp nhiệt đới là bão (Typhoon).

Xoáy nhiệt đới tùy theo cường độ và khu vực hình thành mang nhiều tên gọi khác nhau. Để tránh nhầm lẫn, Hội nghị khí tượng học quốc tế do Tổ chức khí tượng thế giới (World Meteorological Organization – WMO) triệu tập ở Manila vào tháng 06 năm 1949 đã thống nhất định nghĩa sau đây:

a) Áp thấp nhiệt đới (Tropical Depression) - tốc độ gió không vượt quá cấp 7 Beaufort.

b) Bão nhiệt đới trung bình (Moderate Tropical Storm) - tốc độ gió cấp 8~9 Beaufort.

c) Bão nhiệt đới dữ dội (Severe Tropical Storm) – tốc độ gió cấp 10~11 Beaufort.

d) Cuồng phong (Hurricanes hoặc theo danh từ địa phương) – tốc độ gió đạt cấp 12 Beaufort.

Các vùng biển khác nhau trên thế giới có tên gọi riêng:

- Các vùng ven biển Việt Nam, Trung Quốc, Nhật Bản gọi là ***bão*** (Typhoon).
- Các vùng thuộc quần đảo Philipin gọi là "Baguious".
- Vịnh Mexicô, quần đảo Tây Ấn Độ, phía Nam Thái Bình Dương, Tây kinh độ 140°W gọi là "Hurricanes".
- Ven biển Tây bắc Úc gọi là "Willy - Willy".
- Biển Arabian, Nam Ấn Độ Dương gọi là "Cyclones".
- Biển đông Madagasca gọi là "Mauritus".

2. Phân cấp áp thấp nhiệt đới ở các khu vực khác nhau trên thế giới:

Khu vực phát sinh	*Tốc độ gió lớn nhất gần trung tâm*	*Tên gọi*	
		Tên gọi	*Ký hiệu*
Đại tây dương, vịnh Mexico, biển Caribbean, đông bắc Thái bình dương	≥64 n.m/h (cấp gió trên 12)	Hurricane	HUR
	34~63 n.m/h (cấp 8~11)	Tropical Storm	TS
	≤33n.m/h (dưới cấp 7)	Tropical Depression	TD
Vịnh Bengal, biển Arabian nam bán cầu	≥34n.m/h (trên cấp 8)	Gió xoáy mạnh	
	≤ 33n.m/h	Áp thấp	
	≥ 34n.m/h	Xoáy nhiệt đới	
	≤ 33n.m/h	-	
Tây bắc Thái bình dương và Biển Đông (Guam, Nhật, Philipin, Trung quốc Việt nam)	≥64n.m/h	Typhoon	TY
	48~63n.m/h	Strong Tropical storm	STS
	34~47n.m/h (cấp 10~11)	Tropical Storm	TS
	≤33n.m/h	Tropical Depression	TD

1.5.2 Sự hình thành và tan biến của bão nhiệt đới

1. Điều kiện cơ bản để hình thành xoáy nhiệt đới và bão

Điều kiện	*Tác dụng*
1) Nhiệt độ nước bề mặt đại dương 27,5^{0}C	Làm cho không khí ở tầng thấp có nhiệt độ cao dễ bốc lên cao, đồng thời hơi nước nhiều dễ phát nhiệt lượng để hình thành trung tâm xoáy nhiệt đới.
2) Tại hải vực nhiệt đới ở vĩ tuyến trên 5^0	Bão xoáy cần có tác dụng của lực gây lệch hướng của trái đất, ở vĩ độ dưới 5^0 lực gây lệch hướng quá nhỏ không duy trì được bão xoáy.
3) Khu vực hội tụ khí lưu gần vĩ tuyến 12^0~15^0	Cần sự hội tụ ở không gian tầng thấp và phân kỳ ở không gian tầng cao, khu vực này là khu vực hội tụ khiến không khí bốc lên.
4) Cần có chênh lệch nhỏ về tốc độ gió tầng cao và tầng thấp	Tạo nên một kết cấu khó tổn thất nhiệt lượng, duy trì trung tâm ấm cần thiết cho sự tồn tại của bão.

2. Sự tan biến của bão nhiệt đới

Bão nhiệt đới tan biến khi hội tụ một trong những điều kiện sau đây,

1) Sau khi bão đổ bộ vào đất liền, đặc biệt là vùng rừng núi, do ma sát và ngưng cung cấp hơi nước, bão sẽ dần dần yếu đi và tan biến.

2) Xoáy nhiệt đới dịch chuyển vào khu vực vĩ độ cao, không khí lạnh không ngừng thâm nhập làm cho xoáy nhiệt đới dần dần biến thành xoáy ôn đới.

3) Xoáy nhiệt đới bị không khí lạnh trên biển bao vây và tan biến.

4) Điều kiện bên ngoài giới hạn xoáy nhiệt đới thay đổi làm cho dòng khí lưu đang bốc lên bị suy giảm đến mức tan biến.

4.5.3 Mùa và tần suất xuất hiện của xoáy nhiệt đới trên các đại dương

Căn cứ vào tư liệu thống kê, nói chung các khu vực và mùa thường phát sinh xoáy nhiệt đới đều có những quy luật nhất định. Xoáy nhiệt đới có thể xuất hiện 4 mùa trong năm, nhưng phát triển ở mứa độ mãnh liệt chỉ tập trung vào mùa hè và mùa thu. Xoáy nhiệt đới của từng khu vực đều có những đặc điểm riêng về quy luật phát sinh, nói chung chúng phát sinh nhiều nhất vào 3 tháng kể từ sau khi mặt trời có độ cao lớn nhất, sau đó mức độ xuất hiện giảm xuống và cường độ của từng cơn xoáy cũng giảm. Bảng 4.O dưới đây tổng hợp tư liệu thống kê nhiều năm về mùa và tần suất xuất hiện của bão nhiệt đới trên các đại dương.

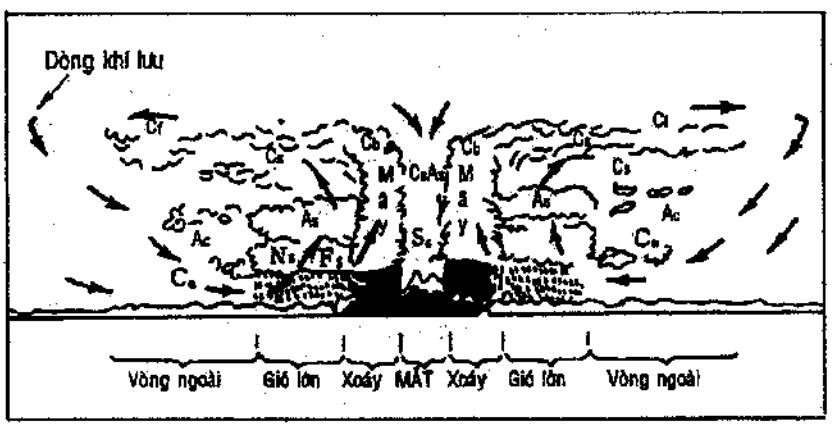
4.5.4 Đặc trưng thời tiết của xoáy nhiệt đới, bão

1. Phân chia khu vực trong vùng bão

Áp thấp nhiệt đới hay bão là một xoáy không khí ngược chiều kim đồng hồ, là một khu vực áp thấp rộng lớn, càng gần trung tâm của nó khí áp càng giảm, tại trung tâm khí áp thấp nhất.

Khu vực của bão thông thường có đường kính khoảng 300km, loại bão lớn có khi đến 1.000km, loại nhỏ chỉ đến vài mươi km.

Căn cứ vào đặc trưng thời tiết, một cơn bão trưởng thành được chia ra làm bốn khu vực: khu vực vòng ngoài, khu vực gió lớn, khu vực cuộn xoáy và khu vực mắt bão (Hình 4.41).



Hình 4.41

Mắt bão là một vùng trung tâm đường kính chừng 25km, trong mắt bão có các dòng khí lưu chảy từ trên xuống, còn những vùng khác ngoài mắt bão thì dòng khí lưu lại chảy từ dưới lên. Vì khí áp tại trung tâm thấp nhất nên tốc độ gió càng gần đến trung tâm bão thì càng lớn, nhưng tại mắt bão vì dòng khí lưu chảy từ trên xuống chiếm ưu thế cho nên gió tại đây lại rất yếu, trời quang mây tạnh, thời tiết tốt.

MÙA VÀ TẦN SUẤT XUẤT HIỆN CỦA ÁP THẤP NHIỆT ĐỚI TRÊN CÁC ĐẠI DƯƠNG HÀNG NĂM

Bảng 4.O

Tên gọi	*Khu vực Hoạt động*	*Bình quân hàng tháng*												*Bình quân hàng năm*	*Đặc điểm*
		1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*		
Bão (Typhoon)	Phần phía tây của bắc Thái bình dương	0,4	0,6	0,4	0,9	1,5	16	5,0	6,8	5,3	4,3	2,4	1,3	30,5	Là khu vực có xoáy nhiệt đới nhiều nhất trên toàn cầu, tháng nào cũng có, tháng 7~10 chiếm 70% cả năm, 2/3 số áp thấp nhiệt đới đạt tới cường độ của bão.
	Trong đó, có Biển Đông (Đông VN)	0	0,1	0	0,1	0,5	0,2	0,5	0,6	0,9	0,5	0,5	0,4	14,0	
Cuồng phong - Hurricane	Đông bắc Thái bình dương	0	0	0	0	0	1,8	2,2	4,2	4,0	1,8	0	0	14,0	Thường phát sinh từ tháng 6~10; tháng 8,9 nhiều nhất, 1/3 xoáy phát triển thành cuồng phong.
	Bắc Đại tây dương	0	*	0	0	0,1	0,5	0,8	2,1	3,5	1,8	0,3	0,1	9,2	Phát sinh nhiều vào tháng 6~10, 3 tháng 8,9,10 nhiều nhất. Tháng 1~4 rất ít xuất hiện. 60% xoáy phát triển thành cuồng phong.
	Nam Thái bình dương, đông Australia	1,9	1,4	1,6	0,7	0,1	0,1	0	0	0	0	0,1	0,7	6,6	Nằm trong khu vực giới hạn 135°E~150°W, chừng 70% xoáy nhiệt đới tập trung vào tháng 1~3.
Xoáy - Cyclone	Vịnh Bengal	0,1	0	0	0,1	0,7	0,1	0,1	0,1	0,4	0,8	0,7	0,5	3,6	Có hai đỉnh điểm rõ rệt nhất, một vào tháng 5 trước khi gió mùa đến, một vào tháng 9~12 sau gió mùa. Phía bắc vịnh phát sinh áp thấp với

															cấp gió nhẹ vào tháng 6~10 thổi về phía tây thuộc lưu vực sông Hằng và nội địa.
	Biển Arabian	*	0	0	0,1	0,2	0,2	*	*	0,1	0,2	0,2	0,1	1,1	Đây là khu vực phát sinh xoáy ít nhất, trung bình hàng năm chỉ xuất hiện trong một tháng. Cũng có hai đỉnh điểm xuất hiện rõ rệt nhất từ tháng 4~6 và tháng 11~12. Rất ít khi xuất hiện tháng 7~8.
	Tây nam Ấn độ dương (đông Châu Phi)	2,3	2,0	1,5	0,7	*	*	*	0	*	0,1	0,3	0,9	7,8	Thường phát sinh từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau., nhiều nhất vào tháng 1~3.
Willy Willy	Đông nam Ấn độ dương	1,8	1,4	2,0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,4	1,2	7,0	Nằm trong hải vực 100^0E~150^0W, chừng 75% xoáy phát sinh trong tháng 1~3.
Tổng hợp	***Bắc bán cầu***	0,5	0,6	0,4	1,1	2,5	4,2	8,1	13,2	13,3	8,9	3,6	2,0	58,4	Trong đó bắc Thái bình dương nhiều hơn cả, chiếm 50% trên toàn thế giới , chủ yếu tập trung vào tháng 6~11.
	Nam bán cầu	6,0	4,8	5,1	1,6	0,1	0,1	*	0	*	0,1	0,8	2,8	21,4	Ít hơn nam bán cầu, chủ yếu tập trung vào tháng 12 đến tháng 4 năm sau, nam Ấn độ dương nhiều hơn.
	Tổng toàn cầu	6,5	5,4	5,5	2,7	2,6	4,3	8,1	13,2	13,3	9,0	4,4	4,8	79,8	

Ghi chú: 1) * - không đến 0,05; 2) Trong bảng chỉ thống kê các xoáy nhiệt đới có tốc độ 35 hải lý/ giờ trở lên.

Độ dày (theo chiều cao) của bão khoảng chừng 15km, bão yếu thì độ dày không lớn lắm, chỉ vài km.

Chung quanh mắt bão, tồn tại những vùng có dòng khí lưu bốc lên rất mạnh, tạo thành mây dày đặc, dưới những áng mây đó là cả một khu vực thời tiết xấu tồi tệ, mưa như trút nước, sóng gió ác liệt.

Ở vòng ngoài cơn bão, mây xuất hiện trên cao, thỉnh thoảng điểm một ít mây tích vũ, gió cấp 6 đến cấp 8, mặt biển sóng rất lớn.

Hình 4.42 là một cơn bão chụp ảnh qua vệ tinh.



Hình 4.42

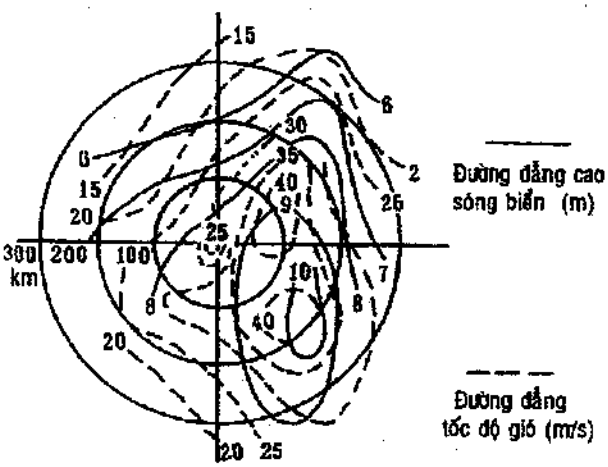
2. Đặc trưng thời tiết trong các khu vực của bão, xem Bảng 4.P

Bảng 4.P

Khu vực / Thời tiết	*Khu vực vòng ngoài*	*Khu vực gió lớn*	*Khu vực xoáy*	*Khu vực mắt bão*
Sức gió	Dưới cấp 6	Cấp 6-7	Trên cấp 8, sóng gió dữ dội, sức gió không đối xứng, bán vòng bên trái gió nhỏ, bên phải gió to	Yếu
Sóng	Sóng do gió không lớn, sóng lừng rõ rệt	Sóng do gió và sóng lừng đều rõ rệt	Sóng biển cuồn cuộn	Sóng từ các hướng đổ về hình thành sóng tam giác, vô cùng nguy hiểm
Khí áp	Bắt đầu hạ thấp từ từ, nhưng vẫn có biến thiên ngày	Khí áp hạ xuống rõ rệt, nói chung, 3hPa/h, mất biến thiên ngày	Khí áp giảm dữ dội có khi giảm 20hPa/h	Khí áp không giảm nữa, có ba động nhỏ, khí áp rất thấp, hầu hết các cơn bão đều có khí áp chừng 999~940 hPa, thấp nhất 877hPa.
Mây	Mây ti hình đuôi ngựa tản mạn theo nhiều hướng, có quầng mặt trời hoặc quầng mặt trăng, buổi sáng, chiều có thể nhìn thấy ráng đỏ	Mây vũ tích, mây vũ tầng dầy đặc, phía dưới mây đó có những mảng mây nhỏ đen kịt bay qua.	Mây tích vũ đầy trời, dầy đặc, chân mây thấp cách mặt biển chừng vài trăm mét	Bầu trời trong sáng, chỉ có vài mảnh mây vỡ hoặc mây mỏng.

	hoặc đỏ tím			
Mưa	Nói chung không mưa	Mưa từng cơn	Mưa như trút	Đôi khi có mưa
Hiện tượng thời tiết khác			Sấm và chớp	

Hình 4.43 mô tả sự phân bố sóng và tốc độ gió vùng quanh tâm bão.



Hình 4.43

Sóng do bão gây nên xuất phát từ trung tâm bão truyền lan ra bốn phía, tốc độ truyền lan chừng 25 hải lý/giờ, trong khi đó bão dịch chuyển chừng 15 hải lý/giờ. Như vậy tốc độ truyền lan của sóng nhanh hơn tốc độ di chuyển của tâm bão. Vì truyền lan nhanh nên trên đường di chuyển của bão sóng rất lớn.

Do sự phân bố của gió không cân xứng chung quanh tâm bão nên sóng do gió và sóng ngầm cũng phân bố không đều quanh tâm bão. Vùng có sóng lớn nhất là vùng nằm bên phải đường di chuyển của bão phía sau tâm bão chừng 25 đến 50 hải lý.

4.5.5 Hướng và tốc độ di chuyển của áp thấp nhiệt đới, bão

1. Đường di chuyển của bão.

Tâm của áp thấp nhiệt đới thường di chuyển theo quỹ đạo parabol. Sau khi hình thành ở khu vực vĩ độ thấp, chịu ảnh hưởng của gió đông, hầu hết các cơn bão đều di chuyển về phía tây, sau đó tiếp tục di chuyển về hướng tây bắc (nếu ở bắc bán cầu) hoặc tây nam (nếu ở nam bán cầu), rồi tiếp tục di chuyển theo hướng đông bắc (bắc bán cầu) hoặc đông nam (nam ban cầu) (Hình 4.44)

Quỹ đạo di chuyển của bão có nhiều biến hoá, nói chung phụ thuộc vào sự phân bố áp suất khí quyển vào thời điểm hình thành. Hình 4.45 mô tả thống kê tổng hợp sự di chuyển của bão hàng năm trên thế giới.

2. Tốc độ di chuyển của bão

Tốc độ di chuyển của bão rất phức tạp, phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Nói chung ở vĩ độ thấp bão di chuyển chậm, đến vĩ độ vừa và cao thì di chuyển nhanh, bảng tổng hợp dưới đây cho thấy bão biến đổi tốc độ di chuyển qua các vĩ độ và giai đoạn khác nhau, xem Bảng 4.Q,

Tốc độ di chuyển của bão có thể tính theo công thức kinh nghiệm như sau,

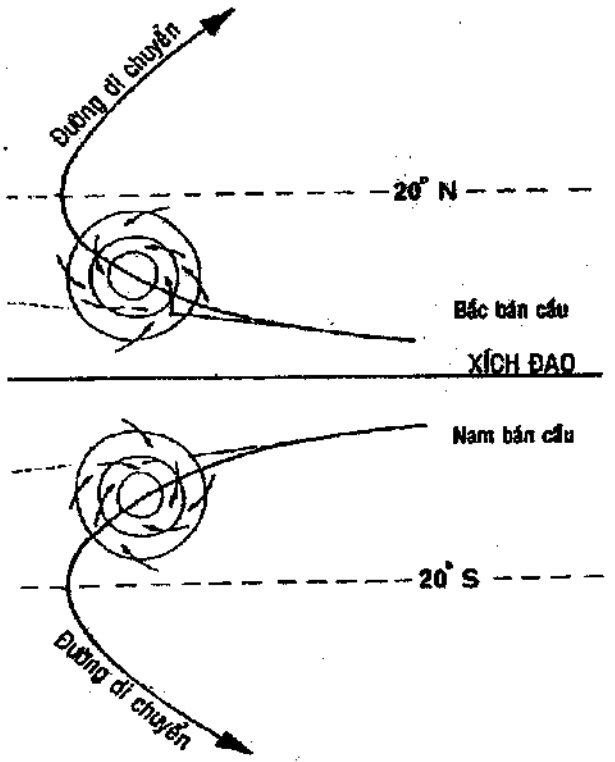
$$V(kn) = \frac{\varphi}{2} + 2 \text{ (hoặc 3)}$$

Trong đó, φ là vĩ độ của tâm bão.

Ví dụ.

Một cơn bão ở vĩ độ bắc 26^0, vậy tốc độ dịch chuyển của nó là,

$V = 26^0/2 + 2$ (hoặc 3) = 15 hoặc 16 kn.

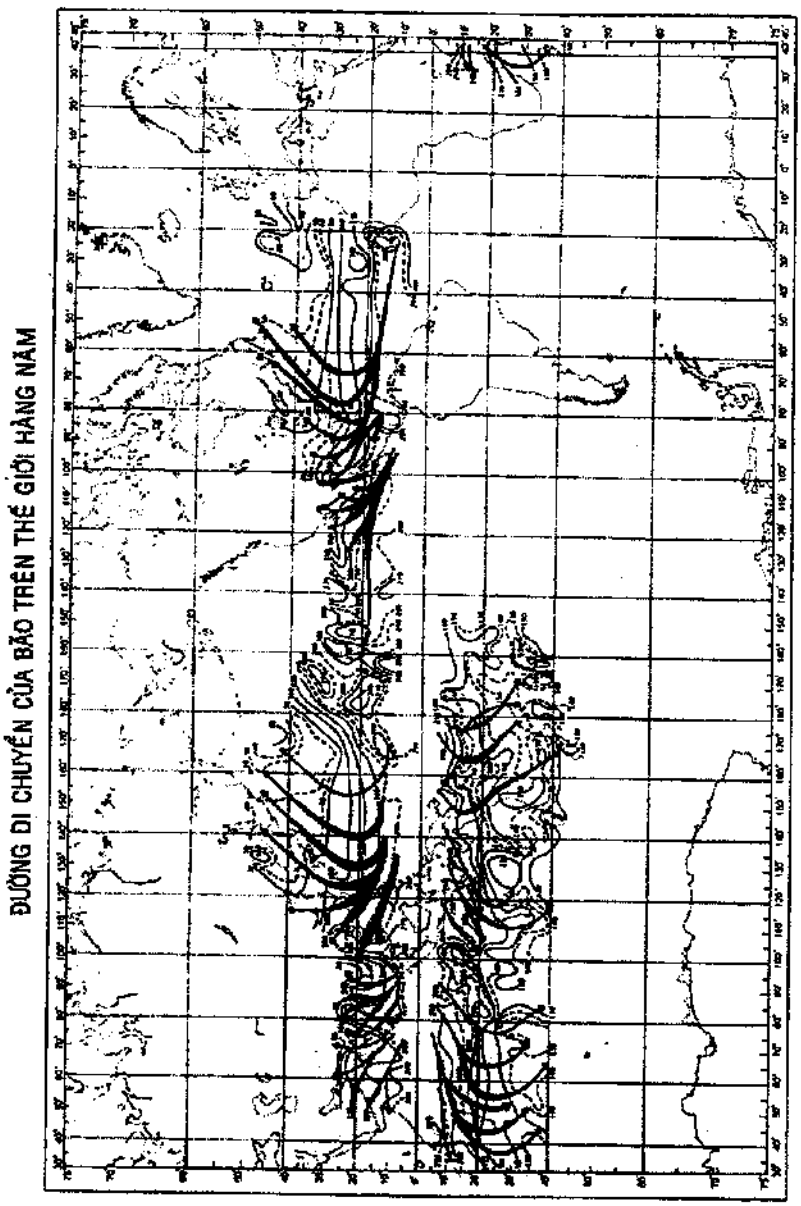


Hình 4.44

TỐC ĐỘ DI CHUYỂN CỦA BÃO BIẾN ĐỔI THEO VĨ ĐỘ

Bảng 4.Q

Trước khi bão chuyển hướng				*Sau khi bão chuyển hướng*			
Vĩ độ (^{0})	*Tốc độ chung (kn)*	*Tốc độ tr.bình kn)*	*Tốc độ lớn nhất (kn)*	*Vĩ độ (^{0})*	*Tốc độ chung (kn)*	*Tốc độ tr. Bình (kn)*	*Tốc độ lớn nhất (kn)*
05~15	5~12	9	22	01~15			
15~20	5~14	10	24	15~20	5~17	10	22
20~25	7~16	11	19	20~25	14~23	17	30
25~30	7~13	11	15	25~30	11~23	18	47
				30~35	11~36	20	42
				35~40	12~36	21	50
				40~45	12~35	21	48
				45~50	12~36	21	52
				50~55	12~37	21	49



Ghi chú: Chiều ngang của mũi tên biểu thị tần suất của bão trong năm, chiều ngang càng dày thì tần suất của bão càng lớn. Các dữ liệu của cả năm đều được tổng hợp trong hình vẽ này.

Hình 4.45

4.5.6 Sai số của vị trí trung tâm bão khi xác định bằng bản đồ khí tượng

Nói chung, vị trí trung tâm bão xác định bằng bản đồ khí tượng thường có sai số trung bình 19 hải lý, sai số lớn nhất có khi đến 56 hải lý, nhỏ nhất chừng 6 hải lý.

4.5.7 Tốc độ gió lớn nhất ở khu vực gần trung tâm bão

1. Dùng bản đồ mây nhận được từ vệ tinh phán đoán tốc độ gió lớn nhất trên mặt đất.

1) Bản đồ mây chụp qua vệ tinh có những đặc điểm sau đây:

- Có mắt bão rõ ràng;
- Diện tích mây đối lưu gần trung tâm > 4x4 cự ly vĩ độ (1 cự ly vĩ độ = 60 n.m);
- Kết cấu hệ mây dày đặc;

có thể phán đoán tốc độ gió >60 m/s.

2) Bản đồ mây có những đặc điểm:

- Có mắt bão nhưng phạm vi mắt không lớn;
- Ngay gần trung tâm có mây đối lưu mạnh;
- Kết cấu hệ mây khá dày đặc;

Có thể phán đoán tốc độ gió 40~60 m/s

2. Căn cứ khí áp thấp nhất trên mặt biển xác định tốc độ gió lớn nhất gần trung tâm

CĂN CỨ KHÍ ÁP THẤP NHẤT XÁC ĐỊNH TỐC ĐỘ GIÓ

Tốc độ gió lớn nhất (m/s)	*Khí áp mặt biển (hPa)*	*Tốc độ gió lớn nhất (m/s)*	*Khí áp mặt biển (hPa)*
13	1004	43	964
15	1001	49	954
18	997	55	942
20	992	61	928
25	987	68	914
30	982	75	900
36	973	85	885

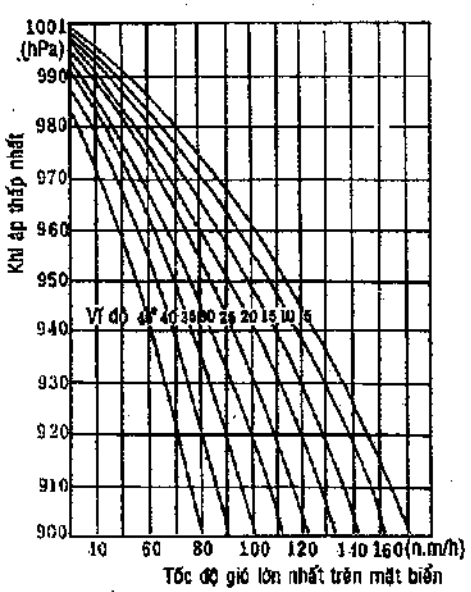
3. Dùng công thức kinh nghiệm xác định tốc độ gió lớn nhất,

1) Công thức kinh nghiệm biểu thị quan hệ hàm số giữa khí áp trung tâm bão và tốc độ gió lớn nhất như sau,

$$V = 14\sqrt{1013 - P_0}$$

Trong đó, V - Tốc độ gió lớn nhất (kn)

P_0 – Khí áp trung tâm bão (hPa)



Hình 4.46

2) Tốc độ gió trong bão lớn nhất không những liên quan đến khí áp trung tâm bão mà còn có mối liên hệ với vĩ độ của bão. Hình 4.46 là đồ thị biển diễn mối quan hệ giữa khí áp, vĩ độ và tốc độ gió.

4. Khu vực gió lớn và tốc độ gió của áp thấp nhiệt đới

KHU VỰC GIÓ LỚN TRONG ÁP THẤP NHIỆT ĐỚI

	Bán kính khu vực gió lớn (n.m)				
Khí áp Tr. tâm bão (hPa) / *Bán kính bão*	1000	980	960	940	920
1 cự ly vĩ độ	31	43	59	70	76
2 -	43	65	81	97	108
3 -	49	81	97	119	130
4 -	59	92	113	135	151
6 -	70	113	140	167	184
8 -	81	130	162	189	211
10 -	92	145	184	216	238

Ghi chú: - Một cự ly vĩ độ = 60 hải lý.
- Bán kính bão tính từ trung tâm bão ra đến vòng đẳng áp ngoài cùng.

Bảng dưới đây giúp tham khảo tốc độ gió ở các khu vực cách trung tâm bão:

Cự ly cách tâm bão (n.m)	*Cấp gió Beaufort*	*Cự ly cách tâm bão (n.m)*	*Cấp gió Beaufort*
35	12	145	8
50	11	180	7
75	10	220	6
110	9	250	5

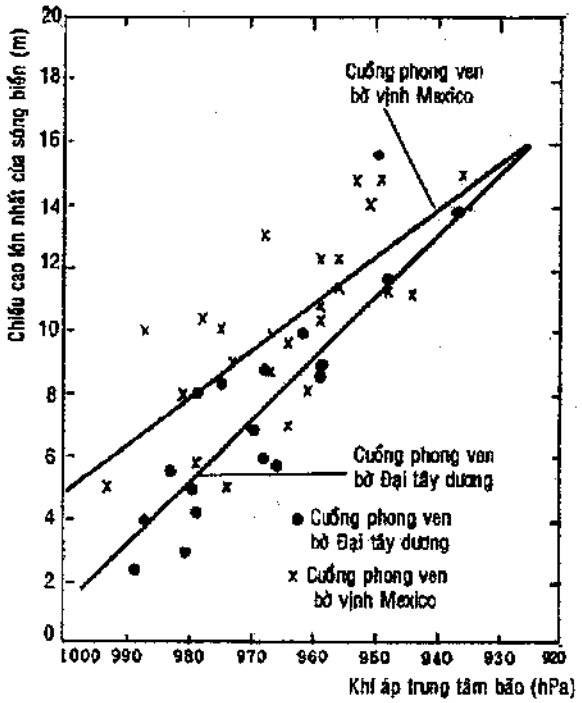
5. Độ cao của sóng phát sinh trong áp thấp nhiệt đới

1) Mối quan hệ giữa khí áp trung tâm và chiều cao sóng biển của cuồng phong (Hurricane) Đại tây dương và vịnh Mexico mô tả trên đồ thị hình 4.47.

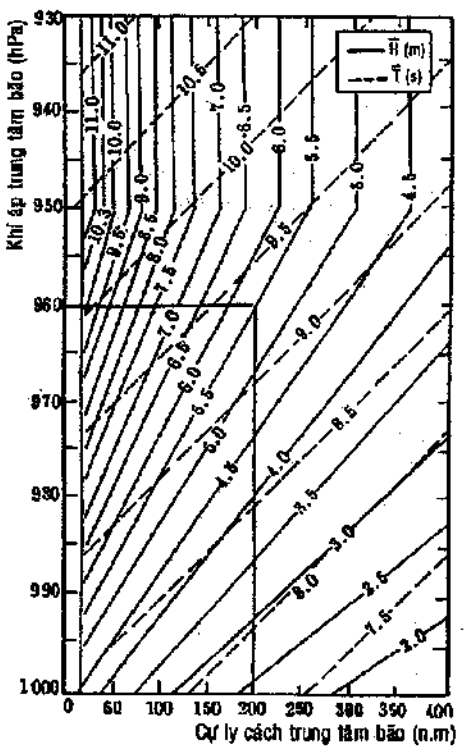
2) Tính chiều cao và chu kỳ sóng biển bão tây bắc Thái bình dương

Căn cứ vào khí áp trung tâm, tốc độ di chuyển của bão cùng vị trí tương đối giữa tàu và bão (khoảng cách từ tàu đến tâm bão, và góc tính từ hướng dịch chuyển của bão đến vị trí tàu theo chiều kim đồng hồ), dùng đồ thị hình 4.48 và 4.49 có thể xác định được chiều cao và chu kỳ của sóng biển tại vị trí tàu.

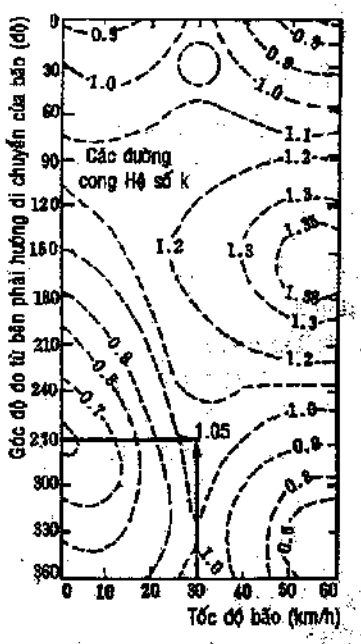
Ví dụ, khí áp trung tâm bão 960hPa, tốc độ di chuyển 30km/h, vị trí tàu ở ngay chính ngang bên trái đường đi của bão 270^0, khoảng cách đến tâm bão 200 n.m. Với khí áp 960hPa và khoảng cách 200n.m vào đồ thị hình 4.48 xác định được chiều cao sóng H 5,5m, chu kỳ sóng T 9,3s. Sau đó dùng đồ thị hình 4.49, với góc tương đối 270^0 và tốc độ di chuyển 30km/h, xác định hệ số k =1,05 (nội suy giữa các đường không liền nét). Cuối cùng tính được chiều cao trung bình của sóng: $H_{tb} = 5,5 \times 1,05 = 5,8$ *m, chu kỳ trung bình* $T = 9,3s$.



Hình 4.47



Hình 4.48



Hình 4.49

1.4.8 Bão vùng biển tây bắc Thái bình dương

1. Thống kê bão vùng biển Nhật bản và Trung quốc, xem Bảng 4.R

Bảng 4.R

Vùng biển \ Số cơn bão \ Tháng		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Biển đông Trung quốc, biển Nhật bản	Tổng số thống kê trong 35 năm				1	14	20	52	68	45	8	7	1
	Trung bình hàng năm				0,03	0,11	0,57	1,49	1,94	1,29	0,23	0,2	0,03
Bắc biển đông (biển phía nam Trung quốc)	Tổng số thống kê trong 35 năm	2		3	6	16	30	51	53	68	58	46	19
	Trung bình hàng năm	0,06		0,09	0,17	0,46	0,86	1,46	1,51	1,94	1,66	1,31	0,54
Biển Hoàng hải, Bột hải (Trung quốc)	Tổng số thống kê trong 25 năm							12	4				
	Trung bình hàng năm							0,3	0,2				

2. Mùa và đường di chuyển của bão biển Nhật bản và Trung quốc (tây bắc Thái bình dương)

Hình 4.50a, thống kê đường di chuyển của bão thời bắt đầu mùa bão (tháng 12 đến tháng 4 năm sau)
Hình 4.50b , đường di chuyển của bão thời kỳ giao mùa (tháng 5, 6, 10, 11)
Hình 4.50c, đường di chuyển của bão vào thời kỳ thịnh hành (tháng 7, 8, 9)

4.5.9 Bão Biển Đông

1. Nguồn gốc

Biển Đông và vùng ven biển Việt nam là nơi hàng năm hứng chịu rất nhiều cơn bão nhiệt đới. Hình 4.51 thống kê cho thấy lộ trình của những cơn bão trên biển Đông vào năm 1973.

Những cơn bão hoạt động trên biển Đông bắt nguồn từ hai khu vực khác nhau:

1) Hầu hết bão đều phát sinh từ vùng biển miền tây Thái bình dương, kinh độ khoảng 125^0E và quần đảo Marshall Island, kinh độ 170^0E, vĩ độ khoảng 5^0N đến 20^0N vượt qua Philipin đổ vào biển Đông.

2) Nhiều cơn bão phát sinh ngay tại vùng Biển Đông.

2. Đường di chuyển của bão từ tây Thái bình dương

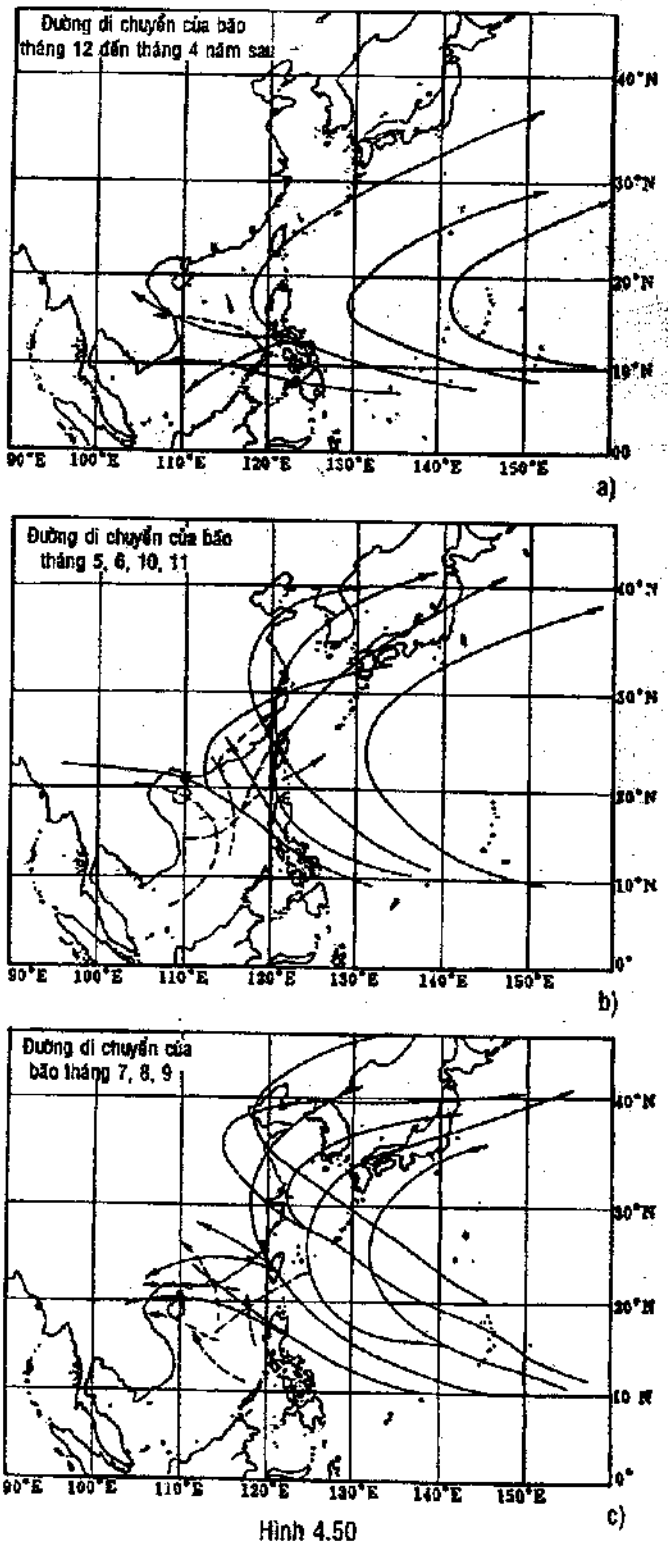
Nói chung rất đa dạng, thông thường có dạng đường parabol, có thể chia đường di chuyển của bão phát sinh từ phía tây Thái bình dương ra 3 loại như sau (Hình 4.52):

1) Nhóm thứ I, phát sinh từ đông Philipin di chuyển về hướng tây vượt Biển Đông đổ bộ vào miền bắc nước ta và vùng Hải nam Trung quốc.

2) Nhóm thứ II phát sinh từ đông Philipin di chuyển theo hướng tây bắc, thổi về eo biển Đài loan, đổ bộ vào lục địa Trung quốc hay bán đảo Triều tiên.

3) Nhóm thứ III, phát sinh từ đông Philipin ban đầu di chuyển theo hướng tây bắc sau đó lập tức đổi hướng đông bắc thổi về phía Nhật bản.

Nói chung, trước tháng 6 và sau tháng 9 bão thường di chuyển theo đường thứ I và thứ III, vào tháng 7 và tháng 8 bão dịch chuyển theo đường thứ II.

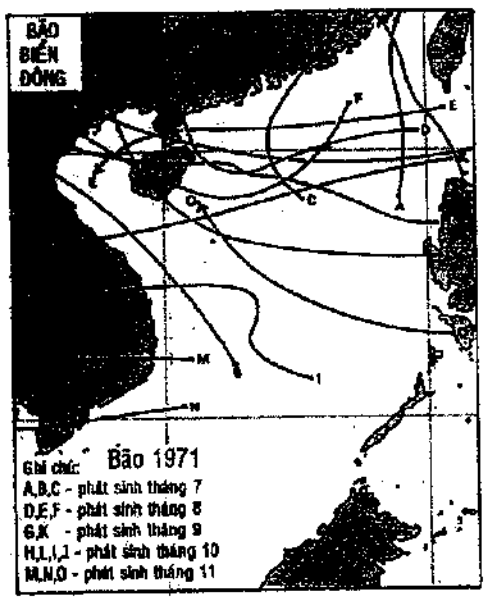


Hình 4.50

- Đặc điểm bão và áp thấp nhiệt đới hình thành trên biển Đông

1) Thời gian hình thành bão

Bão hình thành trên Biển Đông thường xuất hiện từ tháng 6 đến tháng 10. Có những cơn bão xảy ra sớm từ tháng 2, tháng 4. Mùa bão có khi kéo dài đến tháng 11, 12. Tháng 9 thường xuất hiện nhiều bão nhất. Từ tháng 1 đến tháng 3 thường không có bão.

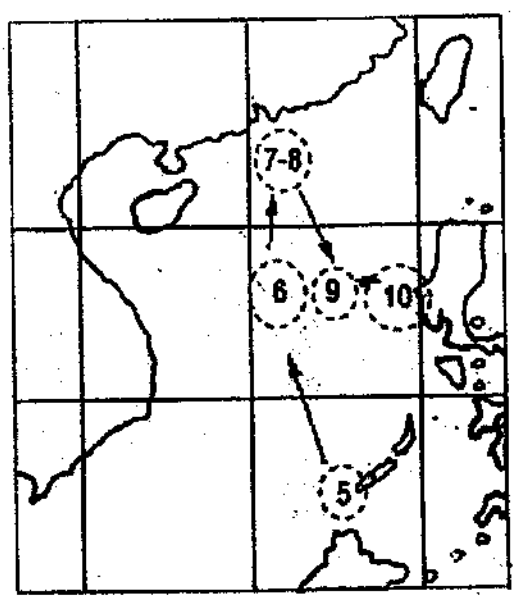


Hình 4.51



Hình 4.52

2) Vị trí hình thành bão



Hình 4.53

Trong khu vực từ vĩ độ 12^0 đến 21^0 bắc, kinh độ 113^0 đến 120^0 đông, vào tháng 5 bão thường xuất hiện ở vùng phía nam Biển Đông, sau đó nơi hình thành bão dịch chuyển về phía tây bắc đến tháng 6 chuyển sang đông bắc cho đến tháng 6, 8 lại dịch chuyển về phía nam.

Tháng 9 và tháng 10 thường hình thành ở giữa Biển đông gần Phillipine, xem hình 4.53.

a) Áp thấp dao động từ 990 đến 998hPa và thấp nhất đã từng quan sát được là 943hPa.

b)Thời gian tồn tại của bão không dài lắm, vì nơi phát sinh thường gần lục địa, bão chưa thật trưởng thành đã phải đổ bộ, vì vậy cường độ không mạnh bằng bão Thái bình dương, sức gió trung tâm khoảng cấp 8 đến cấp 11.

c) Đường di chuyển của của bão Biển Đông không theo một quy tắc chặt chẽ nào, có khi chựng lại, ba động, cũng có khi đổi hướng rất ngặt. Cho nên việc dự báo đường di chuyển, tốc độ của bão rất khó khăn.

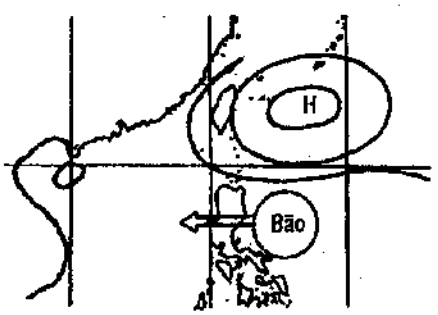
Đường di chuyển phần nhiều có xu hướng lệch về phía tay trái so với đoạn đường trước đó.

d) Bão Biển đông có khi gió ở vòng ngoài lớn hơn gió vùng gần mắt bão. Sau khi đổ bộ thường có mưa dữ dội ở vùng trung tâm.

4.5.10 Các yếu tốc chủ yếu ảnh hưởng đến bão nhiệt đới tây bắc Thái bình dương và bão Biển Đông

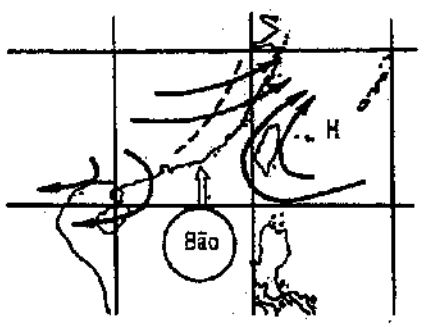
1. Áp cao nhiệt đới thứ cấp là yếu tố chủ yếu ảnh hưởng đến đường di chuyển của bão.

1) Áp cao nhiệt đới thứ cấp từ đông vươn về tây, nếu trung tâm của cao áp nằm phía bắc trung tâm bão thì bão sẽ có xu hướng dịch chuyển lệch về phía tây như hình 4.54.



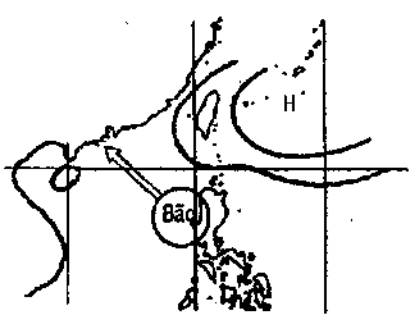
Bão nằm ở phía nam cao áp, di chuyển ổn định về hướng tây

Hình.4.54



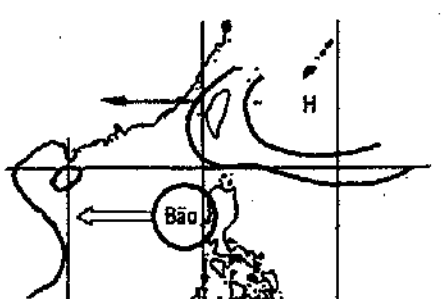
Lõm áp thấp (gió tây) và bão làm gián đoạn chỏm áp cao nhiệt đới

Hình 4.55



Áp cao ổn định, bão di chuyển về phía tây bắc

Hình 4.56



Áp cao di chuyển về hướng tây, bão cũng di chuyển về hướng tây.

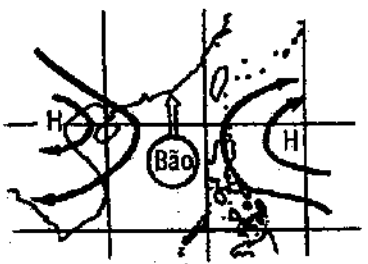
Hình 4.57

Nếu phía bắc chỏm áp cao (Ridge) có lõm áp thấp (Trough) di động, do ảnh hưởng của lõm áp

thấp và bão làm cho chỏm áp cao bị gãy gián đoạn, bão len qua chỗ gián đoạn di chuyển lên phía bắc, như hình 4.55.

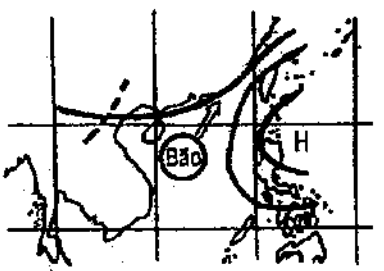
2) Khi bão di chuyển đến phía tây nam trung tâm áp cao nhiệt đới thứ cấp ổn định, thì sau đó hầu hết các cơn bão đều di chuyển theo hướng tây bắc như hình 4.56. Nếu lúc này cao áp di chuyển về hướng tây thì bão cũng di chuyển về hướng tây như hình 4.57.

3) Khi bão nằm kẹp giữa hai áp cao thì bảo di chuyển lệch về phía bắc như hình 4.58. Gặp chỏm cao áp gió tây, bão di chuyển theo hướng đông bắc như hình 4.59.



Bão di chuyển về phía bắc giữa hai áp cao

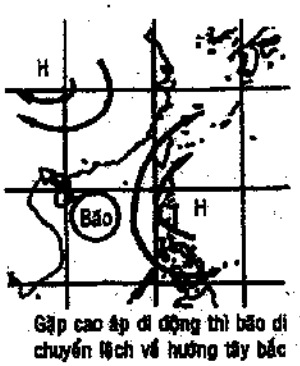
Hình 4.58



Gặp chỏm áp cao gió tây, bảo di chuyển theo hướng đông bắc

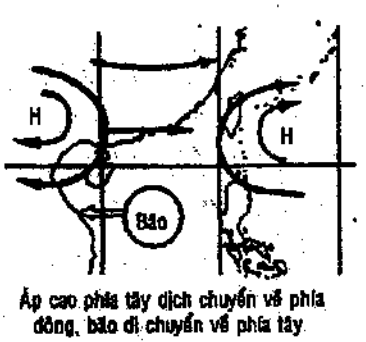
Hình 4.59

4) Khi bão và áp cao nhiệt đới thứ cấp ở cùng một vĩ độ, nếu trên hướng tây bắc của bão có lõm (Trough) áp thấp nhiệt đới gió tây đang di chuyển đến thì bão sẽ di chuyển lệch về hướng đông bắc. Nếu ở hướng tây bắc của bão có áp cao biến chứng mà nó có thể lồng ghép vào trong áp cao nhiệt đới thứ cấp và tạo thành chỏm áp cao (Ridge) theo hướng đông nam và tây bắc thì bão di chuyển theo hướng tây bắc. Theo như hình 4.60.



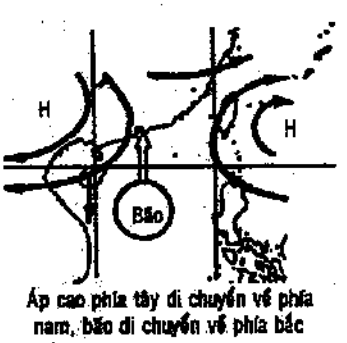
Gặp cao áp di động thì bão di chuyển lệch về hướng tây bắc

Hình 4.60



Áp cao phía tây dịch chuyển về phía đông, bão di chuyển về phía tây

Hình 4.61



Áp cao phía tây di chuyển về phía nam, bão di chuyển về phía bắc

Hình 4.62

5) Trên hướng đông bắc và tây bắc của bão đều có áp cao thì bảo chỉ lẩn quẩn ba động ở tại chỗ. Sau đó có hai khả năng xảy ra, thứ nhất cao áp phía tây bắc di chuyển về phía đông thì bão sẽ dịch chuyển lệch về hướng tây tây nam như hình 4.61; thứ hai nếu cao áp phía tây bắc dịch chuyển về phía nam thì bão di chuyển về phía bắc như hình 4.62.

2. Các yếu tố chủ yếu ảnh hưởng đến tốc độ di chuyển của bão

1) Bão đang lớn mạnh tốc độ di chuyển chậm, bão đang suy yếu tốc độ di chuyển nhanh.

2) Bão di chuyển vào giữa hai áp cao thì tốc độ di chuyển chậm lại.

3) Đường di chuyển của bão thẳng thì tốc độ di chuyển nhanh, đường di chuyển cong thì tốc độ di chuyển chậm.

4) Ở phía bắc của bão nếu có xoáy ôn đới thì bão tăng tốc độ di chuyển để nhập vào xoáy ôn đới.

5) Trung tâm áp cao nhiệt đới thứ cấp ở ngay chính bắc của tâm bão thì tốc độ bão di chuyển nhanh, nếu nằm ở đông bắc hoặc tây bắc thì bão di chuyển chậm.

6) Phía trước cơn bão là áp cao hoặc là khu vực khí áp đang tăng cao thì tốc độ di chuyển của bão chậm lại.

7) Bão thổi qua lục địa hay quần đảo thì tốc độ chậm lại.

Các yếu tố ảnh hưởng đến cường độ của bão.

Khi bão mới hình thành mà đã có tốc độ di chuyển lớn thì bão không dễ lớn mạnh lên được, ngược lại nếu tốc độ ban đầu chậm thì bão đó sẽ phát triển mạnh. Nếu trong bão có không khí lạnh thì bão khó mạnh lên. Bão đi qua lục địa, quần đảo, núi non thì cường độ giảm xuống nhanh chóng, khi quay ra biển có thể lại mạnh lên.

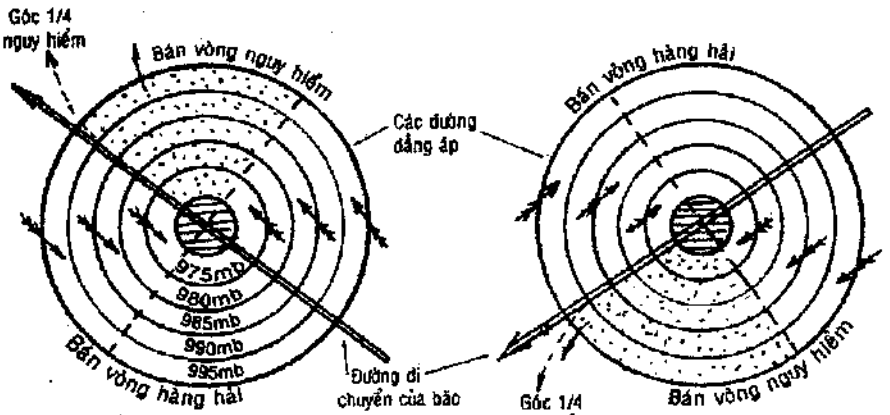
[1 Đề phòng bão cho tàu thuyền

Phòng bão cho tàu là một một biện pháp quan trọng đảm bảo an toàn cho người, tàu, hàng hoá. Thuyền trưởng và sĩ quan hàng hải không những phải biết thu thập thông tin về gió bão qua các hệ thống thông tin trên toàn cầu, phân tích các bản đồ thời tiết... mà còn phải có kiến thức thành thạo về đề phòng bão tố, phán đoán vị trí bão, đường di chuyển của bão, nắm vững các giải pháp thoát khỏi bão để ứng phó với thiên nhiên thiên biến vạn hoá.

Bán vòng nguy hiểm và bán vòng hàng hải trong bão

Từ hình 4.63 ta nhận thấy ở phía *bắc bán cầu* dòng khí lưu trong bão quay tạo ra gió xoay ngược chiều kim đồng hồ. Mặt khác bão phát sinh ở vĩ độ thấp di chuyển về phía vĩ độ cao. Như vậy tốc độ gió trong bão là tổng hợp của hai loại gió, gió do dòng khí lưu tạo ra và gió do bão di chuyển tạo ra. Dễ nhận thấy bên phải đường di chuyển của bão hai loại gió này cùng chiều, gió trở nên mãnh liệt hơn, vì vậy nữa vòng bên phải của bão trở nên nguy hiểm cho hàng hải. Ví dụ tốc độ quay của dòng khí lưu là 60 hải lý/giờ, tốc độ dịch chuyển của bão là 15 hải lý/giờ, thì tốc độ gió trong bán vòng phải của bão là 60 + 15 = 75 hải lý/giờ. Ngược lại ở bán vòng trái hướng quay của dòng khí lưu ngược với hướng dịch chuyển của bão, cho nên tốc độ gió ở đó là 60 - 15 = 45 hải lý/giờ. Như vậy cùng chịu ảnh hưởng của một cơn bão, tốc độ gió ở hai bán vòng phải và trái cách biệt nhau rất xa. Sóng trong bão chịu ảnh hưởng của gió, gió to thì sóng lớn. Vì vậy ở bán vòng bên phải sóng rất lớn. Ngoài ra, bão thường chuyển hướng về phía phải, cho nên nếu tàu nằm ở trong bán vòng phải thì rất dễ bị cuốn vào trung tâm bão. Vì những lẽ đó người ta gọi bán vòng phải là *bán vòng nguy hiểm* và bán vòng bên trái là *bán vòng hàng hải*, trong bão tàu thuyền tìm cách thoát sang bên bán vòng hàng hải.

Ở phía *nam bán cầu* thì mọi thứ ngược lại, bên trái đường di chuyển của bão là bán vòng nguy hiểm, còn bên phải là bán vòng hàng hải.



Hình 4.63

Tóm lại, ở bắc bán cầu, bên phải đường đi của bão là bán vòng nguy hiểm, bên trái là bán vòng hàng hải. Ở nam bán cầu thì ngược lại.

2. Dự báo bão

Ngoài việc cập nhật thông tin thời tiết trên các đài khí tượng khắp thế giới, có thể dự báo bão bằng những phương tiện sẵn có trên tàu và bằng kinh nghiệm quan sát, kinh nghiệm dân gian. Dự đoán tổng hợp bằng các phương pháp sau đây,

1) Các hiện tượng mây và thời tiết

Trước khi bão đến thường xuất hiện mây ti (Hình 4.11) giao nhau thành hình chữ V và mây tầng tích, dần dần biến thành mây tích vũ (Hình 4.19) rồi chuyển thành mây vũ tầng phủ đầy trời.

Ngoài ra, trước khi bão đến vài ngày, nói chung trời nóng bức, bầu trời trong, ít mây, tầm nhìn xa tốt. Gió mùa khi chịu ảnh hưởng của bão thì sức gió và hướng gió đều thay đổi, khí áp tiếp tục giảm hoặc không tăng.

2) Sóng biển

Trên biển có những con sóng lừng chu kì dài, đỉnh sóng trơn tru, đó là những con sóng truyền lan đến từ những nơi có gió lớn, báo hiệu có khả năng bão xuất hiện. Dựa vào hướng tiến của sóng lừng có thể xác định gần đúng hướng bão đến. Hướng mà sóng lừng truyền lan tới nhanh và mạnh nhất phần lớn là hướng của bão. Khi sóng lừng rõ rệt thì bão còn cách xa khoảng 700km. Chú ý, địa hình có thể làm biến đổi hướng di chuyển của sóng lừng.

3) Các dự báo khác

Trước khi bão đến biển thường phát ra âm thanh trầm, thậm chí nước biển có mùi đặc trưng hoặc phát sáng về ban đêm, máy liên lạc vô tuyến bị nhiễu mạnh. Chim biển bay từng đàn về đất liền cũng dự báo khả năng bão tới.

4) Quan sát khí áp

Cần thường xuyên quan sát khí áp kế, đặc biệt trong mùa bão gió. Số đọc khí áp kế phải luôn được hiệu chỉnh theo giờ trong ngày và theo vĩ độ.

Bất cứ ở vĩ độ nào, khí áp cũng biến đổi thường xuyên trong một ngày và đêm. Ở vùng vĩ độ 10^0 hai bên xích đạo chênh lệch khí áp trong vòng một ngày đêm bình thường là 3hPa. Nếu thấy khí áp thực tế (sau khi đã hiệu chỉnh) giảm xuống ban ngày 3hPa hoặc lớn hơn 3hPa (tính từ vị trí đặt kim đánh dấu) thì đó có thể là dấu hiệu áp thấp nhiệt đới đang hình thành và phát triển. Cần tiếp tục theo dõi khí áp và ghi chép để đối chiếu so sánh.

BẢNG HIỆU CHỈNH KHÍ ÁP TRONG NGÀY THEO VĨ ĐỘ 4.J

Vĩ độ \ Thời gian (giờ)	Cộng số hiệu chỉnh dưới đây (hPa) vào khí áp quan sát.						Trừ số hiệu chỉnh dưới đây (hPa) vào khí áp quan sát					
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
05°	0	0.8	1.3	1.4	1.4	1.3	0	0.8	1.3	1.4	1.3	0.8
20°	0	0.8	1.3	1.3	1.3	1.3	0	0.8	1.3	1.3	1.3	0.8
25°	0	0.8	1.1	1.2	1.2	1.1	0	0.8	1.1	1.2	1.1	0.8
30°	0	0.5	0.9	1.1	1.1	0.9	0	0.5	0.9	1.1	0.9	0.5
35°	0	0.5	0.7	0.9	0.9	0.7	0	0.5	0.7	0.9	0.7	0.5
40°	0	0.4	0.7	0.8	0.8	0.7	0	0.4	0.7	0.8	0.7	0.4

Bảng 4.J dùng để tìm số hiệu chỉnh khí áp (hPa) theo vĩ độ và giờ quan sát. Đem số hiệu chỉnh tra được trong bảng cộng hoặc trừ vào khí áp quan sát ta được khí áp thực tế.

3. Phán đoán vị trí tương đối giữa tàu và bão

1) Dựa vào sự biến đổi hướng gió kết hợp với biến đổi khí áp để phán đoán

a) Hướng gió quay theo chiều thuận kim đồng hồ, ví dụ lúc đầu gió bắc, sau chuyển thành gió đông bắc, tiếp theo chuyển gió đông, thì có nghĩa là tàu đang ở bên bán vòng nguy hiểm (bán vòng bên phải) của bão. Lúc này nếu khí áp giảm dần thì tàu ở phần tư vòng phía trước bên phải tức "phần tư vòng nguy hiểm", nếu khí áp tăng thì tàu đang ở phần tư vòng sau bên phải.

b) Hướng gió quay theo chiều nghịch kim đồng hồ, ví dụ ban đầu gió thổi theo hướng Tây bắc, sau đó đổi hướng theo hướng Tây nam, sau lại thổi theo hướng Nam, thì có nghĩa là tàu đang ở vòng bán hàng hải (bán vòng bên trái) của bão. Nếu khí áp giảm thì tàu ở phần tư vòng trước bên trái, khí áp tăng thì tàu ở phần tư vòng sau bên trái.

c) Hướng gió ổn định, ít biến đổi, hoặc có lúc thuận chiều kim đồng hồ, có lúc nghịch chiều kim đồng hồ, sức gió mỗi lúc một tăng lên, khí áp giảm, thì có nghĩa là tàu đang ở trên đường di chuyển của bão. Nếu khí áp tăng, gió giảm thì có thể tàu ở phía sau bão.

2) Căn cứ vào sức gió, hiện tượng thời tiết, trị số trung bình của khí áp để phán đoán.

a) Sức gió cấp 6~7, trên trời phủ đầy mây cao tầng, mây vũ tầng, có mưa, khí áp tại chỗ so với khí áp trung bình trong tháng thấp hơn trên dưới 5hPa, đường cong khí áp giảm dần theo thời gian. Có thể coi như đang ở khu vực gió mạnh.

b) Sức gió cấp 8~9, trời u ám, mưa như trút nước, khí áp thấp hơn trị số trung bình chừng 5~10hPa, khí áp xuống tương đối nhanh, có thể coi như đang ở vùng xoáy của bão. Nếu gió cấp 10~11, khí áp thấp hơn khí áp trung bình 10~20hPa, đường cong khí áp xuống dốc, giảm 10hPa trong vòng một giờ, có thể coi như đã ở trong khu vực xoáy gần mắt bão.

c) Gió dừng hẳn hoặc nhẹ, mây tan ra từng mảnh, mưa giảm hẳn hoặc dừng mưa, khí áp giảm rất ít hoặc không giảm, có khả năng tàu đang ở mắt bão.

3) Căn cứ vào mức độ giảm của khí áp để phán đoán khoảng cách từ tàu đến tâm bão.

Qua phân tích tư liệu thống kê, căn cứ vào mức độ giảm khí áp có thể tìm được khoảng cách đến trung tâm bão. Có thể tham khảo bảng dưới đây,

Mức giảm của khí áp trung bình (hPa/giờ)	*Khoảng cách đến tâm bão (hải lý)*
0,7 - 2,0	250 - 150
2,0 - 2,7	150 - 100
2,7 - 4,0	100 - 80
4,0 - 5,0	80 - 50

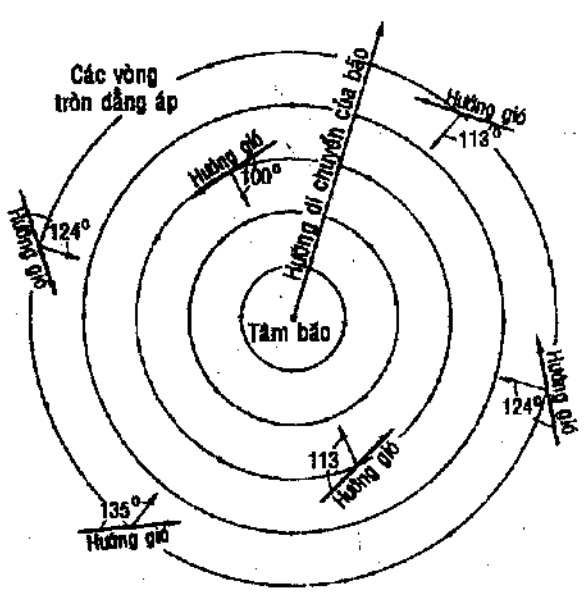
Ngoài ra, có thể dự đoán gần đúng bằng cách quan sát cấp sóng. Sóng cấp 6, tâm bão cách khoảng 200 hải lý, sóng cấp 8 tâm bão cách khoảng 100 hải lý.

4. Phán đoán hướng của trung tâm bảo

1) Dùng quy tắc Buys Ballot

Ở bắc bán cầu, người quan sát đứng cho *gió thổi vào sau lưng, thì phía có áp thấp nằm bên tay trái,* tâm bão chắc chắn ở phía trước bên tay trái chừng một ca la bàn (trên 11^0). Nói chung, nếu ở vòng ngoài của bão có gió cấp 6 thì trung tâm bão nằm ở trước bên trái chừng 45^0 , càng gần vào trung tâm, gió càng to thì góc độ lệch về phía trước nhỏ lại. Nếu gió cấp 10 thì góc lệch phía trước chừng 30^0~35^0, Sức gió càng nhỏ thì hướng của tâm bão càng gần 45^0, ở ranh giới sát vùng mất bão thì tâm bão ở ngay phía bên trái. Thật ra hướng gió rất thất thường trong các cơn gió giật. Thời điểm quan sát tốt nhất là đợi hướng gió ổn định sau một cơn gió giật.

Ở nam bán cầu thì cách xác định ngược lại, cho gió thổi vào lưng thì trung tâm bảo lệch về phía trước bên phải hoặc ngay bên phải.



Hình 4.64

Cùng một phương pháp như trên, cũng có thể xác định gần đúng tâm bão dựa theo hướng gió thổi vào sau lưng như sơ đồ trong hình 4.64. Nếu hướng gió thổi theo đường đẳng áp thì đi nhiên tâm bão nằm đúng phía bên trái. Tuy nhiên, hướng gió bao giờ cũng lệch về phía tâm bão cho nên bão nằm ở góc độ từ 90^0 đến 135^0 tính từ phía sau. Vì hướng gió là tổng vector của gradient khí áp và hướng dịch chuyển của bão, cho nên ở nhưng vị trí khác nhau hướng gió lệch về tâm cũng khác nhau, ở phía trước lệch ít nhất, ở hai bên lệch nhiều nhất. Vì vậy khi tâm bão còn cách xa vài trăm hải lý mà tàu ở phía trước cơn bão thì tâm bão ở khoảng $110\sim120^0$ tính từ hướng sau lưng, nếu tàu ở hai bên thì hướng tâm bão chừng $120\sim135^0$.

2) Nếu tàu nằm ngoài xa vùng bão, có thể nhìn thấy mây ti có những vệt kéo dài hình đuôi ngựa, loại mây này là do bão sinh ra. Trên mặt phẳng chân trời có thể nhìn thấy các hình kéo dài của đuôi ngựa tập trung vào một điểm, điểm đó có thể là trung tâm bão.

4.5.12 Cảnh báo thời tiết trên thế giới

Tổ chức khí tượng thế giới (WMO) đã thiết lập dịch vụ toàn cầu về việc truyền phát cảnh báo thời tiết biển xa và bản tin thời tiết hàng ngày thông qua Enhanced Group Calling International Safety NET Service.

Các khu vực dịch vụ khí tượng METAREAS cũng được chia ra giống như 16 khu vực NAVAREAS trong dịch vụ cảnh báo hàng hải toàn cầu (WWNWS).

Mỗi một METAREA được chỉ định cho một cơ quan dịch vụ khí tượng quốc gia chịu trách nhiệm thông báo các cảnh báo khí tượng ngoài khơi và phát hành bản tin thời tiết. Cơ quan được chỉ định cho một METAREA không nhất thiết trong cùng một quốc gia với cơ quan phối hợp NAVAREA.

Chi tiết về dịch vụ Safety NET METAREA có thể tham khảo trong ALRS 5. Có các cảnh báo thời tiết như sau,

1. Cảnh báo gió mạnh (Gale Warning)

1) Cảnh báo *"gió mạnh" (gale)* được thông báo khi gió đạt tới cấp 8 hoặc gió giật mạnh 43 hải lý/giờ. Cảnh báo có hiệu lực cho đến khi có thông báo sửa đổi hoặc huỷ bỏ. Tuy nhiên nếu gió mạnh kéo dài quá 24 tiếng đồng hồ sau lần thông báo ban đầu thì cảnh báo được phát lại.

Thuật ngữ *"gió rất mạnh" (severe gale)* có nghĩa là gió ít nhất đạt tới cấp 9 hoặc gió giật mạnh 52 đến 60 hải lý/giờ.

Thuật ngữ *"bão" (storm)* có nghĩa là gió ít nhất đạt tới cấp 10 hoặc gió giật mạnh 61 đến 68 hải lý/giờ.

Thuật ngữ *"sắp" (imminent)* có nghĩa là trong vòng 6 giờ sau thông báo, *"sớm" (soon)* có nghĩa là trong vòng 6 đến 12 giờ, *"muộn" (later)* có nghĩa là muộn hơn 12 giờ.

2) Cách truyền phát cảnh báo

Các cảnh báo trên được truyền phát qua các phương tiện thông tin sau,

a) RT (MF), VHF, NAVTEX bởi các trạm radio bờ ở British Isles. Thời gian phát thay đổi tuỳ theo nhóm trạm phát (xem ALRS 3)

b) Safety NET, chỉ phát cho METAREA I (tức là vùng ngoài không bao phủ NAVTEX (chi tiết xem ALRS 5)

b) BBC Radio 4, chi tiết xem ALRS 3.

2. Bản tin thời tiết ven biển cho tàu thuyền (Coastal Weather Bulletin)

Đây là bản tin thông báo cho tàu thuyền ven biển, tàu đánh cá.., được phát hàng ngày qua trạm radio ven bờ. Mỗi bản tin được bắt đầu bằng cảnh báo gió mạnh, tiếp theo là synop thời tiết tổng quát, có giá trị 24 giờ sau khi phát. Bản tin này truyền phát qua,

1) RT (MF) ,VHF, NAVTEX bởi các trạm radio ven bờ của British Isles.Thời gian phát thay đổi tuỳ theo nhóm trạm phát, chi tiết xem ALRS 3.

2) BBC Radio 4, xem ALRS 3)

3. Bản tin thời tiết ngoài khơi Atlantic.

Đây là bản tin thời tiết phát bằng minh ngữ bắt đầu bằng cảnh báo bão nếu có, tiếp theo là synop thời tiết, cũng có giá trị trong vòng 24 tiếng đồng hồ. Bản tin này truyền phát qua Safety NET, chỉ phát cho METAREA I (tức là vùng không phủ sóng NAVTEX) , chi tiết xem ALRS 5.

4. Báo cáo thời tiết của tàu.

Mỗi con tàu được xem là *thành viên quan sát tự nguyện* dưới sự bảo trợ của Tổ chức khí tượng thế giới (WMO). Mỗi tàu phải báo cáo tình hình thời tiết về trạm radio ven bờ gần nhất. Chi tiết xem ALRS 3 và 1.

4.5.13 Cảnh báo bão của Việt nam (dùng trong phạm vi quốc gia)

1. Bản tin báo bão theo quy định của Tổng Cục khí tượng thuỷ văn Việt nam

1) *Tin bão xa* - Là bản tin báo khi bão còn ở Biển đông cách bờ biển nước ta 1.000km chưa có dấu hiệu gì chắc chắn bão sẽ đổ bộ vào nước ta.

2) *Tin bão gần* - Là bản tin báo khi bão cách bờ biển nước ta từ 500 đến 1.000 km. Cũng có khi bão ở xa hơn nhưng có triệu chứng đổ bộ vào nước ta.

3) *Tin bão khẩn cấp* - Là bản tin báo khi bão cách bờ biển nước ta dưới 500 km và có khả năng đổ bộ vào khu vực nào đó, bản tin sẽ nói rõ khu vực có khả năng bão đổ bộ.

4) *Tin bão tan* - Bản tin phát lúc bão tan, khi bão còn ở ngoài biển hay trong đất liền.

2. Tổng cục khí tượng thuỷ văn còn quy định phải trực thường xuyên 24/24 giờ suốt mùa mưa bão để bắn pháo hiệu báo bão cho các hải đảo hoặc vùng có hoạt động an ninh, kinh tế trên biển, tàu thuyền đánh cá ven biển. Toàn quốc có 47 điểm bắn pháo hiệu tại các tỉnh thành suốt từ bắc đến nam. Quy định bắn pháo hiệu như sau,

1) Tin bão xa.

Bắn pháo hiệu số 1- gồm 9 phát pháo hiệu màu xanh, chia 3 lần mỗi lần bắn cách nhau 3 phút. Giờ bắn: Từ 4 giờ 30 phút đến 5 giờ và từ 19 giờ 30 phút đến 20 giờ.

2) Tin bão gần.

Bắn pháo hiệu số 2 - gồm 9 phát chia 3 lần (2 đỏ +1 xanh) , mỗi lần cách nhau 3 phút. Giờ bắn :Từ 4 giờ 30 phút đến 5 giờ, từ 19 giờ 30 phút đến 20 giờ và từ 22 giờ 30 phút đến 23 giờ.

3) "Tin bão khẩn cấp" hoặc "Tin áp thấp nhiệt đới gần bờ".

Bắn pháo hiệu số 3 - gồm 9 phát màu đỏ chia 3 lần, mỗi lần cách nhau 3 phút. Giờ bắn: Từ 0 giờ 30 phút đến 01 giờ, từ 4 giờ 30 phút đến 5 giờ, từ 19 giờ 30 phút đến 20 giờ và từ 22 giờ 30 phút đến 23giờ.

Khi xuất hiện khả năng bão hoặc áp thấp nhiệt đới ảnh hưởng trực tiếp đến các hải đảo hoặc vùng có hoạt động an ninh, kinh tế trên biển Đông hoặc Vịnh Thái lan thì bắn pháo hiệu số 3 trong thời gian trước 12 giờ đến 24 giờ.

4.6 Bản đồ radiofacsimile khí tượng

4.6.1 Ký hiệu tiêu đề bản đồ radiofacsimile khí tượng

Tiêu đề của bản đồ radiofacsimile thường bao gồm bốn chữ cái viết hoa và/hoặc thêm 4 chữ số tiếp theo, hai chữ cái ban đầu biểu thị chủng loại bản đồ, hai chữ cái tiếp theo biểu thị khu vực của bản đồ, các chữ số sau cùng biểu thị số mặt đẳng áp và thời hiệu dự báo.

1. Ký hiệu khu vực của radiofacsimile khí tượng,

AA – Codes of areas of Facsimile chart and weather report

Codes	*Area of Facsimile chart*	*Codes*	*Area of Facsimile chart*	*Codes*	*Area of Facsimile chart*
AA	Antarctica	EU	Europe	PH	Phillippines
AC	Arctic Ocean	EW	Western Europe	PK	Pakistan
AE	Southwest Asia	FE	Far East	PN	North Pacific
AF	African	FR	France	PQ	Northwestern Pacific
AG	Argentina	GA	Gulf of Alaska	PS	South Pacific
AK	Alaska	GL	Greenland	PW	West Pacific
AO	Western African	GM	Guam	RA	Asia area OF Russia
AP	Southern African	HN	Hongkong	RS	Europe area of Russia
AR	Arabian Sea	HW	Hawaii Island	SA	South America
AS	Asia	IC	Indo-China	SJ	Japan Sea
AT	Atlantic Ocean	IL	Iceland	SN	Swedan
AU	Australia	IN	India	SP	Spain
AZ	Azores Islands	IO	India Ocean	SR	Singapore
BB	Bay of Bengal	IB	Iran	SS	South China Sea
BL	Black Sea	JP	Japan	ST	South Atlantic Ocean
BS	Bering Sea	KA	Caroline Island	TH	Thailand
BT	Baltic Sea	KN	Kenya	TU	Turkey
BZ	Brazil	KO	Korea/Chosen	UB	Egypt
CH	Chile	LU	Sleution Island	UK	United Kingdom
CI	China	ME	Middle East/ Eastern Mediterranean	US	United States Ameriaca
CN	Canada			VM	Vietnam
CZ	Czecho-Slovakia	MED	Mediterranean Sea	WK	Wake Island
DN	Germany	MO	Mongolia	XE	Eastern Hemisphere
EA	Eastern Asia/ Eastern Africa	NA	North Amerisa	XN	Nothern Hemisphere
		NS	North Sea	XS	Southern Hemisphere
EC	East China Sea	NT	North Atlantic Ocean	XT	Tropical Seas
EE	Eastern Europe	NZ	New Zeland	XW	Western Hemicphere
EM	Middle Europe's Mediterranianean	OC	Oceania	XX	Except area
		OH	Ochotsk Sea	YG	Yugoslavia
EN	region	PA	Pacific Ocen	ZA	Anzania – South Africa
EQ	Northern Europe Equator	PE	Northeastern Pacific		

3. Ký hiệu chủng loại bản đồ

TT – Ký hiệu dùng trong bản đồ Facsimile và Thông báo thời tiết

Ký hiệu	*Tên đầy đủ của bản đồ Facsimile và Thông báo thời tiết*	*Ký hiệu*	*Tên đầy đủ của bản đồ Facsimile và Thông báo thời tiết*
A	Analysis *chart* (*Bản đồ* phân tích)	CP	Composite Prognostic ~ (~ Dự báo tổng hợp)
AB	Satellite analysis ~ (~ phân tích vệ tinh)	CS	Surface monthly mean Climatic data ~ (~ Tư liệu khí hậu mặt đất tháng trung bình)
AG	Mesh point ~ (~ lưới điểm)	CU	Upperair monthly mean Climatic data ~ (~ Tư liệu khí hậu trên không tháng trung bình)
AH	Thickness ~ (~ độ dày)	F	Forecast ~ (~ dự báo)
AI	Sea ice ~ (~ băng)	FA	Air area forecast ~ (~ dự báo không vực)
AN	Neph ~ - Satellite data (~ mây – số liệu vệ tinh	FB	Bad weather prog ~ (~ dự báo thời tiết xấu)
AO	Sea surface/Subsurface temperature, Salinity / Ocean current ~ (~ nhiệt độ mặt biển/ dưới mặt biển, độ mặn và dòng chảy đại dương)	FC	Aerodrome Weather ~ (~ Thời tiết sân bay)
		FE	Extended ~ (~ mở rộng)
AR	Radar ~ (~ rađa)	FG	(Grid point ~ (~ điểm lưới)
AS	Surface ~ (~ mặt đất)	FH	Thickness ~ (~ độ dày)
AU	Upper air ~ (~trên không)	FI	Sea Ice ~ (~băng biển)
	Tropopause / Jetstream ~ (~ đỉnh tần đối lưu/dòng mạnh)	FO	Sea surface/Subsurface temperature, Salinity / Ocean current ~
	Tropopause /Maximum Wind level ~ (~ đỉnh tầng đối lưu/tốc độ gió cực đại)	FR	Route weather ~ (~dự báo thời tiết lộ trình)
	Maximum wind level ~ (~ tốc độ gió cực đại)	FS	Surface ~ (~ dự báo mặt đất)
		FU	Upper Air ~
AW	Wave ~ (~ sóng)		Upper Air numerical ~
AX	Except ~ (~ khác)		Tropopause/Jetstream ~
AZ	Longwave ~ -Zonal Circulation ~ (~ Sóng dài – Hoàn lưu zone.		Tropopausse/ Maximum Wind level ~
		FW	Wave ~
C	Climate mean ~ (~ khí hậu trung bình)	FX	Except ~
CO	Mean monthly or ten-dayeverage Sea surface/Subsurface temperature and Salinity/Ocean current data ~.	FZ	Maritime ~

TT – Ký hiệu dùng trong bản đồ Facsimile và Thông báo thời tiết (tiếp theo)			
Ký hiệu	*Tên đầy đủ của bản đồ Facsimile và Thông báo thời tiết*	*Ký hiệu*	*Tên đầy đủ của bản đồ Facsimile và Thông báo thời tiết*
S	Surface observational data	UA	Airfreighter observation report (Báo cáo quan sát vận tải hàng không)
SA	Actual flying weather report	UD	Maximum wind level ~ (~ tốc độ gió lớn nhất)
SB	Radar report - FFAA	UM	Upper air mesurement ~ (~thám không)
SC	Radar report –FFBB	UN	Rocket sounding ~ (~ thám không hoả tiễn)
SD	Doppler radar Composite observational ~ (~ quan sát tổng hợp rada doppler)	UO	Tropopause sounding ~ (~ thán sát đỉnh tầng đối lưu)
SI	Intermediate surface synoptic Observation – 03.09.15.21Z	UR	Aircraft reconnaissance observation ~ (~ quan sát khí tượng bằng máy bay thám sát)
SM	Mean standardtime surface synoptic observation – 00.06.12.18Z	US	Radiosonde ~ (~ thám sát vô tuyến)
SO	Sea surface/Subsurface temperature, Salinity / Ocean current data ~	UT	Non-reconnaissance Aircraft upper ~ (~ máy bay thám sát phi khí tượng
SP	Hazardous Weathermessage (Thông báo thời tiết nguy hiểm)	UW	Upper air wind observation ~ (quan sát gió cao không)
ST	Seaice conditon report	UX	Except sounding data ~ (~ số liệu đo đạc khác)
SX	Except surface observation	*UP*	(part A)
T	Satellite telemetering data (dữ liệu vệ tinh từ xa)	*UG*	(part B)
TB	Meteorological satellite background field ~ (~ nền vệ tinh khí tượng)	*UH*	Upper –Wind report (part C)
TC	Neph-analysed of Satellite cloud picture ~ (~ phân tích ảnh mây vệ tinh)	*UQ*	Thông báo gió trên cao (part D)
TP	T-index of Tropical cyclone report (Báo cáo chỉ số T của bão nhệt đới)	*UI*	(part A,B)
TS	Satellite cloudtracked wind report (Thông báo chiều mây theo gió)	*UY*	(part C,D)
TU	Thông báo nhiệt độ thẳng đứng qua vệ tinh	W	Warning (Cảnh báo)
HRI	High resolution infrared Sat-picture (Ảnh vệ tinh hồng ngoại phân giải cao)	WH	Hurricane warning
IR	Inrared Sat-picture	WO	Other ~
VIS	Visual Sat-picture	WP	Precipitation ~
U	Upper air sounding data (dữ liệu thám sát cao không)	WS	Significant weather
		WT	Typhoon ~
		WW	Weather warning and summary ~
		WX	Tropical cyclone ~

3. Ký hiệu số của bản đồ radiofacsimile khí tượng

Codes Numerals of Facsimile Charts	
Codes	Nội dung
1	Dùng để phân biệt bản đồ facsimile cùng một chủng loại
2	
3	
4	
5	
Codes	Thời hiệu dự báo Valid time (FS)
02	24 giờ (thời hiệu)
03	36
04	48
07	72
09	96
12	120
14	144
16	168
19	192
Codes	Isobaric's depths- Các lớp của đường đẳng áp trên không
85	850
70	700
50	500
30	300 hPa
25	250
20	200
78	700/850
Codes	Valid time and depths- Thời hiệu và các lớp của đường đẳng áp trên không

852	850 hPa	24 giờ (thời hiệu)	
702	700 -	24	-
502	500 -	24	-
503	-	36	-
504	-	48	-
507	-	72	-
509	-	96	-
512	-	120	-
514	-	144	-
516	-	168	-
519	-	192	-
302	300 -	24	-

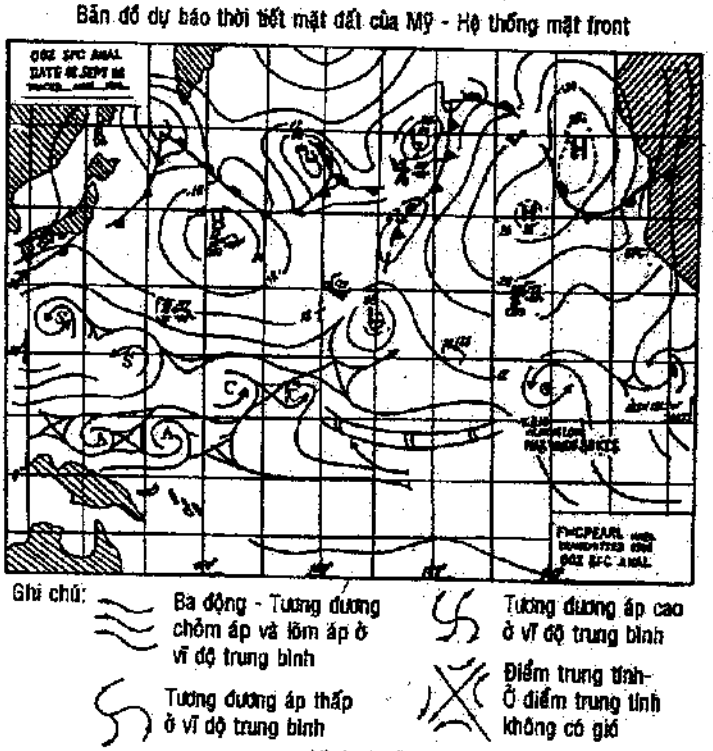
k.6.2 Đọc bản đồ facsimile

Các bản đồ có liên quan mật thiết đến hàng hải gồm có bản đồ mặt đất, bản đồ khí quyển trên không, bản đồ sóng biển, bản đồ hải lưu, bản đồ băng và bản đồ vệ tinh về mây.

1. Bản đồ mặt đất

Hiện nay, các ký hiệu, phương pháp phân tích của bản đồ thời tiết mặt đất của các quốc gia không hoàn toàn giống nhau, dưới đây giới thiệu bản đồ thời tiết mặt đất của vài quốc gia.

Bản đồ dự báo thời tiết mặt đất của Mỹ - Hệ thống mặt front



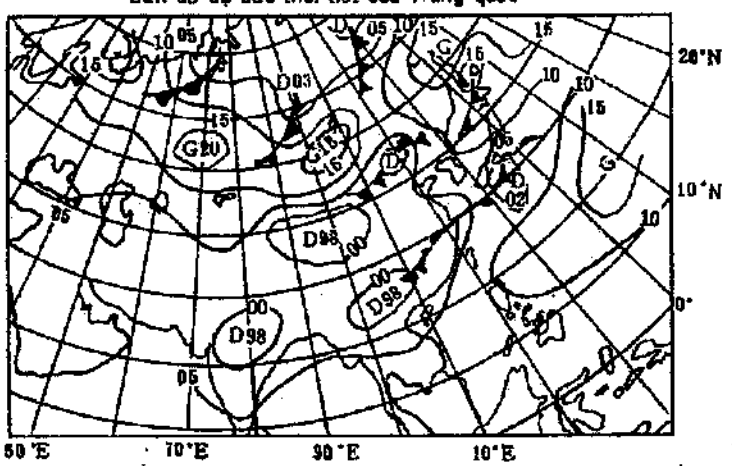
Hình 4.65

1) **Bản đồ mặt đất của Mỹ** (Trân châu cảng) , xem hình 4.65

2) **Bản đồ mặt đất của Trung quốc**, hình 4.66

3) **Bản đồ mặt đất của Nhật bản**, hình 4.67

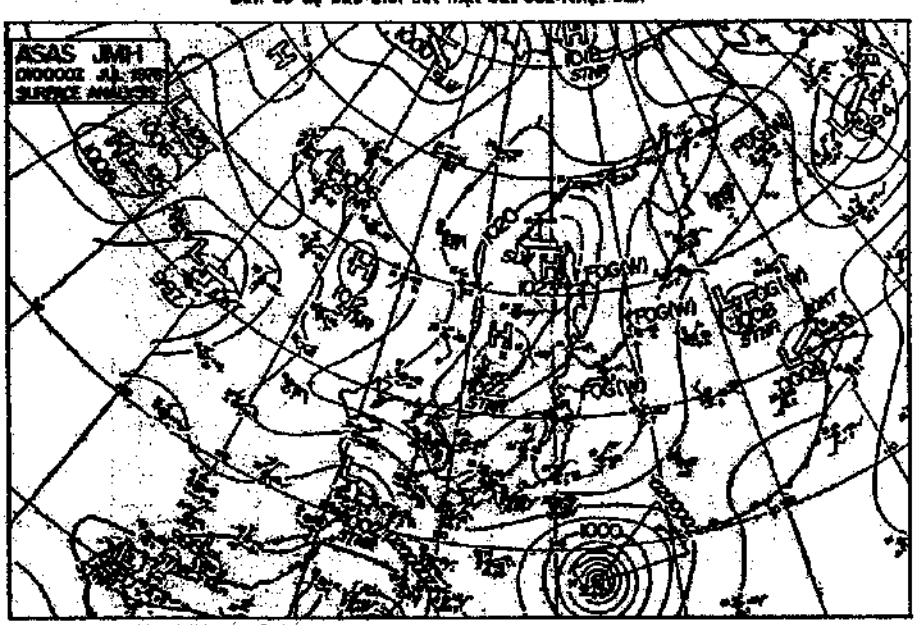
Bản đồ dự báo thời tiết của Trung quốc



Ghi chú:- G-Áp cao, khí áp ở trung tâm viết rút gọn, 20 có nghĩa là 1020 hPa. Đ-Áp thấp, viết rút gọn 98 có nghĩa là 998 hPa.
- Đường đẳng áp, cách nhau 5 hPa, 00 tức 1000 hPa, 15 tức 1015 hPa. ▲▲▲▲ - Mặt front

Hình 4.66

Bản đồ dự báo thời tiết mặt đất của Nhật bản



Ghi chú: H-Áp cao; L-Áp thấp; → - Hướng di chuyển của áp cao, áp thấp; —— - Đường đẳng áp cách nhau 4hPa; Front ấm; Front lạnh; Front bít bề mặt; Front tĩnh; T.D - Áp thấp nhiệt đới (gió lớn nhất dưới 33 nơ); T.S - Bão (33-47 nơ); S.T.S - Bão (48-63 nơ); T - Bão (trên 64 nơ); - Hướng di chuyển của bão; [W] - Cảnh báo gió; FOG[W] - Cảnh báo mù và gió; [GW] - Cảnh báo gió mạnh; [SW] - Cảnh báo gió rất mạnh; [TW] - Cảnh báo bão.

Hình 4.67

4) Bản đồ mặt đất của Anh, hình 4.68

Trên bản đồ thời tiết của Anh các chữ số biểu thị như sau,

a) Hệ thống khí áp được biểu thị bằng 5 chữ số

Vị trí chữ số	Số thứ nhất	Số thứ hai	Số thứ ba	Số thứ tư
Ký hiệu	8	P_t	P_c	PP
Ý nghĩa	Chỉ khí áp	Loại hình hệ thống khí áp	Đặc tính của hệ thống khí áp	Trị số khí áp (hàng chục và hàng đơn vị)
Ghi chú: Pt và Pc tra ở bảng sau đây				

Ý nghĩa chữ số biểu thị P_t và P_c

P_t	*Loại hệ thống khí áp*	P_c	*Đặc tính hệ thống khí áp*	P_t	*Loại hệ thống khí áp*	P_c	*Đặc tính hệ thống khí áp*
0	Áp thấp phức tạp	0	Không có ghi nhận	5	Áp cao	5	Có thể phát sinh áp cao hoặc thấp
1	Áp thấp	1	Áp thấp/cao đang giảm	6	Vùng giống khí áp cao	6	Đang giảm nhưng chưa tan
2	Áp thấp thứ cấp	2	Không biến đổi	7	Lõm khí áp	7	Khí áp đang tăng
3	Chỏm áp thấp	3	Áp thấp cao đang tăng	8	Khí áp hình yên ngựa	8	Khí áp đang giảm
4	Ba động	4	Phức tạp	9	Khí áp nhiệt đới	9	Vị trí còn nghi ngờ

Ví dụ: Trong bản đồ hình 4.68,

81321 biểu thị áp thấp đang tăng, khí áp trung tâm 1021 hPa.

85827 biểu thị cao áp đang suy giảm, khí áp trung tâm 1027 hPa.

b) Các chữ số biểu thị mặt front

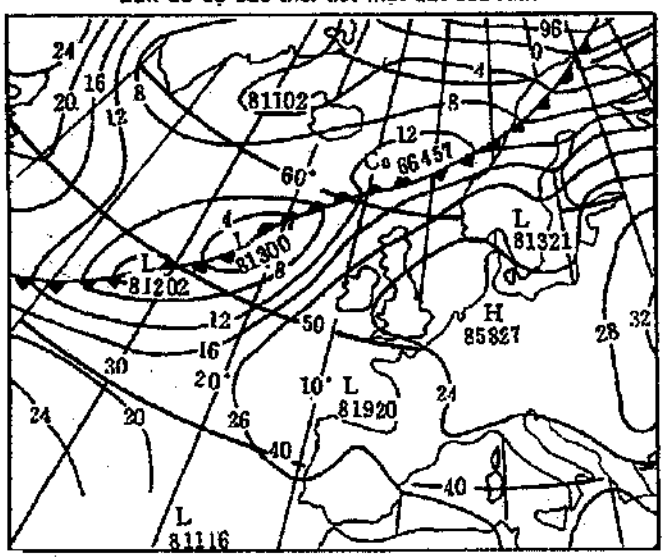
Vị trí chữ số	*Số thứ hai*	*Số thứ ba*	*Số thứ tư*	*Số thứ năm*
Ký hiệu	66	F_t	F_i	F_c
Ý nghĩa	Chỉ mặt front	Loại hình mặt front	Cường độ mặt front	Đặc tính mặt front
Ghi chú: F_t, F_i và F_c tra ở bảng sau đây.				

Ý nghĩa các chữ số biểu thị Ft,Fi và Fc

Ft	Loại hình mặt front	Fi	Cường độ mặt front	Fc	Tính chất mặt front
0	Front tĩnh	0	Không ghi nhận	0	Không ghi nhận
1	Front ấm	1	Yếu, đang giảm hoặc mất	1	Khu vực hoạt động front giảm dần
2	Front bít ấm	2	Yếu, không biến đổi	2	K.vực h.động front không biến hoá
3	Front ấm trên không	3	Yếu, đang tăng, phát triển	3	Khu vực h.động front đang tăng
4	Front lạnh	4	Vừa, đang yếu dần	4	Mặt front nhiệt đới
5	Front bít lạnh	5	Vừa, không biến đổi	5	Có thể phát sinh front
6	Front lạnh trên không	6	Vừa, đang tăng lên	6	Tinh

7	Đường không ổn định	7	Mạnh, đang yếu dần	7	Có ba động
8	Mặt front nhiệt đới	8	Mạnh, không biến đổi	8	Mặt front đang mở rộng
9	Mặt front bít	9	Mạnh, đang tăng lên	9	Vị trí bất định

Bản đồ dự báo thời tiết mặt đất của Anh



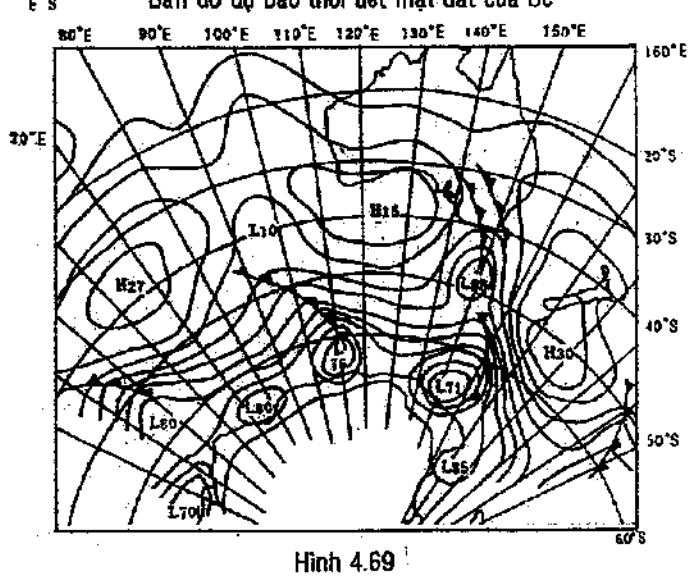
Hình 4.68

Ví dụ: Xem hình 4.68 về hệ thống mặt front, 66457 là mặt front lạnh vừa, đang biến đổi có ba động.

5) Bản đồ mặt đất của Úc, hình 4.69

Lưu ý, Úc ở nam bán cầu cho nên hướng di chuyển của front lạnh không giống như ở bắc bán cầu.

Bản đồ dự báo thời tiết mặt đất của Úc



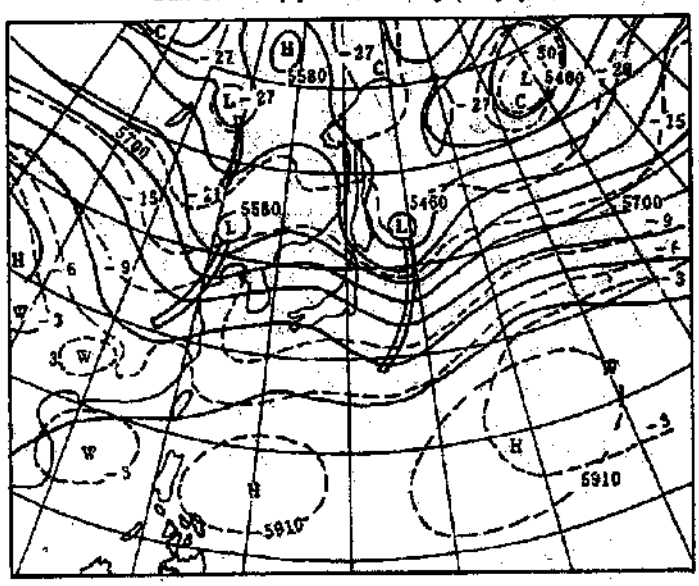
Hình 4.69

2. **Bản đồ cao không (Upper Air Chart)**

Phần nhiều bản đồ cao không có ký hiệu 00Z và 12Z , trong đó chia thành bản đồ với các đường đẳng áp 1000, 850, 700, 500, 300 và 200hPa.

Hình 4.70 là dạng bản đồ cao không do Tokyo (JMH) phát.

Bản đồ khí quyển cao không (Tokyo)



Hình 4.70

Trên hình, các đường liền nét là các đường đẳng cao đơn vị mét (bản đồ 700, 500hPa gián cách 60m, bản đồ 300hPa gián cách 120m).

Các đường chấm là đường đẳng nhiệt, đơn vị là ^{0}C (gián cách 6^{0}C hoặc 30^{0}C). Cũng có bản đồ của một số quốc gia sử dụng đơn vị ft và ^{0}F.

Các đường đôi liền nét là đường khí áp không khép kín (cũng có khi không thể hiện khí áp không khép kín trên bản đồ).

Hình thức thể hiện dữ liệu tại các điểm quan sát, xem hình 4.71)



Hình 4.71

fff – Tốc độ gió (kn)
dd – Hướng gió
TT – Nhiệt độ
hhh – Độ cao
DD – Hiệu nhiệt độ và nhiệt độ điểm sương (trên bản đồ cao không của Trung quốc là nhiệt độ điểm sương)

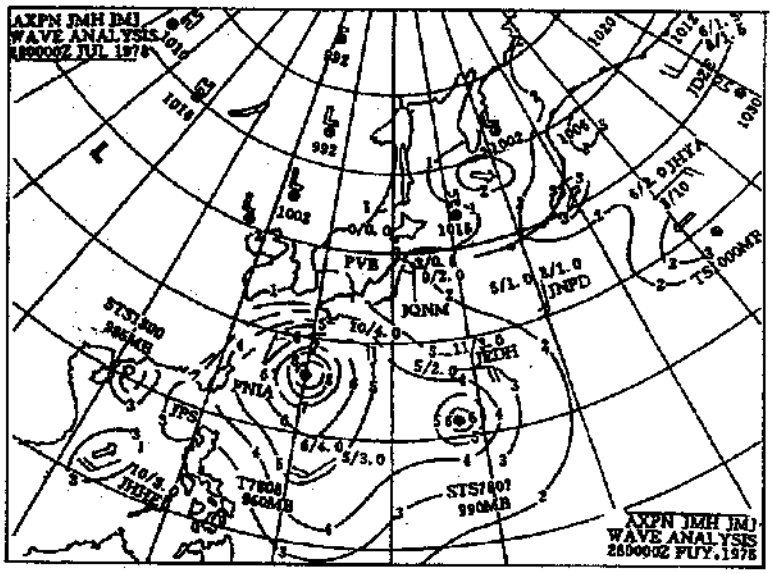
Mặt đẳng áp tương ứng với độ cao xem bảng dưới đây,

Mặt đẳng áp (hPa)	*Độ cao(m)*	*Mặt đẳng áp (hPa)*	*Độ cao(m)*
850	1500	300	9000
700	3000	200	12000
500	5500		

3. Bản đồ sóng biển

Hình 4.72 là ví dụ bản đồ sóng biển (Tokyo) và hình 4.73 là các ký hiệu thường gặp trên bản đồ sóng biển của Nhật.

Bản đồ sóng biển (Tokyo)



Hình 4.72

Ký hiệu trên bản đồ sóng biển Nhật bản

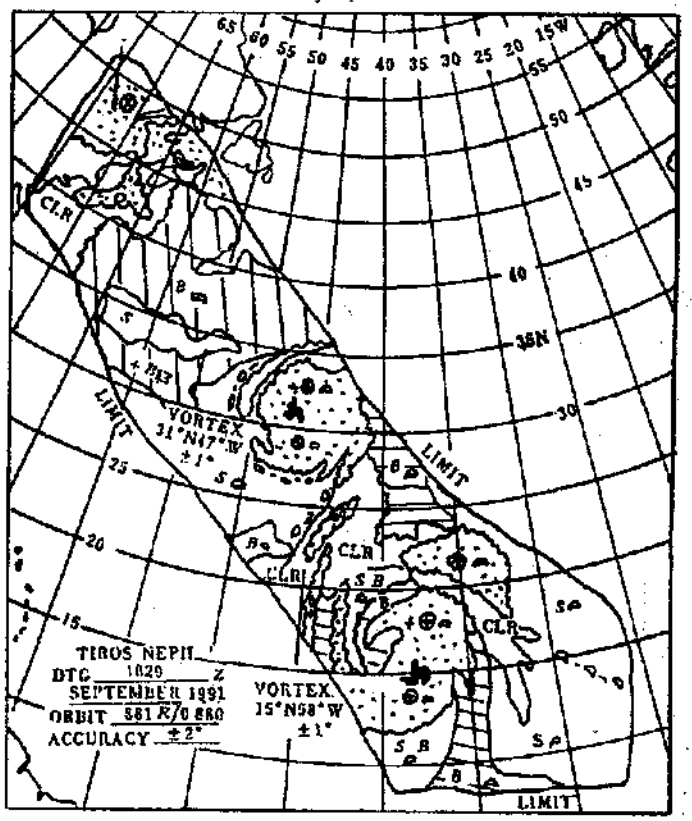
AWPN JMH WAVE ANALYSIS 180000Z SEPT 1982	Nha khí tượng Tokyo (Nhật) Phân tích sóng biển bắc Thái bình dương 00Z Ngày 16.12.1982
PLOTTING MODEL P_w / H_w P_s / H_s	HÌNH THỨC BIỂU THỊ Hướng sóng do gió Cấp sóng Hướng sóng lừng
→ : Wind wave direction	Hướng sóng do gió
P_w : Wind wave period (sec.)	Chu kỳ sóng do gió (s)
H_w : Wind wave height (m)	Chiều cao sóng (m)
⟶ : Swell direction	Hướng sóng lừng
P_s : Swell period (sec.)	Chu kỳ sóng lừng (s)
H_s : Swell height	Chiều cao sóng lừng (m)
⇒ : Major wave trains	Hướng sóng chủ
2 : Wave height contour (m)	Đường đẳng cao sóng (m)
: Confused wave area	Khu vực sóng hỗn hợp
⊕ : Pressure center (hPa)	Trung tâm khí áp (hPa)
H	Áp cao
L	Áp thấp
T	Bão
TD	Áp thấp nhiệt đới
	Xoáy mặt front
JQNM, JEDH . . .	Tên tàu quan sát

Hình 4.73

Bản đồ mây vệ tinh

Hình 4.74 là một ví dụ bản đồ mây vệ tinh.

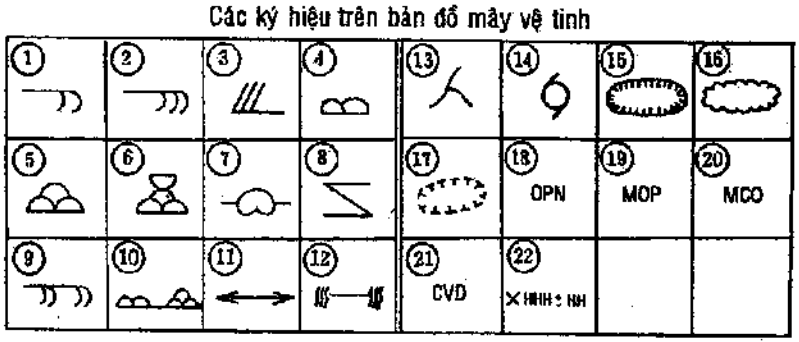
Bản đồ mây vệ tinh



Hình 4.74

Hình 4.75 là các ký hiệu thường gặp trong bản đồ mây vệ tinh

Các ký hiệu trên bản đồ mây vệ tinh



Hình 4.75

Ý nghĩa các ký hiệu hình 4.75,

(1) Thin cirriform cloud – mây dạng cuốn mỏng

(2) Dense cirriform cloud – mây dạng cuốn dày

(3) Middle level cloud - mây tầng giữa

(4) Cumulus - Mây tích

(5) Cumulus congestus – mây tích rậm

(6) Cumulonimbus – mây tích vũ

(7) Stratocumulus –mây vũ tích

(8) Stratus and/or fog – mây tầng và/hoặc mù

(9) Cirrus streak – đường sọc mây ty

(10) Cloud line – đường mây

(11) Striations – đường sọc

(12) Transverse cloud lines – dải mây ngang

(13) Vortex center (only high level cloud) - trung tâm lốc (chỉ ở mây tầng cao)

(14) Tropical disturbance (without eye) – ba động nhiệt đới (không mắt)

(15) Major cloud system (CVD) - hệ mây chính

(16) Active convective cloud erea (CVD) – khu vực mây đối lưu linh hoạt

(17) Boundary of sea ice – ranh giới băng biển

(18) Open (cloud coverage <20%) – trời trong (mây phủ 20%)

(19) Mostly open (20%–50%) – ít mây (mây phủ 20%–50%)

(20) Mostly covered (50%–80%) - nhiều mây (mây phủ 50%–80%)

(21) Covered (>80%) - mây phủ đầy trời (>80%)

(22) Cloud top height and standard deviation (X100m) – HHH $\pm$ HH – độ cao đỉnh mây HHH v sai số $\pm$ HH (nhân cho 100)

Ví dụ: 45 $\pm$ 04 thì độ cao đỉnh mây là 45x100 $\pm$ 04x100 =4500 $\pm$ 400 (m)

THUỶ VĂN HÀNG HẢI

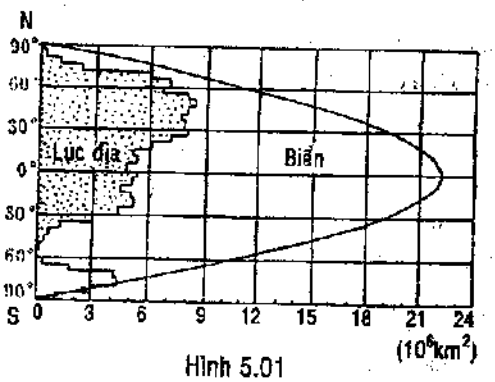
5.1 Đặc trưng địa lý của thuỷ hệ hàng hải

5.1.1 Khái quát sự phân bố thuỷ hệ trên trái đất

Diện tích bề mặt toàn bộ trái đất : 510 000 000km^2,

Diện tích đại dương : 362 000 000km^2, chiếm 71% bề mặt trái đất.

Sự phân bố của thuỷ hệ đại dương trái đất có hai đặc điểm,



Hình 5.01

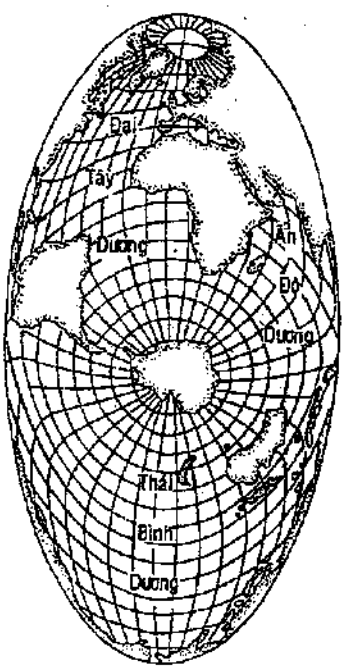
1. Sự phân bố không đều đặn theo vĩ độ (Hình 5.01), đại dương chiếm 60,7% diện tích của bắc bán cầu, chiếm 80,9% diện tích nam bán cầu.

2. Toàn bộ thuỷ hệ đại dương trên trái đất nối liền thành một dãi từ khu vực vĩ độ cao của nam bán cầu về phía vĩ độ thấp, mở rộng thành ba đại dương, Thái bình Dương, Đại tây Dương và Ấn độ Dương (Hình 5.02).

5.1.2 Kích thước của các đại dương

1. Sự phân chia các đại dương và các vùng biển phụ thuộc

Theo tập quán, các vùng biển thế giới được chia thành năm đại dương: Thái Bình Dương, Đại Tây Dương, Ấn Độ Dương, Bắc Băng Dương và Nam Đại Dương là vùng biển vừa mới được công nhận.



Hình 5.02

1) Thái Bình Dương (Pacific Ocean)

Nằm giữa các châu lục Châu Á, Châu Đại dương, Châu nam cực và Châu Mỹ, phía đông giáp Panama, phía tây giáp Phi-lip-pin. Phía tây có thể đi qua eo biển Malaca thông thương đến Ấn độ dương, phía đông nối liền với Đại tây dương qua kênh đào Panama.

Diện tích Thái bình dương lớn nhất trong các đại dương, lớn hơn tổng diện tích của Ấn độ dương và Đại tây dương. Tổng cộng diện tích tất cả lục địa vẫn nhỏ hơn diện tích Thái bình dương, độ sâu của đại dương này cũng lớn nhất trong các đại dương.

2) Đại tây dương (Atlantic Ocean)

Nằm giữa Châu Âu, Châu Phi, Châu Mỹ, nam giáp Châu nam cực, bắc tiếp giáp Bắc băng dương, nối liền với thuỷ vực Thái bình dương và Ấn độ dương (Nói chung, người ta lấy đường kinh tuyến đi qua Cape Horn (nam Châu Mỹ La tinh) và Cape Agulhas (nam Châu Phi) làm đường ranh giới để phân chia ba đại dương gồm Thái bình dương, Đại tây dương, và Ấn độ dương.

Đại tây dương là đại dương lớn thứ hai, hình dáng kéo dài theo chiều bắc nam, hai đầu rộng giữa hẹp, là dại dương dài nhất theo chiều bắc nam; hẹp chiều ngang theo chiều đông tây, chỗ hẹp nhất gần xích đạo chỉ rộng khoảng 1500 hải lý.

3) Ấn độ dương (Indian Ocean)

Nằm giữa Châu Á, Châu Phi, Châu Đại dương và Châu nam cực, hình dáng đơn giản, rộng theo chiều đông tây, hẹp theo chiều bắc nam, là vùng biển nhiệt đới, đại bộ phận đều nằm cận xích đạo, nhiệt độ trung bình của mặt biển chừng $20\sim26^0$.

4) Bắc băng dương

Bao quanh Bắc cực, nằm giữa Châu Âu và Bắc Mỹ, trung tâm gần trùng với Cực bắc, diện tích nhỏ nhất trong bốn đại dương, là vùng biển hàn đới có nhiệt độ thấp nhất, đóng băng quanh năm.

5) Nam đại dương

Những năm gần đây, thông qua các hoạt động khảo sát mang tính quốc tế đồng thời với những đặc điểm riêng biệt của vùng nước bao quanh Châu nam cực, nó là nguồn lạnh chính của các đại dương, vào mùa xuân năm 2000 Tổ chức thuỷ văn quốc tế (IHO) đã công nhận vùng nước này là đại dương thứ năm đặt tên *Nam đại dương* (Southern Ocean).

Trên biển còn có nhiều thuỷ vực nhỏ với hình dáng và đặc trưng khác nhau nằm ở ranh giới các đại dương chia cắt bởi đại lục, bán đảo, quần đảo được gọi là *biển, vịnh, và eo biển.*

2. Diện tích, thể tích, độ sâu trung bình của các đại dương và vùng biển phụ cận

Đại dương và biển phụ cận	*Diện tích ($10^6 km^2$)*	*Dung tích ($10^6 km^3$)*	*Độ sâu trung bình (m)*
Thái bình dương	166,241	696,189	4.188
Biển lục địa Châu Á (bao gồm biển An-đa-man)	9,082	11,366	1.252
Biển Bê-rinh	2,261	3,373	1.492
Biển Okhotsk	1,392	1,354	973
Biển Hoàng hải và Đông hải	1,202	0,327	272
Biển Nhật bản	1,013	1,690	1.667
Vịnh California	0,153	0,111	724
Tổng cộng	*181,344*	*714,410*	*3.940*
Đại tây dương (bao gồm biển Grơn-len và biển Na uy)	86,557	323,369	3.736
Biển lục địa Châu Mỹ	4,357	9,427	2.164
Địa trung hải	2,510	3,771	1.502
Hắc hải	0,508	0,605	1.191
Ban tích	0,382	0,038	101
Tổng cộng	*94,314*	*337,210*	*3.575*

Ấn độ dương	73,427	284,340	3.872
Hồng hải	0,453	0,244	538
Vịnh Bec-xich	0,238	0,0214	100
Tổng cộng	*74,118*	*284,608*	*3.840*
Bắc băng dương	9,485	12,615	1.330
Biển lục địa Bắc cực (bao gồm Vịnh A-mun-xan, Vịnh Bapfin và vùng biển bắc Canada)	2,772	1,087	392
Tổng cộng	*12,257*	*13,702*	*1.117*
Tổng các đại dương và biển toàn thế giới	*362,033*	*1349,929*	*3.729*

1.3 Đặc tính vật lý của nước biển

. Độ mặn (Salinity) của nước biển

Là khối lượng muối tính bằng gam trong 1kg nước biển (thường diễn đạt bằng tỷ lệ phần nghìn của nước biển – o/oo) .

Muối biển chứa nhiều hợp chất gồm các chất: chloride - 19,3 o/oo, sodium - 10,7 o/oo, sulfate – 2,7 o/oo, magnesium – 1,3 o/oo, calcium – 0,4 o/oo, potassium – 0,4 o/oo, bicarbonate – 0,15 o/oo, bromide – 0,07 o/oo, các chất khác - 0,06 o/oo, tổng cộng muối chiếm 35,08 o/oo khối lượng của toàn bộ nước biển.

. Khối lượng riêng của nước biển

Là khối lượng của một đơn vị thể tích nước biển. Khối lượng nước biển là hàm số của nhiệt độ, độ mặn và áp suất không khí. Dưới điều kiện áp suất khí quyển, khi nhiệt độ nước biển 4^0C thì giá trị trung bình của khối lượng riêng nước biển là 1,025g/cm^3. Từ trong tư liệu thống kê biết rằng, khối lượng riêng nước biển tại xích đạo là 1,023g/cm^3, tại thuỷ vực nam cực là 1,027g/cm^3.

. Các tham số liên quan đến nhiệt độ nước biển

Vì có hàm lượng muối nhất định cho nên nước biển có nhiều đặc tính liên quan đến nhiệt độ không giống như nước ngọt.

a) Nhiệt độ đóng băng của nước biển tương ứng với độ mặn

Độ mặn ‰	*Nh.độ đóng băng (^{0}C)*	*Độ Mặn ‰*	*Nhiệt độ đóng băng (^{0}C)*	*Độ Mặn ‰*	*Nhiệt độ đóng băng (^{0}C)*	*Độ Mặn ‰*	*Nhiệt độ đóng băng (^{0}C)*
1	-0,06	11	-0,594	21	-1,137	31	-1,695
2	-0,118	12	-0,648	22	-1,192	32	-1,751
3	-0,170	13	-0,702	23	-1,248	33	-1,808
4	-0,223	14	-0,756	24	-1,303	34	-1,864
5	-0,275	15	-0,810	25	-1,358	35	-1,922
6	-0,328	16	-0,864	26	-1,414	36	-1,979
7	-0,381	17	-0,918	27	-1,470	37	-2,038
8	-0,434	18	-0,973	28	-1,526	38	-2,094
9	-0,487	19	-1,028	29	-1,582	39	-2,151
10	-0,541	20	-1,082	30	-1,638	40	-2,209

b) Nhiệt độ sôi của nước biển tương ứng với độ mặn

Độ mặn ‰	*Nh.độ sôi* (^0C)	*Độ mặn* ‰	*Nh.độ sôi* (^0C)	*Độ mặn* ‰	*Nh.độ sôi* (^0C)	*Độ mặn* ‰	*Nh.độ sôi* (^0C)
1	100,0158	11	100,1738	21	100,3318	31	100,4898
2	100,0316	12	100,1896	22	100,3476	32	100,5056
3	100,0474	13	100,2054	23	100,3634	33	100,5214
4	100,0632	14	100,2212	24	100,3792	34	100,5372
5	100,079	15	100,237	25	100,395	35	100,553
6	100,048	16	100,2528	26	100,4108	36	100,5688
7	100,1106	17	100,2686	27	100,4266	37	100,5846
8	100,1264	18	100,2844	28	100,4424	38	100,6004
9	100,1422	19	100,3002	29	100,4582	39	100,6162
10	100,158	20	100,316	30	100,474	40	100,632

4. Đặc trưng phân bố của nhiệt độ bề mặt nước biển trên các đại dương

Chiều dày 1m của mặt nước biển hấp thụ chừng 60% tổng năng lượng bức xạ của mặt trời vào nước biển trên đại dương . Nhiệt độ trung bình hàng năm của nước biển trên đại dương là 17,4^{0}C, Thái bình dương 19,1^{0}C, Ấn độ dương 17,0^{0}C, Đại tây dương 16,9^{0}C.

Nhiệt độ trung bình của nước biển ở mỗi 10^0 vĩ độ trên ba đại dương cho trong bảng sau đây;

Vĩ độ	*Bắc bán cầu*				*Nam bán cầu*			
	Đ. tây dương	*T. bình dương*	*Ấn độ dương*	*Trung bình*	*Đ. tây dương*	*T. bình dương*	*Ấn độ dương*	*Trung bình*
0^0~10^0	26,6^0	27,9^0	27,2^0	27,3^0	25,2^0	27,4^0	26,0^0	26,4^0
10^0~20^0	25,8	27,2	26,4	26,5	23,1	25,9	25,1	25,1
20^0~30^0	24,1	26,1	23,4	23,7	21,1	22,5	21,5	21,7
30^0~40^0	20,4	-	18,6	18,4	16,8	17,0	17,0	17,0
40^0~50^0	13,4	-	10,0	11,0	8,6	8,7	11,2	9,8
50^0~60^0	8,7	-	5,7	6,1	1,8	1,6	5,0	3,0
60^0~70^0	5,6	-	-	3,1	(-1,3)	(-1,5)	(-1,3)	(-1,4)
70^0~80^0	-	-	-	(-1,0)	(-1,7)	(-1,7)	(-1,7)	(-1,7)
80^0~90^0	-	-	-	(-1,7)	-	-	-	-
	0~90^0				0~80^0			
	20,1	27,5	22,2	19,2	14,1	15,2	16,8	16,0

5. Đặc trưng về nhiệt độ, độ mặn nước biển của các thuỷ vực trên các đại dương

Đại tây dương			*Ấn độ dương*		
	Nhiệt độ ^0C	*Độ mặn* ‰		*Nhiệt độ* ^0C	*Độ mặn* ‰
Thuỷ vực bắc cực	-1~+2	34,9	Thuỷ vực xích đạo	+4~+16	34,8~35,2
Thuỷ vực Á bắc cực	+3~+5	34,7~34,9	Th.vực giữa ÂĐD	+6~+15	34,5~35,4
Th.vực giữa bắc ĐTD	+4~+17	35,1~36,2	Hồng hải	+9	35,5
Th.vực Địa trung hải	+6~+10	35,3~36,4	*Thái bình dương*		
Th.vực giữa nam ĐTD	+5~+16	34,3~35,6	Th.vực Á bắc cực	+2~+10	33,5~34,4
Thuỷ vực Á nam cực	+3~+9	33,8~34,5	Th.vực x.đạo TBD	+6~+16	34,5~35,2
Th.vực quanh nam cực	+0,5~+2,5	34,7~34,8	T.v đông bắc TBD	+10~+16	34,0~34,6
			T.v tây bắc TBD	+7~+16	34,1~34,7
			T.v đông nam TBD	+9~+16	34,3~35,1
			T.v tây nam TBD	+7~+16	34,5~35,5

5.1.4 Độ trong suốt và màu sắc của nước biển

1. Độ trong suốt của nước biển

Độ trong suốt là một thông số đặc trưng đo mức độ nhìn thấy trong nước biển. Phương pháp truyền thống để xác định độ trong suốt của nước biển là dùng một cái đĩa tròn màu trắng đường kính 30 cm thả vào nước biển phía bên mạn tàu đối diện với phía mặt trời, theo chiều thẳng đứng, để cho đĩa chìm dần vào nước cho đến khi một người quan sát có thị lực bình thường không còn nhìn thấy cái đĩa. Khoảng cách từ mặt nước đến khi cái đĩa còn nhìn thấy là độ trong suốt của nước biển.

Độ trong suốt cao nhất của nước biển trên các đại dương là 66,5m (tại vùng biển Á nhiệt đới bắc Đại tây dương). Ở các vùng biển cận hải vì nước biển không thuần khiết cho nên độ trong suốt giảm xuống chỉ còn vài mét.

2. Màu sắc của nước biển

Tia sáng mặt trời chiếu xuống nước biển, qua nhiều lần tán xạ một số tia sáng tạo thành bức xạ quang trong không gian trên biển. Màu sắc nước biển mà mắt người có thể nhìn thấy là do quang phổ phản xạ các tia sáng từ mặt biển và quang phổ bức xạ từ trong lòng biển lên phía trên tạo thành. Màu sắc của nước biển là một biểu hiện đặc tính quang học của bản thân nước biển.

Để có tiêu chí xác định màu sắc nước biển người ta dùng một tấm bảng tròn màu trắng có đường kính 30 cm phối hợp với một thuỷ sắc kế. Thuỷ sắc kế chia màu sắc nước biển thành 21 cấp độ màu khác nhau, từ xanh thẫm đến xanh lam, đẳng cấp càng nhỏ biểu thị nước biển càng thẫm. Khi đo, thả tấm bảng trắng xuống nước ở chỗ bóng râm hoặc phía mạn tàu đối diện với phía mặt trời đến độ sâu bằng một nửa của độ trong suốt của nước biển, so sánh màu sắc cột nước trên tấm bảng trắng với các cấp độ màu sắc của thuỷ sắc kế, chọn màu sắc gần tương tự trên thuỷ sắc kế, đó là màu của nước biển với cấp độ xác định.

Nói chung, màu sắc nước biển phân bố không đều, các vùng biển trên đại dương có màu sắc khác nhau, khu vực á nhiệt đới nước biển có màu xanh thẫm, khu vực hàn đới vĩ độ cao có màu xanh lam, khu vực thềm lục địa vĩ độ cao có màu lục, khu vực cửa sông có màu vàng lục, hoặc nâu nhạt v.v...

5.1.5 Biển phát quang

Khi hành hải vào ban đêm trên một số vùng biển, vào lúc cường độ ánh trăng không mạnh lắm, có thể nhìn thấy trên mặt biển trên các vùng biển chung quanh tàu các quầng hào quang tròn song song màu vàng lục hoặc màu xanh nhạt hoặc các vệt ánh sáng song song trên mặt biển, thậm chí vết tàu đi qua cũng tạo thành một đường sáng kéo dài lưu trên mặt biển. Hiện tượng này gọi là biển phát quang.

Hiện tượng biển phát sáng tạo ra là do quá trình phản ứng hoá học của các tế bào quang của vi sinh vật biển khi tiếp xúc với oxy, chúng phát ra "ánh sáng lạnh", không phát nhiệt. Trong đại dương các loài sinh vật có thể phát ánh sáng lạnh rất nhiều, các chất hữu cơ đơn bào, vi sinh vật đến các loài hải sản..., khi chịu tác dụng của ngoại lực như sóng xô, gió thổi đều phát sinh hiện tượng phát sáng.

5.2 Hải lưu

5.2.1 Phân loại hải lưu

Do ảnh hưởng trực tiếp của nhiệt từ bức xạ mặt trời lên nước biển trên đại dương cùng quá trình chuyển động của khí quyển ở không gian trên đại dương (gió, mưa, bốc hơi...) cũng như tác dụng của sức hấp dẫn của mặt trời, mặt trăng gây nên sự chuyển động một khối lượng lớn nước biển theo chiều ngang với tốc độ và phương hướng tương đối ổn định gọi là hải lưu. Hải lưu có thể chia thành ba loại: hải lưu gió, hải lưu khối lượng riêng và triều lưu.

1. Hải lưu gió

Do ảnh hưởng của phong trường tác dụng lâu dài, tạo ra ứng suất lên bề mặt nước biển khiến nước biển chuyển động với quy mô lớn tạo nên hải lưu gió.

2. Hải lưu khối lượng riêng

Do ảnh hưởng không đều đặn của bức xạ nhiệt mặt trời và của khí quyển lên nước biển, cùng với lượng nước đổ ra từ lục địa làm biến đổi khối lượng riêng nước biển ở các thuỷ vực khác nhau tạo ra sự dịch chuyển của nước biển với quy mô lớn.

3. Hải lưu thuỷ triều

Nước biển chịu tác dụng của lực hấp dẫn của mặt trời và mặt trăng khiến cho nước biển ở vùng cận hải vừa tăng giảm độ cao vừa tạo ra dòng chảy chiều ngang theo chu kỳ.

Tuỳ theo nhiệt độ tương đối của nước biển, có thể chia hải lưu gió và hải lưu khối lượng riêng thành ôn lưu và hàn lưu.

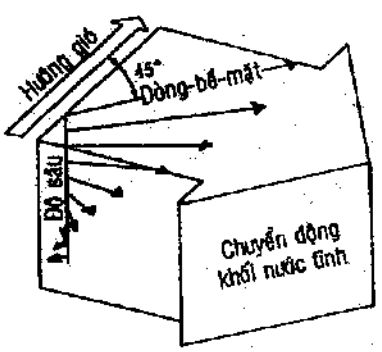
Khi nhiệt độ nước của dòng chảy cao hơn nhiệt độ của vùng nước mà nó chảy qua thì dòng chảy đó được gọi là ôn lưu, ngược lại khi nhiệt độ dòng chảy thấp hơn nước của khu vực mà nó chảy qua thì gọi là hàn lưu.

Ôn lưu và hàn lưu có những đặc trưng khác biệt rõ rệt, ở chỗ gặp nhau của hàn lưu và ôn lưu thì nhiệt độ, độ mặn và trọng lực của nước biển có những biến đổi dữ dội tác động mạnh mẽ đến quá trình chuyển động của khí quyển làm xuất hiện các hiện tượng khí tượng như mây, mù dầy đặc, hành hải trong những vùng đó hết sức khó khăn.

5.2.2 Hải lưu gió

1. Mối quan hệ giữa hải lưu gió và phong trường trên mặt biển

Gió tác dụng lên mặt biển, dưới ảnh hưởng của trở lực nước biển và hiệu ứng Coriolis do trái đất tự quay khiến cho hướng dòng chảy và hướng gió không đồng nhất và tạo thành một góc kẹp. Năm 1905 Ekman đã chứng minh trên lý thuyết hướng của hải lưu gió (dòng bề mặt) và hướng gió tạo thành một góc 45^0, xem hình 5.03. Ở bắc bán cầu hướng hải lưu gió nằm bên phải hướng gió đi 45^0, ở nam bán cầu nằm bên trái 45^0. Thông qua tư liệu thống kê 46 năm quan sát trên Ấn độ dương (xem bản dưới đây) các nhà khoa học đã chứng minh tính chính xác của lý thuyết trên.



Hình 5.03

Góc lệch giữa hướng hải lưu gió và hướng gió Ấn độ dương

Vĩ độ	*Kinh độ*	*Góc lệch*	*Vĩ độ*	*Kinh độ*	*Góc lệch*
5~20°N	50~60°E	62°	40~50°S	20~30°E	41°
	60~70°E	44°		30~40°E	42°
10~20°S	70~80°E	47°		70~80°E	41°
	80~90°E	51°		80~90°E	43°

Do ảnh hưởng của ma sát nước biển, độ sâu càng lớn thì góc lệch giữa hướng hải lưu gió và hướng gió cũng càng lớn. Đến một độ sâu nào đó thì hướng hải lưu và hướng gió bề mặt hoàn toàn ngược chiều nhau, tốc độ hải lưu gió ở đó chỉ bằng 4,3% của hải lưu gió bề mặt, độ sâu đó gọi là *độ sâu ma sát*. Dưới độ sâu đó thì hướng dòng chảy lại tiếp tục lệch phải (hoặc trái), tốc độ không đáng kể.

Công thức kinh nghiệm tính độ sâu ma sát như sau:

$$D = \frac{26W}{\sqrt{\sin\varphi}}$$

Trong đó, D - Độ sâu ma sát

W - Tốc độ gió (m/s)

φ - Vĩ độ (^{0})

2. Tính toán hải lưu gió ở vùng biển cạn

Ở vùng biển cạn vì độ sâu của nước biển không lớn lắm, ảnh hưởng của ma sát rất lớn. Bằng quan sát thực tế nhận thấy rằng hướng dòng chảy của hải lưu gió trên bề mặt vùng biển cạn lệch khỏi hướng gió một góc nhỏ hơn so với vùng biển sâu. Bản dưới đây biểu thị mối quan hệ giữa góc lệch (α) của hướng hải lưu gió với tỷ số độ h/D , trong đó h là độ sâu nước biển và D là độ sâu ma sát .

Mối quan hệ giữa hướng dòng chảy bề mặt vùng biển cạn với h/D

h/D	0,25	0,5	0,75	1
α	21,5°	45°	45,5°	45°

Dùng Bảng 5.A, căn cứ vào tốc độ gió và vĩ độ có thể tra tốc độ hải lưu gió và độ sâu ma sát trên đại dương.

3. Tính toán hải lưu gió trên vùng nước sâu

1) Hướng dòng chảy

Bắc bán cầu lệch về bên phải hướng gió 45°, nam bán cầu lệch về bên trái hướng gió 45°.

2) Tốc độ dòng chảy,

$$V = \frac{A}{\sqrt{\sin\varphi}} W$$

Trong đó,

V - Tốc độ dòng chảy hải lưu gió (kn)

φ - Vĩ độ (^{0})

W – Tốc độ gió (m/s)

A – Hệ số kinh nghiệm, phân tích qua thống kê A= 0,0247. Đối với ven biển nước ta có thể áp dụng cách tính như trên nhưng lấy hệ số A= 0,0583.

Hải lưu gió bề mặt và độ sâu ma sát trên đại dương 5.A

Tốc độ dòng (kn) / Độ sâu ma sát (m) / Tốc độ gió (m/s) \ Vĩ độ	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°
4	0.24 / 78	0.19 / 60	0.17 / 52	0.15 / 47	0.14 / 43	0.13 / 40	0.12 / 38
6	0.36 / 109	0.29 / 90	0.25 / 78	0.23 / 70	0.21 / 64	0.20 / 60	0.18 / 57
8	0.47 / 146	0.39 / 120	0.34 / 104	0.30 / 94	0.28 / 86	0.26 / 80	0.25 / 76
10	0.59 / 182	0.49 / 149	0.42 / 130	0.38 / 117	0.35 / 107	0.33 / 100	0.31 / 95
12	0.71 / 219	0.58 / 179	0.51 / 156	0.46 / 140	0.42 / 129	0.39 / 120	0.37 / 114
14	0.83 / 255	0.68 / 209	0.59 / 182	0.53 / 164	0.49 / 150	0.46 / 140	0.43 / 133
16	0.95 / 292	0.78 / 239	0.68 / 208	0.61 / 187	0.56 / 172	0.52 / 161	0.49 / 152
18	1.07 / 328	0.87 / 269	0.76 / 234	0.68 / 210	0.63 / 193	0.59 / 181	0.55 / 171
20	1.19 / 365	0.97 / 299	0.84 / 260	0.76 / 234	0.70 / 215	0.65 / 201	0.62 / 190
22	1.30 / 401	1.07 / 329	0.93 / 286	0.84 / 257	0.77 / 236	0.72 / 221	0.68 / 209
24	1.42 / 438	1.17 / 359	1.01 / 312	0.91 / 281	0.84 / 258	0.78 / 241	0.74 / 228
26	1.54 / 474	1.26 / 388	1.10 / 338	0.99 / 304	0.91 / 279	0.85 / 261	0.80 / 246

4. Tính toán tốc độ hải lưu gió khu vực vùng biển cận lục địa

Khu vực gần bờ thường không có đủ tư liệu thống kê nên tàu có thể dựa vào tốc độ gió đo được để tính tốc độ dòng chảy,

$$V = 0{,}0583W$$

Trong đó, V - Tốc độ dòng chảy hải lưu gió (kn)

W - Tốc độ gió (m/s)

5.2.3 Triều lưu

Dòng chảy chu kỳ của nước biển theo chiều ngang phát sinh đồng thời với sự chuyển động chu kỳ lên xuống của nó theo chiều thẳng đứng ở vùng cận lục địa gọi là triều lưu. Đó là chuyển động của nước biển gây nên bởi lực hấp dẫn (lực hút) của các thiên thể. Ở những khu vực có mức thuỷ triều lên xuống rõ rệt đều kéo theo sự chuyển động dòng thuỷ triều của nước biển. Chu kỳ của triều lưu, cùng chu kỳ với thuỷ triều, có thể chia thành bán nhật triều, nhật triều và nhật triều hỗn hợp. Do ảnh hưởng của địa hình và ma sát đáy cho nên hình thức biểu hiện của thuỷ triều rất phức tạp.

Căn cứ vào hình thức chuyển động có thể chia triều lưu thành *triều lưu quay vòng* và *triều lưu hai chiều*. Triều lưu hai chiều chủ yếu xuất hiện ở eo biển, cửa biển, cảng, do điều kiện địa hình, ở đó dòng triều chủ yếu chảy theo hai chiều tới lui. Hải lưu quay vòng là hình thức phổ biến nhất của triều lưu, tuỳ từng vùng biển, có nơi triều lưu xoay theo chiều kim đồng hồ, có nơi xoay theo chiều ngược kim đồng hồ.

1. Thời gian quay vòng của sóng triều tới và sóng triều đứng

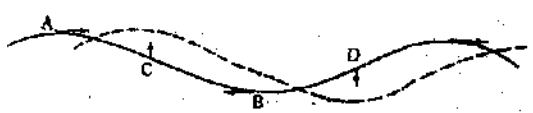
Cho dù triều lưu mang tính chất quay vòng hay hai chiều, trong một chu kỳ biến thiên của nó đều có thể chia thành ba giai đoạn: nước lớn, nước đứng (chuyển lưu) và nước ròng. Do hình thái truyền lan của sóng triều khác nhau mà phối hợp giữa thời gian chuyển lưu và quá trình biến đổi của thuỷ triều cũng khác nhau.

1) Sóng triều tới

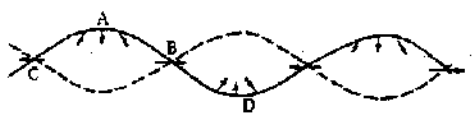
Loại sóng triều này trong quá trình truyền lan ít chịu ảnh hưởng của địa hình, nói chung sóng triều ngoài biển rộng đều thuộc loại này, diễn biến của dòng triều biểu thị trên hình 5.04. Trong hình, điểm A (triều cao) có tốc độ dòng chảy lớn nhất, sau triều cao thì tốc độ dòng chảy giảm xuống, qua 3 giờ, đến điểm C (khoảng giữa của nước lớn và nước ròng) không còn chuyển động theo chiều ngang nữa mà trở thành nước đứng. Tiếp theo sau đó dòng chảy lại ngược lại với trước đó, qua 3 giờ lại đến điểm B, tốc độ lại trở nên lớn nhất. Cứ như vậy dòng chảy tuần hoàn không ngừng.

2) Sóng triều đứng

Trong quá trình truyền lan sóng triều bị bờ biển ngăn trở và phản xạ hoàn toàn trở thành sóng triều phản xạ, sóng triều phản xạ và sóng triều tới giao thoa với nhau hình thành sóng triều đứng, như hình 5.05. Trong hình vẽ, thuỷ chất điểm tại điểm A (triều cao) chỉ chuyển động xuống dưới mà không có chuyển động ngang; thuỷ chất điểm tại D (triều thấp) chỉ chuyển động lên, cũng không có chuyển động ngang, hai điểm A và D chuyển động như thế gọi là "bụng sóng". Thuỷ chất điểm tại C và B không chuyển dộng lên xuống theo chiều thẳng đứng mà lại có chuyển động ngang lớn nhất, hai điểm C và B gọi là " nút sóng". Từ đó khi phát sinh triều cao và thấp vào thời gian chuyển lưu, vào khoảnh khắc giữa thời gian triều cao và triều thấp sẽ xuất hiện triều lưu có tốc độ lớn nhất.



Hình 504



Hình 5.05

2. Dùng tốc độ triều cường trên bản đồ thuỷ triều bán nhật triều để tính tốc độ triều lưu trong ngày.

Sơ đồ thuỷ triều bán nhật triều trên hải đồ đều có ghi chú cảng chính tương ứng,

$$V_{ng} = \frac{H_{ng}}{H_c} \cdot V_c$$

Trong đó, V_{ng} - Tốc độ triều lưu vào thời điểm tương ứng trong ngày (kn)
H_{ng} - Biên độ thuỷ triều trong ngày của cảng chính (m)
H_c - Biên độ triều cường tại cảng chính (m)

V_c - Tốc độ triều lưu tương ứng vào thời điểm triều cường (kn)

3. Tìm dòng chảy vào thời điểm bất kỳ

Hiện nay các tư liệu cung cấp cho mục đích hàng hải hầu hết chỉ cho thời gian phát sinh nước lớn và thời gian chuyển đổi dòng triều. Muốn tính tốc độ triều lưu vào bất cứ thời gian nào đó có thể dùng bảng dưới đây (5.B) để tìm hệ số , đem hệ số này nhân với tốc độ triều lưu vào thời điểm triều cường lân cận.

Hệ số tính triều lưu vào thời điểm bất kỳ

5.B

t (h) / T(h)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
1.0	0.71	1.00								
1.5	0.50	0.87	1.00							
2.0	0.38	0.71	0.92	1.00						
2.5	0.31	0.59	0.81	0.95	1.00					
3.0	0.26	0.50	0.71	0.87	0.96	1.00				
3.5	0.22	0.43	0.62	0.78	0.90	0.97	1.00			
4.0	0.20	0.38	0.55	0.71	0.83	0.92	0.98	1.00		
4.5	0.17	0.34	0.50	0.64	0.76	0.86	0.93	0.98	1.00	
5.0	0.15	0.31	0.45	0.59	0.70	0.81	0.89	0.95	0.99	1.00

Ghi chú: T - Hiệu số thời gian từ lúc chuyển đổi dòng triều đến lúc dòng triều lớn nhất
t - Hiệu số thời gian từ lúc chuyển đổi dòng triều đến thời điểm tính toán

4. Các thông tin về triều lưu trên hải đồ Anh (BC)

1) Biểu thị bằng các mũi tên có ghi chú các số liệu cần thiết

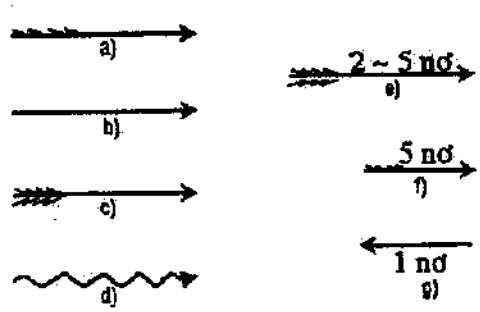
Trên hải đồ, hướng và tốc độ của dòng chảy như hải lưu và triều lưu, được biểu thị bằng các mũi tên. Chiều của mũi tên là chiều nước chảy đi.

Dòng chảy nước lớn, biểu thị bằng hình 5.06a

Dòng chảy nước ròng, biểu thị bằng hình 5.06b

Hải lưu biểu thị bằng hình 5.06c hoặc d.

Con số ghi trên mũi tên là tốc độ lớn nhất của triều lưu, đơn vị *nơ*. Nếu muốn biểu thị tốc độ lớn nhất của nước kém thì bên cạnh con số ghi tốc độ ghi thêm chữ "*nước kém*", tốc độ nhỏ hơn 1/4 nơ thì ghi thêm chữ "*yếu*". Ở những chỗ thời gian dừng trên 1 giờ khi chuyển đổi từ nước lớn sang nước ròng thì có ghi chú thời gian chi tiết.



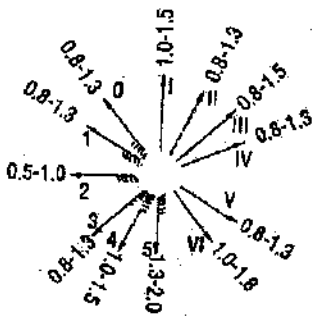
Hình 5.06

Ở những vùng có hải lưu và triều hỗn hợp thì đánh dấu một vòng tròn nhỏ ở mút mũi tên.

Nếu hải lưu mạnh hơn triều lưu, thì dòng tổng hợp chảy theo hải lưu, trên mũi tên sẽ ghi tốc độ triều lưu yếu nhất và mạnh nhất của kỳ nước cường. Ví dụ hình 5.06e.

Nếu như triều lưu mạnh hơn hải lưu, thì dòng tổng hợp sẽ chảy theo hai chiều khác nhau, tốc độ dòng nước khi triều dâng và triều rút trong kỳ nước cường ghi riêng biệt trên hai mũi tên biểu thị hướng dòng chảy triều dâng và triều rút. Ví dụ trên hình 5.06f và g.

Hướng và tốc độ của *triều lưu quay vòng* biểu thị theo như ví dụ trên hình 5.07, nó được tính toán và vẽ cho một địa điểm, một cảng nhất định nào đó. Mũi tên có ghi "0" và số ghi trên đó biểu thị hướng dòng chảy và tốc độ dòng chảy ở kỳ nước cường. Các mũi tên I, II, III,.. biểu thị hướng và tốc độ dòng chảy ở giờ thứ nhất giờ thứ hai... sau khi nước cường. Các mũi tên 1, 2, 3 biểu thị hướng và dòng chảy triều lưu ở giờ thứ nhất, giờ thứ hai... trước giờ nước cường.



Hình 5.07

2) Các dấu hiệu hình thoi chỉ dẫn thuỷ triều trên hải đồ Anh.

Ở một số cảng hoặc vị trí quan trọng trên hải đồ Anh người ta chọn một số điểm để cung cấp các thông tin về triều lưu, tại đó đánh dấu bằng một hình thoi có ghi ký hiệu bằng chữ cái bên trong. Cũng trên hải đồ đó tại một vị trí khác thuận tiện hơn người ta ghi chú các thông tin về thuỷ triều tại vị trí lựa chọn, nhận dạng bằng chữ cái tương ứng. Bảng "Tidal streams referred to HW at DEVONPONT" (5.C) là một ví dụ về thông tin triều lưu tại Devonport in trên hải đồ. Trong bảng có ghi chú chữ cái tương ứng với các vị trí trên hải đồ và hướng cùng tốc độ dòng chảy nước cường (water springs) và nước kém (water neaps) của triều lưu quay vòng tại vị trí đó. Thông tin cung cấp cho 6 giờ trước và 6 giờ sau khi nước lớn (H.W), gián cách một giờ. Cần lưu ý rằng giờ nước lớn tại cảng chính ghi trong bản trên phải lấy từ Bảng thuỷ triều ATT để tính ra giờ múi của tàu.

Tidal Streams referred to HW at DEVONPORT — 5.C

Hours	A 50°07·2N 5 48·5W Dir	A Rate (kn) Sp	A Np	B 48°58·5N 5 48·5W Dir	B Rate (kn) Sp	B Np	C 50°01·5N 5 27·6W Dir	C Rate (kn) Sp	C Np	D 49°52·2N 5 10·9W Dir	D Rate (kn) Sp	D Np	E 50°02·4N 5 02·3W Dir	E Rate (kn) Sp	E Np	F 50°02·5N 4 58·7W Dir	F Rate (kn) Sp	F Np	G 50°02·2N 4 54·8W Dir	G Rate (kn) Sp	G Np	H 50°08·0N 4 52·2W Dir	H Rate (kn) Sp	H Np	J 50°08·5N 5 01·9W Dir	J Rate (kn) Sp	J Np	Hours
Before HW 6	332	0·6	0·2	311	1·7	0·8	280	0·9	0·5	256	1·8	0·9	301	1·0	0·5	215	1·0	0·5	217	0·7	0·4	222	0·4	0·2	339	0·2	0·1	6 Before HW
5	002	1·5	0·7	327	2·2	1·1	250	0·6	0·3	254	1·2	0·6	309	0·1	0·0	220	0·5	0·2	252	0·5	0·2	249	0·2	0·1	035	0·6	0·3	5
4	008	2·4	1·2	338	2·0	1·0	329	0·3	0·2	234	0·4	0·2	006	1·0	0·5	293	0·1	0·1	277	0·3	0·1	Slack			022	0·9	0·4	4
3	010	2·5	1·2	352	1·6	0·8	049	0·4	0·2	045	0·4	0·2	011	1·4	0·7	017	0·5	0·2	349	0·4	0·2	027	0·2	0·1	023	0·8	0·3	3
2	009	1·8	0·8	023	1·1	0·5	065	0·6	0·3	064	1·0	0·5	015	1·5	0·8	029	0·9	0·5	044	0·7	0·3	037	0·4	0·2	022	0·4	0·2	2
1	031	1·1	0·5	088	1·0	0·5	082	0·8	0·4	059	1·8	0·9	022	1·5	0·7	043	1·2	0·6	081	0·9	0·4	042	0·5	0·3	026	0·2	0·1	1
HW	123	0·6	0·3	113	1·4	0·7	087	0·8	0·4	087	2·3	1·1	028	1·2	0·6	043	1·2	0·6	080	1·1	0·5	040	0·7	0·3	Slack			HW
After HW 1	168	1·7	0·8	124	1·6	0·8	107	0·7	0·3	075	1·8	0·9	030	0·5	0·2	040	0·7	0·4	069	0·8	0·4	008	0·5	0·2	217	0·3	0·1	1 After HW
2	181	2·5	1·2	137	1·9	0·9	126	0·4	0·2	082	0·8	0·4	202	0·4	0·2	Slack			107	0·3	0·1	Slack			213	0·5	0·2	2
3	194	2·5	1·3	166	1·8	0·9	201	0·3	0·2	209	0·4	0·2	198	1·2	0·6	214	0·5	0·3	232	0·4	0·2	210	0·2	0·1	207	0·7	0·3	3
4	210	2·1	1·0	195	2·0	1·0	234	0·6	0·3	233	1·4	0·7	186	1·7	0·9	210	0·9	0·5	234	0·7	0·4	219	0·5	0·3	190	0·8	0·4	4
5	223	1·1	0·6	232	1·6	0·8	263	0·8	0·4	247	2·3	1·1	187	1·6	0·8	213	1·3	0·6	220	0·8	0·4	211	0·7	0·4	180	0·5	0·2	5
6	236	0·4	0·2	286	1·4	0·7	278	0·9	0·5	257	1·9	0·9	202	1·2	0·6	216	1·2	0·6	217	0·8	0·4	216	0·5	0·3	276	0·1	0·0	6

5.2.4 Bản đồ hải lưu

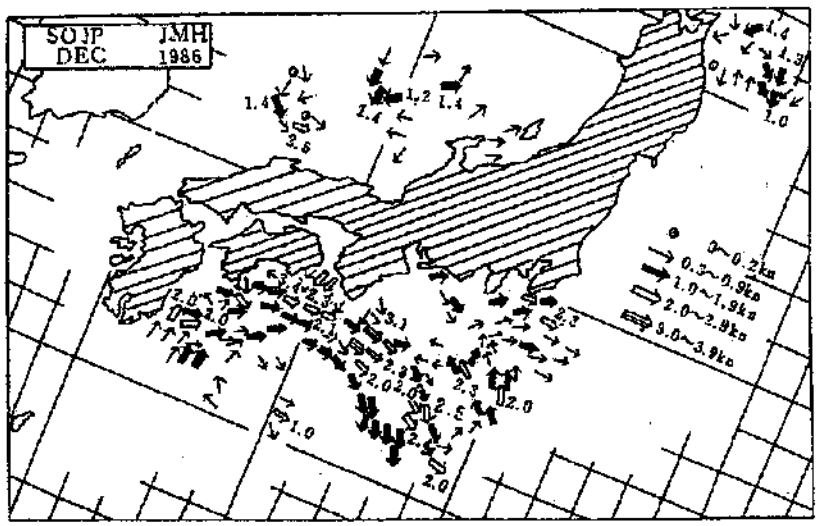
Để đảm bảo an toàn cho tàu thuyền trên biển, bản đồ hải lưu cung cấp cho mục đích hàng hải có ba loại,

1. Bản đồ hải lưu facsimile

Hiện nay nhiều quốc gia đều phát bản đồ sóng qua hệ thống phát Facsimile dự báo sự phân bố và đặc trưng sóng biển như Nhật bản, Trung quốc ở khu vực Châu Á; Mỹ, Canada phát khu vực Bắc Mỹ; Mỹ phát ở khu vực tây Thái bình dương; các nước Mỹ, Pháp, Tây ban nha

phát ở khu vực Châu Âu. Người đi biển thu nhận các bản đồ sóng qua máy thu facsimile để tham khảo. Hình 5.08 là một bản đồ sóng phát qua hệ thống Facsimile của Nhật.

Bản đồ hải lưu phát qua hệ thống facsimile

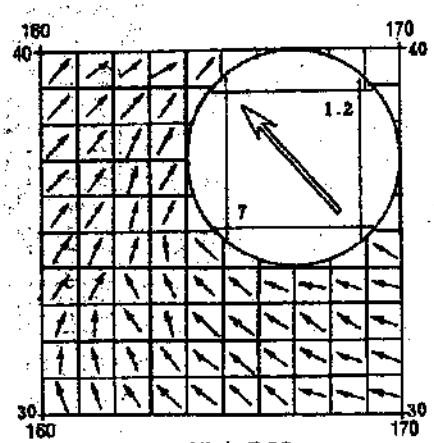


Hình 5.08

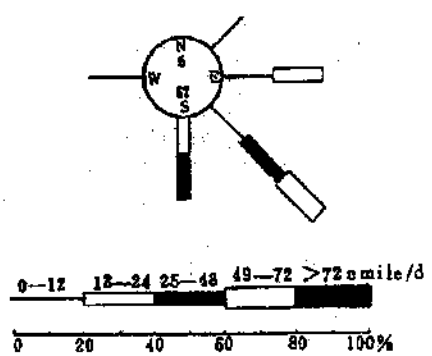
2. Bản đồ dòng chảy hải lưu

Đây là loại bản đồ xây dựng dựa trên cơ sở phân tích số lượng lớn tư liệu các lần quan trắc thực tế, lập trên ô lưới kinh vĩ độ cách nhau 1^0, mũi tên trong từng ô lưới biểu thị giá trị trung bình của tư liệu các lần quan sát trong tháng, hướng mũi tên là hướng tổng hợp dòng chảy, số bên dưới góc trái biểu thị số lần quan sát trong tháng, số bên trên góc phải biểu thị tốc độ trung bình (kn) của dòng chảy trong khu vực, (Hình 5.09).

3. Sơ đồ tần suất hải lưu



Hình 5.09



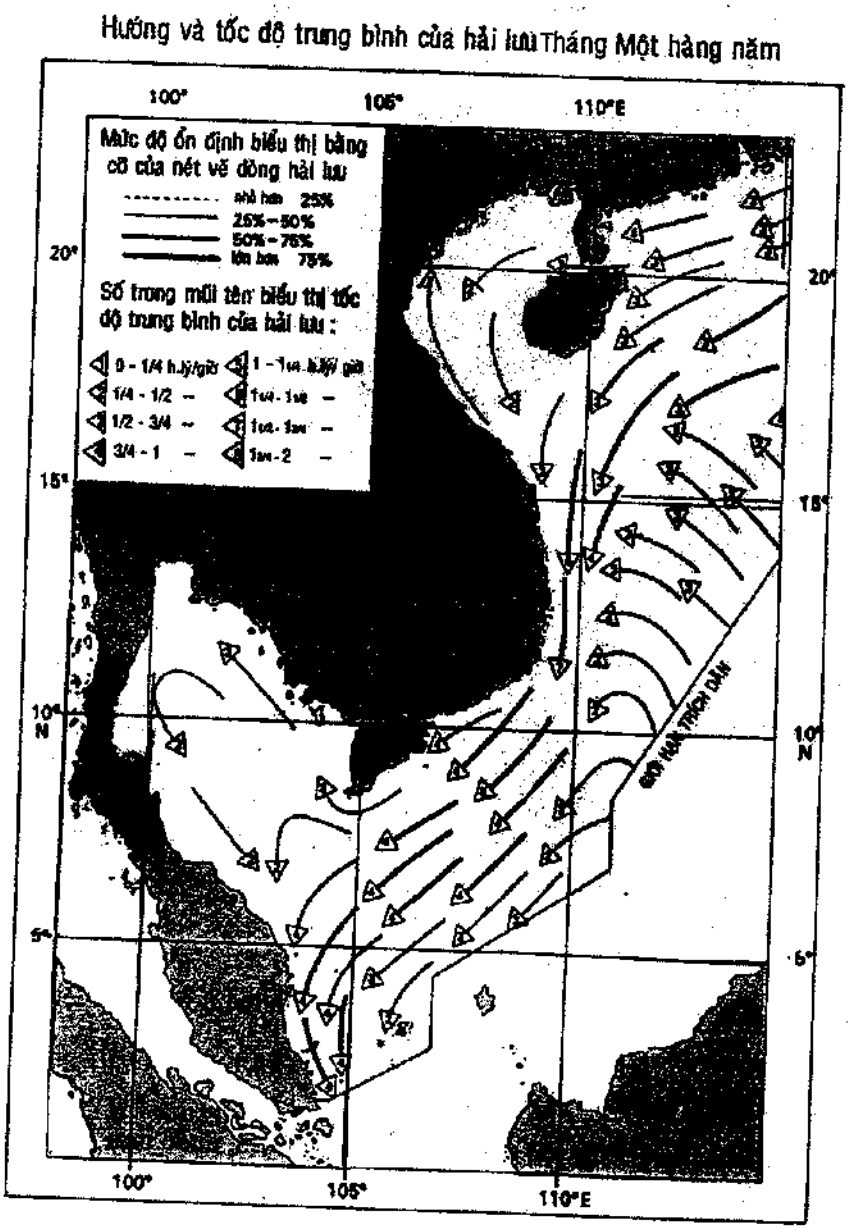
Hình 5.10

Sơ đồ tần suất hải lưu gồm các cánh hoa cho biết tốc độ và hướng dòng chảy, cũng đồng thời cho biết tần suất của tốc độ và hướng dòng chảy trong tháng tại mỗi khu vực. Hình 5.10 là ví dụ sơ đồ tần suất hải lưu tại một khu vực nào đó kèm theo một thước tỷ lệ để đo độ dài các phân đoạn trên những cánh hoa. Từ sơ đồ có thể đọc được, số 67 biểu thị số lần quan sát

hải lưu tại khu vực, trong đó dưới 5% số lần đo có tốc độ dòng chảy nhỏ hơn 6 n.m/d (hải lý/ngày). Dòng chảy hướng đông nam, theo cánh hoá hướng đông nam trên hình vẽ, có 3 loại gồm dòng chảy 0~12 n.m/d chiếm 14% cả tháng (đo bằng độ dài của các phân đoạn thô hoặc mãnh trên mỗi cánh), dòng chảy 25~48 n.m/d chiếm 15%, dòng chảy 49~72 n.m/d chiếm 15%, tổng dòng chảy đông nam chiếm chừng 44% trong cả tháng. Các cánh hoa khác cũng đo bằng cách như vậy.

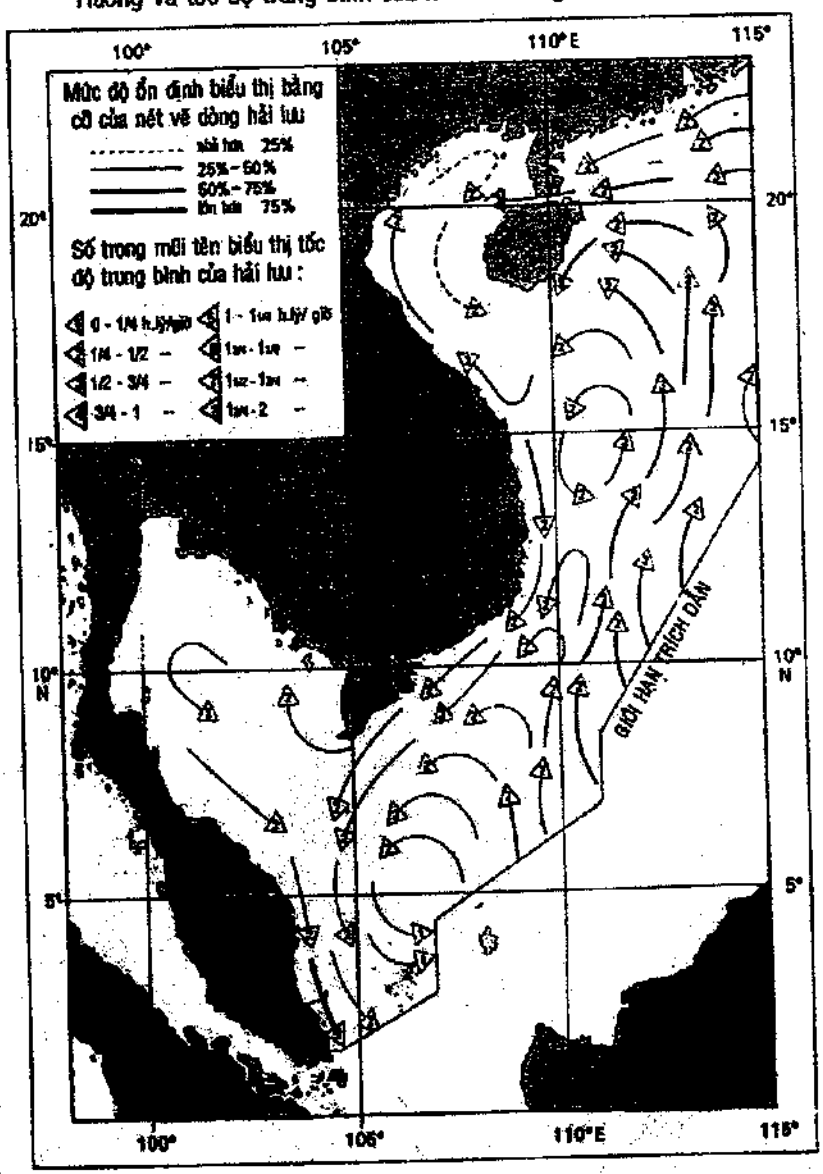
5.2.5 Sự phân bố hải lưu trên Biển Đông và trên toàn thế giới

1. Các dòng hải lưu chủ yếu trên Biển Đông



Hình 5.11

Hướng và tốc độ trung bình của hải lưu Tháng Tư hàng năm



Hình 5.12

1) Do ảnh hưởng của gió mùa, hải lưu gió ở vùng biển thềm lục địa Việt nam hình thành hai hệ thống chính,

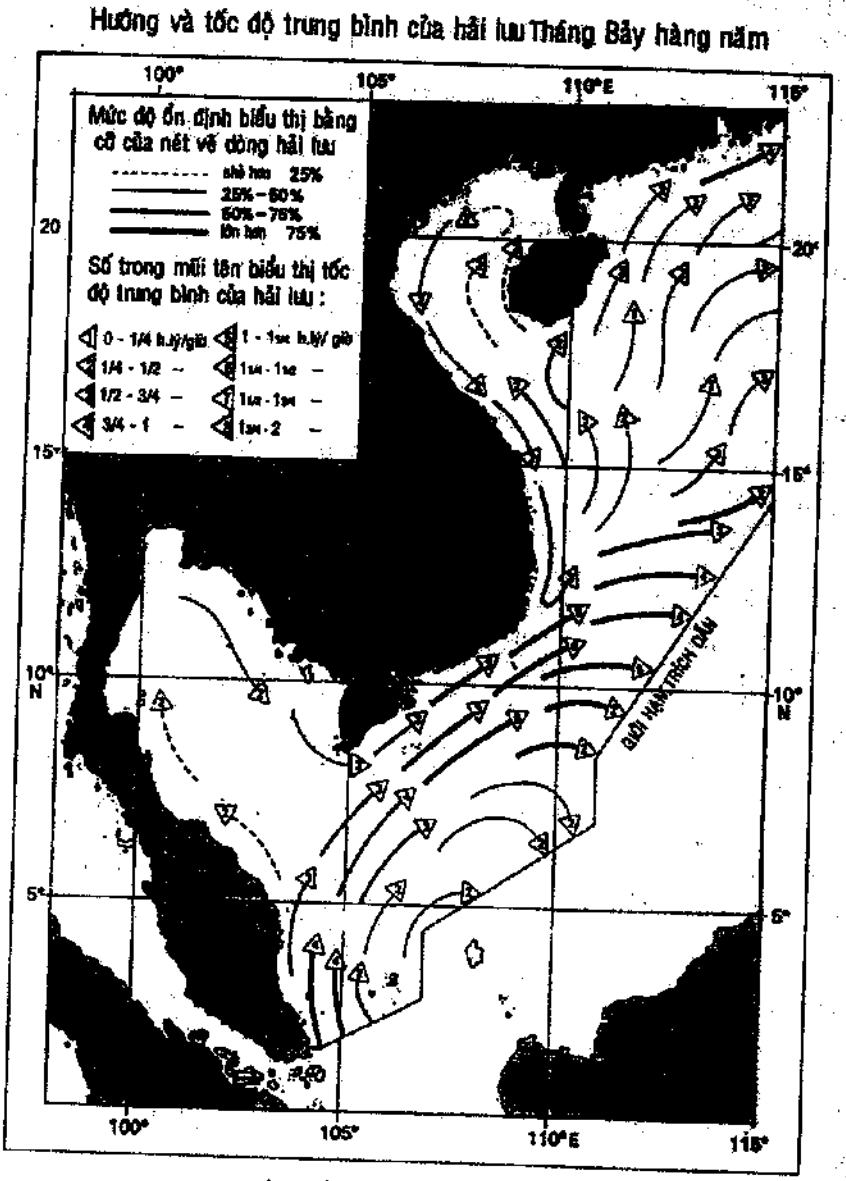
a) Hệ thống hải lưu gió mùa Tây Nam.

Vào mùa gió Tây Nam, vùng lục địa Việt nam mưa nhiều, nước mưa từ lục địa theo 2500 con sông lớn nhỏ đổ ra biển ảnh hưởng nhiều đến hệ thống dòng chảy, nhất là vùng ven bờ.

b) Hệ thống hải lưu gió mùa Đông Bắc

Vào mùa gió Đông Bắc, toàn bộ thềm lục địa Việt nam bị khống chế bởi hệ thống gió có cường độ đều và tốc độ mạnh. Vì vậy hướng và tốc độ dòng chảy hoàn toàn thay đổi so với

mùa gió Tây Nam.



Hình 5.13

Các Hình 5.11, 5.12, 5.13, 5.14 cho thấy các dòng hải lưu chủ yếu của Biển Đông vào các tháng Một, tháng Tư, tháng Bảy và tháng 10.

2) Đặc điểm hải lưu gió ven biển Việt nam

Ảnh hưởng của khí hậu cùng với những đặc điểm địa lý tự nhiên, địa hình bờ và đáy đã phân chia vùng biển Việt nam thành những vùng có những đặc điểm riêng như sau:

a) Vịnh Bắc bộ.

i) Vào mùa gió Tây Nam,

Là vùng biển có độ sâu nhỏ, phía Tây bị chia cắt bởi các con sông lớn. Dòng hải lưu từ bên ngoài vào vịnh men theo bờ phía tây chảy lên phía bắc vòng ra bờ phía tây của đảo Hải nam tạo thành dòng hải lưu khép kín theo chiều kim đồng hồ. Do đặc điểm của địa hình làm hình thành một vùng nước trồi chạy dọc theo ven bờ phía tây của Vịnh kéo dài khoảng 60 hải lý. Nếu nước từ lục địa theo các con sông đổ ra mạnh thì dòng hải lưu từ phía Nam lên bị đẩy ra xa bờ. Ngược lại nếu nước từ lục địa đổ ra yếu thì dòng hải lưu này có xu hướng ép sát vào bờ.

Khu vực Đông Bắc của vịnh vào thời kỳ này hình thành xoáy nghịch tạo nên dòng nước chảy từ trên bề mặt chìm xuống đáy sâu.

Nói chung, tốc độ dòng chảy cả vùng ven bờ phía tây Vịnh không lớn lắm chừng 0,2 đến 0,5 hải lý/ giờ.

ii) Vào mùa gió Đông Bắc.

Phía Bắc vịnh Bắc Bộ dưới ảnh hưởng của gió mùa Đông Bắc, nước trở nên lạnh và hình thành dòng hải lưu theo hướng gần song song với bờ theo chiều Bắc Nam. Từ phía bắc vịnh dòng nước lạnh tách ra hai nhánh, một nhánh chảy về phía đông rồi cùng với dòng nước ấm từ phía nam của vịnh đi lên tạo thành vòng tuần hoàn khép kín ngược kim đồng hồ (xoáy thuận). Sự giao hoà của hai dòng nước (còn gọi là hội tụ) ở vùng xoáy thuận đã tạo điều kiện rất tốt cho sự phát triển của phù du sinh vật. Hướng dòng chảy khá ổn định, tốc độ dòng chảy yếu 0,2 đến 0,3 hải lý/giờ.

b) Biển Trung bộ.

Địa hình ở đây phức tạp, độ nghiêng mặt đáy tương đối lớn, có nơi chỉ cách bờ chừng 10 hải lý đã có độ sâu 50 đến 100 mét. Ngoài khơi xa nơi sâu nhất đạt tới 4000 mét.

Chế độ thuỷ văn ở vùng biển này mang tính chất biển khơi, dòng chảy ở vùng này chịu sự chi phối chính từ dòng hải lưu Biển Đông còn nước từ lục địa đổ ra không đáng kể.

i) *Vào mùa gió Tây Nam*

Vào khoảng tháng 9 tháng 10 thời kỳ thịnh hành gió mùa Tây nam, do tác động của gió cùng với điều kiện địa hình, nước từ ngoài khơi phía bắc (Vĩ độ 16 đến 18^0 Bắc) chảy vào phía lục địa một phần tách ra chảy vào vịnh Bắc Bộ, một phần đi xuống phía nam chảy song song với đường bờ biển, đến vĩ độ 10 ~ 11^0 Bắc thì dòng hải lưu chia thành hai hướng, một phần chảy về vùng Đông Nam Nam Bộ theo hướng Tây Nam, còn một phần chảy ra biển Đông theo hướng Đông và Đông Bắc, quá kinh độ 111^0 Đông thì chuyển dòng chảy theo hướng Bắc, ngược với hướng dòng chảy ven bờ. Do đặc tính dòng chảy như vậy nên tạo thành một xoáy thuận rất lớn ở khu vực biển Miền Trung.

Tốc độ hải lưu trong vùng này khá lớn và thay đổi theo mùa, trung bình khoảng 0,6 đến 0,8 hải lý/giờ, có nơi lúc lớn nhất đạt 1,5 đến 2 hải lý/giờ.

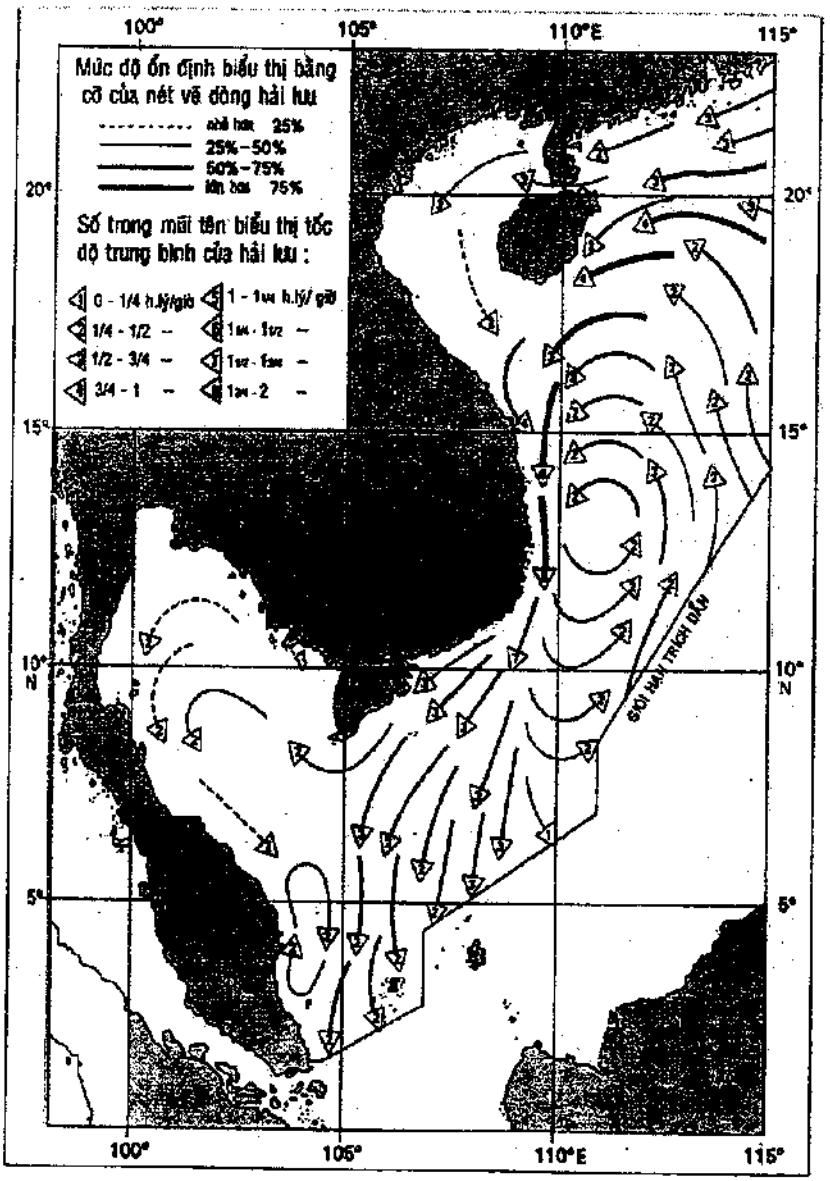
Ở vùng biển Miền Trung dưới tầng sâu 200 mét vẫn tồn tại dòng xoáy thuận tốc độ bằng 1/3 của dòng xoáy trên bề mặt.

ii) Vào mùa gió Đông Bắc

Xoáy thuận như vừa nói ở phần trên chi phối tới hướng của hệ thống dòng chảy. Dòng chảy mùa này có những nét khác với mùa gió Tây Nam. Dòng nước từ phía Bắc đi xuống với tốc độ mạnh ép sát gần bờ tới vĩ độ 9^0 Bắc mới đổi hướng. Tốc độ dòng chảy gần bờ rất lớn,

đạt trung bình 1,5 hải lý/ giờ, lớn nhất đạt tới gần 3 hải lý/giờ. Ở xa về phía đông tốc độ yếu hơn so với khu vực ven bờ. Hướng chảy và tốc độ chảy ở tầng sâu cũng thay đổi nhiều so với tầng mặt. Phía bắc, ở độ sâu 200 mét hướng dòng chảy như ở tầng mặt nhưng về phía nam thì ngược lại với tầng mặt.

Hướng và tốc độ trung bình của hải lưu Tháng Mười hàng năm



Hình 5.14

c) Biển Đông Nam Bộ.

i) *Mùa gió Tây Nam*

Gần bờ có độ sâu nhỏ, địa hình đáy tương đối bằng phẳng. Bờ biển bị chia cắt nhiều bởi các con sông lớn, nguồn nước đổ ra từ lục địa ảnh hưởng rất lớn đến chế độ thuỷ văn của vùng ven biển.

Hướng của dòng hải lưu hầu như là sự tiếp nối của các dòng chảy từ lục địa đổ ra. Tốc độ dòng chảy trung bình 0,2m đến 0,3 hải lý/ giờ.

ii) *Mùa gió Đông Bắc.*

Dòng chảy ở phần phía đông của vùng này là sự tiếp nối của dòng chảy từ vùng Biển Miền Trung, tốc độ khá lớn đạt khoảng 0,5 đến 0,6 hải lý/ giờ. Phần còn lại dòng chảy đạt 0,3 đến gần 0,4 hải lý/giờ. Vùng Cù Lao Thu có một xoáy nghịch, còn khu vực quanh Côn Sơn thì có một xoáy thuận nhỏ. Vùng nước nông độ sâu từ 30 mét trở vào có hướng chảy khá ổn định từ tầng mặt đến tầng đáy. Ở vùng sâu hơn, hướng dòng chảy đổi chiều so với tầng mặt.

d) Biển Tây Nam Bộ.

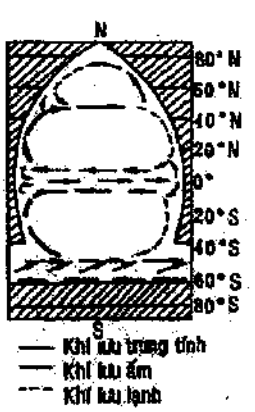
i) *Mùa gió Tây Nam.*

Mùa này dòng chảy có hướng Tây Bắc – Đông Nam tới Mũi Cà Mau một phần nước đổ vào vùng Đông Nam bộ còn một phần nước quay trở lại vịnh Thái Lan nên tạo thành hoàn lưu khép kín trong vịnh.

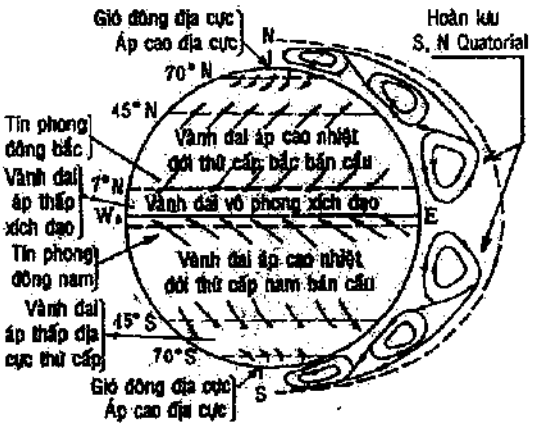
ii) *Mùa gió Đông Bắc.*

Nước từ phía Đông Nam bộ đổ vào vịnh Thái Lan có hướng Đông Nam - Tây Bắc tạo thành dòng hải lưu có chiều ngược với mùa gió Tây Nam.

5.2.6 Hải lưu trên các đại dương toàn thế giới



Hình 5.15

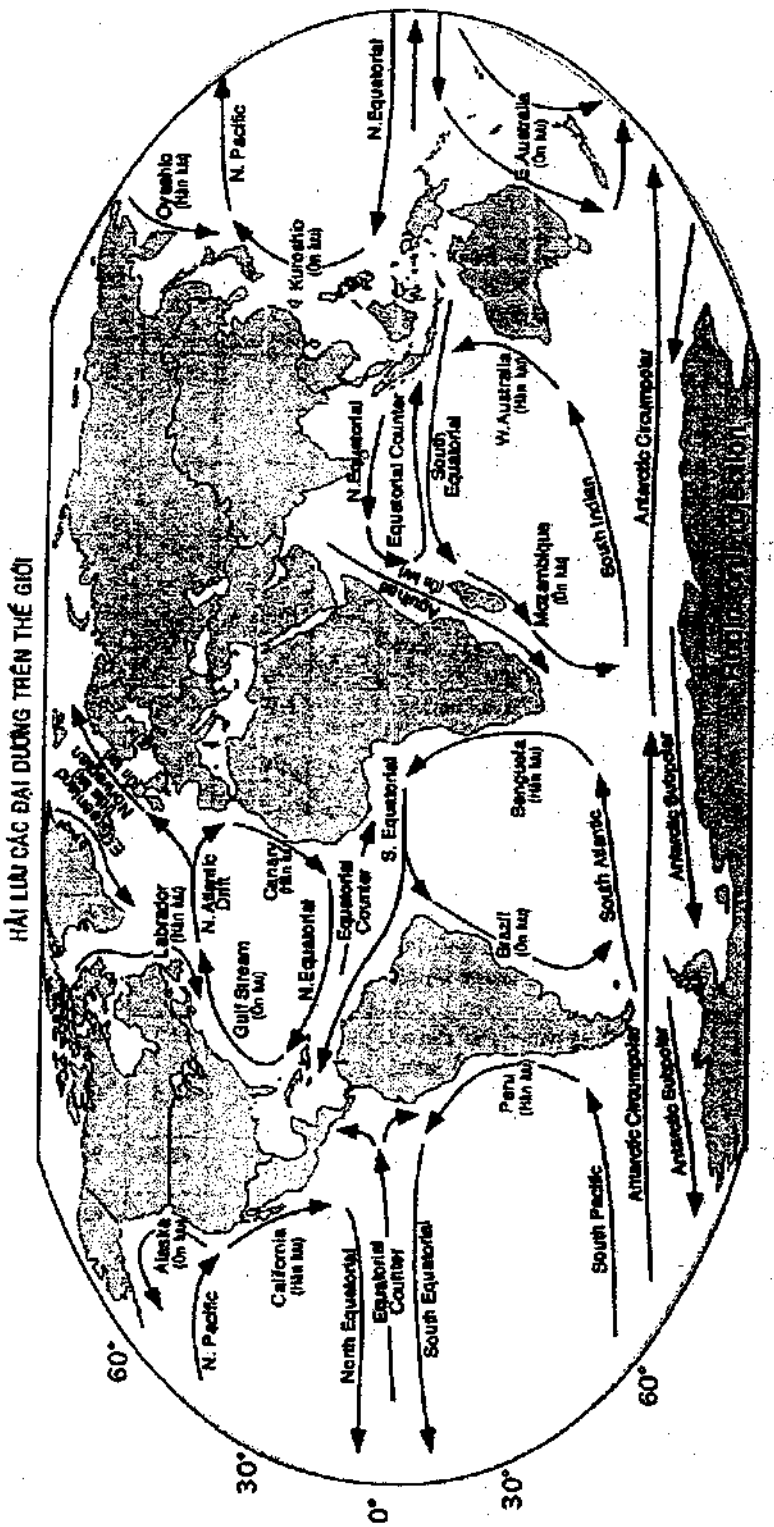


Hình 5.16

Phong trường trong không gian trên đại dương là động lực chủ yếu của dòng chảy tầng mặt đại dương. Hệ thống hoàn lưu tầng mặt đại dương có nhiều điểm giống với sự phân bố phong trường trong không gian trên bề mặt đại dương. Hình 5.15 là sơ đồ khái quát dòng khí lưu trong khí quyển trên bề mặt trái đất, hình 5.16 là sơ đồ các dòng hoàn lưu do vành đai gió tạo ra trên đại dương. Ví dụ, tương ứng với vành đai tín phong đông nam và đông bắc là hải lưu nam bắc xích đạo (S and N Quatorial); tương ứng với dải gió tây nam bắc bán cầu là dòng Hải lưu gió tây (Antarctic Circumpolar). Tương tự, sự phân bố của khí đoàn và khí đoàn nghịch của hoàn lưu khí quyển cũng làm phát sinh hệ thống hoàn lưu kiểu khí đoàn và

khí đoàn nghịch tương ứng trên nước tầng mặt đại dương. Ở khu vực gần cực nam bán cầu vì không bị trở ngại của đại lục cho nên hình thành dòng hoàn lưu quanh cực.

Hình 5.17 là sơ đồ mô tả các dòng hải lưu trên đại dương khắp thế giới.



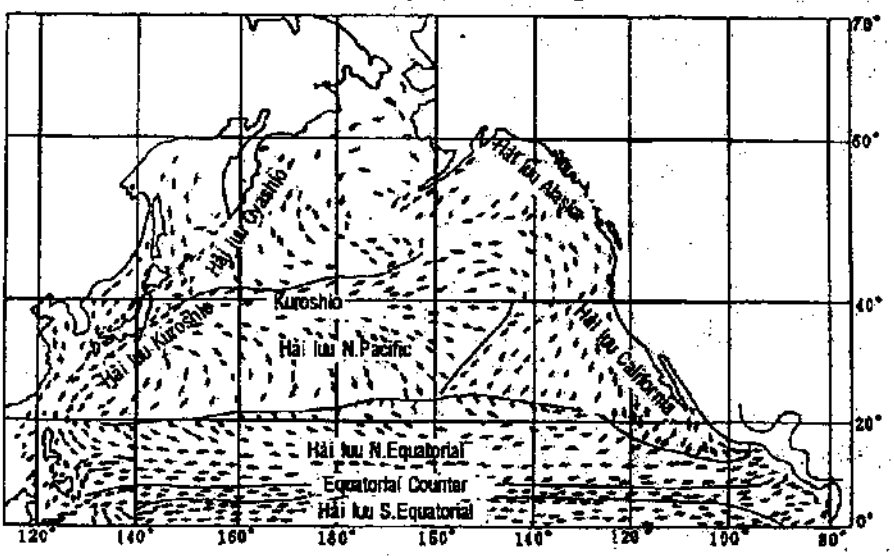
Hình 5.15

1. Hải lưu Thái bình dương (xem hình 5.17 và hình 5.18)

	Tên hải lưu	Đặc điểm	Tháng	Gió chính		Hải lưu		
				Hướng gió	Cấp gió	Hướng chính	Độ ổn định (%)	Tốc độ H.lý /ngày
Bắc bán cầu	Hải lưu Alaska	Một nhánh của hải lưu Pacific, hướng chuyển lên phía bắc lệch bên trái chạy dọc theo bờ biển Canada, Alaska, quần đảo Aluetian	2~3	E	2,5~4,4	SW	25~50	12~24
			8~9	SW	2,5~4,5	SW	25~50	12~24
	Hải lưu Oyashio	Hàn lưu, chạy dọc quần đảo Oyashio, quần đảo Nhật bản cho đến vĩ độ 38°, mùa đông có tốc độ lớn hơn mùa hè	2~3	NW	>6	SW	<25	<12
			8~9	E / S	<2,5	SSW	<25	<12
	Hải lưu California	Là một chi nhánh của hải lưu Bắc Pacific chạy dọc bờ biển California hợp dòng với hải lưu Bắc Equatorial tạo thành dòng chảy tuần hoàn phần phía bắc Pacific.	2~3	N	<2,5	S	25~50	12
			8~9	N	2,5~4,5	SSW	25~50	12
	Hải lưu Bắc Pacific	Rộng chiều ngang, tốc độ mùa hè chậm, lưu động trong phạm vi vĩ độ 30°~40° vĩ độ và kinh độ 160°E~150°W, dòng chảy phực tạp, tạo thành các xoáy.	2~3	W	4,5~6	E	<25	12~24
			8~9	E/SE	<2,5	E	25~50	<12
	Hải lưu Kuroshio	Còn gọi là Hắc triều, ôn lưu, bắt nguồn từ hải lưu Bắc Quatorial, độ trong suốt của nước biển cao, màu nước xanh đen, chảy dọc biển nam Nhật bản chuyển sang hướng đông, rộng 30 hải lý, sâu 700~800 mét.	2~3	NW	4,5~6	NW	25~50	12~24
			8~9	E/W	<2,5	NW	25~50	12~24
	Hải lưu Bắc Quatorial	Tạo thành bởi tín phong đông bắc của nhiệt đới chảy qua gần vĩ độ 8°~28°N, càng về hướng tây tốc độ càng mạnh.	2~3	NE	2,5~4,5	NW	>50	12~24
			8~9	E	<2,5	W	25~50	<12
	Nghịch lưu Equatorial Counter	Xuất phát từ vùng phụ cận vô phong xích đạo chảy về hướng đông trong dải vĩ độ 3°~10°N	2~3	E/N	<2,5	E	<25	12~24
			8~9	E/SE	<2,5	E	25~50	<12
Nam bán cầu	Hải lưu Nam Quatorial	Tạo thành bởi tín phong đông nam, phạm vi rất rộng chảy trong phạm vi 00~450S, tốc độ chảy lớn	2~3	E/SE	<2,5	W	25~50	12~24
			8~9	ESE	2,5~4,5	W	>50	>24
	Hải lưu Peru	Chảy dọc phía tây Châu Mỹ La tinh lên phía bắc, phạm vi rộng, hàn lưu.	2~3	SSW	<2,5	NW	2,5~50	<12
			8~9	SE	2,5~4,5	NW	<25	12~24
	Hải lưu Đông Austrlia	Là một chi nhánh của hải lưu Nam Quatorial chảy về phía nam dọc bờ Australia; dòng chảy không mạnh, biến đổi rõ ràng	2~3	NE	<2,5	S	<25	12~24
			8~9	W	<2,5	S	<25	<12

		theo mùa						
	Hải lưu gió tây Antatctic Circumpolar	Hình thành do gió tây ở nam bán cầu, chảy trong phạm vi vĩ độ chừng 40^0~50^0S. Càng về phía nam bán cầu nó hợp dòng với Hải lưu Nam cực hàn đới mang theo khối lượng lớn băng sơn. Hải lưu này chảy từ tây sang đông vượt qua đại dương	2~3 8~9	NW NW	4,5~6 >6	E E	<25 <25	<21 <21
	Hải lưu Nam cực Antarctic Subpolar	Bắt nguồn từ dòng hàn lưu Nam cực mang theo nhiều băng sơn.	2~3 8~9	SE SE	2,5~4 2,5~4	NW NW	<25 <25	<12 <12

Hải lưu mùa đông Thái bình dương



Hình 5.18

2. Hải lưu Đại tây dương (xem hình 5.17 và hình 5.19)

Tên hải lưu		*Đặc điểm*	*Tháng*	*Gió chính*		*Hải lưu*		
				Hướng gió	*Cấp gió*	*Hướng chính*	*Độ ổn định (%)*	*Tốc độ H.lý /ngày*
Bắc bán cầu	Hải lưu Đông Greenland	Phía đông Greenland, hàn lưu, nhiệt độ nước thấp, độ mặn thấp, mang nhiều băng tảng từ Bắc băng dương xuống.	2 8	N/NE S/NE	4,5~6 3,0~4,5	SW	~50	6~12
	Hải lưu băng đảo	Là một chi nhánh của hải lưu Đông Greenland	2 8	N NE	4,5~6 3~4,5	SE SE	<25 <25	<6 <6
	Hải lưu Bắc Atlantic	Hải lưu Mexico chảy qua bên ngoài Newfoundland không còn mãnh liệt nữa mà trở thành một dòng chảy yếu về hướng đông. Phần chảy về phía bắc hình thành	2 8	SW SW	6 4,5~6	NE NE	50~75 50~75	6~12 6~12

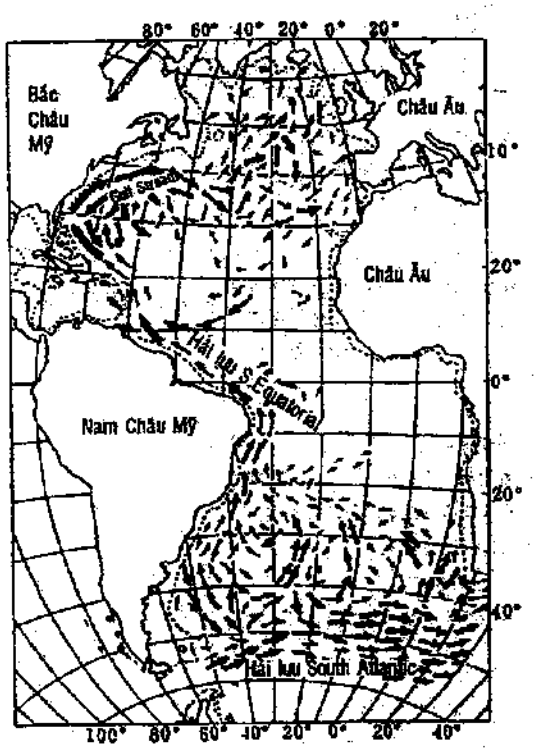
		hải lưu Nauy.						
	Hải lưu Labrando	Là dòng hàn lưu chạy dọc bắc Châu Mỹ xuống phía nam, nhiệt độ nước biển thấp, có nhiều băng, sương mù dày đặc	2 8	WNW WSW	4,5~6 3~4,5	SE SE	25~50 25~50	<6 <6
	Hải lưu Mexico	Cùng với Hải lưu Kuroshio nó là những dòng hải lưu mạnh nhất thế giới, biên độ dòng không rộng nhưng tốc độ rất lớn, đôi khi xuất hiện các xoáy độc lập	2 8	WNW S	3~4,5 3~4,5	NE NE	>75 >75	>24 >24
	Hải lưu Canary	Là nhánh trung tâm của hải lưu Bắc Atlantic, từ gần quần đảo Canary thuộc bắc Tây Phi chảy xuống phía nam, tốc độ nhỏ	2 8	NE NNE	3~4,5 3~6	SW SW	25~50 25~50	<6 <6
	Hải lưu Florida	Là hải lưu bắt nguồn từ hải lưu Bắc và Nam Equatorial chảy vào vịnh Mexico xoay theo chiều thuận kim đồng hồ rồi vượt qua eo biển Florida về phía bờ đông nam bắc mỹ. Biến đổi rõ rệt theo mùa.	2 8	WNW ESE	3~4,5 3~4,5	N N	>75 >75	24 24
	Hải lưu Andras	Là phân nhánh của hải lưu N. Equatorial, từ phía đông bắc quần đảo Andras hợp dòng với hải lưu Florida phía bắc Cuba, tốc độ biến đổi rõ rệt theo mùa, mùa hạ mạnh, mùa đông yếu.	2 8	ENE ENE	3,4~5 4,5~6	WNW WNW	50~75 50~75	19~20 10~20
	Hải lưu Bắc Equatorial	Chiều rộng từ 8^0~23^0N chảy từ đông sang tây.	2 8	NE ENE	3~6 3~6	W W	50~75 50~75	12~29 12~20

3. Hải lưu Ấn độ dương (xem hình 5.17 và hình 5.20)

Tên hải lưu		*Đặc điểm*	*Tháng*	*Gió chính*		*Hải lưu*		
				Hướng gió	*Cấp gió*	*Hướng chính*	*Độ ổn định (%)*	*Tốc độ H.lý/ngày*
Bắc bán cầu	Hải lưu Bắc Equatorial	Bắt đầu từ tháng 11 chảy trong phạm vi giữa xích đạo và vĩ độ 5^0N từ biển Sumatera về phía tây đến bờ biển Châu Phi, tốc độ lớn. Từ tháng 5 đến tháng 10 chịu ảnh hưởng của gió mùa tây nam biến thành hải lưu gió mùa.	2~3	NE	2,5~4,5	W	25~50	24~50
	Hải lưu gió mùa	Vì mặt biển Ấn độ dương hẹp, gió tín phong không tạo thành dòng chảy, chỉ có gió mùa tạo thành hải lưu. Vịnh Bengan và biển Arabian vào mùa hè chịu ảnh hưởng gió mùa tây nam tạo thành dòng chảy thuận chiều kim đồng hồ, vào mùa đông, chịu ảnh hưởng gió mùa đông bắc tạo dòng chảy nghịch chiều kim đồng hồ.	8~9 2~3	SW N/E	2,5~6 <2,5	E SW	25 25~50	~40 12~24

	Hải lưu Somali	Hải lưu Bắc Equatorial chảy vào vịnh Bengal và biển Arabian thành hải lưu chính chảy qua gần bờ biển Châu Phi trở thành hải lưu Somali với dòng chảy mạnh. Sau đó, chuyển hướng sang đông trở thành dòng nghịch lưu Equatorial Counter.	8~9	SW	>6	NE	>50	>24
	Nghịch lưu Equatorial Counter	Dòng chảy về hướng đông gần xích đạo, tốc độ nhỏ	2~3	NW	0~2,5	E	25~50	>12
Nam bán cầu	Hải lưu Nam Quatorial	Là hải lưu hướng tây lấy vĩ độ 15^{0}S làm trung tâm, biến đổi theo mùa, tháng 2 mạnh nhất.	2~3	SE	2,5~6	NW/W	25~50	30~35
			8~9	SE	4,5~6	W	25~50	30~35
	Hải lưu gió tây	Do luồng gió tây ở nam bán cầu tạo thành, nối liền với hải lưu gió tây ở tây nam Úc và Đại tây dương, có cùng đặc tính.	2~3	NNW	4,5~6	E	~2,5	<12
			8~9	NNW	>6	E	~25	12~24
	Hải lưu Nam cực Antartic	Giống như hải lưu nam cực của Thái bình dương và Đại tây dương	2~3	E	4,5~6	WNW	~25	<12
			8~9	E	4,5~6	NW	~25	<12

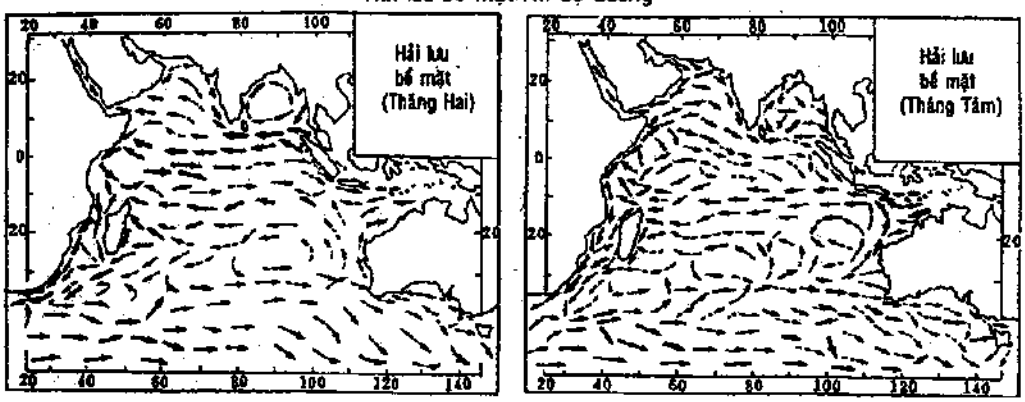
Hải lưu Đại tây dương



Hình 5.19

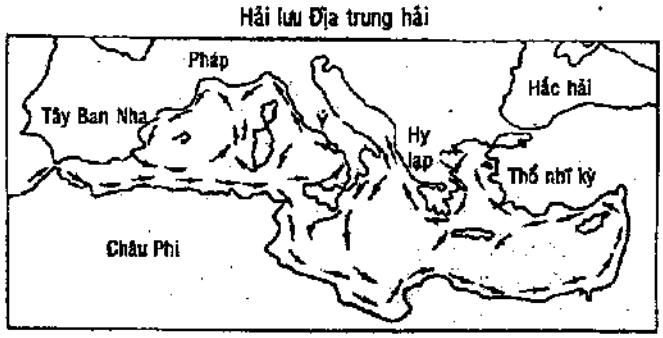
4. Hải lưu Địa Trung Hải (Hình 5.21)

Hải lưu bề mặt Ấn độ dương



Hình 5.20

Hải lưu Địa trung hải



Hình 5.21.

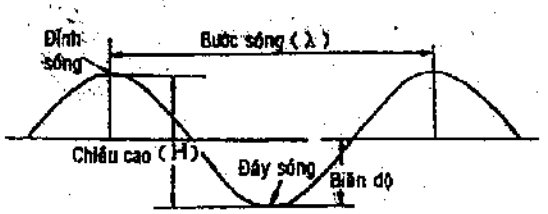
Địa trung hải nối thông với Đại tây dương qua eo biển Gibranta, vì eo biển hẹp cho nên không trực tiếp chịu ảnh hưởng của hải lưu Đại tây dương. Phần lớn dòng chảy tầng giữa qua eo biển là từ Địa trung hải đổ ra Đại tây dương so với một phần nhỏ dòng chảy ở tầng trên từ Đại tây dương qua eo đổ vào Địa trung hải, cho nên tạo thành dòng chảy ngược chiều kim đồng hồ trong khu vực Địa trung hải.

5.3 Sóng biển

Sóng biển là một dạng chuyển động phổ biến của đại dương, đặc trưng của nó là có chu kỳ nghĩa là lập đi lập lại trong một khoảng thời gian nào đó. Sóng biển là một loại động lực có thể gây hư hại cho tàu thuyền, phá hoại cảng và các công trình biển.

5.3.1 Các yếu tố của sóng biển

Hình 5.22 là mặt cắt của sóng biển trên mặt biển, gồm có:



Hình 5.22

- Đỉnh sóng và đáy sóng - Chỗ cao nhất của sóng gọi là đỉnh sóng, chỗ thấp nhất gọi là đáy sóng.
- Bước sóng λ - Khoảng cách theo chiều ngang của hai đỉnh sóng kế tiếp, hoặc hai đáy sóng kế tiếp (m).
- Chiều cao H của sóng - Chiều cao thẳng đứng giữa đỉnh sóng và đáy sóng (m).
- Biên độ sóng – Là một nửa chiều cao H của sóng (m).
- Chu kỳ T – Thời gian để hai đỉnh sóng kế tiếp (hoặc hai đáy sóng) đi qua một điểm cố định (s).
- Tốc độ sóng C – Tốc độ truyền lan của sóng (m/s)

Tốc độ sóng ở vùng nước sâu (lấy độ sâu lớn hơn một nửa bước sóng làm tiêu chuẩn):

$$C = (g\lambda / 2\pi)^{\frac{1}{2}}$$

Tốc độ sóng ở vùng nước cạn (lấy độ sâu dưới một nửa bước sóng làm tiêu chuẩn):

$$C = (gh)^{\frac{1}{2}}$$

Trong đó, g – Gia tốc trọng trường

h – Độ sâu

5.3.2 Một số thuật ngữ liên quan đến sóng biển

Sự hình thành và phát triển của sóng quyết định ở các yếu tố của phong trường như khu vực gió, thời lượng gió và tốc độ gió.

- Vùng gió – Là một vùng nước mà ở đó tốc độ gió và hướng gió trong không gian gần như nhau.
- Thời lượng gió – Thời gian kéo dài của gió trong khu vực gió.
- Trạng thái phát triển trưởng thành của sóng do gió – trong quá trình phát triển của sóng, kích thước của sóng sẽ không ngừng tăng trưởng theo sự gia tăng của khu vực gió và thời gian gió. Tuy nhiên sóng tăng trưởng đến mức độ nào đó sẽ bị đổ vỡ đồng thời chịu ảnh hưởng do tiêu hao năng lượng bởi ma sát đáy biển, lúc này cho dù tăng vùng gió và thời gian gió cũng không làm cho sóng tăng trưởng được nữa, sóng biển ở trạng thái này gọi là *sóng phát triển trưởng thành* (hay *sóng trưởng thành).*
- Vùng gió tối thiểu – Với tốc độ gió và thời gian gió xác định, khu vực gió ngắn nhất đủ cho sóng phát triển trưởng thành gọi là *vùng gió tối thiểu.*
- Thời gian gió tối thiểu – Với tốc độ gió và vùng gió xác định, thời gian gió kéo dài ngắn nhất đủ để sóng phát triển đến trưởng thành gọi là *thời gian gió tối thiểu.*

5.3.3 Các tham số có liên quan đến chiều cao của sóng và sóng trưởng thành tương ứng với trạng thái mặt biển, cấp gió (xem Bản 5.D dưới đây)

Cấp biển	Trạng thái mặt biển	Gió						Sóng do gió			
		Cấp gió Beaufort	Phạm vi (kn)	Tốc độ gió(kn)	Chiều cao sóng (m)			Phạm vi chu kỳ sóng hữu hiệu (s)	λ (chu kỳ trung bình) (s)	Vùng gió tối thiểu (n.m)	Thời gian gió tối thiểu (h)
					Trung bình	Chiều cao hữu hiệu	Chiều cao tr.bình 1/10 con sóng lớn				
	Phẳng như gương	0	<1	0	0	0	0	—	—	—	—
0	Mặt biển hơi gợn sóng nhưng không có bọt ở đỉnh sóng	1	1~3	2	0.02	0.02	0.03	≤1.2	0.25	5	0.3
1	Sóng ngắn lăn tăn, đỉnh sóng trong suốt, nhưng chưa vỡ thành bọt	2	4~6	5	0.06	0.09	0.11	0.4~2.8	2	8	0.6
2	Sóng lăn tăn lớn rõ rệt, đỉnh sóng vỡ ra, tung bọt trong suốt như thuỷ tinh, có ít sóng bạc đầu	3	7~10	8.5	0.2	0.3	0.4	0.8~5.0	6	9.8	1.7
				10	0.3	0.4	0.6	1.0~6.0	8	10	2.4
3	Sóng nhỏ phát triển thành sóng lớn, xuất hiện bọt trắng không liên tục trên đỉnh	4	11~16	12	0.4	0.7	0.8	1.0~7.0	12	18	3.8
				13.5	0.5	0.9	1.1	1.4~7.6	16	24	4.8
				14	0.6	1.0	1.3	1.5~7.8	18	28	5.2
				16	0.9	1.4	1.8	2.0~8.6	22	40	6.6
4	Sóng trung bình, dạng kéo dài,nhiều bọt trắng xuất hiện, đôi khi bắn thành sương	5	17~21	18	1.2	1.9	2.4	2.5~10.0	27	55	8.3
				19	1.3	2.1	2.7	2.8~10.6	30	65	9.2
				20	1.5	2.4	3.1	3.0~11.1	34	75	10
5	Bắt đầu hình thành sóng lớn, bọt trắng xuất hiện trên đỉnh khắp nơi, bắn thành sương	6	22~27	22	2.0	3.1	4.0	3.4~12.2	41	100	12
				24	2.4	3.7	4.9	3.7~13.5	49	130	14
				24.5	2.5	4.0	5.2	3.8~13.6	50	140	15
				26	2.9	4.6	6.1	4.0~14.5	57	180	17
6	Biển động nhấp nhô, bọt trắng đổ về phía trước theo hướng gió thành vệt dài	7	28~33	28	3.4	5.5	7.0	4.5~15.5	65	230	20
				30	4.3	6.7	8.5	4.7~16.7	76	280	23
				30.5	4.3	7.0	8.8	4.8~17.0	79	290	24
				32	4.9	7.9	10	5.0~17.5	87	340	27
7	Sóng kéo dài, chiều cao trung bình, đỉnh sóng vỡ tung thành bụi nước, bọt sóng đổ theo chiều gió, kéo dài	8	34~40	34	5.8	9.2	11.6	5.5~18.5	98	420	30
				36	6.4	10.7	13.4	5.8~19.7	111	500	34
				37	7.0	11.3	14.2	6~20.5	115	530	37
				38	7.6	12.2	15.3	6.2~20.8	120	600	38
				40	8.5	13.7	17.7	6.5~21.7	135	710	42
8	Xuất hiện sóng lớn, cao, bụi nước dày đặc bay theo hướng gió làm giảm tầm nhìn, sóng gió cuồn cuộn	9	41~47	42	9.5	15.3	19.5	7~23	150	830	47
				44	11.0	17.7	22.3	7~24.2	163	950	52
				46	12.2	19.5	24.7	7~25	180	1110	57

5.D (tiếp theo)

Cấp biển	Trạng thái mặt biển	Gió						Sóng do gió			
		Cấp gió Beaufort	Phạm vi (kn)	Tốc độ gió (km)	Chiều cao sóng (m)			Phạm vi chu kỳ sóng hữu hiệu (s)	(chu kỳ trung bình) (s)	Vùng gió tác động (nm)	Thời gian gió tác động (h)
					Trung bình	Chiều cao hữu hiệu	Chiều cao tr.bình 1/10 con sóng lớn				
9	Sóng rất cao, đỉnh cuộn, bắn từng mảng lớn bọt trắng lớn bay theo chiều gió, trên mặt biển bọt trắng xoá, sóng cuồn cuộn, tầm nhìn xa giảm mạnh	10	48~55	48	13.4	21.7	27.5	7.5~26	198	1250	63
				50	14.9	23.8	30.2	7.5~27	214	1420	69
				51.5	15.9	25.3	32.3	8~28.2	224	1560	75
				52	16.8	26.5	33.6	8~28.5	228	1610	75
				54	18.0	29.0	36.9	8~29.5	247	1800	81
	Sóng cao bất thường, (tàu nhỏ và vừa bị khuất sau các con sóng lớn) khắp mặt biển bao phủ bọt trắng, đỉnh sóng biến thành bọt, tầm nhìn bị ảnh hưởng	11	56~63	56	19.5	31.4	40.0	8.5~31	278	2100	88
				59.5	22.2	35.4	45.1	10~32	300	2500	101
	Trên không trung mù mịt bụi nước và bọt trắng, mặt biển bọt phủ trắng xoá, tầm nhìn ảnh hưởng nghiêm trọng	12	64~71	>64	64~71	>24.4	>39.0	>50.0	10~35		

5.3.4 Bước sóng của sóng biển ở các khu vực khác nhau trên đại dương,

Khu vực	*Bước sóng (m)*			*Khu vực*	*Bước sóng (m)*		
	Lớn nhất	*Nhỏ nhất*	*Trung bình*		*Lớn nhất*	*Nhỏ nhất*	*Trung bình*
Bắc Đại tây dương	170,4	35,1	92,4	Nam Ấn độ dương	341,6	32,9	109,7
Nam Đại tây dương	213,6	25,0	68,8	Biển Trung quốc và Biển Đông	79,6	48,8	60,0
Thái bình dương	233,2	24,4	73,8				

5.3.5 Phân loại sóng biển

Nói chung sóng biển được chia làm hai loại gồm sóng do gió và sóng lừng

1. Sóng do gió – Do tác động trực tiếp của phong trường tại khu vực tạo ra, hình dáng của sóng không theo quy luật, ngọn sóng bạc trắng, hướng dịch chuyển theo cùng hướng của gió, chu kỳ của loại sóng này dưới 15s.
2. Sóng lừng – Chia lại làm hai loại,
   1) Sóng lừng tại chỗ, là sóng còn lại tại một khu vực sau khi tác động của gió tại khu vực đó đã kết thúc hoặc gió đột nhiên đổi hướng.
   2) Sóng truyền lan từ vùng biển khác.

Nói chung, sóng lừng loại này có hình dáng theo quy tắc nhất định, mặt sóng trơn tru, bước sóng và chu kỳ đều lớn hơn sóng do gió. Tốc độ truyền lan của sóng lớn hơn so với tốc độ truyền lan của bão tố, vì vậy sóng lừng có ý nghĩa rất quan trọng để dự báo bão tố.

3. Cấp sóng do gió và cấp sóng lừng

1) Cấp sóng do gió

Cấp sóng do gió	*Theo Tổ chức khí tượng thế giới WMO và Nhật H1/3(m)*	*Theo Liên xô cũ H3% (m)*	*Theo Cục hải dương Hải quân Mỹ H1/3(m)*
0	0	0	0
1	0~0,1	<0,23	<0,3
2	0,1~0,5	0,25~0,75	0,3~0,9
3	0,5~1,25	0,75~1,25	0,9~1,5
4	1,25~2,5	1,25~2,0	1,5~2,4
5	2,5~4,0	2,0~3,5	2,4~3,7
6	4~6	3,5~6,0	3,7~6,1
7	6~9	6,0~8,5	6,1~12,2
8	9~14	8,5~11,0	>12,2
9	>14	>11	
Ghi chú: H1/3 –Chiều cao trung bình của 1/3 con sóng lớn, thường gọi là sóng hữu hiệu. H3% - Chiều cao 3% xác xuất , bình thường H3% =1,32H1/3			

2) Cấp sóng lừng

Cấp sóng lừng	*Theo Nhật bản*		*Theo Cục hải dương Hải quân Mỹ*	
	Bước sóng (m)	*Chiều cao (m)*	*Bước sóng (gần đúng) (m)*	*Chiều cao (gần đúng) (m)*
0	0	0	0	0
1	<200	<2	0~183	1~1,8
2	>200		183	
3	<100	2~4	0~91	1,8~3,6
4	100~200		91~183	
5	>200		183	
6	<100	>4	0~91	3,6
7	100~200		91~183	
8	>200		183	
9	Sóng lừng truyền đến từ hai hướng, mặt biển hỗn loạn			

5.3.6 Mối tương quan giữa gió và sóng

Bảng 4.E dưới đây là bảng đối chiếu kích thước (bước sóng, chiều cao, thời gian gió tối thiểu) sóng trưởng thành, tương ứng cấp gió, vùng gió nhỏ nhất (trong Bảng: T-thời gian gió tối thiểu (hr); , H1/3 - chiều cao hữu hiệu (m) , P – Chu kỳ (s).

Bảng đối chiếu kích thước sóng trưởng thành với cấp gió và vùng gió tối thiểu

Vùng gió (n.mile)	Cấp gió Beaufort																											
	3			4			5			6			7			8			9			10			11		
	T	$H_{1/3}$	P	T	$H_{1/3}$	P	T	$H_{1/3}$	P	T	$H_{1/3}$	P	T	$H_{1/3}$	P	T	$H_{1/3}$	P	T	$H_{1/3}$	P	T	$H_{1/3}$	P	T	$H_{1/3}$	P
10	4.4	0.5	2.1	3.7	0.8	2.4	3.2	1.0	2.8	2.7	1.5	3.1	2.5	1.8	3.4	2.3	2.2	3.9	2.0	2.4	4.1	1.9	3.0	4.2	1.8	3.0	5.0
20	7.1	0.6	2.5	6.2	1.0	2.9	5.4	1.5	3.3	4.7	2.1	3.8	4.2	2.6	4.3	3.9	3.0	4.4	3.5	3.7	5.0	3.2	4.3	5.2	3.0	4.9	5.9
30	9.8	0.6	2.8	8.3	1.2	3.3	7.2	1.8	3.7	6.2	2.4	4.2	5.8	3.0	4.6	5.2	3.7	5.0	4.7	4.8	5.5	4.4	5.5	6.0	4.1	6.0	6.3
40	12.0	0.6	3.0	10.2	1.2	3.6	8.9	1.9	4.1	7.8	2.7	4.6	7.1	3.4	4.9	6.5	4.3	5.4	5.8	5.4	5.9	5.4	6.4	6.3	5.1	6.9	6.7
50	14.0	0.6	3.2	12.4	1.2	3.8	11.0	2.0	4.4	9.1	3.0	4.8	8.4	3.7	5.2	7.7	4.8	5.6	6.9	6.0	6.3	6.4	7.0	6.7	6.1	7.6	7.1
60	16.0	0.6	3.5	14.0	1.2	4.0	12.0	2.1	4.6	10.2	3.1	5.1	9.6	4.0	5.5	8.7	5.2	6.0	8.0	6.4	6.5	7.4	7.6	7.0	7.0	8.4	7.5
70	18.0	0.6	3.7	15.8	1.2	4.1	13.5	2.1	4.8	11.9	3.3	5.4	10.5	4.2	5.7	9.9	5.5	6.4	9.0	6.9	6.8	8.3	8.1	7.3	7.8	9.0	7.7
80	20.0	0.6	3.8	17.0	1.2	4.2	15.0	2.2	4.9	13.0	3.4	5.6	12.0	4.4	6.0	11.0	5.8	6.6	10.0	7.3	7.1	9.3	8.5	7.7	8.6	9.6	7.9
90	23.6	0.6	3.9	18.8	1.2	4.3	16.5	2.2	5.1	14.1	3.4	5.8	13.0	4.6	6.3	12.0	6.1	6.7	11.0	7.8	7.2	10.2	9.1	7.9	9.5	10.4	8.2
100	27.1	0.6	4.0	20.0	1.2	4.4	17.5	2.2	5.3	15.1	3.5	6.0	14.0	4.7	6.5	12.8	6.2	6.9	11.9	8.1	7.6	11.0	9.8	8.1	10.3	10.7	8.5
120	31.1	0.6	4.2	22.4	1.2	4.7	20.0	2.4	5.4	17.0	3.6	6.2	15.9	4.9	6.7	14.5	6.5	7.3	13.1	8.4	7.9	12.3	10.2	8.4	11.5	11.4	8.8
140	36.6	0.6	4.5	25.8	1.3	4.9	22.5	2.4	5.8	19.1	3.6	6.4	17.8	4.9	7.0	16.0	6.7	7.6	14.8	8.8	8.3	13.9	10.2	8.8	13.0	12.2	9.2
160	43.2	0.6	4.9	28.4	1.3	5.2	24.3	2.4	6.0	21.1	3.7	6.6	19.5	5.0	7.3	18.0	7.0	8.0	16.4	9.3	8.7	15.1	11.3	9.1	14.5	13.0	9.6
180	50.0	0.6	4.9	30.9	1.3	5.4	27.0	2.4	6.2	23.1	3.7	6.8	21.3	5.2	7.5	19.9	7.2	8.3	18.0	9.6	9.0	16.5	11.7	9.5	16.0	13.6	10.0
200				33.5	1.3	5.6	29.0	2.4	6.4	25.4	3.7	7.1	23.1	5.3	7.7	21.5	7.2	8.5	19.3	9.9	9.2	18.1	12.2	9.8	17.1	14.0	10.3
220				36.5	1.3	5.8	31.1	2.4	6.6	27.2	3.7	7.2	25.0	5.5	8.0	22.9	7.3	8.8	20.9	10.4	9.6	19.1	12.6	10.1	18.2	14.5	10.6
240				39.2	1.3	5.9	33.1	2.4	6.8	29.0	3.8	7.3	26.8	5.5	8.2	24.4	7.5	9.0	22.0	10.5	9.8	20.5	13.1	10.3	19.5	14.9	10.8
260				41.9	1.3	6.0	34.9	2.4	6.9	30.5	3.8	7.5	28.0	5.5	8.4	26.0	7.6	9.2	23.5	10.5	10.0	21.8	13.4	10.6	20.9	15.4	11.1
280				44.6	1.3	6.2	36.9	2.4	7.0	32.4	3.9	7.8	29.5	5.5	8.5	27.7	7.6	9.4	25.0	10.7	35.0	23.0	13.7	10.9	22.0	15.7	11.3
300				47.0	1.3	6.3	38.5	2.4	7.1	34.1	4.0	8.0	31.8	5.5	8.7	29.0	7.6	9.5	26.3	10.7	14.4	24.3	13.7	11.1	23.3	15.3	11.6

Bảng đối chiếu kích thước sóng trưởng thành với cấp gió và vùng gió tối thiểu

5.E (tiếp theo)

Vùng gió (n.mile)	Cấp gió Beaufort																											
	3			4			5			6			7			8			9			10			11		
	T	$H_{1/3}$	P	T	$H_{1/3}$	P	T	$H_{1/3}$	P	T	$H_{1/3}$	P	T	$H_{1/3}$	P	T	$H_{1/3}$	P	T	$H_{1/3}$	P	T	$H_{1/3}$	P	T	$H_{1/3}$	P
320							40.5	2.4	7.2	36.0	4.0	8.2	33.0	5.5	8.9	30.2	7.6	9.6	27.6	10.8	10.6	25.5	13.9	11.2	24.5	16.5	11.8
340							42.4	2.4	7.3	37.8	4.1	8.3	34.2	5.5	9.0	31.6	7.6	9.8	29.0	11.0	10.8	26.7	14.0	11.4	25.5	16.8	12.0
360							44.2	2.4	7.4	38.8	4.1	8.4	35.7	5.5	9.1	33.0	7.6	9.9	30.0	11.1	10.9	27.7	14.2	11.6	26.6	16.8	12.2
380							46.1	2.4	7.5	40.2	4.1	8.5	37.1	5.5	9.3	34.2	7.8	10.0	31.3	11.3	11.1	29.1	14.3	11.8	27.7	16.9	12.4
400							48.0	2.4	7.7	42.2	4.1	8.6	38.8	5.6	9.5	35.6	7.9	10.2	32.5	11.3	11.2	30.2	14.5	12.0	28.9	17.1	12.6
420							50.0	2.4	7.8	43.5	4.1	8.7	40.0	5.7	9.8	36.9	8.1	10.3	33.7	11.4	11.4	31.5	14.5	12.2	29.6	17.2	12.7
440							52.0	2.4	7.9	44.7	4.2	8.8	41.3	5.7	9.7	38.1	8.2	10.4	34.8	11.4	11.5	32.5	14.6	12.3	30.9	17.4	12.9
460							54.0	2.4	8.0	46.2	4.2	8.9	42.8	5.8	9.8	39.5	8.4	10.6	36.0	11.4	11.7	33.5	14.8	12.5	31.8	17.5	13.1
480							56.0	2.4	8.1	47.8	4.2	9.0	44.0	5.8	9.9	41.0	8.4	10.8	37.0	11.4	11.8	34.5	14.9	12.6	32.7	17.5	13.2
500							58.0	2.4	8.2	49.2	4.2	9.1	45.5	5.8	10.1	42.1	8.4	10.9	38.3	11.6	11.9	35.5	14.9	12.7	33.9	17.7	13.4
550										53.0	4.2	9.3	48.5	5.9	10.3	44.9	8.4	11.1	41.0	11.7	12.2	38.2	15.2	13.0	36.5	18.0	13.7
600										56.8	4.2	9.5	51.8	6.0	10.5	47.7	8.4	11.3	43.6	11.9	12.5	40.3	15.2	13.3	38.7	18.3	14.0
650													55.0	6.0	10.7	50.3	8.4	11.6	46.4	12.0	12.8	43.0	15.2	13.7	41.0	18.3	14.2
700													58.5	6.0	11.0	53.2	8.4	11.8	49.0	12.2	13.1	45.4	15.4	14.0	43.5	18.4	14.5
750																56.2	8.4	12.1	51.0	12.2	13.3	48.0	15.5	14.2	45.8	18.5	14.8
800																59.2	8.4	12.3	53.8	12.2	13.5	50.6	15.7	14.5	47.8	18.7	15.0
850																			56.2	12.2	13.8	52.5	15.8	14.8	50.0	18.9	15.2
900																			58.2	12.2	14.0	54.6	15.8	14.9	52.0	19.0	15.5
950																						57.2	15.8	15.1	54.0	19.2	15.7
1000																						59.3	15.8	15.3	56.3	19.2	16.0

I.7 Chuyển đổi các đại lượng đặc trưng của sóng biển

1. Bảng chuyển đổi hướng sóng tương đương

Bảng chuyển đổi hướng sóng tương đương *Phương vị*	*Chuyển đổi sang độ (°)*	*Phương vị*	*Chuyển đổi sang độ (°)*
N	348,76~360 0~11,25	S	168,76~191,25
NNE	11,26~33,75	SSW	191,26~213,75
NE	33,76~56,25	SW	213,76~236,25
ENE	58,26~78,75	WSW	236,26~258,75
E	78,76~101,25	W	238,76~281,25
ESE	101,26~103,73	WNW	281,26~303,75
SE	123,76~146,25	NW	303,76~326,25
SSE	146,26~188,75	NNW	326,26~348,75

2. Chuyển đổi chiều cao của sóng

Độ cao trung bình của sóng ($\bar{H}$) – Là trị số trung bình chiều cao của sóng quan sát trong một khoảng thời gian nhất định tại một điểm nào đó.

Chiều cao hữu hiệu $H_{1/3}$ – Trị số trung bình lấy bằng cách quan sát nhiều lần tại một điểm, sắp xếp chiều cao từ cao đến thấp, lấy trung bình chiều cao của 1/3 con sóng lớn.

Chiều cao sóng lớn $H_{1/10}$ – Quan sát nhiều lần tại một điểm, sắp xếp chiều cao từ cao đến thấp, lấy trung bình chiều cao của 1/10 con sóng lớn.

Chiều cao sóng lớn $H_{1/100}$ - Quan sát nhiều lần tại một điểm, sắp xếp chiều cao từ cao đến thấp, lấy trung bình chiều cao của 1/100 con sóng lớn .

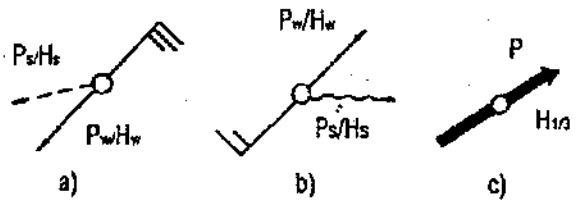
Theo kinh nghiệm, mối quan hệ của các thông số trên như sau:

$$H_{1/3} = 1{,}60\,\bar{H} \;,\quad H_{1/10} = 2{,}03\,\bar{H} \;,\quad H_{1/100} = 2{,}66\,\bar{H}$$

5.3.8 Các ký hiệu thường dùng trên bản đồ sóng biển

Ký hiệu	*Ý nghĩa*	*Ký hiệu*	*Ý nghĩa*
O	Vị trí tàu quan sát hoặc điểm dự báo	Ps, Hs	Chu kỳ sóng (s), chiều cao sóng (m) lừng
—O—	Hướng, tốc độ gió	Pw, Hw	Chu kỳ sóng (s) chiều cao sóng do gió (s)
→	Hướng sóng do gió	P	Chu kỳ sóng dự báo (s)
➡	Hướng sóng chủ	$H_{1/3}$	Chiều cao sóng dự báo (m)
~~	Hướng sóng lừng	-3-	Đường đẳng cao sóng, gián cách 1 m.
		⊙ 1035	Vị trí và cường độ cao áp, thấp áp

Hình 5.23 là một ví dụ về cách ghi chú trên bản đồ sóng biển tại trạm quan trắc.



Hình 5.23

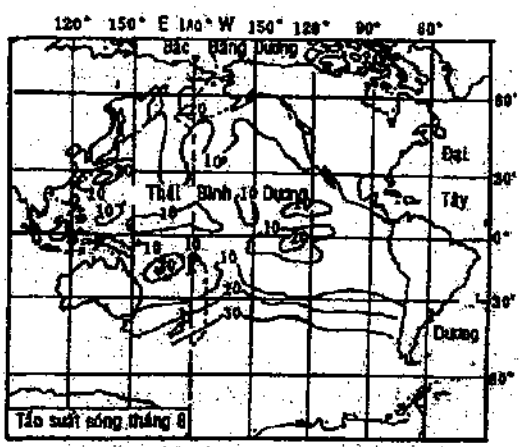
5.3.9 Sóng biển trên các đại dương

Tần suất phân bố sóng lớn (cao trên 2 m, biểu thị tần suất bằng %) trên các đại dương phân bố như sau,

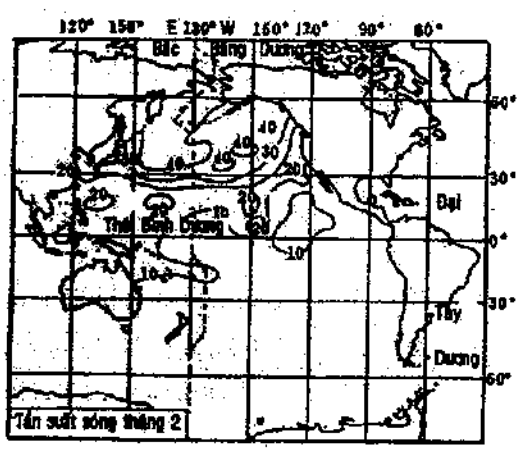
1. Thái bình dương

Hình 5.24 và hình 5.25 biểu thị tần suất sóng lớn trên Thái bình dương trong mùa hè và mùa đông. Mùa hè trên Thái bình dương biển khá yên tĩnh, đặc biệt là giữa khu vực Philippine và đảo Sulawest (Indonesia) hầu như không có sóng, phía bắc Thái bình dương sóng tương đối lớn. Từ mùa thu trở đi, sóng bắt đầu lớn, cho đến tháng Hai thì lớn nhất, khu vực sóng lớn vào mùa đông có thể phát triển lên vĩ độ 30° N, so với Đại tây dương thì khu vực sóng lớn hơi lệch về phía nam. Biển phía đông, phía nam Trung quốc và Biển Đông nước ta sóng lớn vào tháng Hai, trên 20%.

Phía nam Thái bình dương vào mùa hè biển tương đối yên tĩnh, mùa đông tần suất sóng lớn tăng lên đáng kể.



Hình 5.24

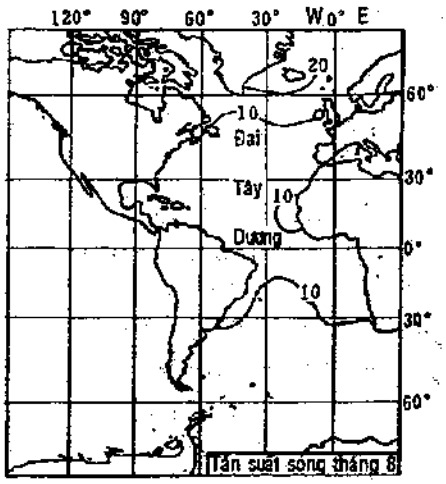


Hình 5.25

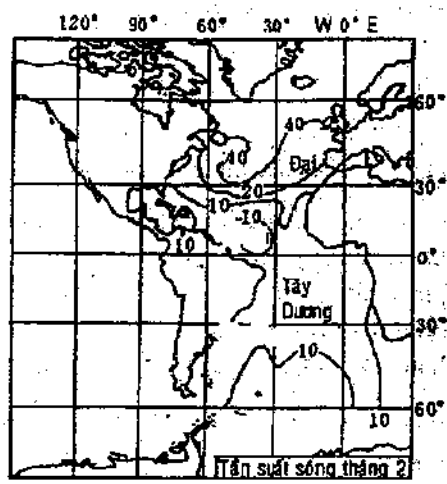
Nói chung trên toàn bộ Thái bình dương mùa hè sóng gió không lớn lắm, mùa đông sóng gió khá lớn, ở vị độ trung bình và vĩ độ cao tần suất sóng lớn cao hơn vùng vĩ độ thấp.

2. Đại tây dương

Sóng gió trên Đại tây dương gần giống như trên Thái bình dương. Mùa đông sóng gió lớn, mùa hè sóng gió nhỏ, khu vực Greenland, Iceland và Bắc Âu vào mùa đông tần suất sóng lớn đến 50~60%, vùng vĩ độ cao sóng gió lớn hơn ở vùng vĩ độ thấp. Hình 5.26 và hình 5.27 biểu thị tình hình phân bố tần suất sóng lớn vào tháng 8 và tháng 2.



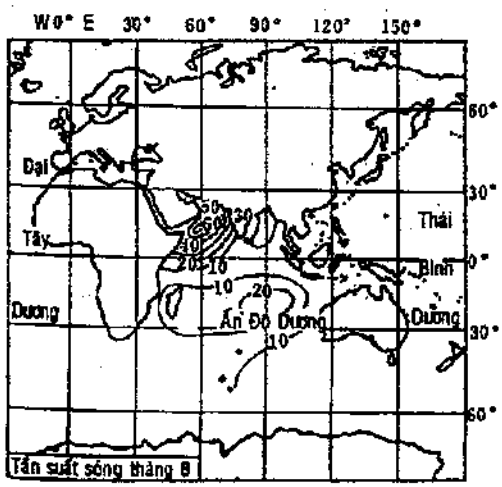
Hình .5.26



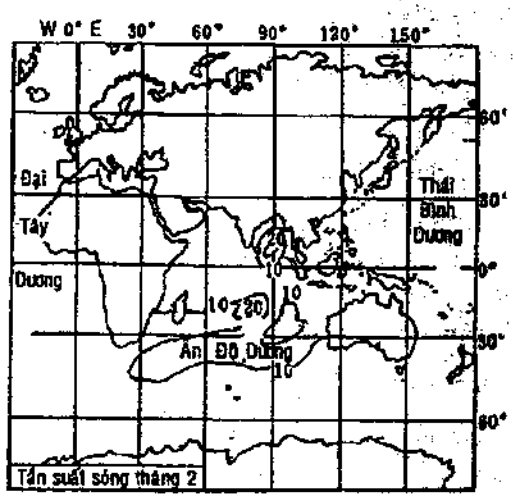
Hình 5.27

3. Ấn độ dương

Sóng gió trên Ấn độ dương không giống như trên Thái bình dương và Đại tây dương, hình 5.28 và hình 5.29 biểu thị tình hình phân bố tần suất sóng lớn trên Ấn độ dương vào tháng Tám và tháng Hai.



Hình 5.28



Hình 5.29

Phía bắc Ấn độ dương vào mùa hè thịnh hành gió mùa tây nam mạnh cho nên sóng khá lớn, bộ phận phía tây biển Arabian tần suất sóng lớn đạt tới 74%, đây là khu vực có tần suất sóng lớn cao nhất thế giới. Vào mùa đông do ảnh hưởng của gió mùa đông bắc yếu cho nên sóng tương đối yên tĩnh.

Phía nam Ấn độ dương, mùa hè sóng tương đối yếu, mùa đông sóng khá lớn.

Gần khu vực vĩ độ 40^0 Nam của ba đại dương vì ảnh hưởng của hành lang gió tây, quanh năm có gió thổi trên cấp 6, cho nên luôn luôn có sóng lớn.

5.4 Thuỷ triều

5.4.1 Nguyên nhân của thuỷ triều

Nước biển chịu sức hút của mặt trăng và mặt trời làm cho độ cao của nó tăng giảm theo một chu kỳ nhất định gọi là *thuỷ triều.*

Mặt trăng tuy nhỏ thua mặt trời rất nhiều lần nhưng lại ở gần trái đất hơn, nên thuỷ triều chủ yếu gây nên bởi sức hút của mặt trăng .

Sức hút của mặt trăng đối với từng điểm trên trái đất mạnh hay yếu tuỳ theo khoảng cách của điểm đó đến mặt trăng, nhưng đều hướng về mặt trăng. Mặt khác, mặt trăng quay quanh trái đất, trái đất lại tự quay quanh trục của nó tất cả lại quay quanh mặt trời theo một quy luật nhất định. Cho nên, ở những điểm khác nhau trên mặt biển, độ cao của thuỷ triều không giống nhau, xảy ra không đồng thời, hình thành sóng triều và tạo ra dòng chảy thuỷ triều.

Vì nước biển trên bề mặt trái đất phân bố không đều, không phủ hết toàn cầu, mặt khác do ảnh hưởng của nhiều yếu tố khác như thiên văn, địa hình, khí tượng, ma sát..., cho nên hình thức biểu hiện của thuỷ triều hết sức đa dạng.

5.4.2 Các yếu tố ảnh hưởng đến thuỷ triều

Trên thực tế hiện tượng thủy triều vô cùng phức tạp. Lực gây triều sinh ra từ sức hút của các thiên thể, Mặt trăng, Mặt trời và lực ly tâm và nhiều nguyên nhân khác.

1. Ảnh hưởng của địa hình

Chu kỳ chấn động tự nhiên của từng khu vực biển có liên quan chặt chẽ đến hình dáng và độ sâu của vùng biển đó, chu kỳ chấn động tự nhiên của những khu vực khác nhau lại có những tác động khác nhau đối với lực gây triều, nếu nó giống với chu kỳ của lực gây triều thì sinh ra cộng hưởng, làm hình thành thủy triều cực lớn, biên độ có thể lên đến 19,6 mét.

2. Hiện tượng triều trễ

Nguyên nhân là do độ dính của nước biển cùng với tính thô nhám, gồ ghề của đáy biển gây nên ma sát làm cho nước lớn không xuất hiện vào đúng giờ theo lý thuyết, triều cường và triều kiệt cũng không xuất hiện đúng vào vị trí "trăng non" và "trăng rằm", nói chung là đều bị chậm lại.

3. Triều cửa sông

Vì mặt nước sông chật hẹp, lòng sông nông sâu không đồng đều làm cho thủy triều biến dạng, tốc độ nước chảy trở nên chậm chạp, càng lên phía nguồn thì thời gian triều lên càng ngắn, thời gian triều rút càng dài, khiến cho thời điểm nước lớn bị chậm trễ, biên độ triều cũng trở nên rất nhỏ.

4. Sự biến đổi của điều kiện khí tượng thủy văn

Gió, khí áp, giáng thủy, đóng băng đều ảnh hưởng đến sự biến đổi của thủy triều. Đặc biệt là những vùng cửa sông và những vùng vịnh cạn thì ảnh hưởng càng rõ rệt.

Ảnh hưởng của gió và khí áp đối với thủy triều ở vùng cửa khẩu bờ biển và những vùng phụ cận rất lớn. Khi gió thổi từ biển vào lục địa, làm cho mực nước ở vùng gần bờ biển dâng lên

cao, ngược lại gió thổi từ đất liền ra làm cho mực nước giảm xuống. Trong cùng một vùng vịnh dưới ảnh hưởng của gió thổi theo một hướng nào đó thì ở vùng nước phía bờ trên gió mực nước giảm xuống và phía bờ dưới gió mực nước tăng lên. Mực nước mặt biển tăng giảm nhiều ít còn phụ thuộc vào sức gió, độ ổn định của gió và thời gian kéo dài của gió. Có khi gió lớn hoặc bão có thể làm thay đổi thời điểm nước lớn và nước ròng.

Sự biến đổi của khí áp cũng ảnh hưởng đến mực nước biển, khí áp hạ thấp làm cho mực nước dâng cao, khí áp tăng cao thì mực nước mặt biển giảm xuống. Nói chung khí áp biến đổi 1hPa thì mực nước thay đổi trên dưới 1cm.

5.4.3 Phân loại thuỷ triều

Thuỷ triều có thể chia làm 3 chế độ như sau, xem hình 5.30,

1. Bán nhật triều

Trong vòng 24 giờ 50 phút nếu xuất hiện hai lần nước lớn và hai lần nước ròng có độ cao thuỷ triều bằng nhau, khoảng thời gian giữa hai lần triều cao và hai lần triều ròng bằng 12 giờ 25 phút, thì gọi là *chế độ bán nhật triều*.

2. Nhật triều

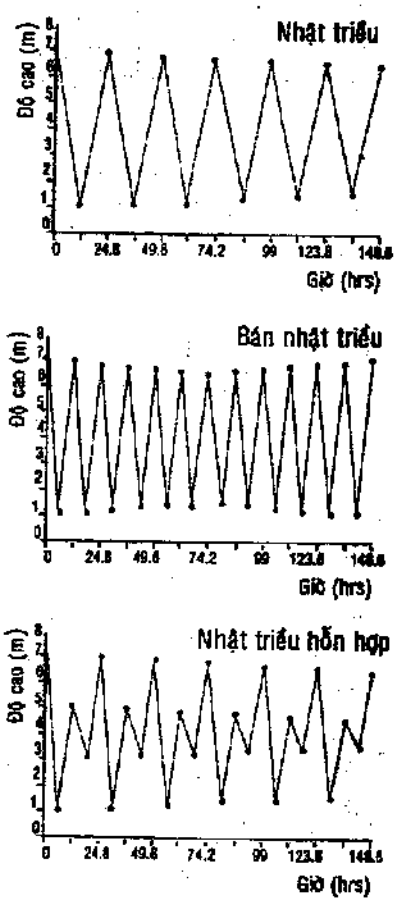
Trong vòng 24giờ 50 phút xuất hiện một lần nước lớn và một lần nước ròng gọi là *chế độ nhật triều*.

3. Thuỷ triều hỗn hợp

Thuỷ triều hỗn hợp lại được chia làm hai loại,

1) Bán nhật triều không thuần khiết - Trong vòng 24 giờ 50 phút cũng xuất hiện hai lần nước lớn và hai lần nước ròng nhưng độ cao của hai lần nước lớn liên tiếp và độ cao của hai lần nước ròng liên tiếp cách nhau rất xa, thời gian triều cao và thời gian triều ròng cũng khác nhau.

2) Nhật triều không thuần khiết – Nhiều ngày trong vòng một tháng phát sinh bán nhật triều không quy luật nhưng có một số ngày, mỗi ngày phát sinh một lần triều cao một lần triều ròng.



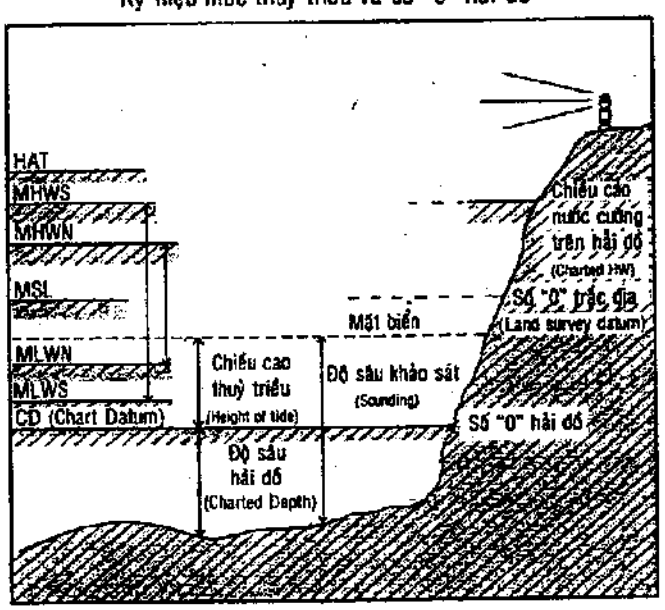
Hình 5.30

5.4.4 Các thuật ngữ về thuỷ triều (Hình 5.31)

- *Mặt phẳng thuỷ triều cơ bản* – Là mặt phẳng làm cơ sở để tính chiều cao của thuỷ triều
- *HAT* - Highest Atronomical Tide
- *Nước lớn* – Vị trí cao nhất của mực nước biển trong một chu kỳ dao động triều.
- *Nước ròng* - Vị trí thấp nhất của mực nước biển trong một chu kỳ dao động triều.
- Nước lớn cao và nước lớn thấp ((Higher High Water - H.H.W, Lower High Water - L.H.W) - Trong cùng một ngày độ cao của hai lần nước lớn không bằng nhau, thì lần

nước lớn có độ cao cao hơn gọi là nước lớn cao (H.H.W). Lần nước có độ cao thấp hơn gọi là nước lớn thấp (L.H.W).

Ký hiệu mức thuỷ triều và số "0" hải đồ



Hình 5.31

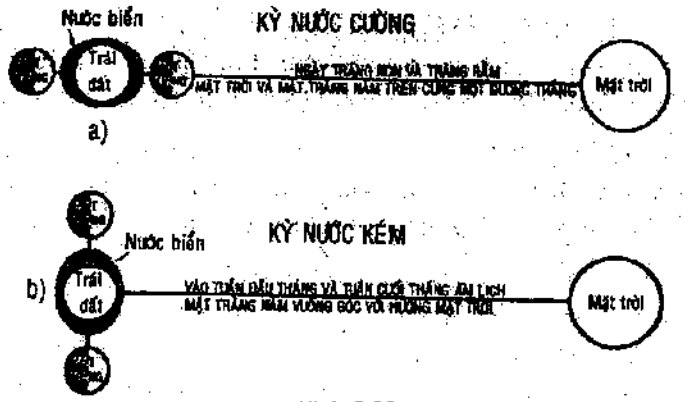
- Nước ròng cao và nước ròng thấp (Higher Low Water –H.L.W, Lower Low Water – L.L.W) - Trong cùng một ngày có hai lần nước ròng có độ cao không giống nhau, thì lần lượt được gọi là nước ròng cao (H.LW) và nước ròng thấp (L.L.W).
- *Giờ triều* - Thời điểm phát sinh triều gọi là *giờ triều*, ví dụ *giờ nước lớn, giờ nước ròng*.
- *Độ cao của thuỷ triều* - Độ cao tính từ "số không hải đồ" lên đến mặt nước tại một thời điểm nào đó, ví dụ *độ cao nước lớn, độ cao nước ròng*
- *Thời gian nước lớn và thời gian nước ròng* - Thời gian kéo dài từ giờ nước ròng đến giờ nước lớn gọi là thời gian nước lớn. Thời gian kéo dài từ giờ nước lớn đến giờ nước ròng gọi là thời gan nước ròng.
- *Nước đứng* - Ở thời điểm thuỷ triều có độ cao lớn nhất khi triều cao và có độ cao nhỏ nhất lúc triều thấp, mặt biển tạm thời không dâng lên cũng không hạ xuống gọi là triều đứng (nước đứng).
- *Biên độ triều* - Hiệu số giữa độ cao triều cao và độ cao triều thấp kế tiếp gọi là *biên độ triều (Range).*
- *Triều cường và triều kiệt*

  Trên thực tế, hiện tượng thuỷ triều là kết quả tổng hợp của các lực gây triều từ mặt trời và mặt trăng tác dụng lên mặt biển. Vị trí tương đối giữa mặt trời, mặt trăng và trái đất luôn thay đổi trong một tháng âm lịch làm cho độ cao của thuỷ triều trong tháng đó cũng thay đổi theo.

Tính theo âm lịch, ngày mồng 1 hằng tháng *trăng non* và ngày 15 *trăng rằm* lực gây triều của mặt trăng và mặt trời trùng nhau trên cùng một hướng (Hình 5.32a), làm cho mực nước thuỷ triều dâng lên và hạ xuống lớn nhất gọi là *triều cường hoặc nước cường*.

Vào ngày 7, 8 và ngày 22, 23 âm lịch, lực gây triều của mặt trăng và mặt trời vuông góc với nhau (Hình 5.32b) làm cho mực thuỷ triều dâng lên và hạ xuống ít nhất so với các vị trí khác gọi là *triều kiệt hoặc nước kém*.

- Kỳ nước cường và kỳ nước kém



Hình 5.32

Trước và sau ngày trăng non và ngày trăng rằm có 3-5 ngày triều lên xuống mạnh. trong thời gian này có *mức nước lớn cao nhất* và *mức nước ròng thấp nhất* gọi là *kỳ nước cường* (Springs) của tháng âm lịch. Sau đó triều giảm dần kéo dài chừng 4-5 ngày, như mô tả ở hình 5.32a .

Tiếp theo kỳ nước cường, vào khoảng 3-5 ngày trước và sau trăng thượng huyền và hạ huyền, như mô tả ở hình 5.32b thuỷ triều lên xuống rất yếu , xuất hiện *con nước lớn thấp nhất* và *con nước kém cao nhất* gọi là *kỳ nước kém* (Neaps). Kỳ nước cường và kỳ nước kém lập lại 2 lần trong một tháng âm lịch.

- *Nước lớn triều cường (High water spings - H.W.S).*
- *Nước ròng triều cường (Low water spings –L.W.S).*
- *Nước lớn triều kiệt (High water neaps – H.W.N).*
- *Nước ròng triều kiệt thấp (Low water neaps – L.W.N).*
- *Nước lớn trung bình triều cường (Mean high water spings - M.H.W.S).*

  M.H.W.S là giá trị trung bình của chiều cao hai lần nước lớn triều cường kế tiếp trong vòng 24 giờ (xấp xỉ một ngày đêm) suốt cả năm khi xích vĩ cực đại của mặt trăng $23,5^0$ lúc biên độ triều lớn nhất.

- *Nước ròng trung bình triều cường (Mean low water spings - M.L.W.S).*

  M.L.W.S là giá trị trung bình của chiều cao hai lần nước ròng triều cường kế tiếp trong vòng 24 giờ (xấp xỉ một ngày đêm) suốt cả năm khi xích vĩ cực đại của mặt trăng $23,5^0$ lúc biên độ triều lớn nhất.

- *Nước lớn trung bình triều kiệt (Mean high water neaps - M.H.W.N).*

M.H.W.N là giá trị trung bình của chiều cao hai lần nước lớn triều kiệt kế tiếp trong vòng 24 giờ (xấp xỉ một ngày đêm), lúc biên độ triều nhỏ nhất.

- *Nước ròng trung bình triều kiệt (Mean low water neaps - M.L.W.N).*

  M.L.W.N là giá trị trung bình của chiều cao hai lần nước lớn triều kiệt kế tiếp trong vòng 24 giờ (xấp xỉ một ngày đêm) lúc biên độ triều nhỏ nhất.

- *Mặt biển trung bình (Mean sea level –M.S.L) - Độ cao trung bình của mặt nước biển quan sát trong chu kỳ dài18,6 năm.*

- M.H.H.W (Mean Higher High Water) - Là chiều cao trung bình của hai lần nước lớn cao hơn hàng ngày trong thời gian dài. Khi chỉ có một con nước lớn xuất hiện trong ngày thì đó chính là *độ cao nước lớn cao hơn (Higher High Water).*

- M.L.H.W (Mean Lower High Water) - Là chiều cao trung bình của hai lần nước lớn thấp hơn hàng ngày trong thời gian dài. Khi chỉ có một con nước lớn xuất hiện trong vài ngày thì ở cột M.L.H.W (trong Bảng thuỷ triều Anh) in dấu "Δ" biểu thị nó chỉ xảy ra ban ngày.

- M.H.L.W (Mean Higher Low Water) – Là chiều cao trung bình của hai lần nước ròng cao hơn trong thời gian dài. Khi chỉ có một con nước ròng xuất hiện trong vài ngày thì ở cột M.H.L.W (trong Bảng thuỷ triều Anh) in dấu "Δ" biểu thị nó chỉ xảy ra ban ngày.

- M.L.L.W (Mean Lower Low Water) - Là chiều cao trung bình của hai lần nước ròng thấp hơn hàng ngày trong thời gian dài. Khi chỉ có một con nước ròng xuất hiện trong ngày thì đó chính là *độ cao nước ròng thấp hơn (Lower Low Water).*

- *Số không thủy triều* - Là mực nước cơ sở từ đó dự báo độ cao thủy triều, nói chung trùng với *số không hải đồ* (Chart datum -CD).

- Triều hồi quy - Khi xích vĩ của Mặt trăng ở cận bắc hoặc cận nam làm cho hiện tượng nhật triều không thuần khiết lớn nhất, gọi là triều hồi quy.

- Cảng chính, cảng phụ - Trong Bảng thuỷ triều, một cảng được cung cấp đầy đủ các dữ liệu (giờ triều và độ cao thuỷ triều) hằng ngày trong cả năm gọi là cảng chính. Một cảng mà chỉ đưa ra những số liệu biểu thị mối quan hệ về độ cao và giờ triều với cảng chính thì gọi là cảng phụ.

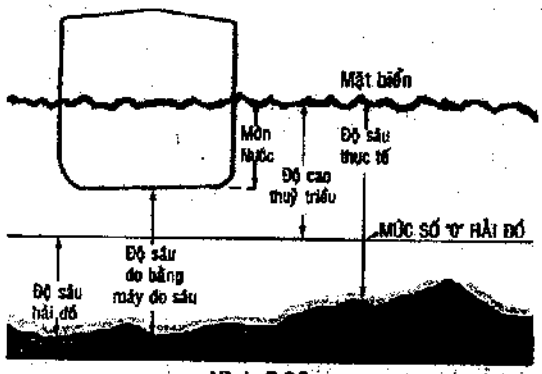
- Hiệu chỉnh trung bình giờ nước lớn (hoặc ròng) của một cảng phụ - Là chênh lệch giữa giờ nước lớn (hoặc nước ròng) của cảng phụ đó so với cảng chính tương ứng.

- Hệ số thủy triều của một cảng phụ - Là tỷ số giữa biên độ triều trung bình của cảng phụ đó với biên độ triều trung bình của cảng chính tương ứng.

  Nếu hệ số thuỷ triều nhỏ hơn một thì biên độ triều cảng phụ nhỏ hơn biên độ triều cảng chính. Nếu hệ số thủy triều lớn hơn một thì biên độ thủy triều cảng phụ lớn hơn biên độ triều cảng chính.

5.4.5 Mối quan hệ độ cao thuỷ triều, độ sâu bằng máy đo sâu với độ sâu ghi trên hải đồ

Bộ phận thu phát của máy đo sâu hồi âm đặt ở đáy tàu, cho nên độ sâu đo bằng máy đo sâu là độ sâu tính từ đáy tàu đến đáy biển. Độ sâu của máy đo sâu phải cộng với mớn nước của tàu, ta có mớn nước thực tế tại vị trí đó. Mớn nước thực tế sẽ không phù hợp với độ sâu ghi trên hải đồ, vì độ sâu thực tế luôn biến đổi theo độ cao của thuỷ triều.



Hình 5.33

Vì vậy cần phải tiến hành đối chiếu như sau (Hình 5.33):

Độ sâu trên hải đồ = Độ sâu thực tế - Độ cao của thủy triều.

Trong đó,

- ***Độ cao của thủy triều*** **có được bằng cách tra bảng thủy triều của thời điểm đo.**
- ***Độ sâu thực tế = Độ sâu đo bằng máy + Mớn nước của tàu.***

5.4.6 Chế độ thuỷ triều ven biển nước ta

1. Chế độ thuỷ triều vùng ven biển phía Bắc

Có thể chia phần phía Bắc nước ta làm hai vùng, mỗi vùng có chế độ thủy triều khá riêng biệt :

1) *Vùng Bắc bộ và Thanh Hóa*

Thủy triều vùng này thuộc chế độ nhật triều thuần khiết, hầu hết số ngày trong tháng, mỗi ngày chỉ có một lần nước lớn và một lần nước ròng.

Biên độ triều trong vùng thuộc loại lớn nhất nước ta, trung bình biên độ triều khoảng 3 đến 4 mét vào kỳ nước cường.

Kỳ nước cường (Triều cường) thường xảy ra 2 đến 3 ngày sau ngày Mặt trăng có xích vĩ lớn nhất. Mực nước lên xuống có khi đến 0,5 mét trong một tiếng đồng hồ.

Kỳ nước kém (Triều kiệt) thường xảy ra 2 đến 3 ngày sau khi Mặt trăng qua mặt phẳng xích đạo, mực nước lên xuống ít, có lúc gần như đứng. Trong những ngày này thường có hai lần nước lớn và hai lần nước ròng.

Vùng lân cận Hải Phòng và Hồng Gai hàng tháng chỉ có chừng 1 đến 3 ngày có hai lần nước lớn và hai lần nước ròng.

Vùng Quảng Ninh, Ninh Bình và bắc Thanh Hóa, tính chất nhật triều đã kém thuần khiết, trong một tháng có 5 đến 7 ngày xuất hiện hai lần nước lớn, hai lần nước ròng.

Từ vùng Lạch Bạn (nam Thanh Hóa) trở vào, hàng tháng trung bình có 8 đến 12 ngày xuất hiện hai lần nước lớn, hai lần nước ròng trong một ngày.

Biên độ triều giảm dần từ Bắc vào Nam.

2) *Vùng Nghệ Tĩnh đến Cửa Tùng*

Vùng Nghệ Tĩnh thuộc chế độ nhật triều không đều, hàng tháng có tới gần nữa số ngày xuất hiện hai lần nước lớn, hai lần nước ròng trong ngày. Kỳ nước cường và kỳ nước kém xảy ra gần cùng một thời gian với thủy triều khu vực Hòn Dấu.

Những ngày có hai lần nước lớn và hai lần nước ròng thường xảy ra vào thời kỳ nước kiệt.

Đặc biệt ở các cửa sông thuộc vùng này, thời gian triều lên thường chỉ trong vòng 10 tiếng đồng hồ, thời gian triều rút kéo dài đến 15/16 ngày.

Vùng từ Ròn đến Cửa Tùng thuộc chế độ bán nhật triều không đều, hầu hết các ngày trong tháng đều có hai lần nước lớn và hai lần nước ròng, những chênh lệch độ cao của hai lần nước lớn và chênh lệch độ cao của hai lần nước ròng khá rõ rệt, thời gian triều lên cũng như thời gian triều rút của hai lần nước lớn và hai lần nước ròng rất khác nhau.

Tại Cửa Tùng có nhiều tính chất của bán nhật triều đều. Trên toàn bộ khu vực, biên độ triều giảm dần từ Bắc vào Nam, tại Cửa Tùng thấy biên độ triều nhỏ nhất so với toàn bộ vùng ven biển phía Bắc.

2. Chế độ thủy triều vùng ven biển phía Nam

Vùng ven biển phía Nam có thủy triều khá phức tạp, với nhiều tính chất khác nhau từ bán nhật triều không đều đến nhật triều với biên độ thay đổi rất ít. Có thể chia ra làm mấy khu vực như sau :

1) *Vùng Quảng Trị Thừa Thiên, bắc Quảng Nam*

Chế độ thủy triều ở vùng này hầu hết là bán nhật triều không đều, có những khu vực bán nhật triều đều xen ở giữa (vùng lân cận cửa Thuận An).

Vùng Quảng Trị Thừa Thiên, hầu hết các ngày trong tháng đều có hai lần triều lên và hai lần triều xuống cách nhau 6 giờ. Từ bắc Quảng Nam triều lên xuống phức tạp hơn, và tính chất nhật triều bắt đầu rõ dần. Mỗi tháng có từ 5 đến 10 ngày chỉ xuất hiện một lần triều lên và một lần triều xuống trong một ngày.

Biên độ triều cùng này giảm dần từ Cửa Tùng tới Thuận An và tăng dần từ đây tới Đà Nẵng. Trong kỳ nước cường, biên độ triều Cửa Tùng khoảng 0,5 mét, Cửa Việt 0,4 mét và tại Đà Nẵng khoảng trên dưới 1 mét. Giữa kỳ nước cường và kỳ nước kiệt, biên độ triều chênh lệch nhau không nhiều.

2) *Vùng ven biển từ giữa Quảng Nam tới bắc Nam Bộ*

Chế độ thủy triều vùng này chủ yếu là nhật triều không đều, ở hai đầu Bắc và Nam của khu vực này tính chất nhật triều yếu dần. Ở các khu vực chuyển tiếp như Cù Lao Chàm đến Đà Nẵng, từ Phan Thiết đến Kê Gà chế độ thủy triều phức tạp hơn.

Ở vùng biển Quy Nhơn đến Quảng Ngãi vào Nha Trang, số ngày nhật triều khoảng 18 đến 20 ngày trong tháng, vào các kỳ nước kiệt thường có kém theo một con nước nhỏ hàng ngày. Các khu vực tiếp theo về phía Bắc và phía Nam số ngày nhật triều có ít hơn, khoảng 10 đến 15 ngày trong một tháng.

Ở vùng này, thời gian triều lên thường lâu hơn thời gian triều rút.

Biên độ triều khoảng 1,5 đến 2 mét trong kỳ nước cường, nói chung biên độ triều ít thay đổi suốt vùng ven biển này, chỉ có từ mũi La Gàn trở vào biên độ triều lớn nhất.

3) *Vùng biển Nam Bộ từ Ba Kiềm tới Cà Mau*

Thủy triều vùng này có đặc tính giống thủy triều vùng cảng chính Vũng Tàu. Đó là chế độ bán nhật triều không đều, số ngày nhật triều trong tháng hầu như không đáng kể. Hàng ngày có hai lần triều lên và hai lần triều xuống với chênh lệch rõ rệt giữa độ cao các lần nước lớn với nhau và các lần lần nước ròng với nhau.

Ở vùng Bắc và Nam của khu vực là Kê Gà và Cà Mau là hai khu vực chuyển tiếp thủy triều phức tạp hơn, số ngày nhật triều tăng hơn.

Nói chung vùng này có chế độ bán nhật triều là chính, nhưng ảnh hưởng của nhật triều cũng rất quan trọng, dẫn đến sự biến đổi thủy triều ở đây khá phức tạp, nhất là ở các vùng cửa sông.

Biên độ ở vùng này thuộc loại lớn nhất nước ta, thường thay đổi trong phạm vi 3 đến 4 mét, trong kỳ nước cường. Trong kỳ nước kém biên độ triều thay đổi trong khoảng 1,5 đến 2,0 mét.

4) *Vùng biển phía Tây và nam Nam bộ.*

Thủy triều ở vùng biển phía Tây và nam Nam bộ khác xa thủy triều ở vùng biển phía Đông mà điển hình là vùng cửa sông Mêkông, Vũng Tàu. Trong khi thủy triều ở vùng biển phía Đông có tính chất bán nhật triều không đều và với biên độ khá lớn, thì ở vùng biển phía Tây thủy triều phần lớn có tính chất nhật triều thuần khiết hoặc gần thuần khiết với biên độ không lớn như tùy từng vùng có những diễn biến khá phức tạp.

Nói chung hàng ngày chỉ có một lần triều lên và một lần triều xuống. Trong một tháng có khoảng từ 2 đến 3 ngày có hai lần triều lên và hai lần triều xuống trong một ngày. Biên độ trung bình của thủy triều khoảng trên dưới 1 mét.

5.4.7 Tính thuỷ triều bằng Bảng thuỷ triều Việt nam

1. Giới thiệu chung

Bảng thuỷ triều do Trung tâm khí tượng thuỷ văn biển thuộc Tổng cục khí tượng thuỷ văn VN xuất bản.

Bảng thuỷ triều được chia làm 3 tập bao gồm kết quả dự tính *giờ* và *độ cao nước lớn, nước ròng* cùng với *độ cao mực nước từng giờ đối* với các cảng chính và các số liệu suy ra các đặc trưng thuỷ triều tại các điểm phụ ở biển hoặc các vùng hạ lưu các sông ở các cảng chính ven biển Việt nam và một số cảng chính các nước lân cận. Độ cao mức nước đều dự tính trên số "0" độ hải đồ.

- Tập I : Gồm các cảng chính Hòn Dáu, Hồng Gai, Cửa Ông, Cửa Gianh, Cửa Việt.
- Tập II : Gồm các cảng chính, Đà nẵng ,Quy Nhơn, Nha Trang, Vũng Tàu, Cảng Sài gòn, Hà tiên, Trường sa , Định An.
- Tập III : Gồm các cảng chính Hồng Công, Kom Pong Xom, Xingapo, Băng Cốc.

2. Một số định nghĩa và ký hiệu.

Ngoài những khái niệm chung đã trình bày ở phần trước, trong Bảng thuỷ triều VN còn sử dụng một số thuật ngữ và chữ viết tắc, ký hiệu sau đây:

- Các ngày trong tuần chỉ ghi ngày chủ nhật viết tắt CN .

- Các hướng: N (Bắc), E (Đông), S (Nam), W (Tây)
- Ký hiệu về trăng: ● là ngày không trăng hay trăng non.
- TD – triều dâng, TR - triều rút, NL – nước lớn, NR – nước ròng.
- Trong cột NƯỚC LỚN, NƯỚC RÒNG nếu thấy có dấu (-) ở phần giờ và độ cao thì có nghĩa là ngày đó không có NL hoặc NR mà đã chuyển sang ngày khác.
- Ở cột *"Hiệu chỉnh trung bình về giờ"* nước lớn (hoặc nước ròng) của một cảng phụ là chênh lệch giữa giờ nước lớn (hoặc giờ nước ròng) của cảng phụ đó so với cảng chính tương ứng, nếu có dấu (+) có nghĩa là muộn hơn cảng chính, có dấu (-) có nghĩa là sớm hơn so với cảng chính.
- *Hệ số thuỷ triều* của một cảng phụ là tỷ số giữa biên độ triều trung bình của cảng phụ đó với biên độ triều trung bình của cảng chính tương ứng.

  Nếu hệ số nhỏ hơn 1 thì biên độ triều cảng phụ nhỏ hơn triều cảng chính.

  Nếu hệ số lớn hơn 1 thì biên độ triều cảng phụ lớn hơn biên độ triều cảng chính.

Tên các cảng chính và cảng phụ đều có ghi trên bản đồ hướng dẫn trong mỗi tập.

3. Cách tra bảng

Đối với cảng chính - Trong bảng cho độ cao mực nước từng giờ, cho giờ và độ cao nước lớn, nước ròng từng ngày.

Đối với cảng phụ, cách tra và tính toán xem hướng dẫn chi tiết cho ở phần sau mỗi tập.

5.4.8 Tính thuỷ triều bằng bảng thuỷ triều của Anh *Admiralty tide tables* - ATT.

1. Các đặc điểm chính của bảng thủy triều Anh

Trên các tàu chạy biển xa của ta thường sử dụng bảng thủy triều do cơ quan thuỷ văn của Anh xuất bản có tên là Admiralty Tide Tables. Bảng thủy triều này được xuất bản hàng năm, chia làm 4 tập bao phủ toàn cầu, (xem hình 6.02 Chương 6):

- Tập 1 (NP201) bao phủ vùng Vương quốc Anh và Ireland.
- Tập 2 (NP202) bao phủ Châu Âu (trừ Anh và Ireland), Địa trung hải, Đại tây dương.
- Tập 3 (NP203) bao phủ Ấn độ dương, Biển nam Trung hoa (bao gồm bản dòng chảy thuỷ triều.)
- Tập 4 (NP204) bao phủ Thái bình dương (bao gồm bản dòng chảy thuỷ triều)

Ngoài Bảng thuỷ triều in thành sách, có thể sử dụng phần mềm dự đoán thuỷ triều do cùng cơ quan trên xuất bản gồm 13 Phiên bản (xem Chương 6 - Ấn phẩm hàng hải ...).

Mỗi tập Admiralty Tide Tables chia ra các phần như sau:

Phần I - Giờ, độ cao nước lớn, nước ròng từng ngày trong năm đối với cảng chính.

Phần II - Chênh lệch về giờ và độ cao nước lớn ròng của các cảng phụ so với cảng chính, các số liệu hiệu chỉnh theo mùa.

Phần III- Các số liệu thông tin về thủy triều, hướng dẫn tính thủy triều theo phương pháp điều hòa và một số biểu bảng có liên quan.

Trong ATT, thời gian để áp dụng trong dự tính thủy triều là GIỜ CHUẨN dùng cho từng địa phương, đó chính là *giờ múi* của địa phương đó. Trong bảng, giờ múi đối với từng cảng chính được ghi ở lề phía trên bên trái mỗi trang. Khi tính toán thủy triều cho một cảng nào đó phải chú ý giờ múi đang được áp dụng ở cảng vào thời gian tính toán phải phù hợp với giờ múi ghi trên ATT. Trong trường hợp địa phương nào đó thay đổi theo mùa làm cho múi giờ thực tế không còn phù hợp với múi giờ ghi trên ATT thì phải tiến hành hiệu chỉnh số giờ chênh lệch khi tính toán.

Tất cả độ cao thủy triều dự tính trong bảng đều sử dụng đơn vị mét tính từ *số "0" hải đồ*.

2. Các ví dụ về cách tính thủy triều bằng bảng A.T.T .

1) Tìm giờ và độ cao nước lớn, nước ròng tại cảng chính

Việc tìm giờ và độ cao nước lớn, nước ròng cảng chính rất đơn giản, chỉ cần tìm đúng tên cảng chính ở trên cùng mỗi trang và tìm đến ngày tháng tương ứng thì có thể đọc ra ngày giờ và độ cao nước lớn và nước ròng mỗi cảng, không cần phải đưa ra ví dụ.

2) Tìm giờ và độ cao nước lớn và nước ròng cảng phụ (Secondary Port)

Ví dụ,

Tìm giờ và độ cao của nước lớn và nước ròng tại " *Secondary Port*" (bán nhật triều) ngày 16 tháng Một theo phần trích dẫn (5.F) dưới đây,

Trích dẫn từ Phần II của ATT 5.F

PLACE	POSITION		TIME DIFFERENCES		HEIGHT DIFFERENCES (IN METRES)			
STANDARD PORT	Lat.	Long.			MHWS	MHWN	MLWN	MLWS
STANDARD PORT	see extract		MHW	MLW	3·5	1·8	1·2	0·4
SECONDARY PORT	S.	E.						
Secondary Port	0°20'	42°35'	–0015	–0025	–1·2	–0·8	–0·4	+0·1

SEASONAL CHANGES IN MEAN LEVEL

No.	Jan. 1	Feb. 1	Mar. 1	Apr. 1	May 1	June 1	July 1	Aug. 1	Sep. 1	Oct. 1	Nov. 1
STANDARD PORT ...	+0.1	0.0	0.0	+0.1	+0.2	+0.2	+0.1	0.0	–0.1	–0.1	–0.1
Secondary port	0.0	+0.2	+0.1	+0.2	+0.2	+0.1	0.0	–0.1	–0.2	–0.1	–0.1

Giải,

Các bước tính toán thực hiện trên "Mẫu tính toán" (5.G) cho trong ATT như sau,

a. Tìm tên cảng phụ – Secondary Port trong ATT (xem bảng trích ATT (Phần II),

b. Tìm bảng thuỷ triều cảng chính – Standard Port, tra cảng chính ngày 16 tháng Một, lấy các số liệu (xem Trích Phần I Cảng chính) về *thời gian* và *chiều cao* nước lớn (HW), nước ròng (LW) ghi vào các ô (1), (2), (3) và (4) của mẫu tính (5.G).

c. Tính biên độ triều cảng chính (hiệu số giữa cột (3) và cột (4). Ghi vào cột (5)

d. Lấy biến đổi theo mùa (seasoning change) của cảng chính ghi vào cột (6)

e. Ghi chênh lệch thời gian MHW và MLW giữa cảng chính và cảng phụ vào ô (7*) và (8*)

f. Tính chênh lệch (Differences) độ cao thuỷ triều bằng nội suy và ngoại suy bằng cách suy từ HW và LW ở cảng chính. Trong nhiều trường hợp việc nội suy có thể tính nhầm

hay tính bằng máy tính bỏ túi. Ngoài ra có thể tính bằng đồ giải trên đồ thị như diễn tả trên hình 5.34 như sau:

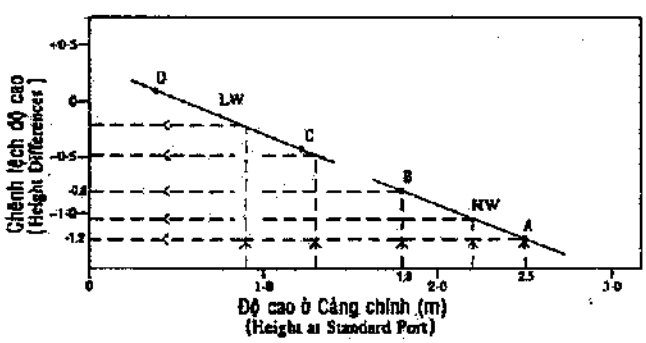
Với MHWS (độ cao trung bình nước lớn triều cường) của cảng chính là 2,5m thì chênh lệch MHWS cảng phụ là -1.2, xác định điểm A trên đồ thị. Với MHWN (độ cao trung bình nước lớn triều kiệt) của cảng chính là 1.8 thì chênh lệch MHWN cảng phụ là -0.8,

Trích dẫn từ Phần I
(Cảng chính)

STANDARD PORT

JANUARY

	TIME	Ht. m
16	0324	0.8
F	1014	1.7
	1514	1.2
	2127	2.1



Hình 5.34

xác định điểm B trên đồ thị. Qua AB vẽ một đường thẳng.

Từ đường thẳng tuyến tính AB có thể xác định chênh lệch độ cao nước lớn tại Secondary Port tương ứng với chênh lệch độ cao nước lớn tại Standard Port: Biết rằng hai lần nước lớn (HW) tại cảng chính là 1.7 và 2.1 (trong Trích Phần I cảng chính), hiệu chỉnh theo mùa cho cảng chính là +0,1, vậy độ cao hai lần nước lớn cho cảng chính trong tháng Một là 1.7+0.1=1.8 và 2.1+0.1=2.2. Đem hai đại lượng 1.8 và 2.2 đưa vào trục hoành đồ thị thông qua đường AB ta nhận được chênh lệch độ cao hai lần nước lớn (HW) cho Secondary Port là -0.8 và -1.0 (gần đúng) trên trục tung, ghi hai đại lượng này vào cột (9*).

Bằng cách đồ giải tương tự như trình bày ở trên (cũng trên hình 5.34), tìm hai điểm C,D thông qua MLWN và MLWS để xác định chênh lệch độ cao nước ròng tại Secondary Port tương ứng với chênh lệch độ cao nước ròng (LW) 0.9 và 1.3 (đã hiệu chỉnh theo mùa) tại Standard Port, kết quả đồ giải nhận được chênh lệc độ cao nước ròng tại Secondary Port là -0.2 và -0.5, ghi vào cột (10*).

5.G

STANDARD PORT Standard TIME/HEIGHT REQUIRED H & LW

SECONDARY PORT Secondary DATE 16 Jan TIME ZONE -0700

	TIME		HEIGHT		
STANDARD PORT	HW	LW	HW	LW	RANGE
	1 1014 2127	2 0324 1514	3 1.7 2.1	4 0.8 1.2	5 —
Seasonal change	Standard Port		6 +0.1	6 +0.1	
DIFFERENCES	7* -0015	8* -0025	9* -0.8 -1.0	10* -0.2 -0.5	
Seasonal change	Secondary Port		11 0.0	11 0.0	
SECONDARY PORT	12 0959 2112	13 0259 1449	14 1.9 1.2	15 0.7 0.8	
Duration	16 —				

Biến đổi theo mùa cho Seconeary Port bằng 0.0 ghi vào cột (11)

g. Tính kết quả thuỷ triều Secondary Port (ghi vào bản 5.G) như sau,

Thời gian HW: 1015-0015=0959 và 2127-0015=2112, ghi vào cột (12)

Thời gian LW 0324-0025=0259 và 1514-0025=1449, ghi vào cột (13)

Tính độ cao HW: 1.7+0.1-0.8=1.0 và 2.1+0.1-1.0= 1.2 , ghi vào cột (14)

Tính độ cao LW: 0.8+0.1-0.2=0.7 và 1.2+0.1-0.5=0.8 , ghi vào cột (15)

3) Tìm thời gian và độ cao nước lớn và nước ròng tại cảng phụ "Secondary Harbour" (nhật triều) ngày 10 tháng Hai theo Bảng trích dẫn Phần II (5.H) sau đây,

Trích dẫn từ Phần II của ATT 5.H

PLACE	POSITION		TIME DIFFERENCES		HEIGHT DIFFERENCES (IN METRES)			
STANDARD PORT	Lat.	Long.			MHHW	MLHW	MHLW	MLLW
STANDARD HARBOUR	see extract		HHW	LLW	1·6	Δ	Δ	0·4
SECONDARY PORT	N.	E.						
Secondary Harbour	2°30′	90°30′	+0106	+0146	+0·5	Δ	Δ	+0·1

SEASONAL CHANGES IN MEAN LEVEL

No.	Jan. 1	Feb. 1	Mar. 1	Apr. 1	May 1	June 1	July 1	Aug. 1	Sep. 1	Oct. 1	Nov. 1
STANDARD HARBOUR	0.0	0.0	−0.1	0.0	0.0	+0.1	+0.1	−0.1	−0.2	−0.2	−0.1
Standard Harbour	0.0	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Giải,

Các bước thực hiện giống như trong ví dụ trên. Tính toán chênh lệch mớn tại cảng phụ Secondary Haven thì phải tiến hành nội ngoại suy hoặc đồ giải. Trong trường hợp chỉ có một lần HW và một lần LW (nhật triều) như số liệu Trích Phần 1 (và ở cảng phụ cũng vậy) thì phải đồ giải để tìm chênh lệch độ cao ở cảng phụ như sau, từ Trích dẫn Phần I tìm được: (trên đồ thị hình 5.35).

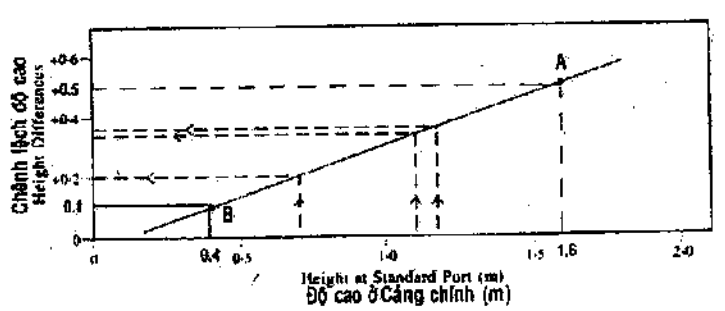
- MHHW cảng chính 1.6 m thì chênh lệch độ cao cảng phụ +0.5, xác định điểm A trên đồ thị.
- MLLW cảng chính 0.4 m thì chênh lệch độ cao cảng phụ +0.1, xác định điểm B.

Trích dẫn từ Phần I

STANDARD HARBOUR

FEBRUARY

	TIME	Ht. m
10 Tu	0438	1.2
	0631	1.2
	1057	1.1
	1928	0.7



Hình 5.35

- Nối AB, tiến hành đồ giải, trên trục hoành với độ cao nước lớn HW là 1.2 và 1.2 m thì chênh lệch độ cao trên trục tung là +0.4 và +0.4m, ghi vào ô (9*), với độ cao nước ròng LW 1.1 và 0.7m thì chênh lệch độ cao là +0.3 và +0.2m ghi vào ô (10*)

- Từ Trích dẫn II có biến đổi theo mùa cho cảng phụ Secondary Harbour vào tháng Hai là +0.1, ghi vào ô (11).
- Tính được giờ và độ cao cảng phụ Secondary Harbour là,

  HW - 0544 / 1.7m, 1203 / 1.7m

  LW - 0817 / 1.5m, 2114 / 1.0m

  Ghi vào bảng 5.I như sau,

5.I

STANDARD PORT Standard TIME/HEIGHT REQUIRED H & LW

SECONDARY PORT Secondary DATE 10 Feb TIME ZONE -0600

	TIME		HEIGHT		
STANDARD PORT	HW	LW	HW	LW	RANGE
	1 0438 1057	2 0631 1928	3 1.2 1.2	4 1.1 0.7	5 —
Seasonal change	Standard Port		6 0.0	6 0.0	
DIFFERENCES	7* +0106	8* +0146	9* +0.4 +0.4	10* +0.3 +0.2	
Seasonal change	Secondary Port		11 +0.1	11 +0.1	
SECONDARY PORT	12 0544 1203	13 0817 2114	14 1.7 1.7	15 1.5 1.0	
Duration	16 —				

4) Tính độ cao thuỷ triều vào thời điểm cho trước

Ví dụ,

Tính độ cao thuỷ triều lúc 12 giờ ngày 8 tháng Mười một tại " Standard Port"

Giải

Sử dụng bảng tính mẫu (5.J), giống như trong ví dụ ở trên. Ghi các đại lượng về thời gian, độ cao HW, LW vào bảng tính mẫu. Thực hiện các bước tính toán như sau,

Trích dẫn Phần I

NOVEMBER

8	0132	1.5
	0823	3.2
F	1440	1.4
	2115	3.0

5.J

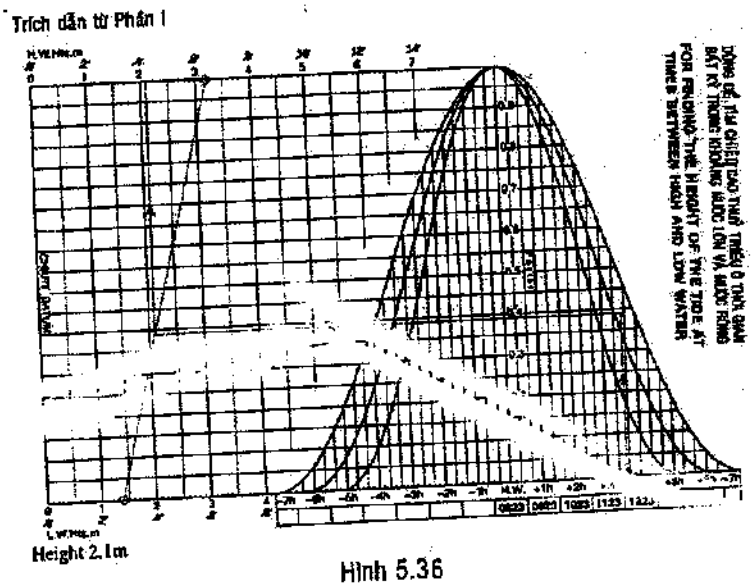
STANDARD PORT Standard TIME/HEIGHT REQUIRED 1200

SECONDARY PORT — DATE 8 Nov TIME ZONE -0700

	TIME		HEIGHT		
STANDARD PORT	HW	LW	HW	LW	RANGE
	1 0823	2 1440	3 3.2	4 1.4	5 1.8
Seasonal change	Standard Port		6 —	6 —	
DIFFERENCES	7* —	8* —	9* —	10* —	
Seasonal change	Secondary Port		11 —	11 —	
SECONDARY PORT	12 —	13 —	14 —	15 —	
Duration	16 0617				

a. Dùng đồ thị cho sẵn hình 5.36 trong ATT trang xvii Tập 3) để giải chiều cao HW và LW trước và sau thời điểm xác định, trong thí dụ này là 12 giờ. Nhận xét thấy rằng HW và LW trước và sau 12 giờ là 0823 hrs-3.2 m và 1440hrs-1.4m. Trên đồ thị tại đường nằm

ngang HW trên cùng đánh dấu điểm HW 3.2m , tại đường nằm ngang LW dưới cùng đánh dấu điểm LW 1.2m. Nối hai điểm 3.2 và 1.2 được đường xiên.



Hình 5.36

b. Ghi giờ nước lớn 0823 vào vị trí HW và các thời điểm cách nhau một giờ nước lớn 0923, 1023, 1123, 1223 vào các ô tương ứng ở dãy ô ngang cuối đồ thị.

c. Từ thời điểm xác định 12 giờ theo (đầu bài) trên đồ thị (nằm trong khoảng 1123 và 1223), kẽ một đường thẳng lên phía trên gặp đường cong giữa (đó là đường cong lập cho thuỷ thiều mà thời gian nước lớn và nước ròng cách nhau 6 giờ) tại một điểm.

d. Từ điểm giao nhau trên đường cong kẽ một đường ngang gặp đường xiên, từ điểm gặp nhau đó kẽ đường thẳng đứng gặp đường HW tại điểm 2.1m. Đó chính là độ cao của HW tại thời điểm 12 giờ.

Đáp: Độ cao thuỷ triều lúc 12 giờ ngày 8 tháng 11 là 2,1 m.

Chú ý,

i. Phương pháp này chỉ thích hợp khi thời gian nước lớn và nước ròng từ 5 đến 7 giờ và ở vùng không có "Hiệu chỉnh nước cạn" (Shallow Water Corection , xem trang (xi) ATT tập 3).

ii. Đối với cảng phụ, để tính độ cao thuỷ triều vào thời gian xác định cần phải tính thời gian và độ cao nước (HW) lớn nước ròng (LW) tại cảng phụ như đã tính trong các ví dụ trình bày ở trên, sau đó mới tính tiếp theo các bước trong ví dụ này.

5) Tính thời gian đối với độ cao thuỷ triều cho trước.

Ví dụ

Tìm thời điểm nước ròng hạ xuống còn đúng 2.1m vào thời gian ban ngày, ngày 8 tháng Mười một.

Giải,

Sử dụng bảng tính mẫu (5.K) giống như trong ví dụ ở trên. Ghi các đại lượng về thời gian, độ cao HW, LW vào bảng tính mẫu. Thực hiện các bước tính toán tiếp theo như sau,

a. Dùng đồ thị cho sẵn hình 5.37 (trong ATT trang xvii Tập 3) để giải chiều cao HW và LW trước và sau chiều cao thuỷ triều xác định, trong thí dụ này là 2.1m lúc triều xuống ban ngày. Nhận xét thấy rằng HW và LW trước và sau độ cao 2.1m triều xuống ban ngày là 3.2 và 1.4 mét. Trên đồ thị tại đường nằm ngang HW trên cùng đánh dấu điểm HW 3.2m , tại đường nằm ngang LW dưới cùng đánh dấu điểm LW 1.2m. Nối hai điểm 3.2 và 1.2 được đường xiên.

5.K

Trích dẫn Phần I

Extract from Part I

STANDARD PORT Standard ... TIME/HEIGHT ... 2.1 (Midday-falling)

SECONDARY PORT ... DATE 8 Nov TIME ZONE ...

NOVEMBER

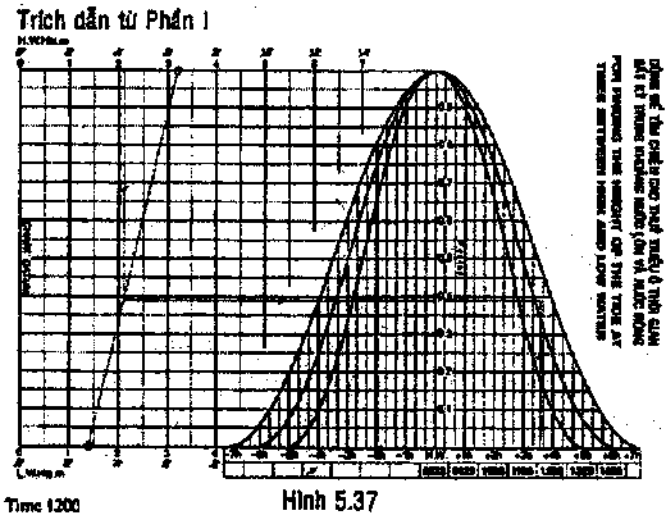
8 F
0132 1.5
0823 3.2
1440 1.4
2115 3.0

	TIME		HEIGHT		
STANDARD PORT	HW	LW	HW	LW	RANGE
	1 0823	2 1440	3 3.2	4 1.4	5 1.8
Seasonal change	Standard Port		6 —	6 —	
DIFFERENCES	7* —	8* —	9* —	10* —	
Seasonal change	Secondary Port		11 —	11 —	
SECONDARY PORT	12 —	13 —	14 —	15 —	
Duration	16 0617				

b. Ghi giờ nước lớn 0823 vào vị trí HW và các thời điểm cách nhau một giờ nước lớn 0923, 1023, 1123, 1223, 1323, 1423 vào các ô tương ứng ở dãy ô ngang cuối đồ thị.

c. Xác định điểm 2.1m (theo yêu cầu của đề bài) trên đường ngang HW của đồ thị. Từ điểm 2.1m, kẻ một đường thẳng đứng xuống phía dưới giao nhau với đường xiên tại một điểm nào đó.

Trích dẫn từ Phần I



Time 1200

Hình 5.37

d. Từ điểm giao nhau của đường 2.1m và đường xiên kẻ đường nằm ngang gặp đường cong thuỷ triều (phần phía bên phải vì là cần xác định thời gian khi triều xuống) tại một điểm, từ điểm này kẻ một đường thẳng đứng gặp các ô thời gian ở cuối hình vẽ. Bằng nội suy có thể xác định thời điểm để có độ cao thuỷ triều 2.1m lúc triều xuống ban ngày là 12giờ.

Đáp: Thời điểm lúc thuỷ triều cao 2,1 m là 1200.

Chú ý.

i. Phương pháp này chỉ thích hợp khi thời gian triều lên và triều xuống từ 5 đến 7 giờ và ở vùng không có "Hiệu chỉnh nước cạn" (Shallow Water Corection , xem trang (xi) ATT tập 3).

ii. Đối với cảng phụ, để tính thời gian đối với độ cao thuỷ triều xác định cần phải tính trước thời gian và độ cao nước (HW) lớn nước ròng (LW) tại cảng phụ như đã tính trong các ví dụ trình bày ở trên, sau đó mới tính tiếp theo các bước trong ví dụ này.

6

ẤN PHẨM HÀNG HẢI

6.1 Các ấn phẩm hàng hải cần thiết trang bị cho tàu

Theo SOLAS trên tàu biển phải trang bị đủ những ấn phẩm hàng hải mới nhất sau đây, các ấn phẩm hiện đang sử dụng rộng rãi chủ yếu là của Anh và Mỹ. Một số ấn phẩm cùng loại cũng có xuất bản ở một vài quốc gia khác.

Danh mục các ấn phẩm (riêng Hải đồ được trình bày trong Phần 7 – Hải đồ) như sau:

1. Danh mục hải đồ (Chart catalogue) .
2. Các tuyến hành trình vượt đại dương trên toàn cầu (Ocean passages for the world).
3. Bản đồ vạch tuyến và bản đồ hoa tiêu (Routeing charts and pilot charts)
4. Hướng dẫn hành trình và Hàng hải chỉ nam (Sailing derection and Pilot books)
5. Danh mục hải đăng và tín hiệu sương mù (Lists of Lights and fog signals)
6. Bảng thuỷ triều (Tide tables)
7. Tập atlas dòng chảy thuỷ triều (Tide stream atlases).
8. Thông báo cho người đi biển hàng tuần (Notices to mariners, weekly edition)
9. Tổng kết hàng năm về thông báo cho người đi biển (Annual summary of Admiralty notices to mariners)
10. Danh mục thống kê Thông báo cho người đi biển (Cumulative list of Admiralty Notices to Mariners.)
11. Các kí hiệu và chữ viết tắt dùng trong hải đồ Anh (Symbols and Abbreviations on Admiralty Charts)
12. Các thông tin về phân luồng giao thông (Routeing information)
13. Các thông tin về tín hiệu vô tuyến bao gồm VTS và dịch vụ hoa tiêu (Radio signal information including VTS and pilot service)
14. Thông tin về khí hậu (Climatic information)
15. Bản đồ dấu chuyên chở (Load-line chart).
16. Bản cự ly (Distance tables).
17. Thông tin hệ thống hàng hải điện tử (Electronic navigational systems information)
18. Các cảnh báo vô tuyến và cảnh báo địa phương (Radio and local warnings)
19. Lịch thiên văn (Almanac)

ẤN PHẨM HÀNG HẢI

6.1 Các ấn phẩm hàng hải cần thiết trang bị cho tàu

Theo SOLAS trên tàu biển phải trang bị đủ những ấn phẩm hàng hải mới nhất sau đây, các ấn phẩm hiện đang sử dụng rộng rãi chủ yếu là của Anh và Mỹ. Một số ấn phẩm cùng loại cũng có xuất bản ở một vài quốc gia khác.

Danh mục các ấn phẩm (riêng Hải đồ được trình bày trong Phần 7 – Hải đồ) như sau:

1. Danh mục hải đồ (Chart catalogue) .
2. Các tuyến hành trình vượt đại dương trên toàn cầu (Ocean passages for the world).
3. Bản đồ vạch tuyến và bản đồ hoa tiêu (Routeing charts and pilot charts)
4. Hướng dẫn hành trình và Hàng hải chỉ nam (Sailing derection and Pilot books)
5. Danh mục hải đăng và tín hiệu sương mù (Lists of Lights and fog signals)
6. Bảng thuỷ triều (Tide tables)
7. Tập atlas dòng chảy thuỷ triều (Tide stream atlases).
8. Thông báo cho người đi biển hàng tuần (Notices to mariners, weekly edition)
9. Tổng kết hàng năm về thông báo cho người đi biển (Annual summary of Admiralty notices to mariners)
10. Danh mục thống kê Thông báo cho người đi biển (Cumulative list of Admiralty Notices to Mariners.)
11. Các kí hiệu và chữ viết tắt dùng trong hải đồ Anh (Symbols and Abbreviations on Admiralty Charts)
12. Các thông tin về phân luồng giao thông (Routeing information)
13. Các thông tin về tín hiệu vô tuyến bao gồm VTS và dịch vụ hoa tiêu (Radio signal information including VTS and pilot service)
14. Thông tin về khí hậu (Climatic information)
15. Bản đồ dấu chuyên chở (Load-line chart).
16. Bản cự ly (Distance tables).
17. Thông tin hệ thống hàng hải điện tử (Electronic navigational systems information)
18. Các cảnh báo vô tuyến và cảnh báo địa phương (Radio and local warnings)
19. Lịch thiên văn (Almanac)

20. Sổ tay của người đi biển (Mariner's Handbook) .

21. Tín hiệu quốc tế (International Signals)

22. Hướng dẫn vào cảng (Guide to Ports entry)

6.2 Chi tiết các ấn phẩm hàng hải

6.2.1 Catalogue of Admiralty charts and other hydrrographic publications - Danh mục ấn phẩm hàng hải

Do Cơ quan thuỷ văn hải quân Anh (Hydrographer to the Navy - British) xuất bản mỗi năm một lần có ký hiệu là NP 131 cho quốc tế và bản có ký hiệu NP109 cho nội địa (Home Edition) , "Chart Catalogue" của Defence Mapping Agency (Mỹ) có ký hiệu CATP2VO1U cũng xuất bản hàng năm.

Nội dung của các ấn phẩm này thống kê tất cả hải đồ và các thông tin về ấn phẩm hàng hải giúp ích cho những người đi biển kịp thời cập nhật những ấn phẩm mới.

6.2.2 Ocean passages for the world - Các tuyến hành trình vượt đại dương trên toàn cầu

Do cơ quan thuỷ văn của hải quân Anh xuất bản có kí hiệu NP136 trong đó bao gồm các thông tin để thiết lập các tuyến chạy tàu trên khắp thế giới cùng các thông tin về về khí tượng, hải dương trên toàn cầu.

Nội dung, ngoài phần giới thiệu, gồm các phần chính sau đây:

Phần 1 Các tuyến đường giành cho tàu thuyền máy.

Chương 1 Thiết kế hải trình.

Chương 2 Bắc đại tây dương.

Chương 3 Nam đại tây dương.

Chương 4 Vịnh Mexico và biển Caribean .

Chương 5 Địa trung hải và Hắc hải.

Chương 6 Hồng hải, Ấn độ dương và Vịnh Persian.

Chương 7 Thái bình dương, Biển Trung hoa và Biển Nhật bản, Quần đảo đông.

Chương 8 Các thông tin tổng hợp cho tàu thuyền máy.

Phần 2 Các tuyến đường giành cho tàu thuyền buồm.

Chương 9 Đại tây dương và Địa trung hải.

Chương 10 Ấn độ dương, Hồng hải, Quần đảo phía đông.

Chương 11 Thái bình dương.

Ngoài ra, ở cuối sách còn có các Bảng cấp gió thang Beauford, Gió mùa Tây Thái bình dương và Ấn độ dương, Phụ lục địa danh, Tổng phụ lục.

"Các tuyến hành trình vượt đại dương..." thường được bổ sung bằng ấn phẩm bổ sung "Supplement" không định kỳ để cập nhật nội dung của sách. Trong phần bốn của Thông báo cho người đi biển hàng tuần cũng có nội dung yêu cầu về hiệu chỉnh quyển sách này.

Cách sử dụng " Các tuyến hành trình vượt đại dương..." như sau,

1) Căn cứ vào thiết kế sơ bộ tuyến đường từ cảng xuất phát đến cảng đích có thể tìm hiểu khái quát tuyến hành trình, những vùng biển sẽ đi qua.

2) Đọc các tư liệu khí tượng thuỷ văn có liên quan đến tuyến đường để tìm hiểu các điều kiện thời tiết, gió, bão và những điều cần chú ý và các cảnh báo trên tuyến đường.

3) Căn cứ tên cảng xuất phát và cảng đích có thể xem trên Tổng phụ lục các hướng dẫn để tìm tới các tư liệu tham khảo cần thiết cho hành trình.

6.2.3 Routeing charts and pilot charts - Bản đồ vạch tuyến và bản đồ hoa tiêu

Tập "Bản đồ vạch tuyến..." do Cơ quan thuỷ văn hải quân Anh xuất bản có kí hiệu Charts Nos.5124-8, nó tương tự như tập Hải đồ hoa tiêu do Sở bản đồ quốc phòng của Mỹ xuất bản (xem Atlases NVPUB105-9 & PILOT 16 and PILOT 55).

Cả hai loại trên đều cung cấp những thông tin hàng tháng về tuyến luồng giao thông, hải lưu, gió, băng và các thông tin về khí tượng thuỷ văn khác.

6.2.4 Sailing direction and Pilot books - Hướng dẫn hành trình và Hàng hải chỉ nam

Bộ sách "Hàng hải chỉ nam" (có tên gọi chung là "Admiralty Sailing Direction or pilot") do Cơ quan thuỷ văn hải quân Anh xuất bản gồm 72 tập, đánh số từ NP1~NP73 bao phủ hầu hết các vùng biển trên toàn cầu. Mỗi tập đều có mang tên vùng biển riêng biệt. Một số tập được chia thành các phân tập. Chi tiết chia khu vực cho từng tập có thể tham khảo trong Chart Catalogue.

Mỗi tập trong bộ Pilot đều có các phần sau đây:

- Lời nói đầu (Preface)
- Mục lục (Content) và Mục lục sơ đồ, bản vẽ (List of diagrams, illustrations and views)
- Chú giải (Explanatory note). Giải thích tác dụng của bộ sách và cách hiệu chỉnh cập nhật tư liệu.
- Thuật ngữ (Glossaries). Đây là bản đối chiếu tên địa lý của các vùng theo ngôn ngữ của quốc gia đối chiếu với Anh ngữ.
- Sơ đồ phụ lục hải đồ (Chart index) . Đưa ra các phụ lục tra cứu hải đồ trong phạm vi của tập sách.

Phần tiếp theo của từng tập được chia thành các chương thuyết minh chi tiết các quy tắc hàng hải, các thông tin quốc gia, cảng , điều kiện tự nhiên, chướng ngại vật, bãi cạn , vùng neo đậu, các đặc điểm về thuỷ triều gió mùa, sinh vật biển, địa chấn , núi lửa ... Cuối từng tập có hình phối cảnh (Views) những vị trí đặc biệt, các điểm đột xuất cho rađa...

Bộ "Pilot" của Anh phải thường xuyên được hiệu chỉnh, cập nhật thông qua Phần IV trong thông báo hàng hải hàng tuần. Ngoài ra, cách chừng một năm rưỡi đến hai năm, nhà xuất bản cho in cuốn bổ sung " Supplement" bao gồm các nội dung hiệu chỉnh từ lần xuất bản trước đến thời điểm xuất bản tập bổ sung mới nhưng không bao gồm các thông báo tạm thời và dự báo. Mỗi một bản bổ sung phát hành có nghĩa là bản bổ sung trước đó phải huỷ bỏ. Như vậy khi sử dụng bộ "Pilot" chỉ cần sử dụng bản bổ sung mới nhất.

Bộ "Pilot" chia 72 tập theo Bảng thống kê dưới đây (in lại 3 năm một lần),

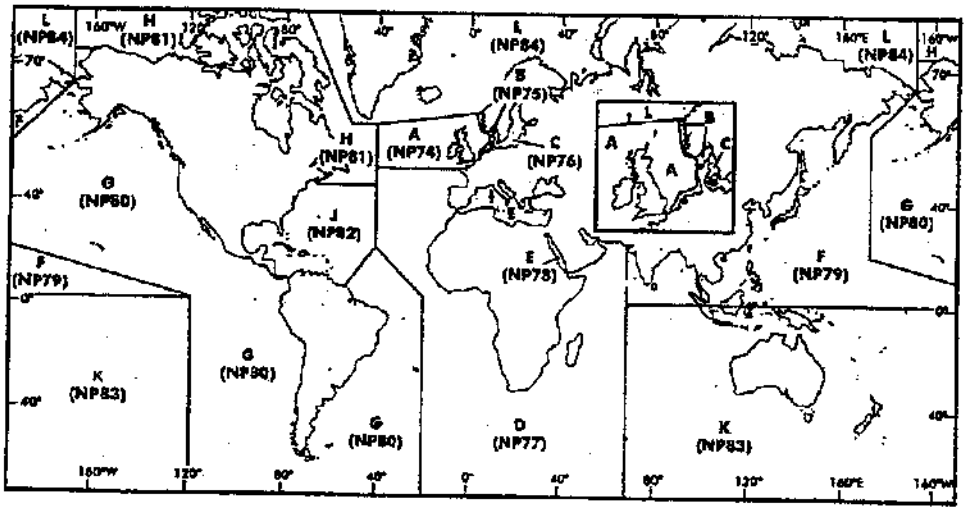
Số hiệu	Tên tập
1	Africa Pilot Vol. I.
2	Africa Pilot Vol. II.
3	Africa Pilot Vol,. III.
4	South East Alaska Pilot.
5	South East America Pilot, Vol.
6	I.
7	South East America Pilot, Vol.
7A	II.
8	South East America Pilot, Vol.
	III.
9	South East America Pilot, Vol.
10	IV.
11	Pacific Coasts of Central
12	America & United States Pilot.
13	Antarctic Pilot
14	Arctic Pilot, Vol. I.
15	Arctic Pilot, Vol. II.
16	Arctic Pilot, Vol. III.
17	Australia Pilot, Vol. I
18	Australia Pilot, Vol. II.
19	Australia Pilot, Vol. III.
20	
21	Australia Pilot, Vol. V
22	Baltic Pilot, Vol. I
23	Baltic Pilot, Vol. II.
24	Baltic Pilot, Vol. III.
25	Bay of Bengal Pilot
26	Bay of Biscay Pilot
27	Bering Sea and Strait Pilot
28	Black Sea Pilot
29	British Columbia Pilot, Vol. I.
30	British Columbia Pilot, Vol. II.
31	Channel Pilot
32	Dover Strait Pilot
33	
34	China Sea Pilot, Vol. I.
35	China Sea Pilot, Vol. II.
36	China Sea Pilot, Vol. III.
37	Philippine Island Pilot
	Indonesia Pilot, Vol. II.
38	Indonesia Pilot, Vol. III.
39	Indonesia Pilot, Vol. I.
	West Coasts of England &

Số hiệu	Tên tập
40	Irish Coast Pilot
41	Japan Pilot, Vol. I.
42A	Japan Pilot, Vol. II.
42B	Japan Pilot, Vol. III.
43	South and East Coasts of Korea,
	East Coast of Siberia and Sea of
	Akhotsk Pilot.
44	Malacca Strait and West Coast
	of Sumatera Pilot
45	Mediterranean Pilot, Vol. I.
46	Mediterranean Pilot, Vol. II.
47	Mediterranean Pilot, Vol. III.
48	Mediterranean Pilot, Vol. IV.
49	Mediterranean Pilot, Vol. V.
50	Newfoundland Pilot
51	New Zealand Pilot
52	North Coast of Scotland Pilot
53	
54	North Sea (West) Pilot
55	North Sea (East) Pilot
56	Norway Pilot, Vol. I
57A	Norway Pilot, Vol. IIA.
57B	Norway Pilot, Vol. IIB.
58A	Norway Pilot, Vol. IIIA.
58B	Norway Pilot, Vol. IIIB.
59	Nova Scotia & Bay of Fundy
60	Pilot
61	Pacific Island Pilot, Vol. I.
62	Pacific Island Pilot, Vol. II.
63	Pacific Island Pilot, Vol. III
64	Persian Gulf Pilot
65	Red Sea & Gulf of Aden Pilot
66	Saint Lawrence Pilot
67	West Coast of Cotland Pilot
68	West Coast of Spain & Portugal
69	Pilot
69A	East Coast of United States
	Pilot, Vol. I
70	East Coast of United States
71	Pilot, Vol. I
72	East Coasts of central America
	& Gulf of Mexico Pilot
	West Indies Pilot, Vol.. I

Wales Pilot	West Indies Pilot, Vol. II
West Coast of India Pilot	Southern Barents Sea & Beloye
South Indian Ocean Pilot	More Pilot

Ngoài bộ "Pilot" của Anh, trên một số tàu có sử dụng Quyển Hàng hải chỉ nam (Sailing Direction) do Sở bản đồ quốc phòng Mỹ xuất bản mang kí hiệu *SDPUB 121 -200* bao gồm một số thông tin thiết yếu giống như một phần nội dung cuốn *Các tuyến vượt đại dương trên toàn cầu* và *Hàng hải chỉ nam* của Anh.

6.2.5 Lists of Lights and fog signals - Danh mục hải đăng và tín hiệu sương mù



Hình 6.01

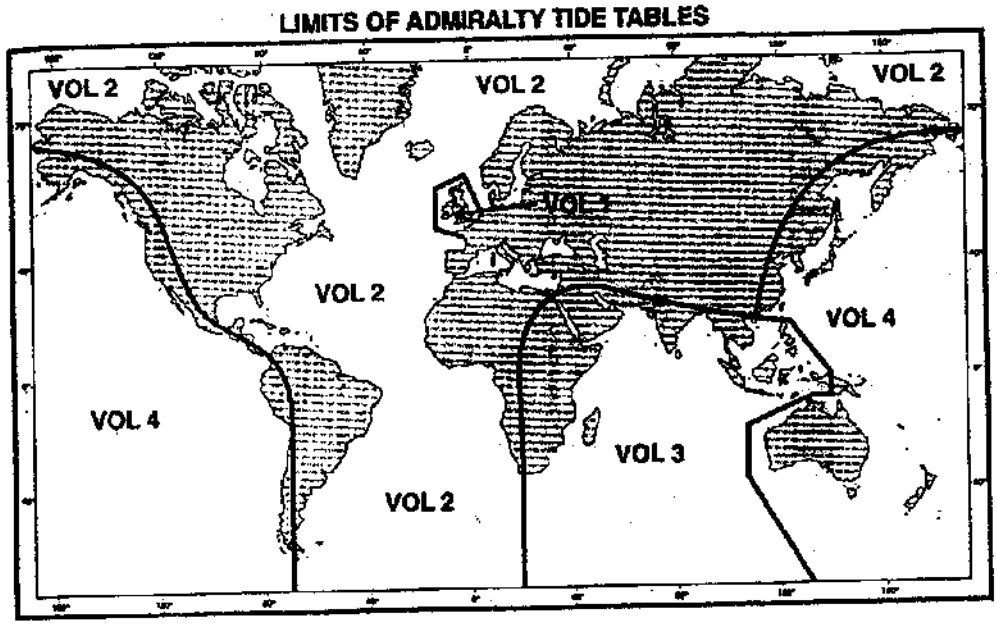
Do cơ quan thuỷ văn hải quân Anh xuất bản gồm 11 tập, có kí hiệu *NP 74-84*, bao phủ toàn cầu và đánh dấu theo thứ tự chữ cái A,B,C...(xem sơ đồ phân vùng cho từng tập hình 6.01, trong Chart Catalogue).

Tại Mỹ, *Danh mục hải đăng* do Cục phòng vệ duyên hải Mỹ xuất bản thành 7 tập có kí hiệu *COMDTM165021-7* bao gồm chi tiết tất cả hải đăng dọc bờ biển Mỹ kể cả Great Lake. Còn Sở bản đồ quốc phòng Mỹ thì xuất bản phần hải đăng còn lại của toàn cầu có kí hiệu *LLPUB110-6*.

6.2.6 Tide tables - Bảng thuỷ triều

"Admiralty tide table" do cơ quan thuỷ văn hải quân Anh xuất bản hàng năm chia thành 4 tập bao phủ toàn cầu:

- Tập 1 (NP201) bao phủ vùng Vương quốc Anh và Ireland.
- Tập 2 (NP202) bao phủ Châu Âu (trừ Anh và Ireland), Địa trung hải, Đại tây dương.
- Tập 3 (NP203) bao phủ Ấn độ dương, Biển nam Trung hoa (bao gồm bản dòng chảy thuỷ triều.)
- Tập 4 (NP204) bao phủ Thái bình dương (bao gồm bản dòng chảy thuỷ triều)



Hình 6.02

Ngoài Bảng thuỷ triều in thành sách giấy, có thể sử dụng phần mềm dự đoán thuỷ triều do Hải quân Anh xuất bản gồm 13 Phiên bản chia cho 13 khu vực như sau:

PHẦN MỀM DỰ ĐOÁN THUỶ TRIỀU
(ADMIRALTY TIDAL PREDICTION SOFTWARE)

NP158		Tidecalc.	Version 1,1
NP158A1	Khu vực 1	UK, Ireland,Channel Islands	4.0
NP158A1	2	Europe và Mediterranian (Từ Nga đến Gibraltar)	4.0
NP158A3	3	Red sea, The gulf, Iran, Pakistan, India, Maldive Is, Sri Lanka, Chagos Areh, Bangladesh, Burma, Andaman, &Nicobar Is. India Ocean Is.	2.0
NP158A4	4	Thailand, Peninsular Malaisia, Sumatra, Banka, Billiton, Central China Sea, Vietnam, Philippines, Cambodia	2.0
NP158A5	5	Sulu Abeh, Boneo, Sabah, Brunei, Sarawak, Kalimantan Celebes Sea, Java, Sulavesi, Bali, Irian Baya, Bapua New Guinea, Bismarck Areh .	2.0
NP15A6	6	Solomon Is., Vanuatu, Iles Loyaute, Nouvelle Caledonie, Australia.	3.0
NP158A7	7	New Zealand, Pacific Ocean Is., Samoa,	

		Hawaii, Fiji, Marshall Is., Marianas Is., China	2.0
NP158A8	8	Korea, Japan	2.0
NP158A9	9	Pacific Russia, West Cost of Canada and USA, Mexico, West Cost of South America.	2.0
NP158A10	10	Antarctica, East Cost of South America, Caribbean, Bahamas, Bermuda,	3.0
NP158A11	11	Gulf of Mexico,East Coast of USA and Canada,	2.0
NP158A12	12	Hudson Bay and Strait. Canadian Arctic,Alaska, Greenland, Iceland, Swalbard Franz Joseph Land, azores, Maderia, Canary Is., Cape Verde Is., West & East Coast of Africa, Madagascar, Mauritius, Seychenlles.	3.0
NP15813	13	UK Offshore	2.0
NP159A		Dự báo thuỷ triều theo phương pháp điều hoà đơn giản. (Simplified Harmonic Method of Tidal Prediction)	2.0

Bằng phần mềm NP159A phiên bản 2.0 có thể nhận trực tiếp giờ và độ cao của thuỷ triều theo phương pháp điều hoà đơn giản (SHM - 159A).

Ở Mỹ cũng có Bản thuỷ triều do US National Ocean Service xuất bản có kí hiệu NOSPBTT.

Bản thuỷ triều Việt nam do Trung tâm khí tượng thuỷ văn biển thuộc Tổng cục khí tượng thuỷ văn VN xuất bản .

Bản thuỷ triều Việt nam được xuất bản hàng năm, nội dung bao gồm tất cả các cảng chính ven biển VN và một số cảng chính nước ngoài lân cận, chia làm 3 tập:

- Tập I - Gồm các cảng chính Hòn Dáu, Hồng Gai, Cửa Ông, Cửa Gianh, Cửa Việt.
- Tập II - Gồm các cảng chính, Đà nẵng ,Quy Nhơn, Nha Trang, Vũng Tàu, Cảng Sài gòn, Hà tiên, Trường sa , Định An.
- Tập III - Gồm các cảng chính Hồng Công, Kom Pong Xom, Xingapo, Băng Cốc.

6.2.7 Tide stream atlases - Bộ atlases dòng chảy thuỷ triều

Admiralty tidal stream atlases do cơ quan thuỷ văn Hải quân Anh xuất bản bao phủ các khu vực như sau:

NP209 Khu vực : Orkney and Shetland.

NP217 - : Hong kong.

NP218 - : North Coast of Ireland, West Coast of Scotland.

NP219 - : Portmouth Harbour and Aproaches.

NP220 - : Rosyth Habour and Aproaches.

NP221 - : Plymouth Habour and Aproaches.

NP222 - : Firth of Clyde and Aproaches.

NP233 - : Dover Strait.

NP249 - : Thames Eastuary.

NP250 - : The English Channel.

NP251 - : North Sea, Southearn portion.

NP252 - : North Sea, North-Western Part.

NP253 - : North Sea, Eastern Part.

NP256 - : Irish Sea and Bristol Channel.

NP257 - : Aproaches to Portland.

NP264 - : The Channel Island and the Adjacent Coasts France.

NP265 - : France, West Coast.

NP337 - : The Solent and Adjacent Waters.

Ở Mỹ, *Tidal current tables* (*Bản dòng chảy thuỷ triều*) do US National Ocean Service xuất bản bao gồm vùng bờ biển Đại tây dương thuộc Bắc Mỹ và vùng bờ biển Thái bình dương thuộc Bắc Mỹ và Châu Á. Ngoài ra US National Ocean Service còn xuất bản Tidal current charts (*Bản đồ dòng chảy thuỷ triều*) cho 4 cảng lớn của Mỹ.

6.2.8 Thông báo hàng hải - Admiralty Notices to Marinners – ANM (Hàng tuần của Bộ Hải quân Anh)

Tại Mỹ *"Notices to Marinners" do* National Imagery and Mapping Agency (NIMA), và National Ocean Service (NOS) cùng U.S. Coast Guard phối hợp xuất bản hàng tuần.

Nội dung những thông tin tư liệu trong ấn phẩm ANM hàng tuần của Anh gồm các phần sau:

Phần I

Nội dung của Phần I ghi chú giải thích, chỉ dẫn cho Phần II

- *Chỉ dẫn địa lý* (Geographical Index), các chỉ dẫn này dùng tham khảo để nhanh chóng tìm đến các trang có liên quan đến việc hiệu chỉnh hải đồ tại một vùng địa lý riêng biệt nào đó.
- *Chỉ dẫn của thông báo và biên mục hải đồ* (Index of Notices and Chart folios) được sắp xếp theo thứ tự của số thông báo (Notice No). Tiếp theo là *Chỉ dẫn hải đồ phải hiệu chỉnh* (Index of Charts affected) được sắp xếp theo số hiệu hải đồ (Admiralty Chart No). Các chỉ dẫn này giúp người hiệu chỉnh nhanh chóng tra tìm hải đồ phải hiệu chỉnh đồng thời không bỏ sót bất cứ thông báo nào trong ANM.

Phần II

Bao gồm các thông tin về việc xuất bản và cung cấp hải đồ mới (NCs) việc xuất bản và tái bản hải đồ, ấn phẩm hiện hành (NEs):

- *Hải đồ và ấn phẩm mới của Anh.* (New Admiralty Charts and Publication), phần này bao gồm danh mục hải đồ và ấn phẩm xuất bản tuần qua.
- *Ấn bản mới của Hải đồ và ấn phẩm của Anh* (New Edition of Admiralty Charts and Publication), bao gồm danh mục ấn bản mới của hải đồ và ấn phẩm hiện hành được xuất bản tuần qua.
- *Hải đồ được đưa vào xê-ri ARCS* (Admiralty Raster Chart Service) trong thời gian qua.
- *Hải đồ sẽ xuất bản* (Admiralty Charts to be published)
- *Ấn phẩm sẽ xuất bản* (Admiralty Publication to be published)
- *Hiệu đính ngày xuất bản* (Revised publication dates) Phần này gồm các hiệu đính về ngày xuất bản hải đồ và ấn phẩm đã công bố trước đây.
- *Hải đồ và ấn phẩm vĩnh viễn huỷ bỏ.* (Admiralty Charts and Publications permanently withdrawn):

  Do việc xuất bản một số hải đồ và ấn phẩm mới, một số hải đồ và ấn phẩm cũ cùng khu vực phải huỷ bỏ. Cần hết sức lưu ý là phải huỷ bỏ hải đồ và ấn phẩm cũ ngay sau khi nhận được các hải đồ và ấn phẩm mới.

- Đôi khi trong Phần II này còn có thông báo việc chỉ định các đại lý hải đồ mới và thay đổi địa chỉ các đại lý (Admiralty Chart Agent Information)
- *Các chi tiết phải cập nhật vào hải đồ* (Miscellaneous Updates to Charts) sắp xếp theo thứ tự số thông báo.
- Ngoài ra hàng quý, tức tháng Ba, tháng Sáu, tháng Chín, tháng Mười hai, trong ANM có danh mục các ấn bản :

  a) Hàng hải chỉ nam và các bổ sung mới nhất.

  b) Danh mục đèn và tín hiệu sương mù.

  c) Danh mục tín hiệu radiô

  d) Ấn phẩm về thuỷ triều.

- *Đính chính* (Erratum). Đôi khi ở cuối phần II có bản đính chính sai sót trong ANM tuần trước.
- *Hiệu chỉnh* (Corrections) Hiệu chỉnh đầu tiên của ấn bản hàng tuần ANM đề cập đến việc hiệu chỉnh phát sinh do phát hành hải đồ mới hay ấn bản mới.
- *Thông báo tạm thời và thông báo ban đầu* (Temporary and Preliminary ANMs):

  Các loại thông báo này được kí hiệu bằng chữ (T) hoặc chữ (P) đặt sau số thứ tự của ANM nhưng phải xem chú thích bên trong trang bìa của ANM.

  Thông báo tạm thời (Temporary Notices - T) dùng để cảnh báo những thay đổi nhất thời các trang thiết bị trợ giúp hàng hải hoặc cảnh báo những nguy hiểm có tính nhất thời, chẳng hạn tập trận hải quân trên biển, dàn khoan, nạo vét...

Thông báo ban đầu (Priliminary Notices - P) bao gồm những thông tin mới nhất về về những công trình mới như phát triển cảng, một chiếc cầu đang xây dựng...Ở đây có thể cung cấp:.

a) Những dự báo về những thay đổi sẽ xảy ra;

b) Khái quát về những biến đổi dự kiến trong khi khảo sát công trình;

c) Một hải đồ của một quốc gia khác sắp công bố...

Những thông báo nói trên thường được đặt ở cuối phần này và chỉ được *in trên một mặt giấy* để có thể *cắt chúng ra đưa vào sổ tay* lưu giữ theo dõi, tham khảo.

Những nội dung trong phần *Thông báo tạm thời Ts* và *Thông báo ban đầu Ps* là những thông tin hàng hải quan trọng cần được hiệu chỉnh vào hải đồ bằng bút chì và phải ghi số của ANM tương ứng với hải đồ hiệu chỉnh vào sổ ghi chép.

Phần IIA

Từ lần xuất bản Ấn bản số 9 ANM ngày 6 tháng 3 năm 1993, nội dung của Thông báo cho người đi biển của Úc và New Zealand được biên tập lại và được xuất bản như là Thông báo cho người đi biển của Anh. Tuy nhiên, nếu cần nguyên bản thông báo này của Úc và New Zealand thì cũng có trong phần này.

Phần III *Cảnh báo hàng hải* (Navigational Warnings)

Xem ghi chú ở ngay đầu phần này trong ANM hàng tuần. Chi tiết về những thông tin thuộc loại này có thể tìm trong *Tóm tắt hàng năm thông báo cho người đi biển* (Annual Summary of Admiralty Notices to Mariners) phần 13 và *Danh mục tín hiệu radio* tập 3 (Admiralty List of Radio Signal Volum 3).

Cần lưu ý rằng những cảnh báo này có tầm quan trọng đặc biệt khi tàu chạy trong vùng địa lý chịu ảnh hưởng của cảnh báo đó.

Phần IV *Hiệu chỉnh hàng hải chỉ nam* (Corrections to Admiralty Sailing direction - SDs).

Nội dung phần này giúp ta hiểu được những thông tin thay đổi trên hải đồ bằng lời văn. Một danh mục các hiệu chỉnh này được tập hợp và in trong Phần IV của ANM của tuần cuối tháng. Những hiệu chỉnh có hiệu lực đến cuối năm thì được in lại trong tập *Kỷ yếu hàng năm của thông báo cho người đi biển* (Annual Summary of Admiralty Notices to Mariners) Nếu như có tập *Bổ sung* (Supplement) cho bất cứ tập *Hàng hải chỉ nam* nào đã được ấn hành thì phải hiệu chỉnh tập *Bổ sung* bằng chính nội dung phần này. Nội dung phần này được in trên một mặt giấy để có thể *cắt và đính* vào vị trí tương ứng trong các quyển PILOT.

Để thuận tiện trong việc tra cứu, các hiệu chỉnh này phải được lưu giữ trong một *cặp hồ sơ riêng* với danh mục hiệu chỉnh mới nhất để trên cùng, mà không nên đính trực tiếp vào tập Hàng hải chỉ nam hoặc tập Bổ sung. Khi cần tham khảo Hàng hải chỉ nam phải tham chiếu cặp hồ sơ riêng đó xem có khu vực nào đang quan tâm cần phải hiệu chỉnh hay không.

Phần V *Hiệu chỉnh Danh mục đèn biển và tín hiệu sương mù.* (Correction to Admiralty List of Lights and Fog Signals -LLs)

Hàng tuần các đèn biển ít nhiều đều có những biến đổi đòi hỏi phải hiệu chỉnh các tập LLs. Những biến đổi này được phản ảnh trong phần hiệu chỉnh hải đồ.

Tuy nhiên, nếu hải đồ không phải là loại có tỷ lệ lớn nhất trong khu vực thì điều quan trọng là phải có đầy đủ các chi tiết của đèn biển và tín hiệu sương mù không thể hiện trên hải đồ. Các chi tiết này sẽ được tìm thấy trong LLs.

Các thông tin liên quan đến việc hiệu chỉnh LLs được in trên một mặt giấy để tiện *cắt và đính* trong các tập LLs tương ứng.

Giữa Phần V và phần VI có thể tìm thấy các Ghi chú (Notes) hoặc các *mảnh in sẵn* (Blocks) có liên quan đến các hiệu chỉnh liệt kê ở phần II. Ở đây còn có các Ghi chú về thuỷ văn (H102) và các Ghi chú về thông tin liên quan đến Cảng (H102a) để tham khảo các thông tin quan trọng về hàng hải trong khi trên hải đồ không có các nội dung đó.

Phần VI *Hiệu chỉnh Danh mục tín hiệu radiô* (Correction to Admiralty List of Radio Signals - ALRS) .

Những thông tin trong mục này cũng rất quan trọng, nó bao gồm thông tin cập nhật về những biến đổi hàng tuần, cần phải hiệu chỉnh các tập ALRS tương ứng .

Nội dung hiệu chỉnh ở phần này có thể được cắt và đính sang các tập ALRS liên quan.

6.2.9 Tổng hợp hàng năm thông báo hàng hải cho người đi biển (Annual summary of Admiralty notices to mariners)

Xuất bản mỗi năm một lần vào đầu năm sau. Ấn phẩm này gồm có 3 nội dung của các thông báo cả năm mà vẫn còn hiệu lực cho đến lúc xuất bản, 3 nội dung đó là:

1. Thông báo năm (Annual notices)

Khoảng 20 mục trong thông báo hàng năm mang tính chất tư liệu, nội dung thông báo trong các mục này hàng năm không thay đổi nhiều lắm mà chỉ lập lại gần như nguyên vẹn thông báo của năm trước. Thông báo nào có thay đổi thì được đánh dấu bằng một đường đậm nét ở đầu dòng phía bên trái.

2. Thông báo tạm thời T và thông báo ban đầu P (Temporary and Preliminary notices).

Phần này in lại các *thông báo tạm thời* T và *thông báo ban đầu* P trong vòng một năm trước đó mà vẫn còn hiệu lực để tiện cho việc tra cứu của sĩ quan hàng hải.

3. Thông báo hiệu chỉnh " Hàng hải chỉ nam" (Correction to Sailing Directions)

Nội dung này in lại các thông báo hiệu chỉnh *Hàng hải chỉ nam* trong vòng một năm trước mà vẫn còn hiệu lực, nhưng chưa đăng trong tập "Bổ sung" (Supplement) để giúp cho sĩ quan hàng hải dễ lưu giữ, tra cứu.

Tập "Annual summary" có bìa màu đỏ, cần để sử dụng cả năm, nên cất giữ ở nơi dễ tìm, không để thất lạc.

6.2.10 NP234 - Danh mục thống kê Thông báo hàng hải (Cumulative list of Admiralty Notices to Mariners.)

Cùng với Thông báo cho người đi biển ANM hàng tuần, tập "Danh mục thống kê..." nói trên được xuất bản mỗi năm hai lần. Lần thứ nhất xuất bản vào tháng 1 trong đó bao gồm tất cả các số Thông báo cho người đi biển ANM đã xuất bản hai năm qua. Lần xuất bản thứ hai vào tháng Bảy trong đó bao gồm tất cả Thông báo cho người đi biển ANM đã xuất bản hai năm rưỡi qua. Nội dung NP234 còn bao gồm ngày tái bản gần nhất tất cả hải đồ trong xê-ri

hải đồ Anh (B.A). Ấn phẩm này là một tài liệu bổ ích để kiểm tra sự chính xác của tất cả các ghi chép thống kê công tác hiệu chỉnh hải đồ. Đó cũng là nguồn tư liệu duy nhất khi lần đầu thiết lập hệ thống ghi chép ANM.

6.2.11 Chart 5011 .

Thực ra đây là một tập ấn phẩm mang tên *Các kí hiệu và chữ viết tắt dùng trong hải đồ Anh* (Symbols and Abbreviations on Admiralty Charts) nhưng nó còn giữ kí hiệu cũ theo kiểu kí hiệu hải đồ. Trong ấn phẩm này giải thích tất cả các kí hiệu và chữ viết tắt trong hải đồ Anh, có thể sử dụng nó như là một tài liệu hướng dẫn khi hiệu chỉnh hải đồ.

Chart 5011 là một loại ấn phẩm phải được cập nhật hiệu chỉnh theo ANM khi cần thiết.

Ấn phẩm của Mỹ mang tên *"Nautical Charts Symbols and Abbreviations terms used on charts"* ký hiệu *"Chart No.1"* có cùng nội dung với ấn phẩm của Chart 5011 nhưng sử dụng cho Hải đồ do Mỹ xuất bản.

6.2.12 Routeing information - Các thông tin về phân tuyến giao thông

Ship's Routeing do IMO xuất bản, cung cấp những thông tin về các tuyến đường, sơ đồ phân tuyến lưu thông, tuyến nước sâu, cùng những vùng biển phải tránh không được hành hải đã được IMO xác nhận.

6.3.13. Radio signal information including VTS and pilot service - Các thông tin về tín hiệu vô tuyến bao gồm VTS và dịch vụ hoa tiêu

6.2.14 Admiralty List of Radio Signals (ALRS) – Danh mục các tín hiệu vô tuyến

Do Hải quân Anh xuất bản bao gồm 8 tập như sau:

1. Tập 1 (NP 281 (1 & 2)) *Các trạm vô tuyến bờ biển (Coast Radio Stations)*

Bao gồm tất cả các tần số, giờ, đặc tính... phát sóng, Dịch vụ Y tế bằng vô tuyến, Yêu cầu về thủ tục kiểm dịch, Báo cáo về côn trùng và ô nhiễm, INMARSAT, Dịch vụ vệ tinh hàng hải, Hệ thống cứu nạn và an toàn hàng hải toàn cầu (GMDSS), Hệ thống báo cáo của tàu, Báo cáo về cướp và cướp có vũ trang, Báo cáo về buôn lậu, Quy tắc sử dụng radio trong nội thuỷ, trích dẫn ngắn các Quy tắc vô tuyến quốc tế.

Tập 1 được chia ra làm hai phần bao phủ những vùng địa lý khác nhau:

Phần 1 - Châu Âu, Châu Phi, Châu Á (trừ quần đảo Phillippine và Indonesia)

Phần 2 - Quần đảo Phillippine, Indonesia, Châu Úc, Châu Mỹ, Greenland và Iceland .

2. Tập 2 (NP 282) *Vô tuyến trợ hàng (Radio Navigational Aid)*

Bao gồm các tiêu vô tuyến hàng không vùng ven bờ, các trạm vô tuyến định hướng, các trạm vô tuyến ven bờ dùng cho dịch vụ QTG, các trạm vô tuyến chuyên phát sóng hiệu chuẩn máy vô tuyến định hướng của tàu, các hải tiêu Racons và Ramarks, thời hiệu vô tuyến và các hệ thống xác định vị trí điện tử gồm hệ thống hàng hải vệ tinh và các trạm DGPS kèm theo nhiều sơ đồ.

3. Tập 3 (NP 283 (1 &2) *Dịch vụ thời tiết vô tuyến và cảnh báo hàng hải* (*Radio weather Services and Navigational warning*).

Gồm các thông tin dịch vụ thời tiết vô tuyến, cảnh báo hàng hải và các dịch vụ thông tin an toàn hàng hải (MSI) khác. Trong tập này còn bao gồm *Dịch vụ khí tượng hàng hải toàn cầu* và các mã khí tượng dùng cho tàu cùng các sơ đồ có liên quan.

Tập 3 được chia làm hai phần bao phủ các vùng địa lý như sau:

Phần 1 - Châu Âu, Châu Phi, Châu Á (trừ quần đảo Phillippine và Indonesia).

Phần 2 - Quần đảo Phillippine, Indonesia, Châu Úc, Châu Mỹ, Greenland và Iceland.

4. Tập 4 (NP 284) *Danh mục các trạm quan sát khí tượng* và các sơ đồ liên quan.

5. Tập 5 (NP285) *Hệ thống báo nạn và an toàn hàng hải toàn cầu*

(*Global Maritime Distress and Safety System - GMDSS*)

Bao gồm các thông tin về thủ tục báo nạn, tìm và cứu cùng tất cả các dịch vụ hỗ trợ cho tàu thuyền sử dụng hay tham gia vào GMDSS. Trong tập này còn bao gồm nhiều sơ đồ giải thích và các trích dẫn thiết thực từ *Các quy tắc vô tuyến quốc tế*.

6. Tập 6 (NP 286 (1 &2)) *Dịch vụ hoa tiêu và hoạt động cảng (Pilot Services and Port Operations)*

Bao gồm tất cả các thủ tục vô tuyến hàng hải thiết yếu hỗ trợ cho các tàu có yêu cầu hoa tiêu và/hoặc vào cảng. Nó còn bao gồm tất cả các dịch vụ thông tin các thiết bị VHF hàng hải và cảng cho thuyền nhỏ. Tập này cung cấp các thông tin về các bản tin ETA ban đầu cho đến khi cập cầu, từ các yêu cầu hoa tiêu đường dài cho đến việc thu xếp trước cầu cảng.

Tập 6 được chia làm 2 phần bao phủ các khu vực địa lý như sau:

Phần 1 - Châu Âu và Địa trung hải .

Phần 2 - Châu Phi, Châu Á, Châu Úc, Châu Mỹ, Greenland và Iceland.

7. Tập 7 (NP 287 (1 &2)) *Dịch vụ kiểm soát giao thông tàu thuyền và hệ thống báo cáo (Vessel Traffic Services and Reporting Systems)*

Bao gồm tất cả những thông tin về *Dịch vụ lưu thông tàu thuyền* (Vessel Traffic Services - VTS) địa phương, quốc gia và quốc tế. trong đó bao gồm tất cả các hệ thống đã được IMO thông qua và các chi tiết về hệ thống báo cáo toàn cầu bắt buộc hoặc khuyến cáo hoặc tự nguyện.

Tập 6 cũng chia làm hai phần bao phủ các khu vực địa lý khác nhau:

Phần 1 - Châu Âu và Địa trung hải.

Phần 2 - Châu Phi, Châu Á, Châu Úc, Châu Mỹ Greenland và Iceland.

8. Tập 8 (NP 288) *Hệ thống hàng hải vệ tinh.*

Bao gồm các thông tin về sai số ở các vị trí khác nhau. trong đó có các giải thích chi tiết và các chỉ dẫn về cách sử dụng.

6.2.15 Climatic information - Thông tin về khí hậu

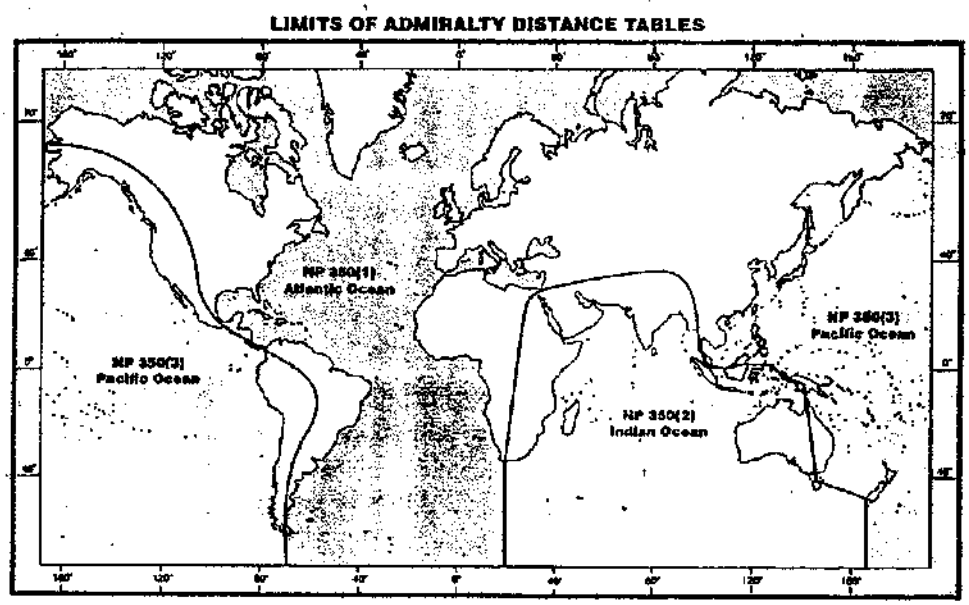
Thông tin về khí hậu có thể tham khảo từ nhiều nguồn khác nhau có sẵn trong các ấn phẩm như Hàng hải chỉ nam, hải đồ, Các tuyến hành trình vượt đại dương trên toàn cầu ...

Ngoài ra còn có ấn phẩm *Weather Satellite Picture Interpritation* (NP 411) - Giải thích ảnh vệ tinh thời tiết Tập 1 và tập 2.

6.2.16 BA D6083 - Load-line chart - Bản đồ dấu chuyên chở

Các quy tắc về dấu chuyên chở là bắt buộc đối với tàu hàng hải trên biển. Phân khu vực với dấu chuyên chở khác nhau có thể tham khảo trong quyển *Ocean Passage for the world* hoặc bản đồ dấu chuyên chở *BA D6083*. (Load Line Rules - Zones, Areas and Seasonal Periods).

6.2.17 Distance tables –Bản tính cự ly



Hình 6.03

Gồm có *Bảng cự ly trên đại dương* và *Bảng cự ly ven bờ* do nhà xuất bản Hải quân Anh *(NP350)* và nhà xuất bản Mỹ *US DMA (NVPUB 151)* phát hành.

Bảng NP350 của Anh chia ra làm 3 quyển cho 3 vùng biển khác nhau, hình 6.03 có tên:

NP350(1) cho vùng Đại Tây Dương, NP(2) cho vùng Ấn Độ Dương, NP350(3) cho vùng Thái Bình Dương.

6.2.18 Electronic navigational systems information - Thông tin hệ thống hàng hải điện tử

Các thông tin cần thiết trong lĩnh vực này được cung cấp tuỳ thuộc hệ thống đang sử dụng trên loại tàu chuyên dụng nào đó, thường được cung cấp kèm theo thiết bị.

6.2.19 Radio and local warnings - Các cảnh báo vô tuyến và cảnh báo địa phương

Các thông tin mới nhất nhận được thông qua hệ thống vô tuyến điện bao gồm NAVTEX và các cảnh báo địa phương nhận được từ các nhà chức trách cảng.

Có thể tham khảo các dịch vụ thông tin hàng hải toàn cầu và các trạm phát cảnh báo trong *Admiralty List Radio Signals* (ALRS) tập 3 .

6.2.20 The Mariner's Handbook - Sổ tay của người đi biển

Do Cơ quan thuỷ văn hải quân Anh xuất bản, mang ký hiệu NP100, từ 3 đến 5 năm tái bả có hiệu chỉnh một lần.

Trong quyển cẩm nang này có rất nhiều thông tin rất bổ ích cho người đi biển.

Nội dung chính thường bao gồm những lĩnh vực sau đây:

- Hải đồ và ấn phẩm hàng hải.
- Thuật ngữ hàng hải.
- Sử dụng hải đồ và các thiết bị, hệ thống hỗ trợ.
- Các quy tắc về luồng giao thông.
- Các chướng ngại và giới hạn.
- Biển và thềm lục địa.
- Khí tượng.
- Băng.

6.2.21 Hướng dẫn vào cảng - Guide to Ports Entry

Đây là một bộ sách giới thiệu tư liệu về các cảng biển trên thế giới và các thủ tục, những điều cần chú ý khi vào cảng. Bộ sách này có giá trị tham khảo rất lớn, nhất là đối với thuyền trưởng lần đầu đến một cảng nào đó. Tuy nhiên, tài liệu hướng dẫn này *không thay thế cho các văn bản pháp luật của quốc gia có cảng*. Sách chia làm hai tập, được sắp xếp theo thứ tự chữ cái, hai năm tái bản một lần. Nội dung cho mỗi cảng bao gồm các phần sau đây:

1. Giới hạn cảng (Port limit): Sau khi tàu đi vào giới hạn này coi như "tàu đã đến cảng" (Arrived ship) theo ý nghĩa của các hợp đồng thuê tàu, đó là lúc cần phải trao " Thông báo sẵn sàng" (NOR), và bắt đầu tính thời gian làm hàng.
2. Giấy tờ thủ tục (Documents): Đây là phần nội dung quan trọng bao gồm các giấy tờ, bản khai, giấy chứng nhận cần thiết cho thủ tục nhập cảnh theo quy định của nhà chức trách địa phương mà thuyền trưởng cần phải có sự chuẩn bị chu đáo trước khi vào cảng. Ví dụ: Danh sách thuyền viên, danh sách hành khách, các tờ khai hải quan, chứng nhận y tế, bản lược khai hàng hoá, các giấy chứng nhận của tàu...
3. Chế độ hoa tiêu (Pilotage): Bao gồm các quy định về chế độ hoa tiêu, vị trí trạm hoa tiêu, cách thức liên hệ trạm hoa tiêu, nội dung thông báo ETA, tần số, kênh liên lạc hoa tiêu, vị trí nhận hoa tiêu, các yêu cầu đặc biệt của hoa tiêu ...
4. Vùng neo (Anchorages): Giới hạn an toàn của khu vực neo, độ sâu, những điều cần chú ý.
5. Những hạn chế (Restrictions): Những hạn chế trong vùng cảng, như thời gian ra vào cảng, độ sâu, thuỷ triều...
6. Kích thước lớn nhất (Max. size): Chiều dài, chiều rộng, mớn nước tối đa cho phép của các tàu vào cảng, bao gồm lợi dụng thuỷ triều để vào cảng.
7. Điều kiện y tế (Health): các thủ tục kiểm dịch, điều kiện miễn kiểm dịch, các thủ tục khi trên tàu có người ốm, người bị bệnh truyền nhiễm, mặc nhiên miễn kiểm dịch (tàu đến từ một cảng khác cùng một quốc gia) ...
8. Thông tin radio

9. Các quy định về tần số (kênh) VHF liên lạc với các cơ quan hữu quan như hải quan, cảng vụ, hoa tiêu, kiểm dịch...

10. Rađa: Các tư liệu về dịch vụ dẫn đường vào cảng bằng rađa bờ, tần số liên lạc với trạm rađa.

11. Tàu lai (Tugs): Các dịch vụ tàu lai, địa điểm nhận tàu lai, sử dụng dây lai tàu/tàu lai, chi phí tàu lai...

12. Cầu bến (Berthing): bao gồm các tư liệu về cầu tàu như chiều dài cầu, độ sâu, thiết bị cẩu hàng, các số liệu về bốc xếp hàng hoá...

13. Cần cẩu bờ (Cranes) : Chủng loại cần cẩu, số lượng, sức nâng.

14. Các điều kiện về bốc xếp hàng rời (Bulk cargoes facilities)

15. Các điều kiện về bốc xếp hàng đặc chủng (Specialised cargoes handling facilities)

16. Cầu (Bridges): các cầu phải đi qua khi vào cảng, độ tĩnh không của cầu.

17. Công nhân xếp dỡ (Stevedores) : Các yêu cầu báo ETA cho việc thu xếp các ca làm việc, tốc độ bốc xếp các loại hàng chính.

18. Y tế (Medical): Các điều kiện bệnh viện ở cảng và các thông tin liên quan đến y tế địa phương.

19. Tàu dầu (Tankers): Các thông tin có liên quan đến xếp dỡ tàu dầu.

20. Độ mặn (Density): Độ mặn trung bình của nước trong cảng.

21. Nước ngọt (Fresh water): cảng có cấp nước ngọt hay không, cách cấp nước ngọt, tốc độ cấp nước và giá nước ngọt.

22. Nhiên liệu (Fuel): Có cấp nhiên liệu hay không, loại nhiên liệu. Cách cấp...

23. Phòng cháy (Fire Precaution): Các biện pháp phòng cháy, đặc biệt cho phòng cháy tàu dầu.

24. Lãnh sự quán (Consult): tên lãnh sự quán các quốc gia ở cảng.

25. Sửa chữa (Repairs): Khả năng sửa chữa boong, máy, các cơ quan dịch vụ sửa chữa...

26. Ụ khô (Drydocks): Ụ khô lớn nhất, nhỏ nhất, số lượng.

27. Nhân viên đăng kiểm (Surveyors) : Các cơ quan đăng kiểm ở cảng và gần cảng.

28. Nhân viên trực cầu thang/ Trực boong (Gangway / Deck watchmen): khả năng cung cấp nhân viên trực cầu thang và trực boong tàu, giá cả.

29. Đóng mở hầm hàng (Hatches): Mở hầm do thuyền viên tự làm hay công nhân xếp dỡ thực hiện.

30. Định mức Hải quan (Customs allowances): số lượng các đồ dùng miễn thuế như thuốc lá, rượu. ... cho phép thuyền viên sử dụng.

31. Thiết bị xếp dỡ (Cargo gear): Các thiết bị xếp dỡ hiệu suất cao trên bờ, các thiết bị xếp dỡ đặc biệt, cần cẩu đại...

32. Thay đổi thuyền viên (Repatriation): Thu xếp thay đổi thuyền viên nếu có nhu cầu.

33. Sân bay (Air port): Cự ly đến các sân bay, các chuyến bay, giờ bay...

34. Thời gian (Time): Giờ địa phương, giờ GMT, chuyển đổi, quy định về thay đổi giờ trong năm.

35. Ngày nghỉ (Holidays): Các ngày nghỉ theo quy định, có thể thu xếp làm việc vào các ngày nghỉ hay không.

36. Cảnh sát, cấp cứu và phòng cháy ((Police / Ambulance / Fire): Số điện thoại của các loại nghiệp vụ này.

37. Nối điện thoại bờ (Telephones): Có thể nối điện thoại từ bờ xuống tàu được không, chi phí.

38. Các loại dịch vụ (Services): Tư liệu liên quan các loại dịch vụ như rửa hầm tàu, khử độ lệch la bàn ...

39. Thuyền viên đi bờ (Shore leave): Thuyền viên có được phép đi bờ không.

40. Giấy phép đi bờ (Identification cards): Sử dụng giấy đi bờ do phía cảng cấp hay sử dụng hộ chiếu thuyền viên.

41. Nội quy cảng (Regulation): Các quy định đặc biệt của cảng.

42. Chậm trễ (Delays) Khả năng chậm trễ cầu bến, chậm xếp dỡ, cung ứng nhiên liệu.

43. Kế hoạch phát triển (Development): Các thông tin về kế hoạch nạo vét luồng, phát triển cầu bến, tăng cường trang thiết bị, thời gian hoàn thành.

44. Báo cáo của sĩ quan các tàu (Ship's officers reports): Các tư liệu mới nhất về các yêu cầu hiệu chỉnh, bổ sung, đồng thời đưa ra các kinh nghiệm, các vướn mắc... của sĩ quan tàu khi làm thủ tục và khi lưu lại ở cảng. Các ý kiến này là tư liệu tham khảo rất có ích đối với thuyền trưởng các tầu.

45. (Tổng hợp (General): Tất cả các thông tin cần thiết cho thuyền trưởng không bao gồm trong các mục đề cập ở trên.

46. Nhà chức trách cảng (Authority) Tên Nhà chức trách cảng, địa chỉ, điện thoại và các tư liệu khác.

47. Đại lý (Agent): Tư liệu tham khảo về các đại lý lớn: tên, địa chỉ, điện thoại, telex, fax.

HẢI ĐỒ, HIỆU CHỈNH HẢI ĐỒ VÀ HIỆU CHỈNH ẤN PHẨM HÀNG HẢI

7.1 Khái quát về hải đồ

Hải đồ dùng để thể hiện một phần mặt biển trên mặt phẳng bao gồm bờ biển, hải đảo cùng các thông tin về độ sâu, các chướng ngại vật... dưới đáy biển, là một công cụ không thể thiếu cho các nhà hàng hải. Hải đồ đang sử dụng còn là một trong những cơ sở pháp lý để xác định nguyên nhân các tai nạn, rủi ro trên biển. Theo yêu cầu của SOLAS, hải đồ là một trong những loại ấn phẩm bắt buộc phải trang bị cho các tàu chạy biển.

Hải đồ đầu tiên của loài người được in trên những tấm da cừu. Từ lâu nhân loại đã biết sử dụng hải đồ giấy. Cho đến nay hải đồ giấy vẫn là một công cụ không thể thiếu được của những người đi biển. Đó là thế hệ thứ nhất của hải đồ.

Ngày nay, hải đồ điện tử thể hiện các dữ liệu bằng kỹ thuật số và hiển thị trên màn hình điện tử đang dần dần được áp dụng trong hàng hải hiện đại. Hải đồ điện tử không phải là những phiên bản đơn giản của hải đồ giấy bằng kỹ thuật số; nó là thế hệ thứ hai của hải đồ, là phép thuật hàng hải hoàn toàn mới mẻ với tính năng và giới hạn hoàn toàn khác với hải đồ giấy. Hải đồ điện tử có tính pháp lý tương đương với hải đồ giấy nếu nó thoả mãn các tính năng kỹ thuật theo yêu cầu của IMO (xem Chương 21 – Hải đồ điển tử).

7.1.1 Phân loại hải đồ đi biển

Căn cứ vào vào thước tỷ lệ, có thể chia hải đồ đi biển thành các loại như sau:

1. Tổng đồ (còn gọi là hải đồ đại dương)

   Có thước tỷ lệ nhỏ nằm trong khoảng $\frac{1}{1.000.000} \sim \frac{1}{5.000.000}$

   Đó là loại hải đồ khu vực, mỗi một tổng đồ bao quát một vùng rất rộng, trên đó chỉ in khái quát các thông tin về tình hình địa lý, một số các hải đăng và mục tiêu quan trọng cần thiết cho việc chạy tàu ngoài đại dương hoặc dùng để tham khảo hoạch định tuyến hành trình tổng quát cho những chuyến vượt đại dương.

2. Hải đồ chạy biển xa

   Có thước tỷ lệ nằm trong khoảng $\frac{1}{250.000} \sim \frac{1}{1.000.000}$

   Trên loại hải đồ này chỉ bao gồm các tư liệu hàng hải cần thiết như hải đăng, các mục tiêu có thể quan sát được từ xa bằng mắt thường và bằng ra-đa cùng với độ sâu đáy biển giữa

đại dương, có thể dùng để kẻ đường đi, xác định vị trí... Đây là loại hải đồ chỉ phù hợp với những hành trình dài xa bờ.

3. Hải đồ ven biển

Có thước tỷ lệ lớn hơn, nằm trong khoảng $\frac{1}{50.000} \sim \frac{1}{250.000}$

Tất cả những thông tin, tư liệu hàng hải chi tiết trên biển đều được đưa vào hải đồ này. Nó được sử dụng để kẻ đường chạy tàu và xác định vị trí tàu khi chạy ven biển, giữa các khu vực đảo, các luồng tàu.

4. Hải đồ cảng.

Có tỷ lệ lớn hơn $\frac{1}{50.000}$

Trên loại hải đồ này bao gồm các thông tin có liên quan đến vùng cảng, những khu vực neo đậu giành cho tàu thuyền, tuyến luồng chạy tàu, cầu tàu, bến cảng... chủ yếu sử dụng cho tàu thuyền ra vào cảng. Đối với một số cảng nhỏ có thể được in ghép vào hải đồ bờ biển.

5. Lưới đồ kinh vĩ – Plotting sheet.

$$\text{Có tỷ lệ} \quad \frac{1}{50.000}$$

Lưới đồ kinh vĩ là một loại hải đồ Merkator trên đó chỉ in mạng lưới kinh vĩ, các chỉ số vĩ độ được in sẵn trên viền dọc, còn các viền ngang thì không in kinh độ mà để trống và chỉ điền vào bằng bút chì theo khu vực hành hải khi có nhu cầu, ngoài ra không có một thông tin tư liệu hàng hải nào khác.

Nói chung, loại hải đồ chạy đại dương thông thường có tỷ lệ rất nhỏ, trên đó không thể tiến hành vạch đường đi và xác định vị trí bằng thiên thể do sai số tác nghiệp quá lớn, không thoả mãn yêu cầu hàng hải. Mặt khác, thông thường giữa đại dương mênh mông hầu như chẳng có chướng ngại vật hoặc mục tiêu nào đáng để in thành từng hải đồ khu vực có tỷ lệ phù hợp với yêu cầu của hải đồ chạy biển. Vì vậy lưới đồ kinh vĩ được dùng để thay thế hải đồ chạy biển tỷ lệ lớn khi hành hải trên đại dương.

6. Hải đồ tham khảo.

Đó là một loại hải đồ chuyên dụng được xuất bản theo một nhu cầu đặc biệt nào đó như,

- Hải đồ các hệ thống đạo hàng vô tuyến Loran, Decca . . . dùng để định vị.
- Hải đồ Gnomonic (dùng để vạch tuyến đi trên cung vòng lớn), các bản đồ khí tượng thuỷ văn, bản đồ địa từ... Nói chung loại hải đồ này không thể dùng để tác nghiệp chạy biển được, chỉ để tham khảo.

7.1.2 Thước tỷ lệ hải đồ

Thước tỷ lệ là mức độ thu nhỏ kích thước trên thực địa được diễn tả bằng các hình thức khác nhau trên hải đồ. Trên hải đồ đi biển thường dùng các loại thước tỉ lệ như sau,

1. Thước tỉ lệ số

Thước tỉ lệ số là một phân số có tử số là một đơn vị độ dài trên hải đồ và mẫu số là số đơn vị độ dài tương ứng ngoài thực địa. Chẳng hạn 1/50.000 có nghĩa là ứng với một đơn vị trên bản đồ tương đương với 50.000 đơn vị ngoài thực địa.

2. Thước tỉ lệ thẳng

Là một đoạn thẳng biểu diễn một đơn vị chiều dài trên bản đồ tương ứng với bao nhiêu đơn vị chiều dài ngoài thực địa (ví dụ 1 cm trên bản đồ ứng với 2 hải lý ngoài thực địa).

3. Độ chính xác giới hạn (Limit accuracy) của hải đồ

Thước tỷ lệ của hải đồ quyết định độ chính xác của hải đồ. Mắt con người bình thường chỉ có thể phân biệt rõ ràng hai điểm cách nhau 0,1 mm trên hải đồ. Trong quá trình biên tập và chế tạo hải đồ, việc xử lý đồ hoạ cũng có sai số đến 0,1 mm. Độ dài thực địa theo chiều ngang đo trên hải đồ theo thước tỷ lệ không tránh khỏi sai số chừng 0,1 mm. Đại lượng này tương đương với chiều dài thực địa của 0,1mm trên hải đồ gọi là *độ chính xác của thước tỷ lệ* hoặc còn gọi là *độ chính xác giới hạn* hải đồ. mỗi một loại hải đồ tuỳ theo thước tỷ lệ đều có độ chính xác giới hạn riêng. Bản dưới đây là độ chính xác giới hạn của các loại hải đồ.

Thước tỷ lệ của hải đồ	*Độ chính xác giới hạn*
< 1:3 000 000	> 300 m
1:1 000 000 ~ 1:2 999 000	100m ~ 299 m
1:200 000 ~ 1:990 000	20 m ~ 99 m
1:100 000 ~ 1: 190 000	10 m ~ 19 m
1:20 000 ~ 1:90 000	2 m ~ 9 m
> 1:20 000	< 2 m

Độ chính xác cao nhất khi tác nghiệp hải đồ cũng phụ thuộc vào thước tỷ lệ của hải đồ. Dùng một đầu bút chì nhọn chấm một chấm lên hải đồ thì đường kính nhỏ nhất của chấm bút chì đó là 0,2 mm. Đây cũng là khoảng cách nhỏ nhất khi tác nghiệp hải đồ có thể phân biệt và đo bằng compa. Như vậy, về mặt định lượng, thì độ chính xác cao nhất khi tác nghiệp hải đồ gấp đôi độ chính xác giới hạn.

7.1.3 Các phép chiếu hải đồ

Các nhà chế tạo bản đồ không thể nào triển khai bề mặt trái đất lên trên mặt phẳng mà bề mặt đó không bị biến dạng. Một phép chiếu chỉ thỏa mãn được một trong các điều kiện nhất định, hoặc đẳng giác hoặc đẳng tích hoặc không thỏa mãn cả 2 điều kiện này. Tuy nhiên, nếu bỏ qua những sai sót cho phép cũng có thể vẽ được một phần trái đất lên bản đồ mà vẫn thoả mãn được cả điều kiện đẳng giác và đẳng tích.

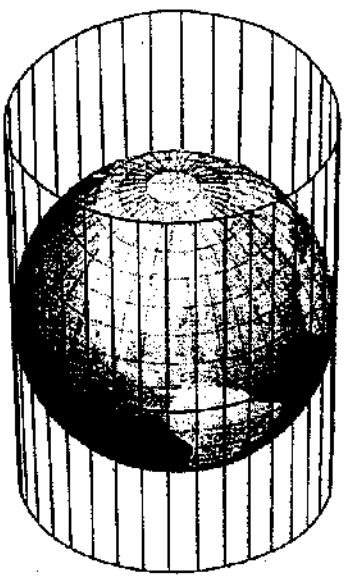
Mặt khác, vì có nhiều phép chiếu khác nhau, nên cấu tạo các mạng kinh vĩ cũng khác nhau tùy theo phép chiếu. Khi chế tạo hải đồ, tùy các phép chiếu khác nhau người ta tiến hành đủ các loại hiệu chỉnh và bổ sung bằng các phương pháp toán học mới có thể làm cho hình dáng, diện tích, cự ly cũng như phương hướng trên hải đồ phù hợp với thực tế và dễ sử dụng.

Việc sử dụng hải đồ điện tử hiện nay ngày càng phổ biến, cho nên điều quan trọng nên nhớ rằng phương pháp đồ bản trên hải đồ giấy cũng được áp dụng hoàn toàn trên màn hình hải đồ điện tử.

Có rất nhiều phép chiếu khác nhau, có thể phân loại theo sai số, theo phép chiếu. Ở đây chỉ nêu một vài loại phép chiếu cơ bản để lập hải đồ đi biển.

1. Phép chiếu hình trụ

Cuộn tờ giấy thành một hình trụ bao quanh quả cầu sao cho trục của hình trụ trùng với trục của trái đất, rồi từ tâm trái đất chiếu hình dáng bề mặt trái đất lên trên tờ giấy. Trải phẳng tờ giấy, trên giấy các vĩ tuyến sẽ trở thành những đường song song với khoảng cách tăng dần theo sự tăng tiến của vĩ độ, và các kinh tuyến thì trở thành những đường song song cách đều nhau, xem hình 7.01.



Hình 7.01

Phụ thuộc vào góc giữa trục hình trụ và trục địa cầu ta có các loại phép chiếu hình trụ khác nhau,

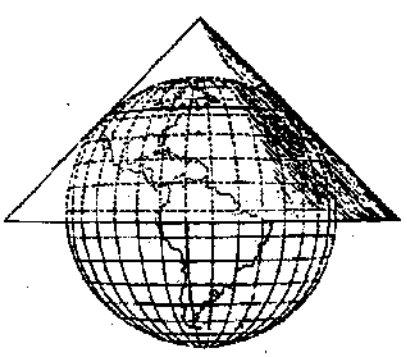
1) Khi trục địa cầu trùng với trục hình trụ như hình 7.01 gọi là *phép chiếu pháp tuyến.* Phép chiếu này được áp dụng cho hải đồ Mercator, là phép chiếu thông dụng nhất đối với hải đồ đi biển.

2) Khi trục địa cầu vuông góc với trục hình trụ gọi *phép chiếu ngang*

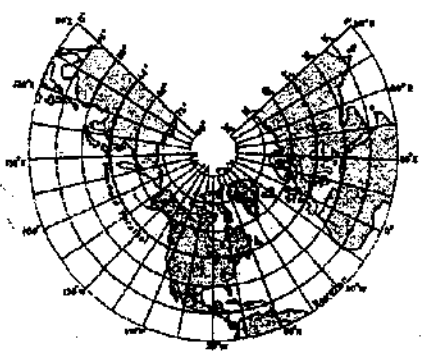
3) Khi trục địa cầu tạo thành với trục hình trụ một góc bất kỳ thì gọi là phép chiếu xiên.

2. Phép chiếu hình nón

Cho mặt trong của hình nón tiếp xúc với hình cầu còn trục hình nón thì trùng với trục quay của quả địa cầu xem hình 7.02. (Cũng có thể cho mặt nón cắt địa cầu qua 2 vĩ tuyến). Chiếu các đường kinh, vĩ tuyến lên mặt nón rồi trải ra trên mặt phẳng sẽ được mạng lưới kinh vĩ. Hình 7.03 là bản đồ bắc bán cầu theo phép chiếu hình nón.



Hình 7.02



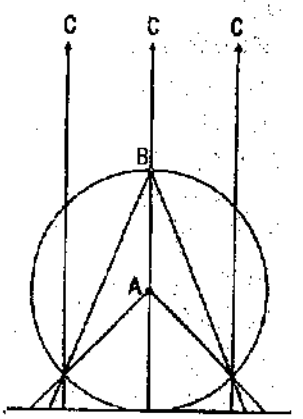
Hình 7.03

Các đường vĩ tuyến lúc này là những cung tròn đồng tâm có bán kính phụ thuộc vào vĩ độ. Các đường kinh tuyến là những đường thẳng đồng quy tại một điểm.

Nếu trục hình nón vuông góc với trục quay của địa cầu ta có phép chiếu ngang. Trục hình nón tạo thành với trục địa cầu một góc ta có phép chiếu hình nón xiên. Phép chiếu này không có tính chất đẳng giác cũng như đẳng tích.

3. Phép chiếu Gnomonic

Phép chiếu Gnomonic là phép chiếu phối cảnh, là một trong các kết quả của phép chiếu phương vị hoặc phép chiếu thiên đỉnh (Azimuthal projections or Zenithal projections), xem hình 7.04. Với phép chiếu này, các điểm trên trái đất được chiếu trực tiếp lên mặt phẳng,



Hình 7.04

1) Điểm chiếu đặt tại A – tâm trái đất, gọi là *phép chiếu gnomonic*. Đây cùng là một phép chiếu thường ứng dụng trong hải đồ đi biển để tham khảo.

2) Điểm chiếu đặt tại B, điểm đối diện tiếp xúc với mặt cầu thì gọi là *phép chiếu stereographic*.

3) Nếu điểm chiếu đặt ở vô cực, tức các tia chiếu song song như các đường C thì gọi là *phép chiếu ortographic*.

Cả ba phép chiếu nói trên đều là chiếu phối cảnh.

7.2 Các phép chiếu áp dụng cho hải đồ

7.2.1 Những yêu cầu cơ bản của hải đồ đi biển

Để tiện lợi cho việc sử dụng, hải đồ đi biển đòi hỏi trên từng khu vực nhất định địa hình vẽ trên hải đồ phải giống với địa hình trên thực tế, phương hướng và góc độ ở bất cứ điểm nào trên hải đồ cũng không được thay đổi so với thực tế. Cụ thể,

1. Phép chiếu hải đồ phải đảm bảo tính đẳng giác

   Ở trên hải đồ đi biển người ta tiến hành thao tác đường tàu chạy (kẻ hướng đi), kẻ các đường phương vị, đo khoảng cách tới mục tiêu, hay đo góc kẹp giữa chúng... Muốn làm được điều đó thì các giá trị góc trên hải đồ phải đảm bảo bằng các giá trị góc ngoài thực địa.

2. Đường hằng hướng (rhumb line)) phải là một đường thẳng trên hải đồ.

   Ở trên địa cầu hằng hướng là một đường xoắn ốc, tàu phải chạy dọc theo đường hằng hướng để tránh đổi hướng liên tục. Tuy nhiên, để dễ dàng thao tác thì phép chiếu phải bảo đảm sao cho đường hằng hướng trên hải đồ là đường thẳng.

3. Độ biến dạng hải đồ phải nằm trong giới hạn cho phép để dễ dàng sử dụng các đơn vị đo lường trong phạm vi hải đồ mà không ảnh hưởng đến *độ chính xác* cần thiết.

   Để thoả mãn yêu cầu không làm biến đổi địa hình thực tế (hoặc biến đổi rất ít), phương hướng và góc độ không được biến dạng, *đường hằng hướng* trên hải đồ phải là một đường thẳng, các nhà đồ bản phải áp dụng một phép chiếu nào đó, xây dựng các mô hình toán học, tiến hành các hiệu chỉnh cần thiết để lập nên mạng kinh vĩ vừa tiện lợi vừa vừa đảm bảo độ chính xác đủ cho hàng hải trên biển. Chỉ có phép chiếu hình trụ, pháp tuyến đẳng giác do nhà bác học MERCATOR đề xướng mới có thể thỏa mãn các yêu cầu nêu trên. Hiện nay trên 95% hải đồ đi biển đều dùng phép chiếu Merkator.

7.2.2 Hải đồ Mercator

(Gerardus Mercator nhà toán học người Bỉ, phát minh phép chiếu Mercator vào giữa thế kỷ 17)

1. Đường hằng hướng (rhumb line)

   Nếu con tàu chạy theo một hướng đi cố định không đổi thì quỹ tích - vết đi lý tưởng của nó

là một đường cong trên bề mặt trái đất, gọi là *đường hằng hướng* hoặc đường *đẳng giác*.

Đường hằng hướng (Hình 7.05) trên địa cầu là một đường xoắn ốc luôn cắt các kinh tuyến với các góc không đổi. Nếu chúng ta dẫn tàu theo đường hằng hướng thì sẽ rất tiện lợi vì hướng chạy tàu được giữ nguyên, không phải bẻ lái liên tục để thay đổi hướng trong quá trình hành hải.

Coi trái đất là một hình cầu, C là hướng đi cố định giữa hai điểm A(φ_1, λ_1) và B(φ_2, λ_2) thì có thể chứng minh phương trình *đường hằng hướng* trên địa cầu như sau,



Hình 7.05

$$\lambda_2 - \lambda_1 = tgC\ [\ln\ tg(\frac{\pi}{4}+\frac{\varphi_2}{2}) - \ln\ tg(\frac{\pi}{4}+\frac{\varphi_1}{2})\ ]$$

Phân tích công thức trên nhận thấy rằng, khi hướng đi C = 000^0 hoặc 180^0 thì λ_2-λ_1 = 0 Điều đó có nghĩa là, trong trường hợp này, tàu chạy theo một đường hằng hướng, kinh độ không biến đổi, đường đi trùng với đường kinh tuyến và nằm trên vòng tròn lớn nối giữa hai địa cực.

Khi chạy theo hướng C = 90^0 hoặc 270^0, thì tgC = ∞, nhưng $(\lambda_2-\lambda_1)$ là một giá trị hữu hạn. Điều kiện cần là,

$$[\ln\ tg(\frac{\pi}{4}+\frac{\varphi_2}{2}) - \ln\ tg(\frac{\pi}{4}+\frac{\varphi_1}{2})\ ] = 0,$$

tức là $\varphi_2 = \varphi_1 \Rightarrow$ tàu chạy trên đường hằng hướng vĩ độ không đổi. Lúc này đường hằng hướng trùng với đường đẳng vĩ độ. Đường hằng hướng trong trường hợp này là đường xích đạo (cung vòng lớn) hay các vòng vĩ độ (vòng trong nhỏ).

Coi trái đất là một Spheroid, bằng cách tương tự, cũng có thể chứng minh phương trình đường hằng hướng trên địa cầu như sau, trong đó e là độ lệch tâm của elip kinh tuyến.

$$\lambda_2 - \lambda_1 = tgC\{\ln[tg\ (\frac{\pi}{4}+\frac{\varphi_2}{2})\ (\frac{1-e\ \sin\varphi_2}{1+e\ \sin\ \varphi_2})^{e/2}\ ] - \ln[tg\ (\frac{\pi}{4}+\frac{\varphi_1}{2})\ (\frac{1-e\ \sin\varphi_1}{1+e\ \sin\ \varphi_1})^{e/2}\ ]\}$$

Đường hằng hướng là một đường xoắn ốc tiến dần về cực trái đất nhưng không bao giờ đi tới địa cực. Công thức cũng cho thấy nó có dạng của một đường tuyến tính, như vậy hình chiếu của đường hằng hướng theo phép chiếu hình trụ Mercator là một *đường thẳng*.

Theo phép chiếu hình trụ thì các đường tý ngọ vẽ thành các đường thẳng song song có gián cách bằng nhau; đường xích đạo và các vòng tròn vĩ độ cũng vẽ thành các đường song song và vuông góc với các đường tý ngọ.

Coi trái đất là một hình ellipsoid dẹt, bằng phương trình toán học có thể chứng minh chỉ cần thang tỷ lệ của hướng kinh tuyến và vĩ tuyến tại một điểm bất kỳ trên trái đất bằng nhau

thì thang tỷ lệ cục bộ trên các hướng còn lại của điểm đó cũng bằng nhau và *tính đẳng giác* của phép chiếu sẽ thoả mãn.

Để đảm bảo sự đồng nhất thang tỷ lệ trên kinh tuyến và vĩ tuyến, thì phép chiếu Mercator phải thoả mãn điều kiện,

$$MP = aIn\left[tg(\frac{\pi}{4}+\frac{\varphi}{2})(\frac{1-e\sin\varphi}{1+e\sin\varphi})^{e/2}\right]$$

Trong công thức,

MP là khoảng cách tính từ xích đạo tới một vĩ tuyến nào đó trên hải đồ.

a - bán trục lớn của Ellipsoid trái đất, chính là đường kính vòng tròn xích đạo.

2. Vĩ độ tiến - MP

Ở trên hải đồ Mercator, khoảng cách MP tính từ xích đạo tới một vĩ tuyến nào đó được gọi là *vĩ độ tiến MP (Meridional Part).*

Công thức tính MP ở trên cho thấy MP và bán trục lớn của trái đất là cùng một đơn vị. Vĩ độ tiến MP có thể được đo bằng bất kỳ đơn vị chiều dài nào, nhưng để tiện lợi, trong hàng hải người ta lấy một *hải lý xích đạo* (Equatorical mile) làm đơn vị. Một hải lý xích đạo bằng chiều dài 1 phút cung xích đạo.

Do các quốc gia áp dụng hình dáng trái đất khác nhau để tính toán cho nên chiều dài của một hải lý xích đạo của các quốc gia không giống nhau, nói chung, có thể lấy con số gần đúng,

$$1 \text{ Hải lý xích đạo} = a.arc1' = 1\,855{,}36 \text{ m.}$$

$$a = \frac{1}{arc1'} \text{ (hải lý xích đạo)} = 3\,437{,}746771 \text{ (hải lý xích đạo)}$$

Đem a thay vào công thức tính MP ở trên, đồng thời chuyển logarit tự nhiên trong công thức sang logarit thập phân ta có,

$$MP = 7915{,}70447\lg\left[tg(\frac{\pi}{4}+\frac{\varphi}{2})(\frac{1-e\sin\varphi}{1+e\sin\varphi})^{e/2}\right] \text{(Hải lý xích đạo)}$$

Có thể căn cứ công thức này để lập thành bảng vĩ độ tiến, với số dẫn là các vĩ độ khác nhau ta tính được vĩ độ tiến cho mỗi vĩ độ tương ứng.

Tóm lại, vĩ độ tiến tại một vĩ tuyến nào đó trên hải đồ Mercator là cự ly tính từ vĩ tuyến đó đến xích đạo đo bằng đơn vị chiều dài một phút kinh độ của xích đạo trên hải đồ (tức là chiều dài của 1 hải lý xích đạo trên hải đồ).

3. Hiệu vĩ độ tiến – DMP (Difference Meridional Part)

Hiệu vĩ độ tiến là hiệu của hai *vĩ độ tiến* ở hai vĩ độ khác nhau. Nếu kí hiệu MP_1 là giá trị vĩ độ tiến tại vĩ độ φ_1, MP_2 là vĩ độ tiến tại vĩ độ φ_2 thì hiệu vĩ độ tiến là,

$$DMP = MP_2 - MP_1 \text{ (h.lý xích đạo)}$$

4. Tóm tắt đặc điểm của hải đồ Merkator.

Hình 7.06 là hải đồ thế giới theo phép chiếu Mercator.

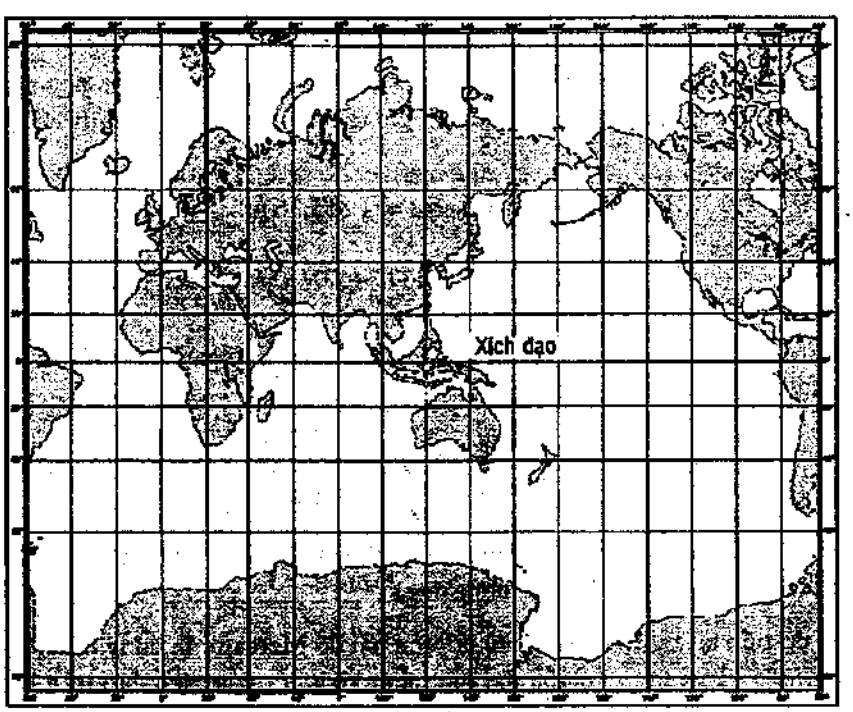
1) Trên hải đồ các đường thẳng đứng song song với nhau là kinh tuyến, thang chia độ trên đường biên ngang trên và biên ngang dưới đáy biểu thị kinh độ. Các đường nằm ngang song song là vĩ tuyến, còn thang chia độ trên đường biên thẳng đứng ở biên dọc (phải và trái) biểu thị vĩ tuyến. Dù tàu chạy theo hướng nào đều có thể dùng đường thẳng để biểu thị hướng đi và tính toán đường đi.

2) Ở những vĩ độ khác nhau, thang tỉ lệ của vĩ độ trên đường biên dọc có khác nhau, nghĩa là một phút ở các vĩ độ khác nhau trên hải đồ có độ dài khác nhau, vĩ độ càng cao thì độ dài của một phút vĩ độ càng dài.

Do những đặc điểm nói trên của hải đồ Merkator nên khi sử dụng cần lưu ý:

a) Các đường thẳng trên hải đồ là đường hằng hướng mà không phải là đường nối ngắn nhất giữa hai điểm trên mặt đất (đường nối ngắn nhất là một cung của vòng tròn lớn mà hình chiếu của nó trên hải đồ Merkator không phải là một đường thẳng)

b) Vì vĩ độ tiến không giống nhau ở các khu vực có vĩ độ khác nhau, nên khi muốn đo khoảng cách giữa hai điểm trên hải đồ phải đo trên thang tỉ lệ ở chỗ có cùng vĩ đo giữa hai điểm đó.



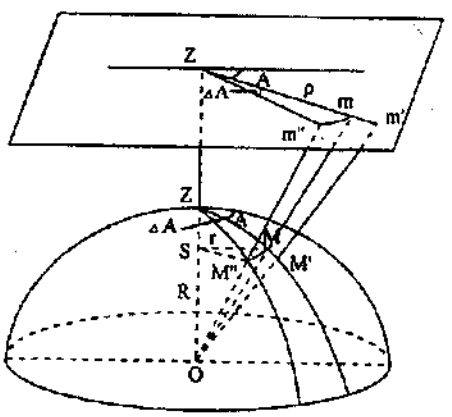
Hình 7.06

7.2.3 Hải đồ Gnomonic - Khái niệm về đường cung vòng lớn

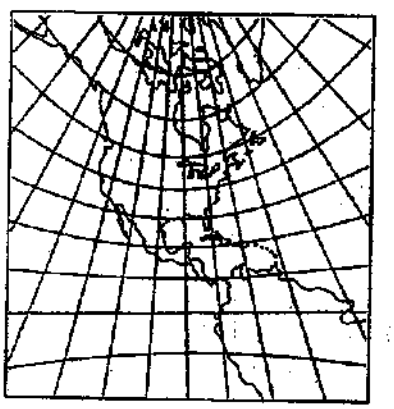
Cung ngắn nhất nối 2 điểm trên địa cầu gọi là *đường Ortho*. Nếu coi trái đất có dạng spheroid thì đường đó gọi là đường trắc địa, còn nếu coi trái đất là hình cầu thì đó chính là một *cung vòng lớn*. Đó là đường ngắn nhất nối hai điểm trên biển.

Hải đồ Gnomonic được chế tạo theo phép chiếu tâm (phép chiếu Gnomonic), có đặc điểm là tất cả các cung vòng tròn lớn chiếu lên hải đồ đều trở thành đường thẳng. Hải đồ Gnomonic dùng để xác định kinh vĩ độ các điểm phân đoạn khi thiết kế tuyến cung vòng lớn.

Phép chiếu gnomonic là phép chiếu hình học lấy tâm trái đất làm tâm chiếu các chi tiết bề mặt trái đất lên một mặt phẳng đặt tiếp xúc với trái đất như mô tả trên hình 7.07. Ta nhận thấy rằng, vì tất cả các mặt phẳng vòng tròn lớn đều qua tâm, cho nên tất cả hình chiếu của các cung vòng tròn lớn trên mặt địa cầu đều là đường thẳng, đó là đặc điểm cơ bản của hải đồ Gnomonic. Trừ điểm Z, thang tỷ lệ của tất cả các hướng quanh Z đều bằng nhau, nhưng càng ở xa Z thì hình chiếu biến dạng càng lớn. Phép chiếu Gnomonic không phải là phép chiếu đẳng giác. Hình 7.08 là ví dụ một hải đồ Gnomonic có điểm tiếp xúc mặt phẳng hình chiếu với trái đất tại điểm vĩ tuyến 30^0N và kinh tuyến 90^0W.

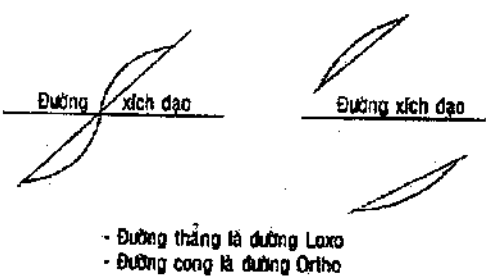


Hình 7.07



Hình 7.08

Trên hải đồ Mercator hình chiếu của đường Ortho giữa hai điểm là một đường cong có bề lồi quay về cực trái đất gần nhất, đường thẳng nối giữa hai điểm đó là đường hằng hướng (Hình 7.09).



Hình 7.09

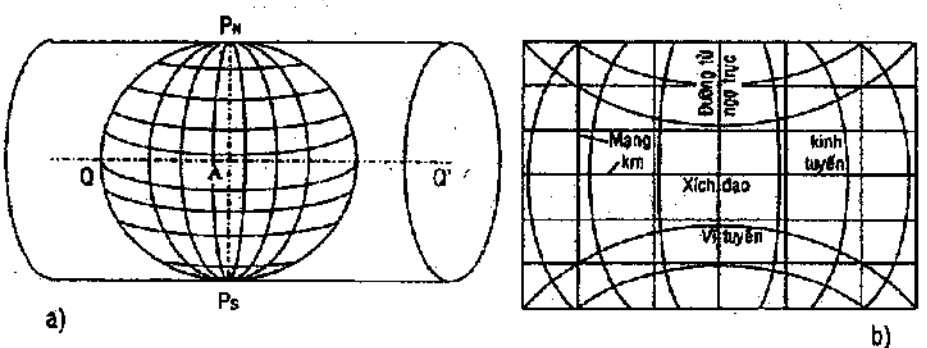
7.2.4 Hải đồ cảng

Hải đồ hải cảng với tỷ lệ lớn có thể áp dụng cách chiếu sau đây,

1. Phép chiếu Gauss (Gauss projection)

Đó là cách chiếu hình trụ đẳng giác ngang, đường tử ngọ trục P_NAP_S đặt tiếp xúc với hình trụ như hình 7.10a, giống như phép chiếu Mercator, hình chếu đường xích đạo là một đường thẳng, thang tỷ lệ cục bộ trên đường tý ngọ trục là cố định. Hình chiếu của tất cả các vòng tròn lớn vuông góc với đường tý ngọ trục đều là đường thẳng như hình 7.10b; hình chiếu của tất cả các vòng tròn nhỏ song song với đường tý ngọ trục vẽ thành các đường song song với hình chiếu đường tý ngọ trục. Các đường thẳng vuông góc dọc và ngang đó gọi là *mạng km*. Nếu vẽ đường kinh vĩ độ lên hải đồ thì đó là các đường cong (trừ đường tý ngọ trục và đường xích đạo), các đường cong này càng cách xa đường tý ngọ trục và đường

xích đạo thì độ cong càng lớn.



Hình 7.10

2. Phép chiếu phẳng và phép chiếu tâm

Phép chiếu phẳng (plane chart) là phép chiếu coi một diện tích nhỏ nào đó trên trái đất là một mặt phẳng, tiến hành đo đạc và vẽ thành bản đồ.

Đối với phép chiếu tâm, như đã trình bày ở trên, tại tiếp điểm của phép chiếu này hình chiếu không biến dạng. Cho nên ở một diện tích nhỏ thang tỷ lệ lớn, như bản đồ hải cảng, có thể áp dụng phép chiếu này, coi như hình chiếu của nó không biến dạng.

7.3 Các loại hải đồ thường sử dụng trên tàu

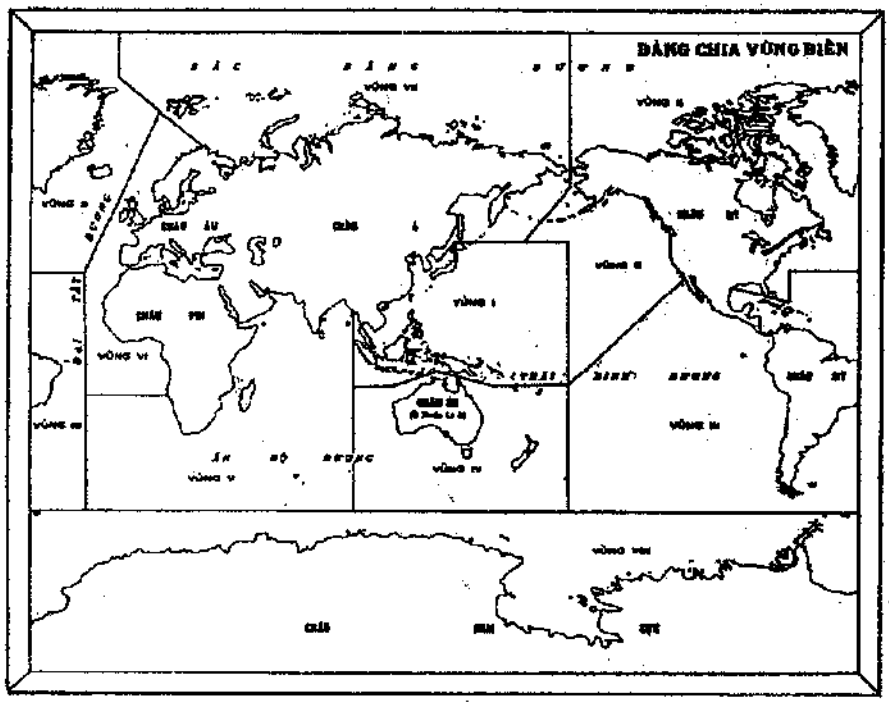
7.3.1 Hải đồ Việt nam xuất bản – Danh mục hải đồ VN

Hải đồ Việt nam do Phòng đảm bảo hàng hải thuộc Hải quan nhân dân VN xuất bản. Thường được sử dụng trên các tàu đánh cá Việt nam, tàu hải quân các tàu chạy nội địa hoặc chạy ven biển đông nam Á.

Trong "Danh mục Hải đồ VN", đại dương trên thế giới được chia ra làm 8 vùng, mỗi vùng biển được đánh số la mã từ I đến VIII (Hình 7.11).

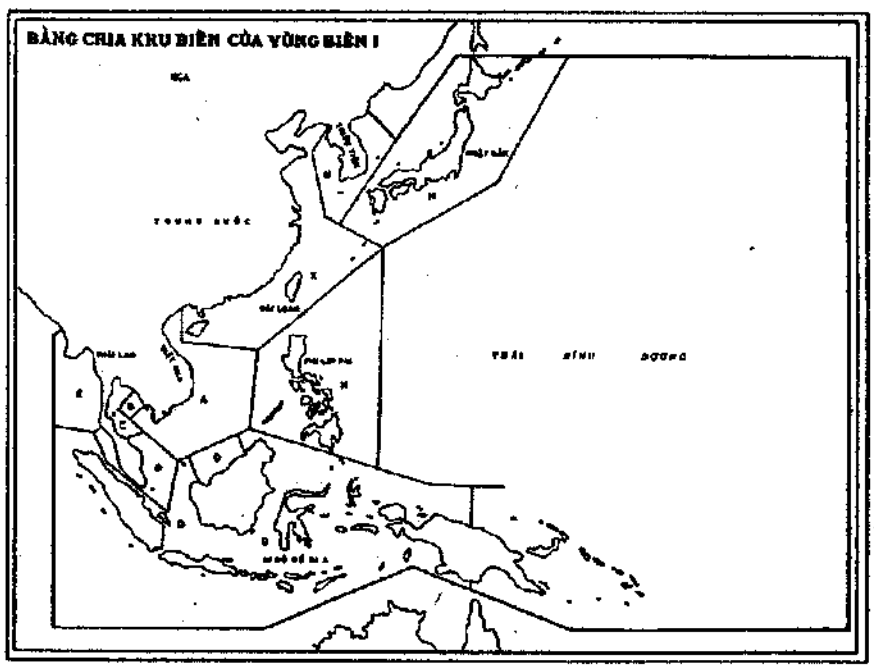
- Vùng I - Vùng biển Đông Nam Á.
- Vùng II - Vùng biển Bắc Châu Mỹ.
- Vùng III - Vùng biển Nam Châu Mỹ.
- Vùng IV - Vùng biển Australia
- Vùng V - Vùng biển Đông Nam Châu Phi
- Vùng VI - Vùng biển Tây Châu Âu và Châu Phi..
- Vùng VII - Vùng biển Liên xô cũ.
- Vùng VIII - Vùng biển Châu Cực.

Mỗi vùng biển được chia ra khu biển của từng nước, kí hiệu cho mỗi nước bằng chữ cái A, B, C, v.v...



Hình 7.11

Vùng biển I được chia thành 10 khu biển (Hình 7.12):



Hình 7.12

Khu A - Biển Việt nam.

Khu B - Biển Cam pu chia.

Khu C - Biển Thái lan.

Khu D - Biển Ma lai xia.

Khu E - Biển Mian ma.

Khu G - Biển In đô nê xia.

Khu H - Biển Phi lip pin.

Khu K - Biển Trung quốc.

Khu M - Biển Triều tiên.

Khu N - Biển Nhật bản.

Mỗi ký hiệu trên hải đồ Việt nam có 3 nhóm số:

- Nhóm số thứ nhất: Có một hoặc hai chữ số, chữ số la mã chỉ vùng biển, chữ cái chỉ khu biển cho hải đồ tỷ lệ lớn hơn 1/500.000.
- Nhóm thứ hai: Chỉ tỷ lệ tờ hải đồ, đã giản lược 3 số " 0".
- Nhóm thứ ba: Chỉ số thứ tự tờ hải đồ.

Ví dụ:

Trên một tờ hải đồ ghi ký hiệu: IA – 100 – 02, có nghĩa là tờ hải đồ số 2 có tỷ lệ $\frac{1}{100.000}$ ở vùng biển I khu biển A (tức khu biển VN)

Trên một tờ hải đồ khác ghi ký hiệu: IB – 25 – 02. có nghĩa là tờ hải đồ số 2 tỷ lệ $\frac{1}{25.000}$ ở vùng biển I khu biển B (tức khu biển Cam pu chia)

7.3.2 Cấu trúc hải đồ do Anh, Mỹ xuất bản

1. Hải đồ do Anh

Trên hải đồ Anh tiêu đề thường được in vào những chỗ trống hoặc là vùng lục địa không dùng vào việc tác nghiệp chạy tàu trên biển.

Nội dung tiêu đề của hải đồ thường bao gồm tên khu vực, số kí hiệu hải đồ, phép chiếu hải đồ, tỷ lệ hải đồ và vĩ độ chuẩn của nó, thời gian đo đạc hoặc nguồn tư liệu của hải đồ, đơn vị đo độ cao, độ sâu, mức số không hải đồ, độ lệch địa từ và sai số hàng năm, kinh vĩ độ của những điểm đo đạc quan trọng hoặc các điểm đo của tam giác đo đạc, các diễn giải về thuỷ triều, hình phối cảnh của một số mục tiêu đặc biệt quan trọng, chỉ dẫn các khu vực cấm, những điều đáng lưu ý...Tuy nhiên, không nhất thiết mỗi hải đồ đều có đầy đủ những tư liệu đó. Những nội dung vừa kể trên tiêu đề hải đồ là rất quan trọng, vì vậy khi dùng hải đồ để lập kế hoạch hải trình cần đặc biệt chú ý đọc cẩn thận tiêu đề.

Trên đường khung viền của hải đồ Anh thường có những chú giải như sau,

1) Số kí hiệu hải đồ in ở góc trên bên trái hoặc ở góc dưới bên phải phía ngoài khung viền của hải đồ. Kí hiệu hải đồ được *sắp xếp thứ tự theo thời gian xuất bản.* Vì vậy *số ký hiệu hải đồ* không có bất cứ mối liên hệ nào với khu vực địa lý hoặc tỷ lệ của hải đồ.

2) Năm in hải đồ thường để ở góc trên bên phải ngoài khung viền của hải đồ, đó là một con số biểu thị hải đồ được in vào ngày thứ mấy trong năm và vào năm nào.Ví dụ: 245.95 có nghĩa là hải đồ được in vào ngày thứ 245 của năm 1995. Con số này nói lên mức độ cũ mới của hải đồ.

3) Năm tháng làm chế bản và kí hiệu phân biệt chế bản đặt ở phía dưới góc trái của hải đồ. Ví dụ, trên hải đồ ghi : Engraved 1990 Z/C có nghĩa là chế bản được làm năm 1990, Z biểu thị chế bản bằng kẽm, C biểu thị chế bản bằng đồng. Z/C có nghĩa là hải đồ này được in ra bằng chế bản kẽm mà chế bản kẽm đó được chế tạo lại từ nguyên chế bản đồng. Chế bản đồng có chất lượng in tốt nhất, sau đó là chế bản kẽm và kém nhất là chế bản đá ngày nay không còn được sử dụng.

4) Năm xuất bản (Published) Năm tái bản (New Edition), năm hiệu chỉnh lớn (Large Correction) in ở phía ngoài đường viền dưới, giữa hải đồ.

Tuy vậy, không phải hải đồ nào cũng có đủ các nội dung trên, ở một số hải đồ cũng có thể có một vài chi tiết khác. Đặc biệt những hải đồ xuất bản một thập kỷ trở lại đây nằm trong *xê-ri hải đồ quốc tế* thuộc Tổ chức thuỷ văn quốc tế (IHO) có những thay đổi về kí hiệu và chú giải.

Hình 7.13 dưới đây là sơ đồ cấu hình mẫu của loại hải đồ Anh nằm trong xê-ri hải đồ quốc tế. Trên hình vẽ, các số trong vòng tròn là vị trí của các thông tin:

(1) Số hiệu theo xê-ri hải đồ Anh. Ở những chỗ cần phân biệt với hải đồ khác thường cho thêm kí hiệu BA (British Admiralty)

(2) Nhận dạng hải đồ mạng lưới. Với hải đồ có phiên bản phủ mạn lưới Decca, Loran C hoặc Omega bao giờ cũng có chữ "L" ở góc dưới phía tay phải bên trong khung viền.

(3) Số hiệu hải đồ theo xê ri hải đồ quốc tế (INT).

(4) Ghi chú về xuất bản, năm xuất bản.

(5) Ghi chú về bản quyền.

(6) Năm tái bản (a) và năm hiệu chỉnh lớn (b)

(7) Những hiệu chỉnh nhỏ trong đó,

(a) ngày tháng năm và số của Notices to Mariners và

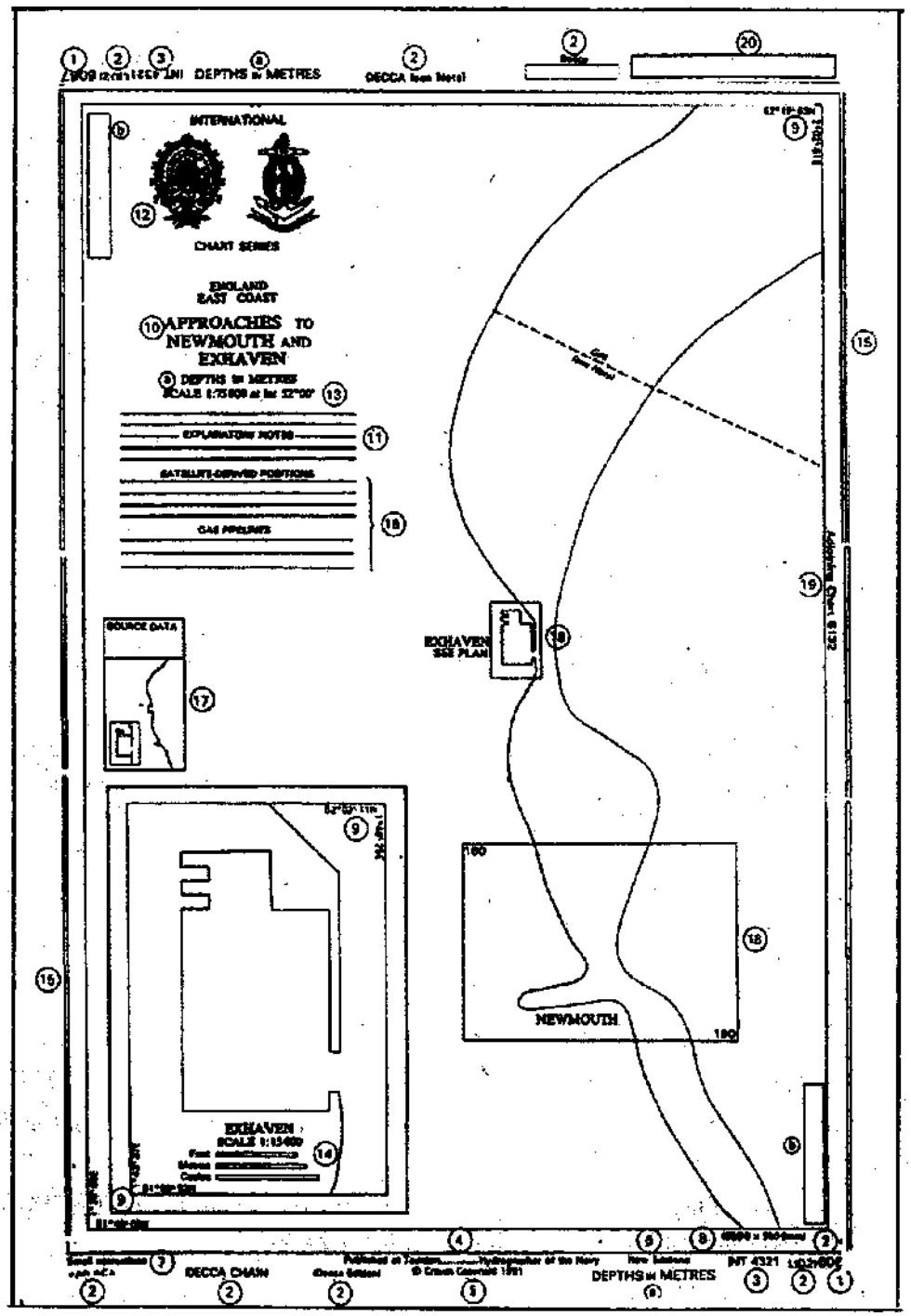
(b) là ngày (trong dấu ngoặc) hiệu chỉnh nhỏ bao gồm những hiệu chỉnh đã in lại nhưng không công bố chính thức.

(8) Kích thước của đường viền bên trong của khung hải đồ. Trong trường hợp hải đồ FATHOMS thì kích thước biểu thị bằng inch ví dụ (38.40 x 25.40)

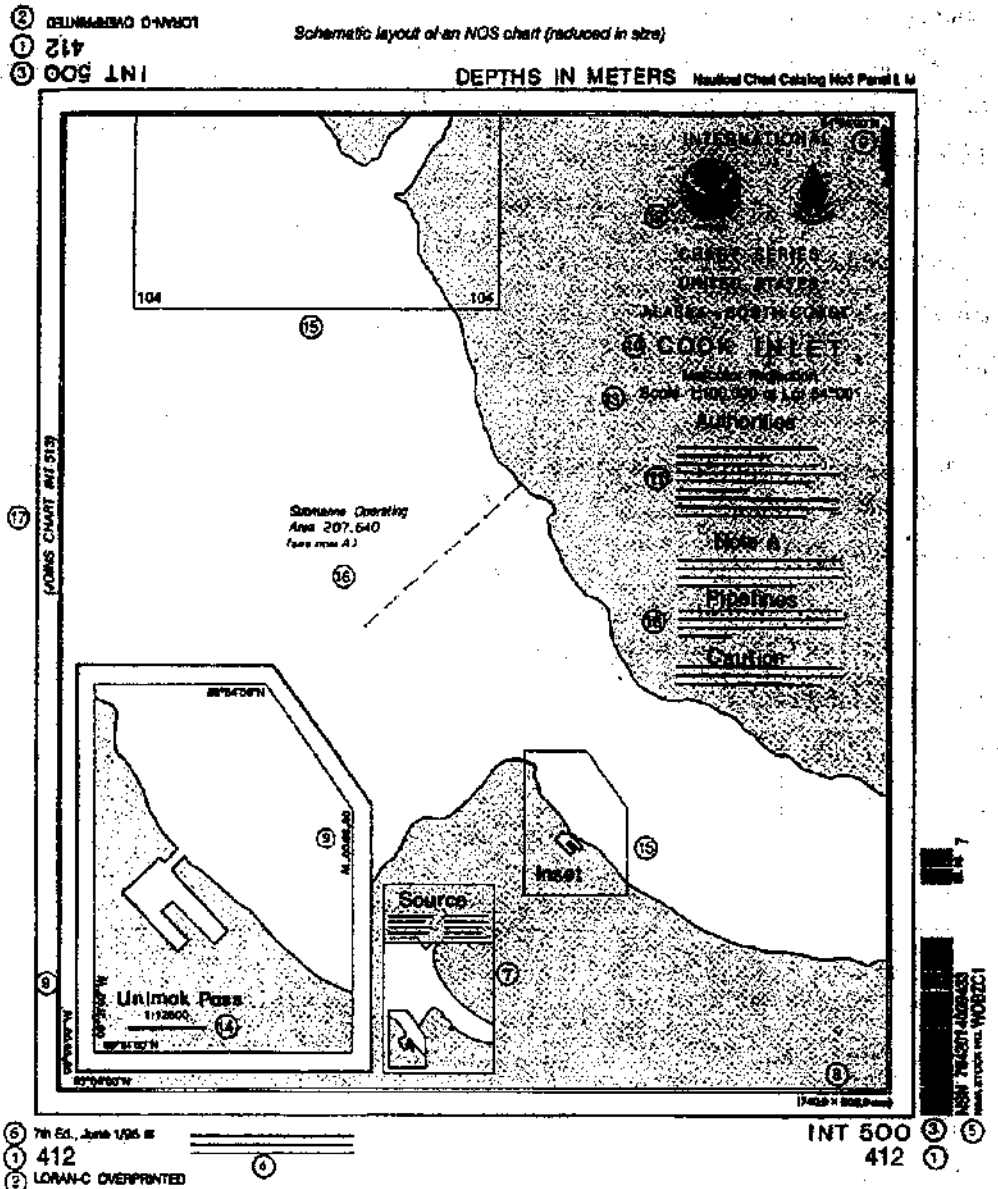
(9) Cách bố trí ở góc hải đồ.

(10) Tiêu đề của hải đồ. Khi đặt mua hải đồ ngoài số hiệu hải đồ cần ghi rõ tiêu đề này.

(11) Chú giải về nội dung cuả hải đồ, cần đọc kỹ trước khi sử dụng.


DEPTHS in METRES
DECCA
INTERNATIONAL
CHART SERIES
ENGLAND
EAST COAST
APPROACHES TO
NEWMOUTH AND
EXHAVEN
DEPTHS in METRES
SCALE 1:75000 at lat 52°00'
EXPLANATION NOTES
SATELLITE-DERIVED POSITIONS
GAS PIPELINES
SOURCE DATA
EXHAVEN
SEE PLAN
NEWMOUTH
EXHAVEN
SCALE 1:15000
DECCA CHAIN
DEPTHS in METRES
INT 4321

Hình 7.13



Hình 7.14

(12) Con dấu.

Khi hải đồ quốc gia nằm trong xê-ri hải đồ quốc tế thì con dấu của Tổ chức thuỷ văn quốc tế (IHO) phải được đặt cạnh con dấu của quốc gia.

(13) Tỷ lệ của hải đồ.

Trên hải đồ theo phép chiếu Mercator ghi rõ tỷ lệ ở vĩ độ nào.

(14)Thước tỷ lệ số và tỷ lệ thẳng với các đơn vị khác nhau.

(15) *Tỷ lệ tiến* trên khung (mét).

Trên hải đồ tỷ lệ nhỏ hơn khung vĩ độ có thể sử dụng để đo hải lý và liên.

(16) Những lưu ý (nếu có) trên chi tiết hải đồ.

(17) Sơ đồ nguồn tư liệu (nếu có). Nếu không có sơ đồ nguồn thì chi tiết nguồn tư liệu để biên tập hải đồ đã được cho trong phần Chú giải về nội dung (xem mục 11).

(18) Tham khảo ở hải đồ có tỷ lệ lớn hơn.

(19) Tham khảo ở hải đồ kế tiếp có cùng tỷ lệ.

(20) Tham chiếu các ấn phẩm có liên quan.

a. Tham khảo đơn vị sử dụng để đo độ sâu.

b. Thước tỷ lệ chuyển đổi đơn vị. Ở hải đồ cũ có thể dùng biểu bản để chuyển đổi.

2. Hải đồ của Mỹ

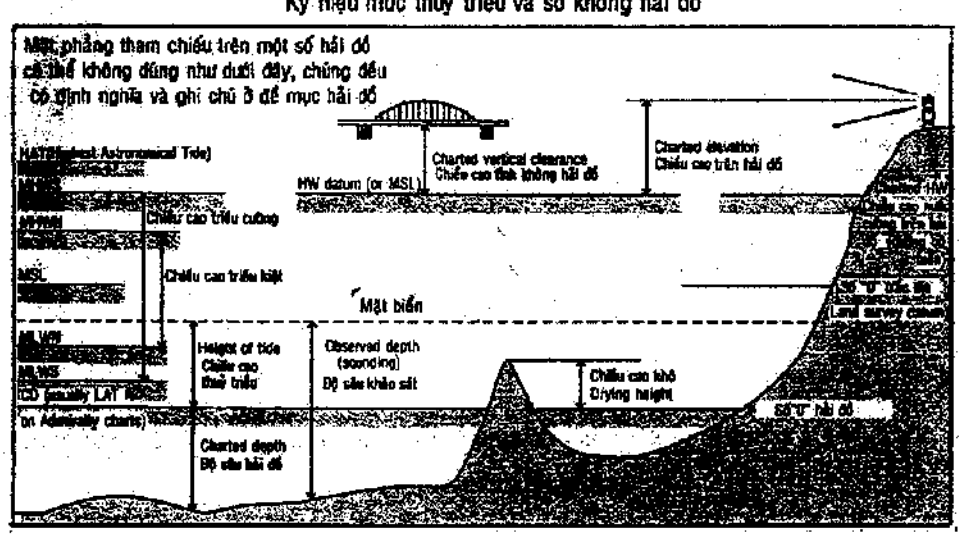
Hình 7.14 là sơ đồ cấu hình của hải đồ Mỹ. Về cơ bản các ký hiệu trên hải đồ của Mỹ cũng tương tự như hải đồ Anh.

7.3.3 Ký hiệu trên hải đồ

Ký hiệu trên hải hải đồ tham khảo trong ấn phẩm " Ký hiệu và chữ viết tắt trện hải đồ" Chart 5011 (Anh) và Chart No1 (Mỹ). Dưới đây chỉ trích dẫn một số ký hiệu thiết yếu.

1. Ý nghĩa các ký hiệu về thuỷ triều, độ cao và số không hải đồ (Hình 7.15)
2. Hình 7.16 là các ký hiệu dùng trên hải đồ, hình 7.17 mô tả các ký hiệu độ sâu tàu đắm.

Ký hiệu mức thuỷ triều và số không hải đồ

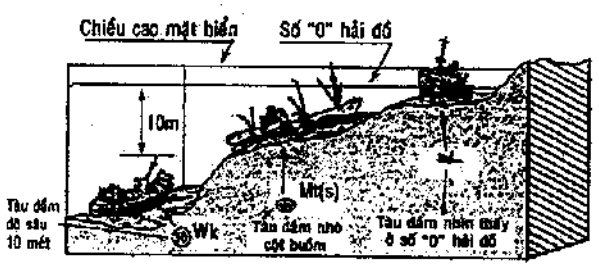


Hình 7.15

Các ký hiệu thông dụng trên hải đồ

	Super(light)buoy, Lusby.		Light buoy.
	Lateral green starboard hand buoy.		Lateral red port hand buoy.
	Safe water mark (red/white).		Cardinal buoy, West mark.
*	Stone, drying height above chart datum.		Foul seabed. Avoid anchoring here.
	Danger, least depth by sounding.		Danger, depth swept by wire drag.
	Wreck visible at chart datum.	Mast	Wreck showing Mast(s) above chart datum.
	Dangerous† Wreck, depth unknown.		Wreck, not dangerous (10 m below chart datum).
Mast (1·2) Wk	On large-scale charts, wreck which does not cover, height above height datum		On large-scale charts, submerged wreck, depth known
Mast (1·)	On large-scale charts, wreck which covers and uncovers, height above Chart Datum		On large-scale charts, submerged wreck, depth unknown
	Position for which tidal levels are tabulated.		Position for which tidal stream data are tabulated.
	Sector light, color changes on different bearings.		Danger line, in general.
	Oil rig, prohibited zone of 500 m.		Lighted platform, prohibited zone of 500 m.
Obstn	Obstruction.	*Wd*	Seaweed, describes seabed.
PA	Position Approximate.	*P*	Pebbles, the seabed.
St	Stones - Danger.	*Whis*	Whistle Buoy.
FL 42m 29M	Flashing light, 42 meters above datum, range 29'.	*LFl 10s*	Long flashing light, period 10 seconds.

Hình 7.16



Hình 7.17

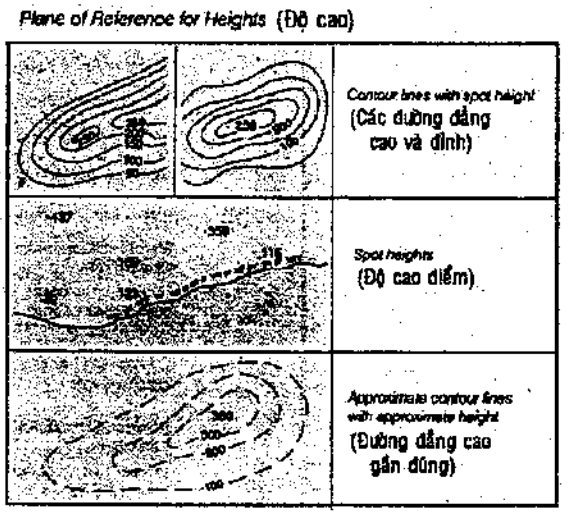
Ký hiệu hải lưu và dòng thuỷ triều

3kn	*Flood tide stream (with mean spring rate)* Dòng chảy triều lên (với tốc độ triều cường)
3kn	*Ebb tide stream (with mean spring rate)* Dòng chảy triều xuống (với tốc độ triều cường)
	Current in restricted waters Dòng chảy trong vùng nước giới hạn
(see Note)	*Ocean current. Details of current strength and seasonal variations may be shown* (Hải lưu có ghi tốc độ...)
	Overfalls, tide rips, races Chỗ nước cạn tạo xoáy
	Eddies Nước xoáy
	Position of tabulated tidal stream data with designation

Hình 7.18

3. Các ký hiệu và ý nghĩa hải lưu, dòng chảy thuỷ triều (Hình 7.18)

4. Các ký hiệu độ cao (Hình 7.19)



Hình 7.19

5. Các ký hiệu cáp ngầm và đường ống ngầm (Hình 7.20)

Đường cáp ngầm - Submarine Cables

	Cáp ngầm Submarine cable
	Khu vực cáp ngầm Submarine cable area
	Cáp năng lượng ngầm Submarine power cable
	Khu vực cáp năng lượng ngầm Submarine power cable area
	Cáp ngầm huỷ bỏ Disused submarine cable

Đường ống ngầm - Submarine Pipeline

Oil Gas Chem Water	Đường ống cung cấp: không xác định, dầu, khí đốt, hoá chất, nước. Supply pipeline: unspecified, oil, gas, chemicals, water
Oil Gas Chem Water	Khu vực đường ống cung cấp: không xác định, dầu, khí đốt, hoá chất, nước. Supply pipeline area: unspecified, oil, gas, chemicals, water.

Hình 7.20

6. Các ký hiệu đặc tính đèn, ánh sáng của phao (Hình 7.21)

Đặc tính của đèn trên phao

Chữ viết tắt		Phân loại đèn	Minh hoạ	Chu kỳ
Quốc tế	Anh			
F		*Fixed* - Cố định		
Occulting (Chớp không đều, thời gian sáng dài hơn thời gian tối trong một chu kỳ)				
Oc	Occ	*Single-occulting* (Chớp không đều đơn)		
Oc(2) (Ví dụ)	GpOcc(2) (Ví dụ)	*Group-occulting* (Chớp không đều nhóm)		
Oc(2+3) (Ví dụ)	GpOcc(2+3) (Ví dụ)	*Composite group-occulting* (Chớp không đều hỗn hợp)		
Isophase (chớp đều, thời gian sáng và thời gian tối bằng nhau)				
Iso		*Isophase* (Chớp đều)		
Flashing (Chớp loé, thời gian sáng ngắn hơn thời gian tối)				
Fl		*Single-flashing* (chớp loé đơn)		
Fl(3) (Ví dụ)	GpFl(3) (Ví dụ)	*Group-flashing* (chớp loé nhóm)		
Fl(2+1) (Ví dụ)	GpFl(2+1) (Ví dụ)	*Composite group-flashing* (Chớp loé hỗn hợp)		
LFl		*Long-flashing* (flash 2s or longer) (chớp dài, 2 giây hoặc dài hơn)		
Quick (repetition rate of 50 to 79 - usually either 50 or 60 - flashes per minute) (chớp nhanh, 50–60 lần trong một phút)				
Q	QkFl	*Continuous quick* (chớp nhanh liên tục)		
Q(3) (Ví dụ)	GpQkFl(3) (Ví dụ)	*Group quick* (chớp nhanh nhóm)		
IQ	IntQkFl	*Interrupted quick* (chớp nhanh gián đoạn)		
Very quick (repetition rate of 80 to 159 - usually either 100 or 120 - flashes per minute) (chớp rất nhanh, 100–120 lần trong một phút)				
VQ	VQkFl	*Continuous very quick* (Chớp rất nhanh liên tục)		
VQ(3) (Ví dụ)	VQkFl(3) (Ví dụ)	*Group very quick* (Chớp rất nhanh nhóm)		
IVQ	IntVQkFl	*Interrupted very quick* (Chớp rất nhanh gián đoạn)		
Ultra quick (repetition rate of 160 or more - usually 240 to 300 - flashes per minute) (Chớp cực nhanh, 240–300 lần trong một phút)				
UQ		*Continuous ultra quick* (Chớp cực nhanh liên tục)		
IUQ		*Interrupted ultra quick* (Chớp cực nhanh gián đoạn)		
Mo(G) (Ví dụ)		*Morse Code* (Chớp theo Morse)		
FFl		*Fixed and flashing* (Chớp cố định)		
Al.WFl (Ví dụ)	Alt.WFl (Ví dụ)	*Alternating* (Chớp luân phiên)	R W R W R W	

Hình 7.21

7.4 Quản lý hải đồ

7.4.1 Bộ hồ sơ hải đồ (Chart outfit)

Đó là bộ hải đồ cùng với các ấn phẩm gắn liền với bộ hải đồ đó (do Anh xuất bản) dùng để theo dõi thống kê hải đồ.

Một Bộ hồ sơ hải đồ, ngoài *Tập Biên mục chuẩn hải đồ* (Chart's Standarrd Admiralty Folio) và *Tập Biên mục hải đồ chọn lọc* (Selected Chart Folio) theo yêu cầu riêng biệt, phải bao gồm những ấn phẩm sau đây,

1. Sổ ghi chép hiệu chỉnh hải đồ và Bảng chỉ số biên mục. (Chart correction Log and Folio Index - NP133A). Trong sổ ghi chép này gồm có các trang ghi chỉ số hải đồ chỉ ra chúng nằm ở tập biên mục nào đồng thời có cột để ghi chép những *Thông báo cho người đi biển (Notices to Mariners -NM)* đã hiệu chỉnh vào hải đồ.

2. Thông báo cho người đi biển. (Admiralty Notices to Marinners)

   Do Anh xuất bản hàng tuần trong năm cho đến ấn phẩm cuối cùng là *Thông báo tóm tắt hàng năm cho người đi biển* (Annual Summury of Admiralty Notices to Mariners).

   Phải chú ý kiểm tra số thứ tự của NM, phải đảm bảo nhận đủ các số NM *hàng tuần* và *Thông báo tóm tắt hàng năm cho người đi biển.*

3. Chart 5011 - Symbols and Abbriviations used on Admiralty Charts (Sổ tay về các ký hiệu và chữ viết tắt dùng trên hải đồ, của Anh. Hoặc,

   Chart No1 – Nautical Chart Symbols and Abbriviations and terms (Sổ tay các ký hiệu và chữ viết tắt dùng trên hải đồ) của Mỹ nếu trên tàu có sử dụng hải đồ của Mỹ.

4. *Ship's Routeing* do IMO xuất bản.

5. Các ấn phẩm khác có liên quan đến hải đồ cũng phải được hiệu chỉnh theo *Notices to Mariners*, bao gồm,

   - Hàng hải chỉ nam.
   - Danh mục đèn biển.
   - Danh mục tín hiệu vô tuyến.
   - Bảng thủy triều.
   - Atlases dòng triều.
   - Sổ tay cho người đi biển.

7.4.2 Hệ thống quản lý hải đồ

Mỗi công ty cần quy định sao cho có một hệ thống đảm bảo *cung cấp đủ thông tin* cho từng tàu để giữ cho bộ hồ sơ/tư liệu hải đồ luôn được cập nhật. Trong đó bao gồm,

- Cách thức đặt mua và cung ứng hải đồ mới.
- Các ấn bản mới hoặc các ấn phẩm bổ sung (Supplements) của Hàng hải chỉ nam và các tư liệu hàng hải khác.
- Thu nhận liên tục các "Admiralty Notices to Mariners" từ đại lý hoặc công ty. Hoặc,
- Được cung ứng liên tục "Admiralty Notices to Mariners", hoặc cập nhật thông qua Internets (Web: **www. uhko.gov.uk**, hoặc trực tiếp Web: **www.nmwebsearch.com**)

7.4.3 Phân loại và sắp xếp hải đồ

Để dễ dàng khi sử dụng, thông thường có ba cách xếp loại hải đồ như sau,

1. Xếp loại theo thứ tự số kí hiệu hải đồ, thống kê trong một quyển sổ ghi rõ năm xuất bản, ghi chép công việc hiệu chỉnh mỗi lần tiến hành hiệu chỉnh để tiện tra cứu và hiệu chỉnh tiếp theo.

2. Xếp loại theo tập *Biên mục chuẩn hải đồ* (Chart's Standard Admiralty Folio)

   Đây là tập biên mục do nhà xuất bản hải đồ in sẵn. Theo cách phân loại và sắp xếp này thì hải đồ được biên mục thành từng khu vực và được xếp vào từng cái kẹp bằng vải bạt rồi đặt trong ngăn kéo hoặc đặt trực tiếp hải đồ vào ngăn kéo, trên mỗi cái kẹp hoặc ngăn kéo dán một mảnh giấy thống kê theo biên mục toàn bộ hải đồ nằm trong kẹp hoặc ngăn kéo đó. Mỗi kẹp được gán cho một kí hiệu nhất định, hải đồ trong kẹp được đánh số thứ tự (bằng bút chì). Toàn bộ hải đồ thống kê trong tập Biên mục chuẩn hải đồ đều có ghi kí hiệu kẹp (tức từng khu vực), số kí hiệu hải đồ, và số thứ tự hải đồ trong mỗi kẹp. Những tàu không chạy chuyên tuyến, thường phải lưu giữ một khối lượng lớn hải đồ, bằng phương pháp sắp xếp theo tập Biên mục chuẩn hải đồ như vừa nói thì việc sắp xếp, bảo trì, tuyển chọn để sử dụng rất tiện lợi và dễ dàng.

3. Sắp xếp theo *Biên mục hải đồ tuyển chọn* (Selected Chart Folio).

   Đây là cách xếp loại theo tuyến đường đi của tàu, chỉ thích hợp cho những tàu chạy chuyên tuyến.

Trong ba phương pháp sắp xếp và phân loại nói trên, mỗi phương pháp đều có ưu nhược điểm riêng. Phương pháp sắp xếp theo thứ tự tương đối đơn giản nhưng làm cho hải đồ khu vực bị phân tán rải rác, vì vậy khi chọn hải đồ hay trả hải đồ về vị trí cũ rất khó khăn. Trong phương pháp sắp xếp thứ hai tức xếp theo khu vực thì việc chọn hải đồ theo số kí hiệu không được thuận lợi. Phương pháp cuối cùng sắp xếp theo tuyến đường đi thì đơn giản và tiện lợi nhưng những hải đồ còn lại cũng phải xếp theo một trong hai cách còn lại.

7.4.4 Bảo trì hải đồ

Khi sử dụng và bảo trì hải đồ cần phải chú ý những điểm sau đây,

1. Phải phân biệt được một tờ hải đồ ở tình trạng tốt hay xấu. Một tờ hải đồ tốt là một tờ hải đồ trong đó các số liệu, tư liệu phải qua đo đạc chính thức, các điểm đo sâu thường được xếp theo một trật tự nhất định, không có những chỗ bỏ trống không đo độ sâu. Các đường đẳng sâu, đường đẳng cao và đường viền bờ biển phải được vẽ bằng các đường thực chứ không phải là những đường chấm. Ngày tháng tiến hành đo đạc, năm xuất bản cũng như ngày tháng hiệu chỉnh phải là thời điểm gần nhất.

2. Vùng biểu thị mặt biển trên hải đồ, ở những chỗ bỏ trống không có nghĩa là ở đó không có chướng ngại vật. Tại những vị trí như vậy, thường được ghi chú là khu vực chưa đo đạc, có thể tồn tại chướng ngại vật, cần hết sức thận trọng.

3. Bản thân hải đồ chắc chắn còn có những sai số nhất định và có thể có chỗ không chính xác, đặc biệt là những hải đồ có năm xuất bản cũ. Sự cẩn trọng trong mọi trường hợp là rất cần thiết.

4. Hải đồ phải được bảo quản ở những nơi khô ráo, để nằm ngang, không được gấp lại hoặc không được gấp thành nếp quá sâu. Mỗi một kẹp hoặc mỗi một ngăn kéo chứa chừng 25

đến 30 hải đồ là vừa, để khi cần dễ lấy. Khi mang hải đồ đi chỉ nên cuộn tròn mà không nên gấp lại.

5. Tác nghiệp hải đồ phải dùng loại bút chì mềm và tẩy mềm. Bút chì phải được vót thật nhọn và kẻ thật nhẹ trên hải đồ. Dùng tẩy cũng phải thật nhẹ nhàng không được tẩy rách hải đồ hoặc tẩy mất các số liệu trên hải đồ, tẩy xong dùng bàn chải mềm quét sạch.
6. Sử dụng thước song song hay thước tam giác, compa đo, compa vẽ phải nhẹ nhàng cẩn thận, không để đầu compa đâm rách hải đồ. Khi tác nghiệp tại bàn hải đồ không được tỳ bụng vào hải đồ. Từ ngoài mưa vào không được để cả mũ và áo mưa đến bàn tác nghiệp hải đồ.
7. Khi hải đồ bị ẩm ướt không được hơ sấy mà chỉ ép phẳng trên kính, đợi khô, Nếu hơ sấy sẽ làm cho hải đồ biến dạng.
8. Những hải đồ đã bị loại bỏ phải ghi chú "đã loại bỏ" (Cancelled) và để riêng, tránh nhầm lẫn.
9. Trong khi chuẩn bị kế hoạch đi biển, căn cứ vào tuyến đi mà tuyển chọn hải đồ trong Tập danh mục hải đồ và các ấn phẩm và Tập Biên mục chuẩn hải đồ. Lấy hải đồ từ các kẹp hoặc ngăn kéo, sắp xếp theo thứ tự sử dụng trước sau, đánh số thứ tự bằng bút chì rồi xếp vào ngăn kéo hải đồ đang sử dụng. Hải đồ đã sử dụng phải được bỏ riêng vào một ngăn kéo khác theo thứ tự, sau khi kết thúc chuyến đi cần tham khảo ý kiến thuyền trưởng mới được tẩy xoá chuẩn bị cho chuyến hành trình tiếp theo.
10. Trong một chuyến đi, nếu có hải sự, những hải đồ có liên quan cần được giữ gìn cẩn thận cho đến khi giải quyết xong vụ việc, được phép của thuyền trưởng mới được tẩy xoá.

7.5 Hiệu chỉnh hải đồ và ấn phẩm hàng hải

7.5.1 Tầm quan trọng của việc tu chỉnh hải đồ và ấn phẩm hàng hải

Hải đồ và các ấn phẩm hàng hải là căn cứ chủ yếu để cho tàu thuyền có thể dọc ngang trên biển, vượt đại dương mênh mông một cách an toàn.

Mọi sự vật đều không ngừng biến đổi, biển cả cũng vậy. Theo thời gian, trên biển có thể xuất hiện thêm hay mất đi các chướng ngại vật, các bãi đá ngầm, thay đổi phao tiêu luồng lạch, thay đổi độ sâu, các đường cáp ngầm được đặt mới hay bị loại bỏ... Để hải đồ phản ảnh những biến đổi mới nhất trên thực địa, trước khi bắt đầu một hành trình cần phải tu chỉnh sao cho hải đồ và các ấn phẩm phản ảnh đúng và chân thật điều kiện của biển cả và phải là những thông tin mới nhất.

Tu chỉnh hải đồ và ấn phẩm hàng hải là một công việc quan trọng của sĩ quan hàng hải, cụ thể hơn đó là nhiệm vụ của thuyền phó hai, người mà theo chức trách, dưới sự chỉ đạo và hướng dẫn của thuyền trưởng chuẩn bị kế hoạch hải trình cho thuyền trưởng duyệt y. Trước khi lập kế hoạch hải trình, thuyền phó hai phải thực hiện đầy đủ việc cập nhật và tu chỉnh hải đồ cùng các ấn phẩm khác một cách tỷ mỷ và thận trọng bằng những thông báo hàng hải mới nhất. Mặt khác trong khi hành trình trên biển, cần tiếp tục tu chỉnh thông qua những cảnh báo nhận được bằng hệ thống vô tuyến điện.

PSC của các cảng biển ở các quốc gia và quá trình kiểm tra tàu (Vetting Inspection) theo OCIMF đối với các tàu dầu, hoá chất thường kiểm tra rất nghiêm ngặt công việc tu chỉnh hải đồ trên tàu.

7.5.2 Dụng cụ tác nghiệp và tu chỉnh hải đồ

Hình 7.22 là một số dụng cụ tác nghiệp và tu chỉnh hải đồ. Hình 7.23 mô tả cách dùng thước song song và compa để đo hướng và khoảng cách trong tác nghiệp hải đồ.

1. Bút

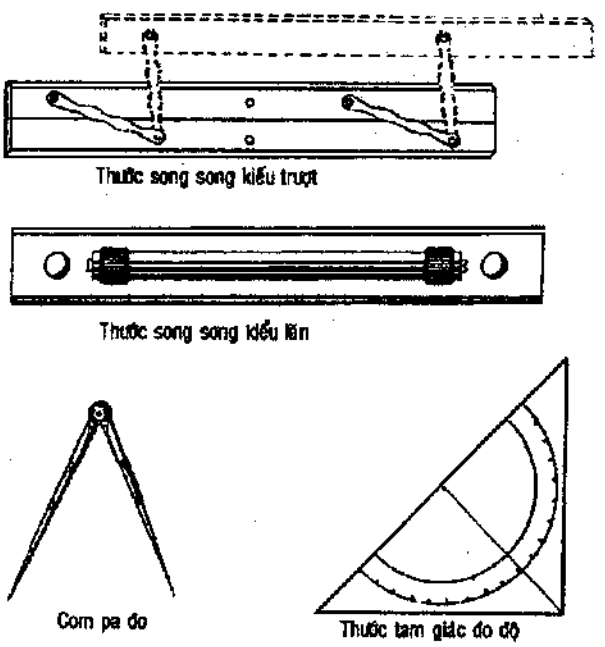
Cần có hai bút với nét có kích thước 0,15mm và 0,25mm. Dùng bút nét 0,15mm để kẻ thông tin mới vào hải đồ và dùng bút 0,25mm để gạch xoá thông tin. Cần giữ bút sạch sẽ.

2. Mực

Phải dùng mực tím để tự mình có thể nhận rõ ràng phần đã sửa, và cũng để cho các cơ quan kiểm tra như PSC, đăng kiểm, bảo hiểm... nhìn thấy rõ việc tu chỉnh hải đồ đã được thực hiện.

3. Bút chì.

Bút chì HB là loại tốt để ghi *Thông báo cho người đi biển* (Admiralty Notices to Mariners - NM) vào trong *Sổ ghi chép hiệu chỉnh hải đồ và chỉ số biên mục hải đồ* (Chart Correction Log and Folio Index - NP 133A) Loại bút chì HB có thể dùng cho tác nghiệp hải đồ, tuy nhiên các sĩ quan hàng hải có thể chọn loại bút chì mềm hơn như 2B.

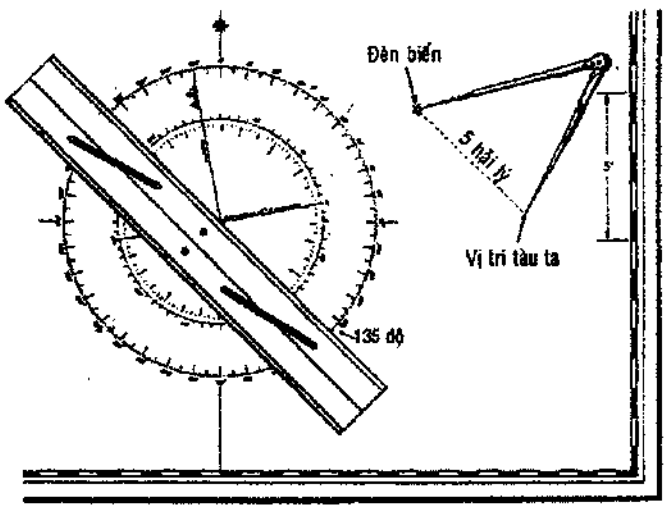


Hình 7.22

Bút chì 7H là loại bút chì cứng với nét nhọn sắc dùng để xác định các điểm cần độ chính xác cao khi kết hợp với thước song song hoặc compa đo hoặc khi sử dụng giấy can hiệu chỉnh hải đồ (Chart Correction Overlay). Giấy can là một phương pháp hiệu quả để chấm vị trí nhanh khi hiệu chỉnh. Loại giấy can này có thể yêu cầu các đại lý hải đồ cung cấp.

4. Tẩy

Phải sử dụng loại tẩy mềm dùng để tẩy các vết, các đường kẻ bút chì trên hải đồ hoặc xoá các ghi chép của thông báo, cảnh báo cho người đi biển NM, trong NP133A, các ghi chú tạm thời trên hải đồ không cần thiết nữa.



Hình 7.23

5. Keo dán

Dùng để dán mảnh ghép khi hiệu chỉnh bằng phương pháp dán ghép vào hải đồ. Có nhiều loại keo dán trên thị trường nhưng thường dùng nhất vẫn là loại " *Positionable Mounting Adhesive Role*", ưu điểm của loại keo dán này là nó không làm biến dạng hải đồ hoặc mảnh ghép, giúp cho việc dán ghép trùng khít hoàn toàn.

6 . Thước song song

Có hai loại, loại lăn và loại trượt, cả hai đều phù hợp với việc tác nghiệp và hiệu chỉnh hải đồ. Dùng một cặp thước tam giác đo độ chuyên dụng để tác nghiệp hải đồ cũng là một cách tiện lợi.

7. Compa đo.

8. Comppa vẽ.

Dùng loại có thể gắn bút mực để khi cần có thể vẽ vòng tròn lớn, hoặc các cung tròn.

9. Lưỡi cưa nhỏ

Đây là một dụng cụ cần thiết dùng để vẽ đường cáp trên hải đồ. Tốt nhất là loại lưỡi cưa 14 răng trên 1 inch (2,5cm).

10. Thước vẽ kỹ thuật

Tốt nhất là loại dài 1 mét. Đây là một dụng cụ cần thiết để xác định vị tí trên hải đồ, để kẻ đường đi, tuy có chậm hơn so với dùng thước song song và compa đo nhưng khó có thể xảy ra sai sót.

11. Thước định hình (Template)

Là loại thước có sẵn các khuôn hình. Có thể dùng để vẽ các trạm rada, tiêu vô tuyến, các vòng tròn nhỏ...

7.5.3 Các ấn phẩm dùng cho tu chỉnh hải đồ

1. Thông báo hàng hải

Đây là một danh từ thường gọi của những người đi biển nước ta, gồm các *Thông báo hàng hải* không định kì liên quan đến an toàn đi biển của Tổng Công ty đảm bảo hàng hải thuộc Cục hàng hải Việt nam công bố (ven biển VN), các *Thông báo hàng tuần cho người đi biển* của Anh (Admiralty Notices to Mariners -NM) cùng thông báo hàng hải của các quốc gia khác.

Sĩ quan hàng hải cần theo dõi để nhận đủ 52 số NM hằng năm của Anh, tốt nhất có một sổ cập nhật về việc tiếp nhận NM. NM phải được lưu giữ đầy đủ và sắp xếp chu đáo tại tàu, không được tuỳ tiện huỷ bỏ hoặc lấy làm giấy nháp.

2. NP 133A . Sổ ghi chép hiệu chỉnh và chỉ số biên mục hải đồ. (Chart Correction Log and Folio Index)

Có thể đặt mua ấn phẩm này ở bất cứ đại lý hải đồ nào của Anh, trong đó thống kê số kí hiệu từng hải đồ xuất bản. Ấn phẩm này dùng để ghi chép các hiệu chỉnh đã thực hiện trên từng hải đồ theo số kí hiệu của Thông báo cho người đi biển NM .

Trong NP 133A gồm có các trang ghi chỉ số của hải đồ, chúng được phân chia theo biên mục và có các ô trống để ghi chép số hiệu các thông báo hàng hải để hiệu chỉnh cho hải đồ đó.

NP 133A chia làm ba phần,

Phần I Hải đồ đi biển.

Phần II Hải đồ Úc và hải đồ New Zealand được Anh in lại.

Phần III Hải đồ hỗn hợp.

Các trang đầu của Phần I dùng để ghi chép việc xuất bản hải đồ mới và và các tái bản mới. Tại đây còn có phần hướng dẫn sử dụng sổ ghi chép này.

Nếu tàu chạy chuyên tuyến (hoặc gần như chuyên tuyến) có rất ít hải đồ thì có thể chỉ cần dùng một cuốn sổ tay trong đó thống kê các hải đồ hiện có theo thứ tự nào đó. Cũng có thể dùng hệ thống thẻ ghi chỉ số biên mục giống như sổ biên mục. Bằng một chương trình máy vi tính cũng có thể quản lý hải đồ một cách nhanh chóng và tiện lợi.

Dù bằng hình thức quản lý nào thì điều cốt yếu là phải duy trì việc cập nhật tất cả hiệu chỉnh, không để sót và phải ghi chép đầy đủ.

3. NP234 - Danh mục thống kê tích luỹ NM (Cumulative list of Admiralty Notices to Mariners.), xem Mục 6.2.10.

Ấn phẩm này là một tài liệu bổ ích để kiểm tra sự chính xác của tất cả các ghi chép thống kê công tác hiệu chỉnh hải đồ. Đó cũng là nguồn tư liệu duy nhất khi lần đầu thiết lập hệ thống ghi chép NM.

4. Chart 5011, xem Mục 6.2.11.

Chart 5011 cũng là một loại ấn phẩm phải được cập nhật hiệu chỉnh theo NM khi có thông báo.

7.5.4 Nội dung của Admiralty Notices to Mariner (ANM) hàng tuần

1. Nội dung những thông tin tư liệu trong ấn phẩm NM hàng tuần về cơ bản gồm 6 phần sau đây, (cách sắp xếp nội dung có thể thay đổi từng thời kỳ)

   I. Explanatory Notes. Publications List – Chú giải. Danh mục Ấn phẩm

   II. Admiralty Notices to Mariners. Updates to Standard Navigational Charts – Thông báo cho người đi biển. Cập nhật cho hải đồ hàng hải tiêu chuẩn.

   III. Reprints of Radio Navigational Warnings – In lại các cảnh báo hàng hải

   IV. Amendments to Admiralty Sailing Directions – Sửa đổi bổ sung Hàng hải chỉ nam

   V. Amendments to Admiralty Lists of Lights and Fog Signals – Sửa đổi bổ sung Danh mục Tín hiệu Đèn và Còi sương mù

   VI. Amendments to Admiralty List of Radio Signals – Sửa đổi bổ sung Danh mục Tín hiệu vô tuyến điện

2. Thông báo cho người đi biển bằng kỹ thuật số (Admiralty Digital Notices to Mariners - ADNM)

   Cục thuỷ văn Anh đã giới thiệu Dịch vụ thông báo cho người đi biển bằng kỹ thuật số ADNM, hiện nay có thể yêu cầu các đại lý hải đồ cung cấp.

   Thông báo cho người đi biển dưới dạng kỹ thuật số cung cấp các yêu cầu đa dạng để hỗ trợ cho việc hiệu chỉnh hải đồ và ấn phẩm hàng hải in giấy. Các file có chứa hình ảnh giấy can hiệu chỉnh chính thức được cung cấp trong đĩa 3,5" để người sử dụng có thể in ra giấy. Dạng dữ liệu này được đọc bằng chương trình phần mềm *Adobe Acrobat*, có sẵn trong đĩa Reader để đọc và truy cập dữ liệu.

   Nội dung chi tiết:

   Trong phần mềm có Hypertext linkages (Ngôn ngữ kết nối siêu văn bản) cho phép truy cập dễ dàng và nhanh chóng đến các trang riêng biệt trong phần Index Geographical và Index của hải đồ hiệu chỉnh.

   Trong đĩa ADNM gồm có các file sau đây:

   - Toàn bộ nội dung của NM hàng tuần giống như NM in trên giấy, trong đó bao gồm các hình đơn sắc của các mảng hiệu chỉnh (Block). Từ file này có thể in ra ngay tại chỗ bản sao của NM.
   - Nội dung của Phần hai trong NM hàng tuần còn được sắp xếp mỗi thông báo thể hiện trên một trang cùng với một hình vẽ dùng cho giấy can hiệu chỉnh đặt ngay sau phần nội dung. Cách sắp xếp như vậy để có thể in các Thông báo riêng biệt trên giấy can. Các *Thông báo/Giấy can hiệu chỉnh* cũng có thể được truyền đi bằng phương pháp điện tử.

3. Thông báo cho người đi biển NM trên mạng Internet

   Ngoài việc phát hành bằng in giấy gửi qua đường bưu điện hoặc bằng kỹ thuật số, ANM còn có thể được cập nhật trên Webside theo địa chỉ sau đây,

   Notices to Mariners Website Web: **www.ukho.gov.uk**

   Searchable Notices to Mariners Web: **www.nmwebsearch.com**

Urgent navigational information: Fax: +44(0)1823 322352 Telex: 46464

Phone: +44(0)1823 723315

e-mail: nwuser@ukhomw.u-net.com

Sau khi mở trang chủ của Webside, nhấp chuột vào mục " Notices to Mariners" bên trái các mục chi tiết xuất hiện gồm,

- *Weekly Notices to Mariners – Thông báo hàng tuần*
- *Searchable NMs – Tìm kiếm NM*
- *NM Blocks – Các mảnh cắt dán*
- *Annual NMs – NM hàng năm*
- *Cumulative NM List – Danh mục NM tích luỹ*
- *Small Craft NMs – NM cho du thuyền*
- *NM Feedback Form – Mẫu nội dung phản hồi*

Theo nhu cầu, người sử dụng có thể lấy các thông tin miễn phí.

Công cụ tìm kiếm,

Nhấp chuột vào **Searchable NMs** hoặc vào **www.nmwebsearch.com**

Công cụ tìm kiếm có thể giúp người sử dụng tìm thông tin cập nhật cho một số hiệu hải đồ riêng biệt. Để giúp người sử dụng dễ dàng truy cập, trong www.*nmwebsearch.com* có các chi tiết,

- Search for Chart updates from the latest edition (Tìm hải đồ cập nhật th.báo mới nhất)
- Search for Chart updates from a previous NM (Tìm hải đồ cập nhật tất cả NM trước đây)
- Search for Chart updates between specified dates (Tìm hải đồ cập nhật NM trong khoảng thời gian nào đó)
- Search for individual NM by NM number/year (Tìm NM với số/năm xác định)

Mục tìm kiếm *nmwebsearch* cung cấp nhanh các nội dung:

- Chart update listings (thống kê hải đồ phải cập nhật)
- NM Chart Text updates (Nội dung cập nhật hải đồ theo NM)
- NM Full Colour Blocks, Diagrams and Note updates (Mảnh màu, sơ đồ Ghi chú của NM)
- Temporary and Preliminary NM updates (Cập nhật T & P)

4. Giải thích chi tiết nội dung các phần trong NM

Phần I - Chú giải. Danh mục Ấn phẩm

Gồm các chú giải và khuyến cáo khi sử dụng hải đồ cũng như các ấn phẩm hàng hải. Sĩ quan hàng hải cần đọc thật kĩ phần này trước khi tu chỉnh hải đồ.

NM ghi ngày phát hành thứ năm hàng tuần, bao gồm các thông báo cho đến thứ bảy – ngày in ấn - tuần trước đó.

Các thông báo (Notices) ở phần II là các hướng dẫn để cập nhật các hải đồ tiêu chuẩn. Các mảnh cắt dán và ghi chú cho hải đồ phải hiệu chỉnh ở phần II để ở cuối NM.

Các thông báo tạm thời và thông báo ban đầu (Temporary and Preliminary Notices)

Trong phần I còn có,

1) Danh mục hải đồ mới và ấn phẩm mới đã phát hành và có sẵn (ADMIRALTY CHARTS AND PUBLICATIONS NOW PUBLISHED AND AVAILABLE, NEW ADMIRALTY CHARTS AND PUBLICATIONS)

Nội dung mục này bao gồm các thông tin về việc xuất bản và cung cấp hải đồ mới (NCs) việc xuất bản và hải đồ, ấn phẩm tái bản (NEs).

Điều quan trọng là phải thay thế các hải đồ đã quá hạn sử dụng bằng những ấn bản mới. Khi nhận được NC/NE cần phải huỷ ngay các bản cũ. Dùng một hải đồ đã quá hạn là không an toàn.

Khi đã nhận hải đồ mới (NC) hoặc hải đồ tái bản mới (NE) thì phải ghi chép những chi tiết sau đây vào phần I của Sổ ghi chép NP 133A gồm,

- Nếu là hải đồ mới thì ghi số biên mục (Folio) tương ứng của hải đồ đó.
- Số hiệu hải đồ.
- Ghi ngày nhận hải đồ trên trang đầu của Phần I trong NP 133A.
- Ghi ngày tháng năm xuất bản cùng với kí hiệu (NC) - New chart hoặc (NE) - New Edition ở số hiệu hải đồ tương ứng.

Chú ý: Chỉ có ngày tái bản hoặc ngày xuất bản mới (New Edition/New Chart) là được ghi bằng bút mực vĩnh cửu, còn các thông tin khác phải ghi bằng bút chì.

2) Hải đồ và ấn phẩm sẽ phát hành và phát hành trong thời gian tới... (ghi rõ ngày tháng năm) (ADMIRALTY CHARTS AND PUBLICATIONS TO BE PUBLISHED, ADMIRALTY CHARTS TO BE PUBLISHED DATE ...)

3) Hải đồ và ấn phẩm vĩnh viễn huỷ bỏ (ADMIRALTY CHARTS AND PUBLICATIONS PERMANENTLY WITHDRAWN)

Do việc xuất bản một số hải đồ và ấn phẩm mới, một số hải đồ và ấn phẩm cũ cùng khu vực phải huỷ bỏ. Cần hết sức lưu ý là phải huỷ bỏ hải đồ và ấn phẩm cũ ngay sau khi nhận được các hải đồ và ấn phẩm mới.

4) Xê-ri hải đồ Raster, ngày phát hành gần nhất của các đĩa cho khu vực (ADMIRALTY RASTER CHART SERIES – LATEST ISSUE DATES OF REGIONAL DISCS)

Phần II

Gồm các nội dung,

1) Chỉ dẫn địa lý (Geographical Index)

Các chỉ dẫn này dùng để tham khảo, nhanh chóng tìm đến các trang có liên quan đến việc hiệu chỉnh hải đồ tại một vùng địa lý riêng biệt nào đó.

2) Chỉ dẫn các thông báo và biên mục hải đồ (Index of Notices and Chart Folio)

Phần này thống kê số thông báo và vị trí nằm ở trang nào trong tập NM và số Folio của hải đồ, nhằm giúp tìm nhanh một thông báo nào đó trong NM.

3) Chỉ dẫn các hải đồ phải hiệu chỉnh (Index of Charts affected)

Phần này gồm các cột số hiệu hải đồ (Chart No), số thông báo phải hiệu chỉnh (Notices) cho phép từ số hiệu hải đồ có thể tìm ra số thông báo một cách nhanh chóng.

Khi nhận được ấn phẩm NM hàng tuần cần đọc qua *Bản chỉ dẫn các hải đồ phải hiệu chỉnh* (Index of Charts affected) và so sánh chúng với hồ sơ hải đồ NP133A để xác định hải đồ nào cần phải hiệu chỉnh, chỉ ghi chép *bằng bút chì* các số hiệu thông báo NM tương ứng cho từng hải đồ phải hiệu chỉnh vào trong tập NP133A. Mẫu bản 7.A cho thấy cách ghi chép trong một trang của NP133A. Việc hiệu chỉnh có thể không tiến hành ngay. Sau đó, khi đã hiệu chỉnh xong một hải đồ, *cần phải đánh dấu chéo bằng bút chì, không được tẩy, trên số hiệu thông báo* NM tương ứng trong NP 133A.

Nhờ cách ghi bằng bút chì các số hiệu thông báo NM, sau khi hải đồ nào đó được tái bản mới thì ta có thể tẩy hết tất cả các ghi chép số hiệu thông báo NM đối với hải đồ đó trong NP133A, vì khi tái bản tất cả những hiệu chỉnh trước đều đã được đưa vào hải đồ, không cần phải lưu giữ các ghi chép đó nữa.

Tất cả số hiệu thông báo NM phải được ghi theo thứ tự, bằng cách tham khảo INDEX OF NOTICE để xác định được thông báo cho từng hải đồ nằm ở trang nào trong NM.

Những số hiệu thông báo NM có dấu ngôi sao (*) bên cạnh biểu thị thông báo đó dựa trên cơ sở các thông tin gốc.

4) Nội dung các thông báo hiệu chỉnh

7.A

Số hải đồ	Số Folio			Thông báo cho người đi biển NM phải hiệu chỉnh lên hải đồ.
3061	09			
3062	11			
3063	96			
3064	96			
3065	96			
3066	96			
3067	96			

Ghi chú: Trong cột cuối cùng ghi năm, tháng xuất bản hải đồ mới (NE), năm và số hiệu các thông báo hiệu chỉnh trong năm bằng bút chì.

• Đầu tiên trong mục này có số thông báo trong NM gồm vị trí địa lý, nội dung, các hải đồ phải hiệu chỉnh, ... ví dụ:

▪ *Thông báo tạm thời* "T" *và thông báo ban đầu* "P" (Temporary and Preliminary NMs):

Thông báo tạm thời (Temporary Notices) dùng để cảnh báo những thay đổi nhất thời các trang thiết bị trợ giúp hàng hải hoặc cảnh báo những nguy hiểm có tính nhất thời, chẳng hạn tập trận của hải quân trên biển, dàn khoan, nạo vét...

Thông báo ban đầu (Priliminary Notices) bao gồm những thông tin mới nhất về về những công trình mới như phát triển cảng, một chiếc cầu đang xây dựng...Thông báo cung cấp :

1) Các thông báo báo trước về những biến đổi sẽ xảy ra.

2) Khái quát về những biến đổi dự kiến trong khi khảo sát công trình.

3) Một hải đồ của một quốc gia khác sắp công bố...

Những thông báo T và P thường được đặt ở cuối Phần II và chỉ được *in trên một mặt giấy* để có thể cắt chúng ra *đưa vào sổ tay lưu giữ* tham khảo, đối chiếu với các ANM tiếp theo.

Các thông báo này đều có kèm theo chữ T (Temporary-Tạm thời) và chữ P (Preliminary – Ban đầu) ngay sau số hiệu thông báo, nằm cuối phần II. Loại thông báo này được *in trên một mặt giấy* để người hiệu chỉnh hải đồ có thể cắt và lưu giữ trong một file riêng nhằm theo dõi nhưng thay đổi liên quan. Để tiện cho việc lưu trữ, tiếp theo sau chữ T hoặc P có ghi năm, ví dụ 74(T)/05 hoặc 103(P)/05. Các thông tin trong thông báo T và P này không có trong hải đồ trước khi phát hành hải đồ. Những nội dung trong phần Thông báo T và Thông báo P là những thông tin hàng hải quan trọng cần được hiệu chỉnh vào hải đồ bằng bút chì và phải ghi số của NM tương ứng vào sổ ghi chép NP133A.

Phần IIA

Bao gồm các thông báo của của New Zealand cho hải đồ New Zealand (NZ)

Phần III

In lại các cảnh báo hàng hải (Navigational Warnings)

Cần lưu ý rằng những cảnh báo hàng hải có tầm quan trọng đặc biệt khi tàu chạy trong vùng địa lý chịu ảnh hưởng của cảnh báo đó. Các cảnh báo hàng hải in lại trong phần này phải được *cắt và lưu giữ* trong một file riêng được chia theo khu vực, các cảnh báo được xếp theo khu vực và theo tứ tự tuần để tham khảo và theo dõi sự thay đổi các cảnh báo đó.

Phần IV

Hiệu chỉnh hàng hải chỉ nam (Corrections to Admiralty Sailing direction - SDs).

Nội dung phần này giúp ta hiểu được những thông tin thay đổi trên hải đồ bằng lời văn. Một danh mục các hiệu chỉnh này được tập hợp và in trong Phần IV của NM của tuần cuối tháng. Những hiệu chỉnh có hiệu lực đến cuối năm thì được in lại trong tập *Kỹ yếu hàng năm của thông báo cho người đi biển* (Annual Summary of Admiralty Notices to Mariners) Nếu như có tập Bổ sung (Supplement) cho bất cứ tập Hàng hải chỉ nam nào đã được ấn hành thì phải hiệu chỉnh tập Bổ sung bằng chính nội dung phần này. Nội dung phần này được in trên một mặt giấy để có thể *cắt và đính* vào vị trí tương ứng.

Để thuận tiện trong việc tra cứu, các hiệu chỉnh này thường được lưu giữ trong một file hồ sơ *riêng* với danh mục hiệu chỉnh mới nhất để trên cùng, mà không nên đính trực tiếp vào

tập Hàng hải chỉ nam hoặc tập Bổ sung. Khi cần tham khảo Hàng hải chỉ nam phải tham chiếu file hồ sơ riêng xem có khu vực nào đang quan tâm cần phải hiệu chỉnh hay không.

Phần V

Hiệu chỉnh Danh mục đèn biển và tín hiệu sương mù. (Correction to Admiralty List and Fog Signals -LLs)

Hàng tuần các đèn biển ít nhiều đều có những biến đổi đòi hỏi phải hiệu chỉnh các tập LLs. Những biến đổi này đã được phản ảnh trong phần hiệu chỉnh hải đồ.

Nếu hải đồ không phải là loại có tỷ lệ lớn nhất trong khu vực thì điều quan trọng là phải có đầy đủ các chi tiết của đèn biển và tín hiệu sương mù không thể hiện trên hải đồ. Các chi tiết này sẽ được tìm thấy trong LLs.

Các thông tin liên quan đến việc hiệu chỉnh LLs được in trên một mặt giấy để tiện *cắt và đính* trong các tập LLs tương ứng.

Giữa Phần V và phần VI có thể tìm thấy các Ghi chú (Notes) hoặc các *mảnh in sẵn* (Bloks) có liên quan đến các hiệu chỉnh liệt kê ở Phần II. Ở đây còn có các Ghi chú về thuỷ văn (H102) và các Ghi chú về thông tin liên quan đến Cảng (H102a) để tham khảo các thông tin quan trọng về hàng hải trong khi trên hải đồ không có các nội dung đó.

Phần VI

Hiệu chỉnh Danh mục tín hiệu radiô (Correction to Admiralty of Radio Signal - ALRS) .

Những thông tin trong mục này cũng rất quan trọng, nó bao gồm thông tin cập nhật về những biến đổi hàng tuần, cần phải hiệu chỉnh các tập ALRS tương ứng .

Nội dung hiệu chỉnh ở phần này có thể được cắt và đính sang các tập ALRS liên quan.

7.4.5 Giải thích một số thuật ngữ hiệu chỉnh hải đồ sử dụng trong ANM

Trong Phần II của NM hàng tuần dùng 5 thuật ngữ sau đây để lệnh (yêu cầu) thực hiện các hiệu chỉnh khác nhau trên hải đồ,

1. "**INSERT**" có nghĩa là "điền vào" tất cả những dữ liệu mới hoặc, dùng cùng với lệnh *huỷ bỏ* - DELETE (xem mục (5) dưới đây) khi mà phần mô tả dịch chuyển vị trí vượt quá giới hạn của lệnh MOVE, vì vậy lệnh MOVE không còn thích ứng.

   Ví dụ: "Delete feature and Insert in a different position" có nghĩa là " Xoá phần mô tả và *điền vào* ở vị trí khác".

   Chú ý: Nội dung ghi lên hải đồ được in bằng chữ nghiêng trong thông báo.

2. "**AMEND**" có nghĩa là "sửa" tức là giữ nguyên phần mô tả ngay tại vị trí hiện tại nhưng thay đổi tính chất của nó.

   Ví dụ: Amend *light to Fl.3s25m10M* 32^0 36' .90S . 60^0 54'.18E

   Khi chỉ thay đổi tầm xa của đèn thì nói như sau đây là đủ,

   "Amend *range of light to 10M* $32^0$36'.90S . $60^0$54'.18E"

3. "**SUBSTITUTE**" có nghĩa là "thay thế" phần mô tả mới vào phần mô tả hiện tại nhưng không thay đổi vị trí. Phần mô tả mới luôn đặt ở trước.

Ví dụ: Substitute for (trong đó là phần mô tả mới)

4. **"MOVE"** có nghĩa là "dịch chuyển" phần mô tả một khoảng cách nhỏ nhưng tính chất của nó không đổi (thường dịch chuyển trong phạm vi bán kính 2,5cm quanh vị trí ban đầu).

   Ví dụ: Move starboard-hand conical buoy from ...(Dịch chuyển phao hình nón phía tay phải từ ...) $56^0$00'.62N , $4^0$46'.47W to (đến) $56^0$00'.93N , $4^0$46'.85W

5. **"DELETE"** có nghĩa là "huỷ bỏ" phần mô tả khỏi hải đồ hoặc, dùng cùng với lệnh "INSERT" [xem (1) ở trên] khi phần mô tả dịch chuyển một khoảng cách vượt quá giới hạn của lệnh "MOVE" , lệnh này không còn thích ứng.

7.5.6 Giấy can hiệu chỉnh - Chart Overlay Correction Tracing

Giấy can hiệu chỉnh là một mảnh giấy bóng mờ trên đó in một số thông tin thiết yếu trong thông báo hàng hải, các thông tin này chủ yếu là các điểm cơ bản như vị trí phao tiêu, đèn biển, tàu đắm... cùng với các đường kinh vĩ độ trùng khớp với hải đồ cần hiệu chỉnh. Tiêu đề của giấy can gồm số hiệu thông báo hiệu chỉnh, số hiệu hải đồ cùng với tháng năm xuất bản mới và ấn bản mới NC/NE, nếu hải đồ đã bị huỷ bỏ hoặc thay thế bằng NC/NE thì cũng phải huỷ bỏ giấy can hiệu chỉnh cũ.

Khi hiệu chỉnh bằng giấy can chỉ cần đặt giấy can lên hải đồ làm cho trùng khít kinh vĩ độ của giấy can với hải đồ, sau đó dùng đầu nhọn compa đánh dấu những vị trí cần hiệu chỉnh có sẵn trên giấy can lên hải đồ, nhờ đó người làm việc hiệu chỉnh không cần phải mất nhiều thời gian xác định điểm đó trên hải đồ bằng cách đo. Như vậy giấy can chỉ làm nhiệm vụ xác định điểm hiệu chỉnh, không được đưa các chi tiết hiệu chỉnh trên giấy can lên hải đồ, các chi tiết hiệu chỉnh vẫn phải vẽ bằng tay theo cách thông thường.

Giấy can hiệu chỉnh là một công cụ phổ biến trên tàu để thực hiện các hiệu chỉnh nhỏ trên hải đồ nhờ đó công việc hiệu chỉnh được tiến hành nhanh và chính xác, không nhầm lẫn, tiết kiệm được 80 đến 90% thời gian so với cách hiệu chỉnh vẽ trực tiếp, đặc biệt thuận lợi cho những tàu viễn dương không chuyên tuyến mang theo lượng hải đồ lớn.

Giấy can hiệu chỉnh được in và cung cấp thành từng bộ hoàn chỉnh bao gồm tất cả các hiệu chỉnh hàng tuần cho hải đồ toàn thế giới. Như vậy, đối với những tàu chỉ sử dụng rất ít hải đồ thì việc sử dụng cả một bộ giấy can đầy đủ là không thiết thực.

7.5.7 Thực hành hiệu chỉnh hải đồ và các ấn phẩm hàng hải theo NM

1. Những việc đầu tiên

   1) Sau khi nhận được ấn bản *Thông báo cho người đi biển* NM hàng tuần, sĩ quan hàng hải phải kiểm tra số hiệu của ấn bản có phải là *số kế tiếp với ấn bản đã nhận trước đó* hay không. Sau đó,

   2) Điền vào Sổ ghi chép NP133A số hiệu của Thông báo đối với các hải đồ phải hiệu chỉnh bằng bút chì. Như đã nói ở trên.

   3) Lật sang những trang cuối phần II xem có công bố hay huỷ *Thông báo tạm thời* T hoặc *Thông báo ban đầu* P hay không. Nếu có thì bổ sung hoặc sửa đổi trong Sổ ghi chép NP133A đối với các hải đồ tương ứng, đồng thời đối chiếu với *file hồ sơ lưu T & P.*

   4) Kiểm tra phần thông báo "Admiralty Publication" xem có phát hành ấn phẩm mới hoặc hải đồ huỷ bỏ hay không. Nếu có ấn phẩm mới thì chuẩn bị việc yêu cầu cung ứng thay

thế ấn phẩm cũ, các nhà chức trách PSC hoặc giám định tàu (vetting inspection) thường hay kiểm tra việc cập nhật ấn phẩm mới.

2. Những điểm cần lưu ý khi thực hiện việc hiệu chỉnh lên hải đồ và ấn phẩm.

1) Nội dung trong từng số thông báo trong NM cần phải hiệu chỉnh cho một hải đồ riêng biệt được đóng trong dấu ngoặc tròn ( ). Trong dấu ngoặc vuông [ ] là số hiệu hiệu chỉnh lần trước [Last corection] cho các hải đồ xuất bản / ấn bản mới.

2) Cần lưu ý rằng hải đồ phải hiệu chỉnh gồm phiên bản hải đồ cơ bản và phiên bản hải đồ mạn lưới (như hải đồ Loran/Decca). Nhưng không phải tất cả hải đồ đều phải hiệu chỉnh hoàn toàn theo NM.

3) Nếu như phần nội dung nằm trong dấu ngoặc vuông [ ] không khớp với hải đồ đang hiệu chỉnh điều đó có nghĩa là thiếu một hoặc hai số NM hoặc là đang sử dụng hải đồ ấn bản cũ. Trước khi hiệu chỉnh hải đồ theo NM mới nhất thì phải đưa các số NM thiếu vào hải đồ.

4) Không tiến hành bất cứ hiệu chỉnh nào bằng bút mực ngoài những hiệu chỉnh cho trong Phần II của Thông báo NM hàng tuần.

5) Luôn luôn *điền thông tin mới vào sau đó mới được xoá thông tin cũ.*

6) Nếu sử dụng "giấy can hiệu chỉnh" (Overlay correction tracing) thì chỉ được xem *giấy can là một phương tiện để chấm vị trí* cho chính xác và nhanh chóng. Không được chép tất cả những gì trên giấy can lên hải đồ.

7) Khi hiệu chỉnh hải đồ bằng những thông tin do nhà chức trách cung cấp mà không phải là của Cục thủy văn Anh cung cấp trong NM thì phải thực hiện bằng bút chì.

8) Tất cả những hiệu chỉnh cho trong Thông báo NM đều phải được hiệu chỉnh vào hải đồ và các ấn phẩm tương ứng. Hiệu chỉnh xong thông báo nào thì phải đánh dấu trong NM. *Sau khi hiệu chỉnh hải đồ xong mới được điền số hiệu của NM một cách rõ ràng và sạch sẽ vào góc trái phía dưới hải đồ và dùng bút chì gạch bỏ (Chú ý: không tẩy bỏ) số hiệu NM đối với hải đồ tương ứng trong Sổ ghi chép NP 133A.*

9) Các hiệu chỉnh vĩnh cửu phải thực hiện bằng *mực tím* đặc biệt trên hải đồ để không bị nước làm nhòe. Các hiệu chỉnh tạm thời T và hiệu chỉnh ban P đầu thực hiện bằng *bút chì.*

10) Các hiệu chỉnh tạm thời (T) và ban đầu (P) phải được tẩy bỏ ngay sau khi nhận được thông báo huỷ bỏ trong NM hàng tuần.

11) Phải tuân thủ các ký hiệu và những chữ viết tắt đã quy định trong CHART 5011 để đảm bảo sự thống nhất trên hải đồ. Chữ viết không được che lấp các kí hiệu và số đo độ sâu trên hải đồ.

12) Nếu một thông báo phải hiệu chỉnh cho nhiều hải đồ thì phải bắt đầu hiệu chỉnh lần lượt từ hải đồ có tỷ lệ lớn đến loại có tỷ lệ nhỏ nhất (vì hải đồ được xếp theo tỷ lệ, tỷ lệ lớn xếp trước nên phải hiệu chỉnh trước). Trên tàu có vài ba hải đồ cùng một số hiệu thì phải hiệu chỉnh tất cả các hải đồ đó, để tránh nhầm lẫn đáng tiếc.

13) Nếu trong Thông báo NM có những mảnh (blocks) hải đồ in sẵn trên đó in nội dung cần sửa thì chỉ cần cắt mảnh in sẵn đó ra khỏi thông báo rồi dán nó sao cho trùng khít vào vị trí cần sửa trên hải đồ bằng loại keo đặc biệt đã giới thiệu ở trên. Cần lưu ý là phải cắt đường viền màu đen quanh mảnh in sẵn trước khi dán nó lên hải đồ.

14) Khi hiệu chỉnh tập Sailing Derection, Danh mục đèn biển và tín hiệu sương mù LLs hoặc Danh mục tín hiệu vô tuyến ALRS thì có ghi số hiệu chỉnh tương ứng.

3. Ví dụ hiệu chỉnh

Nội dung phần hiệu chỉnh theo Thông báo cho người đi biển luôn luôn theo một định dạng nhất định, sau đây là một thí dụ điển hình,

Ví dụ1,

Trong NM , thông báo hiệu chỉnh số 1868 ghi như sau:

1868 NORTH AMERICA ,West Coast - California - Humboldt Bay - North Split - Radiobeacon

Delete Radiobeacon RC (Charts 2351, 4801 & 4806 , radiobeacon RC, at light)

(a) $40^0$46'.11N , $124^0$13'. 22W

(b) $40^0$45'45" N , $124^0$13'06" W

Chart [Last corection] - 3095 (plan, Humboldt Bay) (a) [New Edition 12/12/96] - 3121 (b)

[914/97] - 2531 (a) [914/97] - 2530 (a) [1187/97] - 4801 (INT 801) (a) [4236/96] - 4806 (a) [298/96]

Admiralty List of Radio Signal Vol.2. 1997: 3606 (20/97)

US Notices 19/18622/97 *(HH 612/440/02)*

Giải thích:

- **1868** Là số hiệu xuất bản của thông báo hiệu chỉnh trong NM trong năm , nó phải được ghi vào bên dưới góc trái hải đồ sau khi hải đồ đã được hiệu chỉnh.
- Phần tiếp theo, **NORTH AMERICA**... biểu thị vùng địa lý, quốc gia hoặc một khu vực hoặc một cảng riêng biệt, **Radiobeacon** biểu thị tính chất hiệu chỉnh.

Tiếp theo là phần yêu cầu hiệu chỉnh :

- **Delete** là lệnh huỷ bỏ tiêu vô tuyến điện Radiobeacon RC trong các hải đồ 2531,4801 & 4806. Cần thận trọng đối với vị trí hiệu chỉnh theo (a), (b). Kinh vĩ độ có thể diễn đạt bằng độ, phút (') và giây ('') hoặc bằng độ, phút và phần mười của phút phụ thuộc vào loại hải đồ. Trong ví dụ trên đưa ra cả hai cách diễn đạt.
- Tiếp theo là phần *Chart (Last correction)*. Phần này chỉ ra các hải đồ đã hiệu chỉnh theo lần cuối cùng trong thông báo số mấy, năm nào. Theo đó, hải đồ 3095 đã hiệu chỉnh theo (a) trong ấn bản 12/12/96, hải đồ 3121 đã hiệu chỉnh theo nội dung (b) của thông báo số 914 năm 97...

Ví dụ 2,

28* ENGLAND - South Coast - The Solent - Isle of Wight - Gurnard Bay and Salt Mead Ledges - Drying heights. Depths.

Source: Channel Coast Observatory.

Chart 2036 (INT 1730) [*previous update 4904/04*] ETRS89 DATUM

Insert	drying height $\underline{0}_1$ enclosed by 0m contour	*(a)* 50° 45′·54N., 1° 20′·26W.
	drying height $\underline{0}_3$ enclosed by 0m contour	*(b)* 50° 44′·27N., 1° 22′·62W.
Delete	depth 3_3, close W of:	*(a)* above
	depth *2*, close NW of:	*(b)* above

Chart 2045 [*previous update 5635/04*] ETRS89 DATUM

Insert	drying height $\underline{0}_1$ enclosed by 0m contour	*(a)* 50° 45′·54N., 1° 20′·26W.
Delete	depth 0_4, close SW of:	*(a)* above

Trong đó số 28* là số hiệu thông báo hàng với dữ liệu đáng tin cậy. Hiệu chỉnh *chiều cao khô* và *độ sâu*, bao gồm đưa vào số liệu mới, huỷ bỏ số liệu cũ.

Các hải đồ phải hiệu chỉnh là,

- Hải đồ 2036 (Hải đồ quốc tế 1730) (H.chỉnh lần cuối 4904/2004)

- Hải đồ 2045 (Hiệu chỉnh lần cuối 4904/2004)

Các ví dụ dưới đây sử dụng giấy can hiệu chỉnh:

Ví dụ 3,

Một yêu cầu hiệu chỉnh ghi trong một tập ANM như sau:

916 SOUTH AMERICA, East Coast- Argentina- Rio de La Plata - Puerto de la Plata - Bouy.

Delete	green conical light - bouy. Fl.G 5s	$34^0$47'.9S , $57^0$51'.7W

Chart [Last corection] - 1751 (Plan, Puerto de La Plata [625/97]

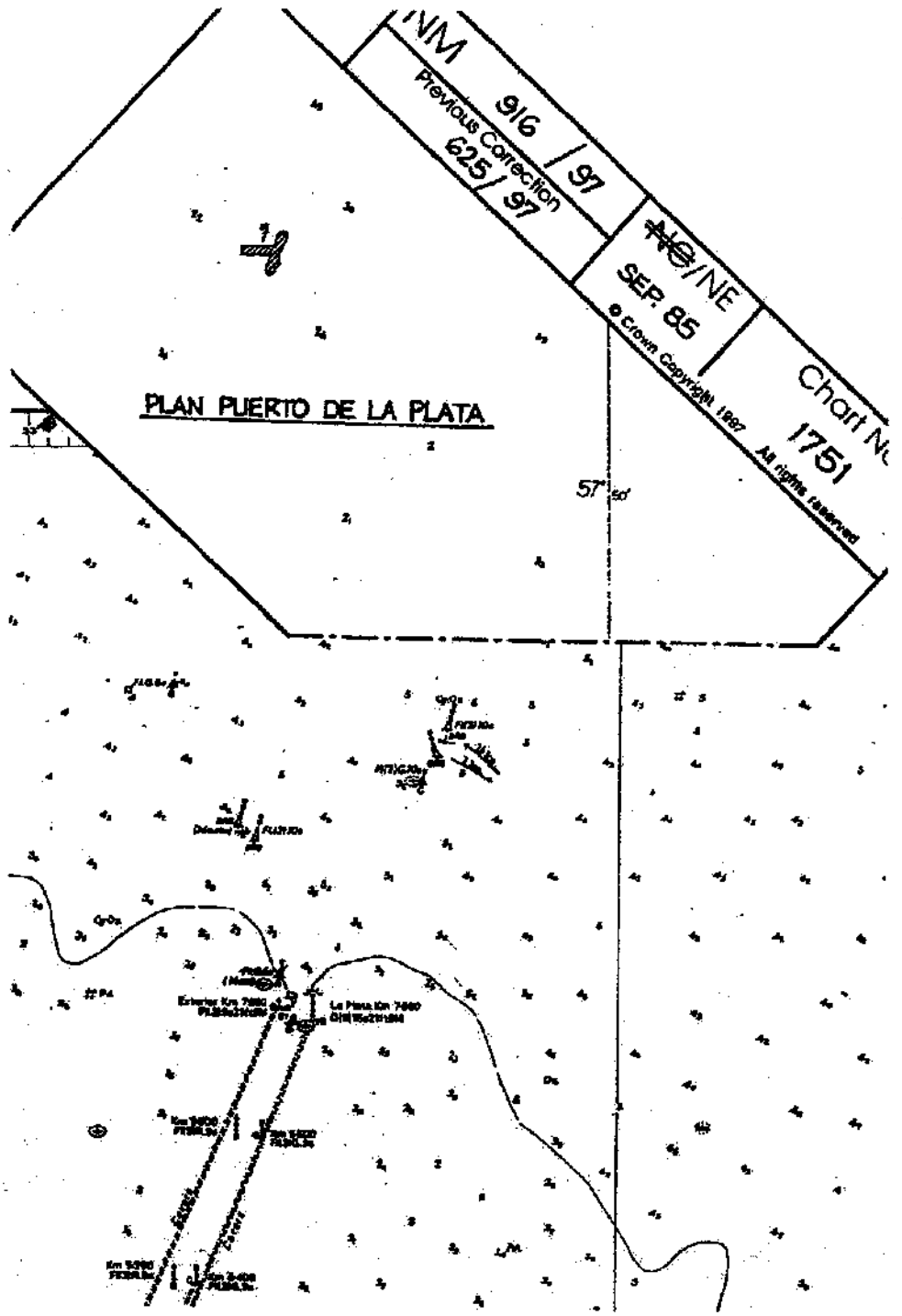
Argentina Notice 1/8/97 (*HH.651/420/05*)

Ví dụ này là một dạng hiệu chỉnh nhỏ đơn giản.

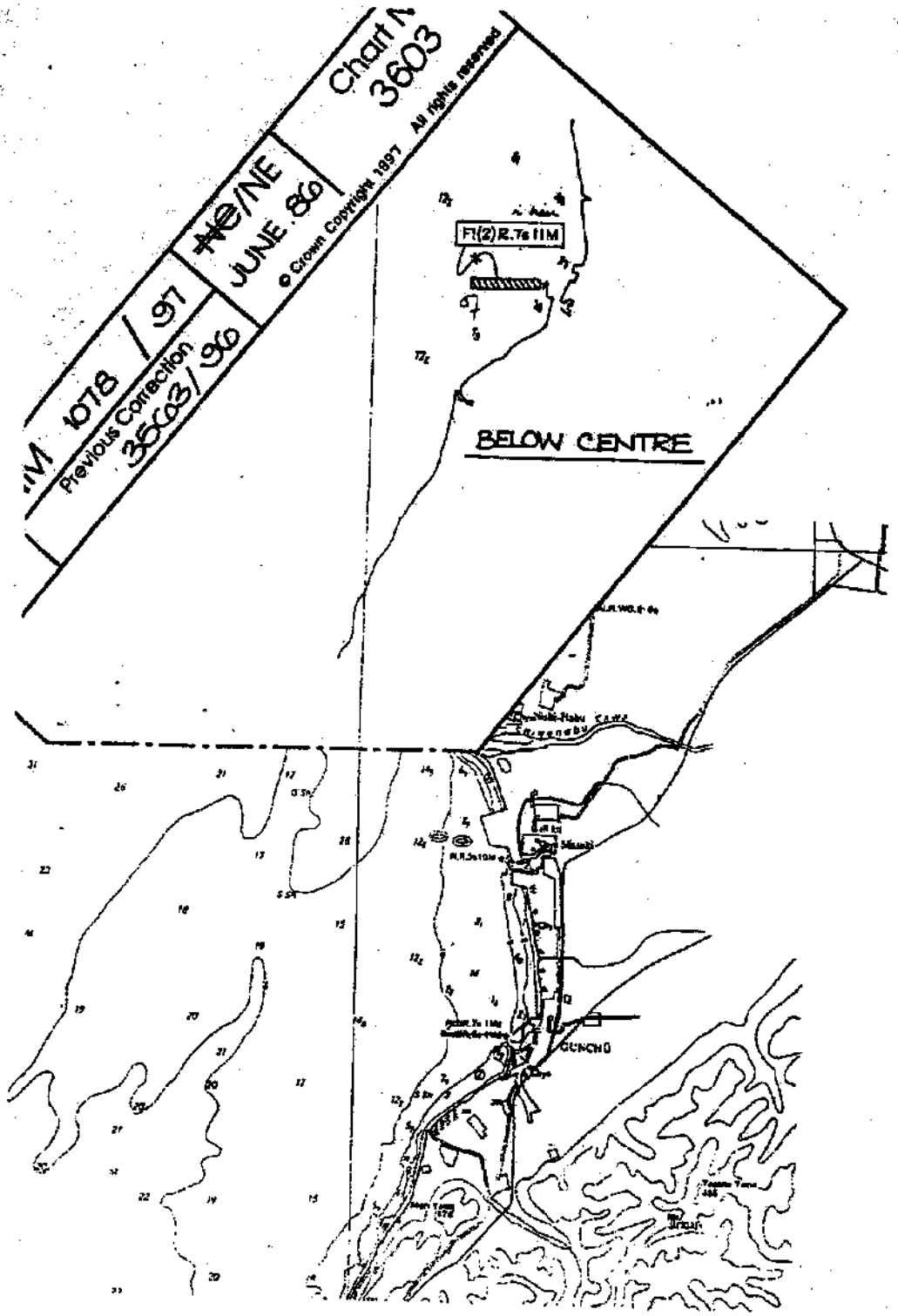
Khi tiến hành hiệu chỉnh, dùng ngòi bút 0,2/0,25 vạch một đường qua chữ "Fl.G5s" và gạch bằng hai đường chéo qua phao đèn. Cần chú ý xoá chữ "G" (biểu thị màu của đèn) nằm dưới phao đèn .

Có thể sử dụng giấy can để giúp cho việc hiệu chỉnh nhanh chóng. Hình 7.24 mô tả cách sử dụng giấy can hiệu chỉnh, phần vẽ đậm nét ở trên là giấy can hiệu chỉnh. Trên giấy can hiệu chỉnh có ghi: Số hiệu hải đồ/1751, NE/Sep.85. Số thông báo hiệu chỉnh NM 916/97, hiệu chỉnh lần trước 625/97 ... Chỉ cần đặt giấy can trùng khít lên hải đồ và tìm ngay vị trí "green conical light - buoy. Fl.G 5s" trên hải đồ.

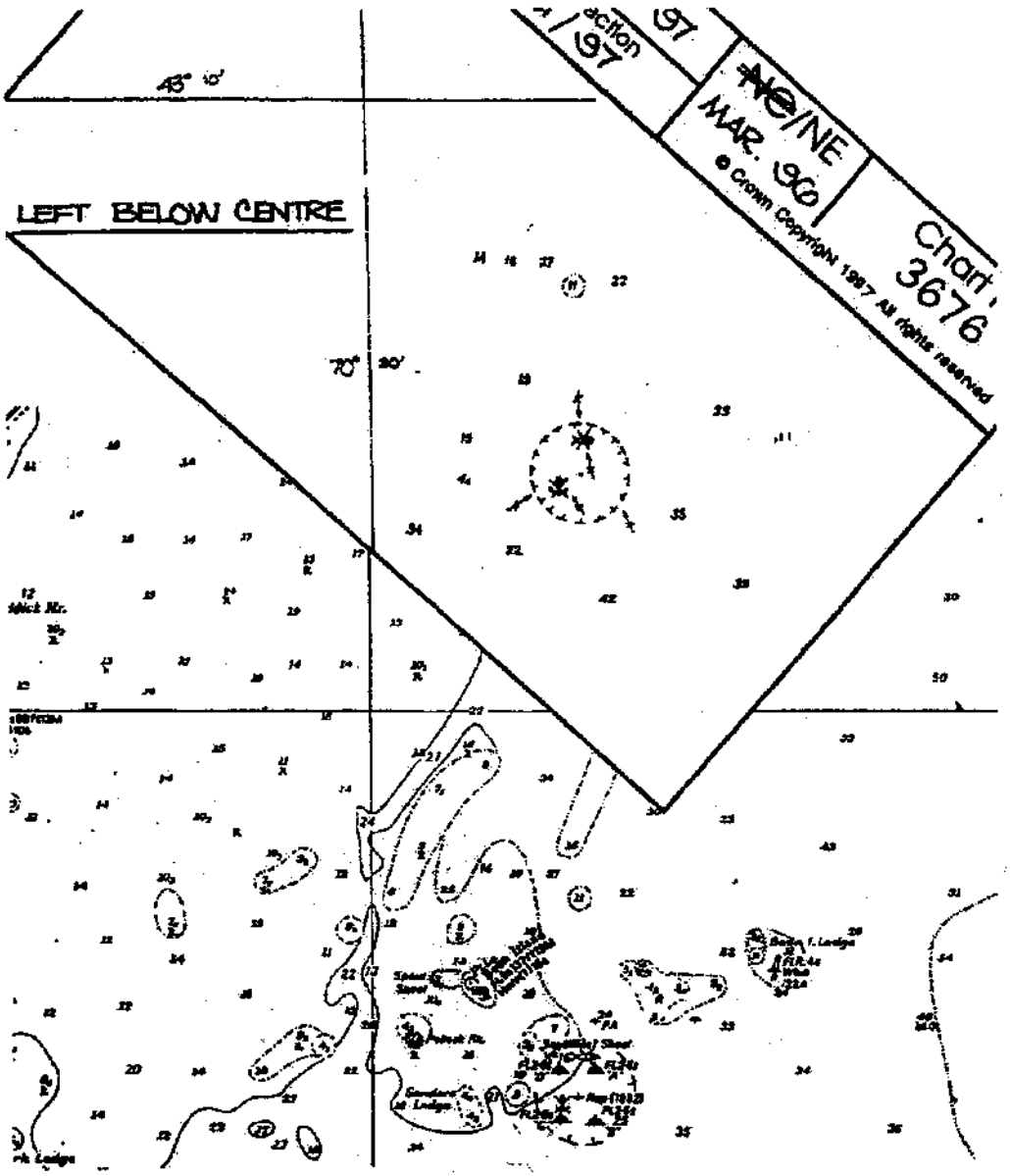
Cần lưu ý là giấy can hiệu chỉnh chỉ là một phương tiện để xác định nhanh chóng vị trí hiệu chỉnh bằng cách đặt trùng khít kinh vĩ độ của giấy can và hải đồ, không được sao chép những gì in trên giấy can lên hải đồ.



Hình 7.24


Chart No
3603
All rights reserved
© Crown Copyright 1997
NE/NE
JUNE 86
97
1078
Previous Correction
3603/96
Fl(2)R.7s 11M
BELOW CENTRE
QUINCHO

Hình 7.25



Hình 7.26

Ví dụ 4,

ANM ghi như sau:

1078 JAPAN - Seto Naikai - Iyo Nada - Gunchù - Light

Amend light to, Fl(2) R.7s 11M $33^0$45'N., $132^0$41'.8E

Chart (Last corection) - **3603** [3563/96] - **2874**[806/97]

Light List Vol.F/96,5431

Japanese Notice 7/287/97 *(HH.568/424/03)*

Việc hiệu chỉnh thực hiện trên hình 7.25. Nói chung các hiệu chỉnh phổ biến nhất là thay đổi đặc điểm của đèn.Trong ví dụ này, Đặc điểm của đèn phải được xoá bằng bút và điền vào đặc điểm mới.

Ví dụ 5,

ANM ghi như sau:

935 NORTH AMERICA, East Coast - Maine - Boon Island Southeastward - Southeasts Shoal - Restricted area.

Insert circular limit of restricted area, anchoring; fishing prohibited, radius 0.5M, pecked line, centred on : $43^{0}06'.32N$., $70^{0}27'.15W$

Chart [Last Correction] - **3676** [181/97]

U.S Notice 6/13286//97 & U.S Coast Pilot Corrections (HH.614/430/02)

Trong hiệu chỉnh này (xem hình 7.26) , có thể dùng thước định hình, nếu thước định hình có vòng tròn với bán kính đúng như yêu cầu thì thật may mắn. Hoặc cũng có thể dùng compa gắn ngòi bút để vẽ một vòng tròn có bán kính 0,5M. Đảm bảo rằng các ký hiệu biểu thị khu vực cấm không làm ảnh hưởng đến các thông tin quan trọng khác. Vẽ các ký hiệu cấm đánh cá và cấm neo ngay trong vòng tròn.

8

TIÊU HÀNG HẢI

8.1 Phân loại tiêu trợ hàng

Tiêu hàng hải hoặc tiêu trợ hàng (Aid to navigation) là tên gọi chung cho các trang thiết bị, dụng cụ như các loại dấu hiệu, đèn hiệu, âm hiệu, tín hiệu vô tuyến lắp đặt trên các tuyến, luồng giao thông, vùng nguy hiểm, các điểm đặc biệt...để hỗ trợ cho tất cả các phương tiện tàu thuyền xác định vị trí, hướng dẫn đường đi, phòng tránh khu vực nguy hiểm , hành hải an toàn.

8.1.1 Phân loại theo vị trí lắp đặt

1. Tiêu trợ hàng ven biển (Coastal Aids)

Đặt ven biển và tại các cửa khẩu, cửa sông, eo biển để hướng dẫn tàu thuyền ra vào cảng, cửa sông ngòi, qua eo biển, chia làm hai loại: các hàng tiêu cố định và các phao tiêu nổi.

1) Tiêu trợ hàng cố định

Thường đặt trên bờ biển, hải đảo, trên cồn nổi, bãi san hô..., gồm:

a) Hải đăng (Lighthouse)

Thường đặt cao trên đảo, núi, tầm nhìn rất xa, lân cận các đường hàng hải quan trọng hoặc các nơi gần cửa khẩu. Hải đăng thường là những kiến trúc cố định có tính thẩm mỹ cao. Cấu trúc của một hải đăng chia làm 3 phần đế, thân, và tháp đèn. Phần thân có hình dáng và màu sắc nhất định để dễ nhận dạng. Tháp đèn trang bị đèn phát ra ánh sáng có đặc tính riêng, cường độ cao, phát ánh sáng xa, giúp cho tàu thuyền nhận dạng dễ dàng. Một số hải đăng còn phát tín hiệu âm thanh, tín hiệu vô tuyến...Thường, hải đăng có người trông coi.

b) Trụ đèn (Light beacon)

Thường lắp bên cạnh luồng, hàng đạo, trên cửa đập chắn sóng ra vào cảng. Đó là một kiến trúc kết cấu thép, thấp, lắp đèn nhưng cường độ ánh sáng không cao như hải đăng, không có người trông coi.

c) Trụ tiêu (Beacon)

Thường dựng ở các bãi cạn, bãi san hô, bằng thép hoặc bằng gỗ trên đỉnh lắp tiêu hình quả bóng hoặc hình tam giác dùng để cảnh báo khu vực cạn, đá ngầm...Nếu lắp trên bờ thì làm chập tiêu, hoặc làm tiêu xác định tính năng tàu thuyền, xác định sai số la bàn.

2) Tiêu nổi trên mặt nước

Thường thả nổi trên mặt nước, dùng neo, rùa để cố định tại một vị trí nào đó ở đáy sông, biển. Các phao tiêu trên mặt nước, ngoài tàu đèn và các phao lớn đặc biệt, còn lại đều có quy định thống nhất hình dáng, màu sắc, ký hiệu, tiêu đỉnh, đặc điểm đèn... cho các loại phao tiêu khác nhau. Gồm có các loại sau đây,

a) Tàu đèn (Light vessel)

Lắp đặt gần các đường hàng hải quan trọng mà ở đó không có chỗ để đặt hải đăng để chỉ dẫn đường đi, đường vào cảng, chỉ dẫn khu vực nguy hiểm. Đó là một loại tàu thiết kế đặc biệt, trên đó đặt các thiết bị phát sáng cường độ mạnh, phát âm thanh...Tàu đèn thường sơn màu đỏ có tên tàu và ký hiệu riêng, trên đỉnh cột có bóng tròn đen để nhận dạng ban ngày.

b) Phao tiêu (Buoy)

Thường đặt ở các đường hàng hải ven biển, luồng vào cảng, những vị trí có chướng ngại vật nguy hiểm như đá ngầm, bãi cạn, khu vực cấm... Phao tiêu có hình dáng, kích thước, màu sắc quy định, được neo giữ tại một vị trí xác định. Trên phao nổi có gắn các thiết bị phát quang, phát âm thanh, phản xạ rađa, phần nổi trên mặt nước thường có hình hộp tròn, hình nón, hình cầu, hình trụ, hình gậy. Phao tiêu chịu ảnh hưởng của dòng nước, thuỷ triều, vị trí của nó biến đổi chung quanh vị trí neo giữ, khi sóng to gió lớn có thể bị dịch chuyển hoặc trôi dạt mất. Nếu có gắn đèn thì gọi là phao đèn (Light buoy).

8.1.2 Phân loại theo thiết bị kỹ thuật

1. Tiêu trợ hàng phát quang

2. Tiêu trợ hàng không phát quang

3. Tiêu trợ hàng âm thanh gồm có,

a) Chuông sương mù (bell) phát âm thanh khi sóng đánh, âm vang nghe được cách chừng 1~2 hải lý.

b) Cồng (Gong), đặt trên hải đăng và tàu đèn, có người trông coi, đánh khi có sương mù, thời tiết xấu.

c) Còi (Whistle), thường lắp trên phao nổi, lợi dụng sóng biển hút và thổi không khí qua miệng sáo để phát âm thanh, cự ly nghe được 1~4 hải lý.

d) Tù và (Horn), có âm thanh trầm thấp, lắp đặt ở bờ biển gần cửa khẩu hoặc trên hải đăng có nguồn điện, phát tín hiệu âm thanh quy định cho tàu thuyền phân biệt nhận dạng.

e) Còi hơi (Siren) lắp đặt trên hải đăng hoặc tàu đèn, dùng hơi nén để phát âm thanh vang xa, rõ ràng, cự ly tác dụng 3~10 hải lý.

Ngoài ra, còn có loại phát ra tiếng nổ như súng sương mù, tín hiệu morse sương mù...

4. Hàng tiêu vô tuyến như tiêu vô tuyến vô hướng (RC), tiêu vô tuyến định hướng (RD), tiêu vô tuyến quay (RW), bộ phản xạ rađa, ramark, racon..., các trạm phát định vị Loran, Decca...

8.2 Quy định tiêu trợ hàng trên các vùng biển quốc tế

8.2.1 Giới thiệu chung

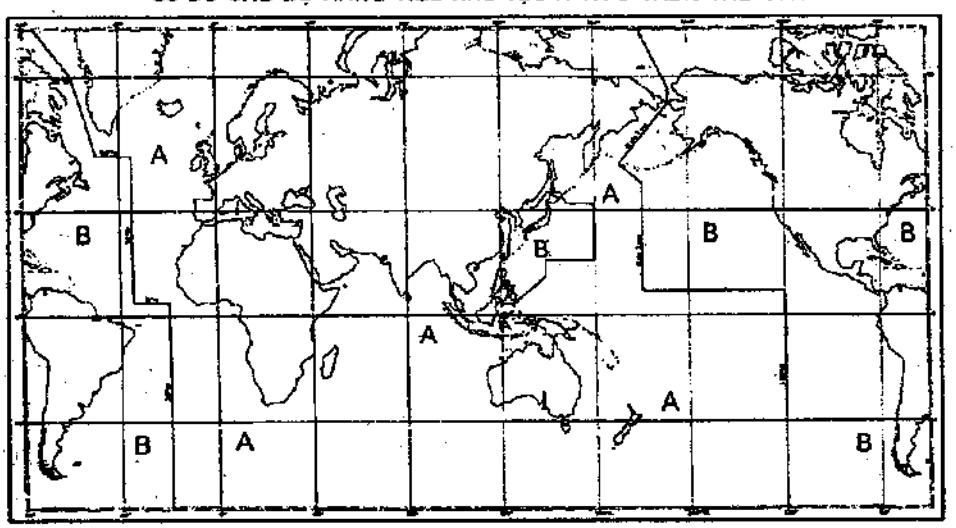
Tiêu trợ hàng trên khắp thế giới đã tồn tại hàng trăm năm, nhưng không thống nhất, gây ra nhiều bất tiện cho các phương tiện ngày càng dày đặc trên biển.

Tiêu trợ hàng trên các vùng biển quốc tế ảnh hưởng rất nhiều đến an toàn hàng hải. Thống nhất quy định chế độ tiêu trợ hàng trên toàn thế giới là một nhu cầu cấp thiết của tất cả các quốc gia hàng hải.

Sau khi Hiệp hội quốc tế các tổ chức quản lý hải đăng (International Association of Lighthouse of Authorities - IALA) thành lập năm 1957, vào năm 1965 một Uỷ ban kỹ thuật quốc tế do Hiệp hội thành lập đã bắt tay nghiên cứu một chế độ thống nhất tiêu hàng hải. Năm 1971 IALA đã chia tiêu hàng hải ra làm hai hệ thống A và B. Năm 1977, hệ thống tiêu hàng hải A đã được IMCO (ngày nay là IMO) thông qua.

Từ năm 1977 hệ thống hàng tiêu A được các cơ quan quản lý hàng tiêu Anh quốc áp dụng đầu tiên. Cho đến nay, nhiều quốc gia ở Châu Âu, Châu Phi, Châu Đại dương, Châu Á cũng đã áp dụng vào thực tế. Việt nam đang áp dụng tiêu hàng hải theo hệ thống khu vực A.

SƠ ĐỒ CHẾ ĐỘ HÀNG TIÊU KHU VỰC A VÀ B TRÊN THẾ GIỚI



Hình 8.01

Đến năm 1980 hệ thống B mới được nghiên cứu hoàn tất và được các quốc gia như Mỹ, Nhật bản, Hàn quốc, Philippine áp dụng.

Mãi đến tháng 11 năm 1980, hội nghị lần thứ 10 về tiêu trợ hàng quốc tế được triệu tập tại Tokyo, trên cơ sở hai hệ thống A và B, các quốc gia đã thương thảo, đi đến thống nhất áp dụng các quy tắc tổng hợp, phân chia ranh giới các chế độ tiêu trợ hàng trên khắp thế giới. Hệ thống A đã tiêu chuẩn hóa vào năm 1985, hệ thống B vào năm 1987.

Hình 8.01 là sơ đồ phân bố các chế độ hàng tiêu khu vực A và B trên thế giới. Chi tiết hệ thống IALA-A (Region A)và IALA-B (Region B) có thể tìm trong ấn phẩm *IALA Maritime Buoyage Systyem (NP 735)* của Anh.

8.2.2 Đặc điểm của tiêu hàng hải

1. Loại hình của tiêu đánh dấu, có 5 loại phao tiêu:
   - Tiêu đánh dấu mép luồng (Lateral Marks)
   - Tiêu đánh dấu chỉ hướng (Cardinal marks)
   - Tiêu độc lập đánh dấu chướng ngại nguy hiểm (Isolated danger marks)
   - Tiêu đánh dấu vùng nước an toàn (Safe water marks)
   - Tiêu đánh dấu đặc biệt (Special marks)

2. Màu sắc của tiêu đánh dấu

- Màu đỏ và màu xanh (lục) dùng cho tiêu mép luồng.
- Màu vàng dùng cho tiêu đặc biệt, màu đen vàng vằn ngang hoặc đen đỏ vằn ngang hoặc đỏ trắng vằn dọc dùng cho các loại tiêu đánh dấu khác.

3. Hình dáng của tiêu đánh dấu

Có 5 loại hình dáng cơ bản: hình hộp tròn, hình nón, hình cầu, hình trụ, hình gậy. Phao tiêu hình hộp tròn, hình chóp, hình cầu chỉ ra phía có thể hành hải.

4. Dấu hiệu trên đỉnh

Chỉ áp dụng 4 loại dấu hiệu trên đỉnh hình hộp tròn, hình nón, hình cầu, hình chữ X.

5. Đèn

Đèn đỏ và đèn xanh dùng cho phao tiêu mép luồng.

Đèn vàng dùng cho tiêu đánh dấu đặc biệt.

Đèn trắng dùng cho các loại tiêu đánh dấu khác, phân biệt bằng chu kỳ chớp sáng.

6. Thiết bị phản quang

Dùng những chất liệu phản quang khác nhau, sử dụng mã riêng, đặt trên các phao tiêu không có dụng cụ phát sáng, lắp đặt tại những vị trí đặc biệt.

1) Mã hiệu tiêu chuẩn sử dụng trên loại phao tiêu này có những đặc tính như sau:

- Các phao đỏ mép luồng dùng một vạch vằn đỏ ngang cùng với một vật định hình cùng màu đỏ đặt trên đỉnh.
- Các phao xanh mép luồng dùng một vạch vằn xanh ngang cùng với một vật định hình cùng màu xanh đặt trên đỉnh.
- Các tiêu đặc biệt có một đường vằn ngang màu vàng, chữ X màu vàng hoặc ký hiệu màu vàng.
- Tiêu chỉ hướng (Cardinal marks), tiêu độc lập đánh dấu chướng ngại nguy hiểm (Isolated danger marks), tiêu đánh dấu vùng nước an toàn (Safe water marks) có một hoặc nhiều đường vằn ngang, ký tự chữ hoặc số hoặc ký hiệu, tất cả màu trắng.

2) Mã hiệu tổ hợp có đặc tính như sau,

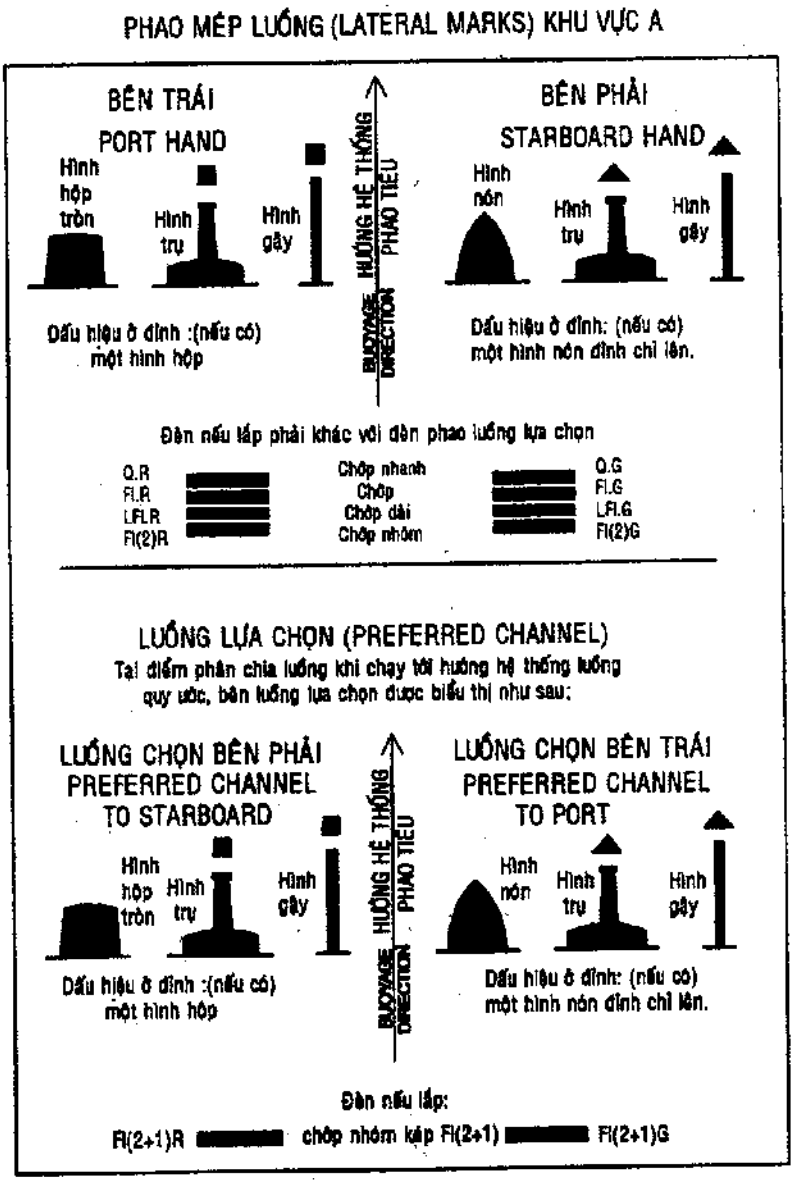
Mã hiệu tổ hợp của tiêu mép luồng và tiêu chuyên dụng giống như mã hiệu tiêu chuẩn. Mã hiệu của tiêu chỉ hướng, tiêu độc lập đánh dấu chướng ngại nguy hiểm, tiêu đánh dấu vùng nước an toàn có những giải thích chi tiết riêng (trong "Hàng hải chỉ nam").

8.2.3 Phao tiêu bên mép luồng (Lateral Marks).

Xem hình 8.02 và 8.03. Phao tiêu bên mép luồng phải kết hợp sử dụng theo "hướng thuận hệ thống của phao tiêu " (Direction of Buoyage), thông thường phao được đặt ở ranh giới các đường hàng hải chỉ rõ tàu phải tuân thủ theo nguyên tắc phao nào ở bên phải hay bên trái trên đường hàng hải.

1. Hướng thuận hệ thống phao tiêu (Direction of Buoyage)

Theo tập quán, hướng thuận hệ thống phao tiêu được quy định theo hai phương pháp như sau.

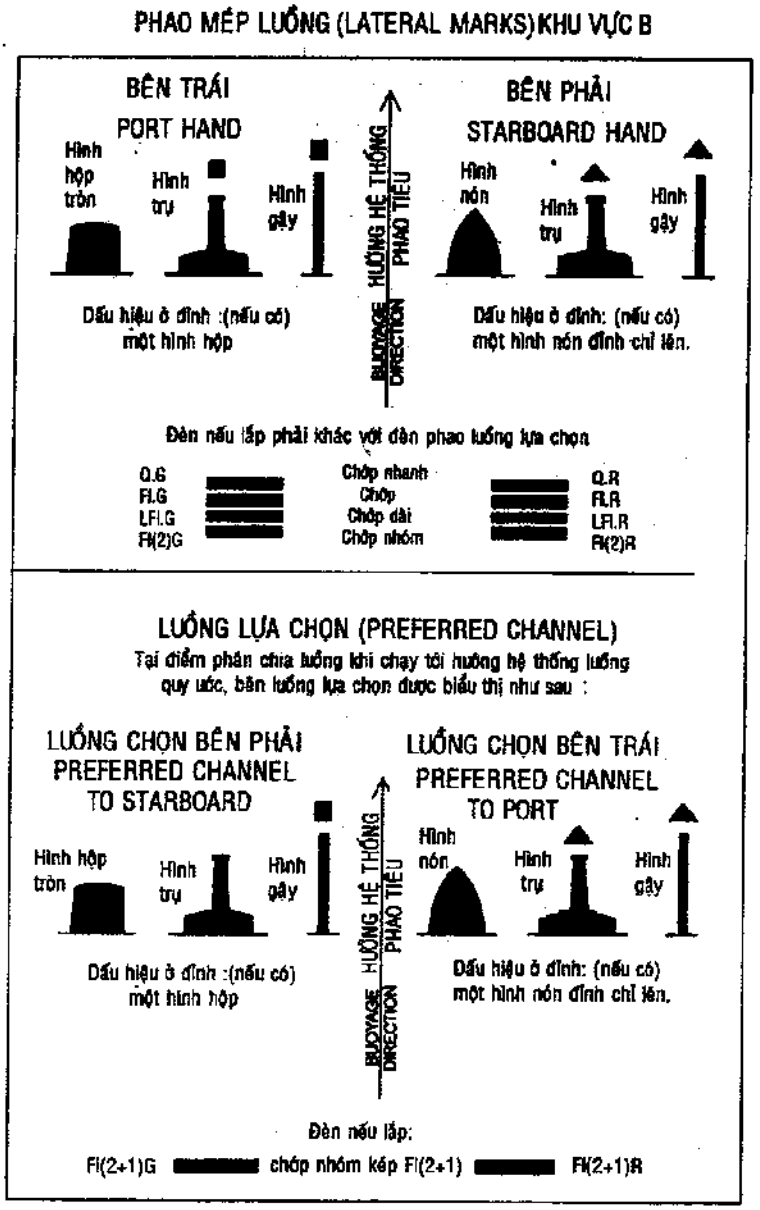


Hình 8.02

a) Hướng cục bộ của phao tiêu: Hướng mà tàu chạy từ ngoài biển vào cảng, cửa sông hoặc các đường thuỷ khác.

b) Hướng tổng quát của hệ thống phao tiêu: Do cơ quan phụ trách thiết bị an toàn hàng hải quy định, trên nguyên tắc, đó là hướng thuận chiều kim đồng hồ quanh lục địa. Hướng tổng quát của hệ thống phao tiêu đều có hướng dẫn trong " Hàng hải chỉ nam" (Pilot Books).

Trên hải đồ Anh, hướng theo tập quán của hệ thống luồng đều có đánh dấu bằng mũi tên màu đỏ.



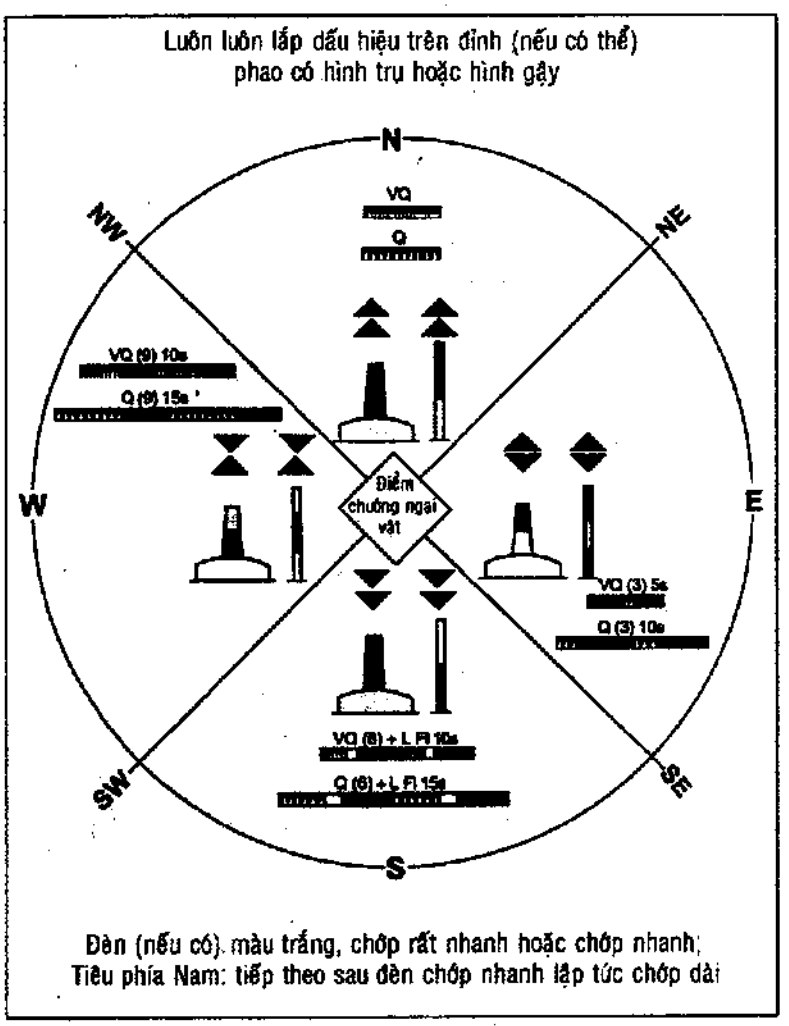
Hình 8.03

8.2.4 Phao chỉ hướng (Cardinal Marks)

Phao chỉ hướng biểu thị, theo hướng la bàn, có thể chọn đường nào là đường tốt nhất và an toàn nhất mà tàu có thể chạy qua, xem hình 8.04.

Một dấu hiệu chỉ hướng có thể chỉ ra: vùng nước sâu nhất trong khu vực, hoặc phía nào là phía an toàn để đi qua vật chướng ngại nguy hiểm, hoặc đặc tính trong luồng như là một khúc cua, một chỗ tiếp nối hoặc kết thúc một bãi cạn ...

TIÊU CHỈ HƯỚNG (CARDINAL MARKS)
CHUNG CHO KHU VỰC A VÀ KHU VỰC B



Hình 8.04

8.2.5 Tiêu đánh dấu chướng ngại nguy hiểm độc lập (Isolated Danger Marks), hình 8.05.

Đó là tiêu đánh dấu đặt trên chướng ngại nguy hiểm mà chung quanh nó là vùng nước hành hải.

8.2.6 Tiêu đánh dấu vùng nước an toàn (Safe water Marks), hình 8.05.

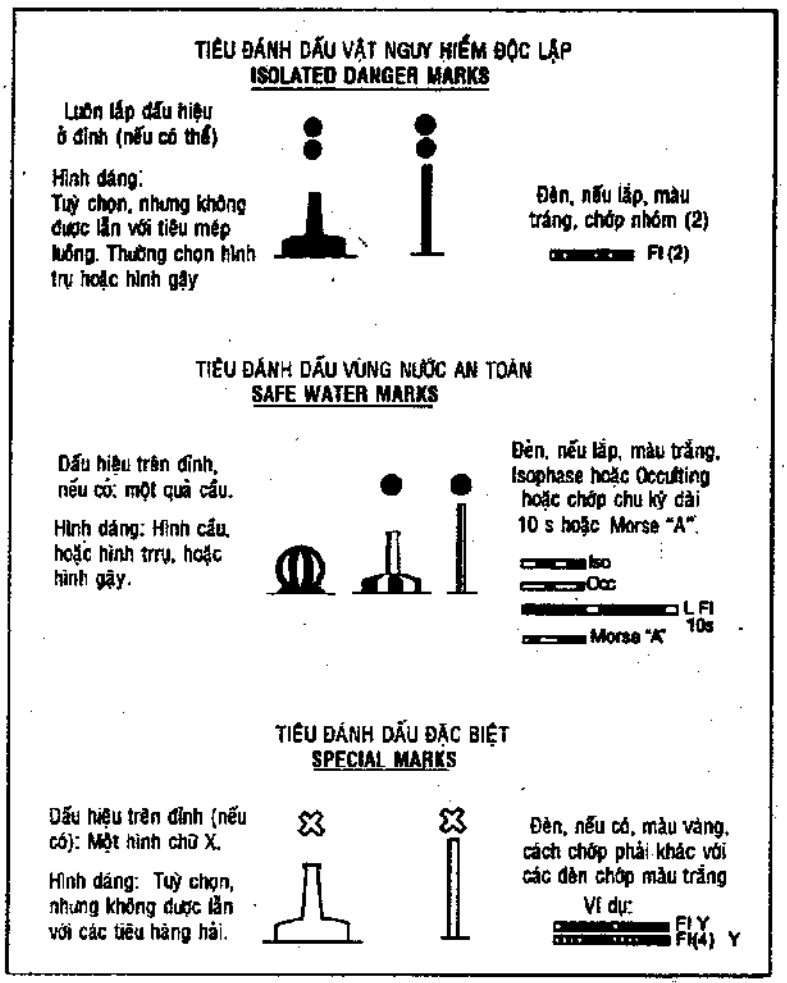
Dùng để đánh dấu vùng nước bốn phía chung quanh tiêu đều có thể hành hải an toàn, có thể đặt ở trung tâm luồng, hoặc nơi nhập vào cửa khẩu, hoặc chỉ báo điểm tốt nhất có thể chui qua cầu cố định.

8.2.7 Tiêu đặc biệt (Special Marks), hình 8.05.

Loại tiêu này không phải sử dụng cho mục đích hỗ trợ hàng hải mà chỉ để thông báo cho tàu biết một khu vực đặc biệt nào đó mà đặc tính của nó phải tham khảo trong hải đồ hoặc "Hàng hải chỉ nam" hoặc Thông báo hàng hải. Ví dụ:

- Tiêu đánh dấu hệ thông quan trắc dữ liệu biển (ODAS).
- Nơi đổ bùn ra biển.
- Tiêu báo hiệu vùng tập trận.
- ...

TIÊU ĐÁNH DẤU VẬT NGUY HIỂM, TIÊU ĐÁNH DẤU VÙNG NƯỚC AN TOÀN, TIÊU ĐẶC BIỆT CHUNG CHO KHU VỰC A VÀ KHU VỰC B

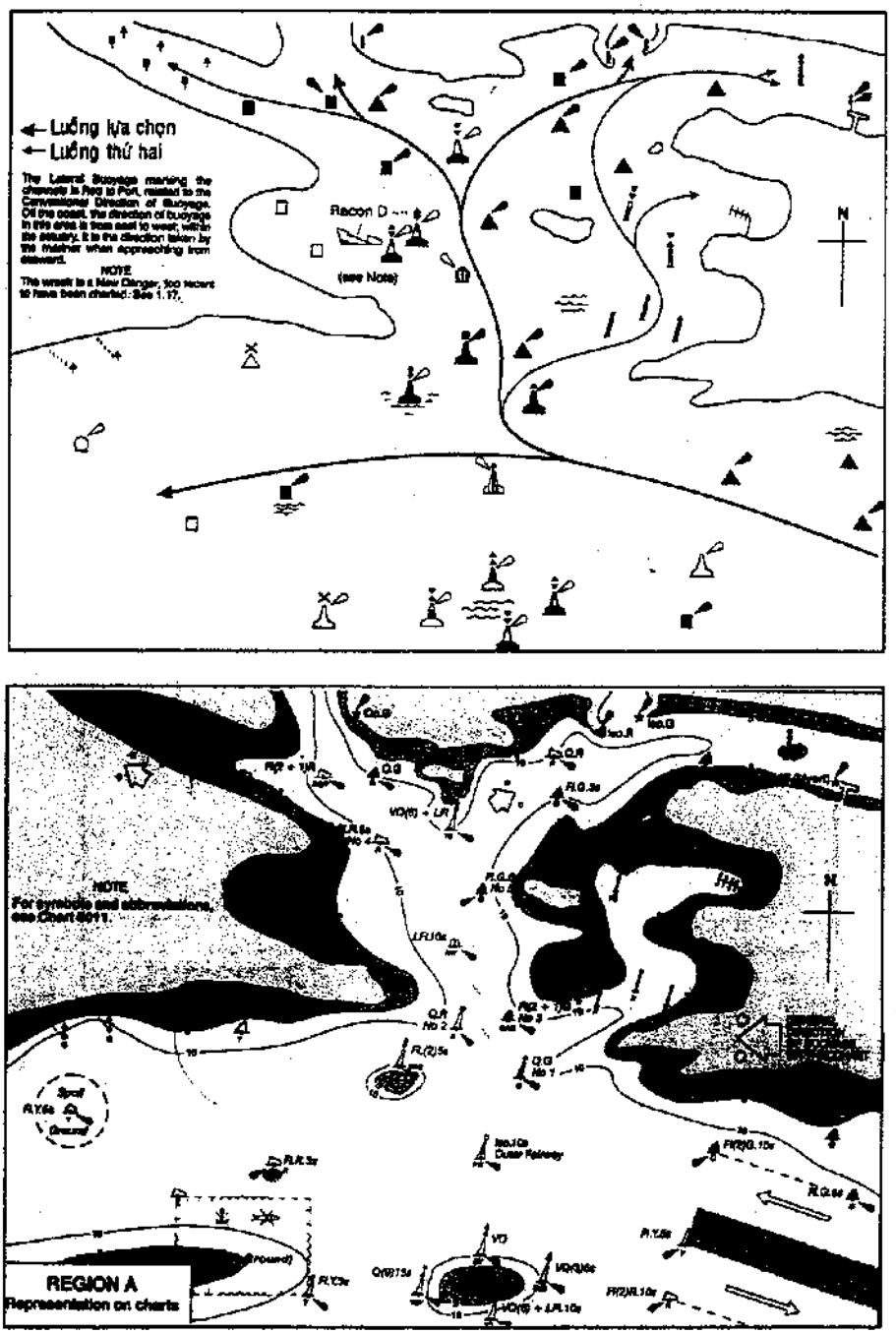


Hình 8.05

8.2.8 Ký hiệu phao tiêu trên hải đồ

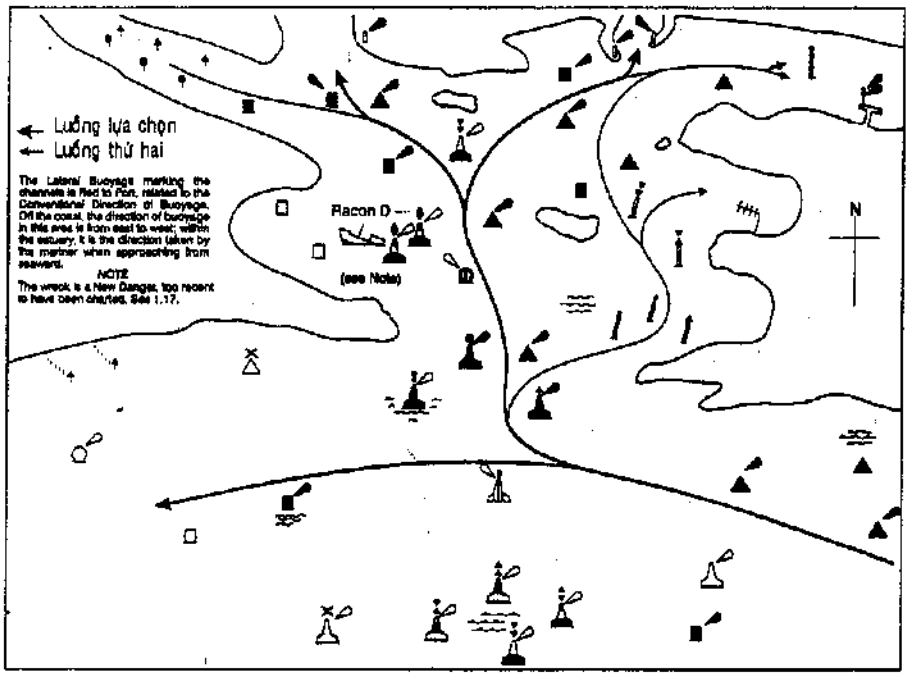
Hình 8.06, 8.07 là ví dụ mô tả vị trí các loại tiêu đánh dấu trên luồng và ký hiệu của các tiêu đó trên hải đồ.

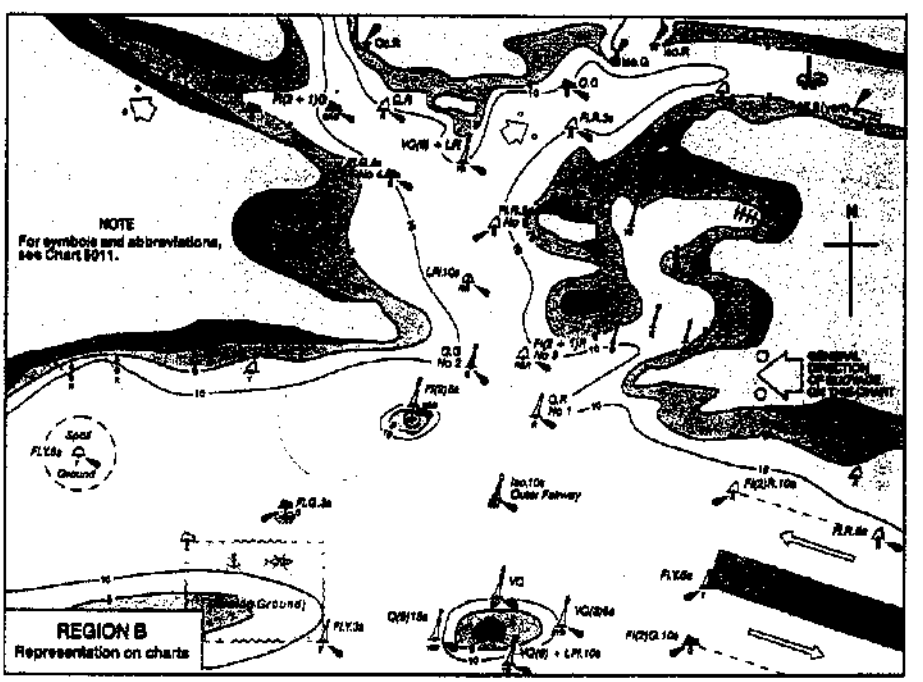
VÍ DỤ HỆ THỐNG TIÊU ĐÁNH DẤU KHU VỰC A VÀ KÝ HIỆU CỦA CHÚNG TRÊN HẢI ĐỒ



Hình 8.06

VÍ DỤ HỆ THỐNG TIÊU ĐÁNH DẤU KHU VỰC B VÀ KÝ HIỆU CỦA CHÚNG TRÊN HẢI ĐỒ





Hình 8.07

9

CÁC TUYẾN HÀNG HẢI VÀ LẬP KẾ HOẠCH HẢI TRÌNH

9.1 Tuyến viễn dương và đường đi tối ưu

9.1.1 Phương pháp hàng hải

Các tuyến đường viễn dương có đặc điểm chung là thường rất xa bờ, điều kiện thời tiết biến hoá liên tục, khó tìm nơi trú ẩn khi thời tiết ác liệt hoặc có sự cố, đường đi rất dài, chịu nhiều ảnh hưởng của hải lưu, sóng gió. Mặt khác, vì thường chạy trên các khu vực biển cả không quen thuộc nên phải dựa vào các tư liệu hàng hải để tìm nguồn thông tin. Tuy nhiên, đại dương bao la cung cấp cho ta nhiều lựa chọn tuyến đường, làm sao chọn được một tuyến đi tối ưu vừa kinh tế vừa an toàn là một yêu cầu thiết yếu đối với thuyền trưởng.

Căn cứ vào điều kiện địa lý cho phép, nói chung có thể áp dụng các phương pháp hàng hải sau đây,

1. Tuyến đường hằng hướng (Rhumb line route)

   Đường hằng hướng là đường thẳng nối giữa hai điểm trên hải đồ Mercator, nhưng nó không phải là đường ngắn nhất giữa hai điểm đó trên bề mặt trái đất. Phương pháp hàng hải khá thuận tiện vì chỉ chạy trên một hướng. Khi chạy ở vĩ độ thấp hoặc vĩ độ cao gần hai cực bắc nam của trái đất tốt nhất là chạy theo đường hằng hướng vì chiều dài ngắn nhất giữa hai điểm trên hải đồ Mercator trong các khu vực đó gần tương đương với chiều dài giữa hai điểm đó trên cung vòng lớn.

2. Tuyến đường cung vòng lớn (Great circle route)

   Cự ly giữa hai điểm trên trái đất nằm trên cung vòng lớn là cự ly ngắn nhất giữa hai điểm đó. Tuy nhiên, góc giao nhau của đường cung vòng lớn với các cung kinh tuyến là không giống nhau, nếu muốn đưa con tàu chạy theo đường cung vòng lớn thì phải đổi hướng liên tục. Ở những khu vực vĩ độ cao chạy theo hướng gần đông tây, hiệu kinh độ tương đối lớn thì chạy theo đường cung vòng lớn so với phương pháp chạy tuyến hằng hướng có khi cự ly rút ngắn đến vài trăm hải lý.

3. Tuyến đường đẳng vĩ độ (Parallel route).

   Nếu như điểm xuất phát và điểm đến của một con tàu cùng vĩ độ thì có thể áp dụng tuyến đường trên cung vĩ độ đó, tức hướng đi của đường đi kế hoạch là 90^0 hoặc 270^0. Tuy nhiên đó cũng không phải là đường ngắn nhất giữa hai điểm trên bề mặt trái đất mà chỉ là một trường hợp đặc biệt của đường hằng hướng.

4. Tuyến đường hỗn hợp (Composite route)

   Để tránh hành hải ở khu vực vĩ độ cao, trên vĩ độ giới hạn nào đó có thể áp dụng chạy hỗn hợp cả hai phương pháp đường cung vòng lớn và đường đẳng vĩ độ.

9.1.2 Tuyến đường cung vòng lớn

CÁC TUYẾN HÀNG HẢI VÀ LẬP KẾ HOẠCH HẢI TRÌNH

9.1 Tuyến viễn dương và đường đi tối ưu

9.1.1 Phương pháp hàng hải

Các tuyến đường viễn dương có đặc điểm chung là thường rất xa bờ, điều kiện thời tiết biến hoá liên tục, khó tìm nơi trú ẩn khi thời tiết ác liệt hoặc có sự cố, đường đi rất dài, chịu nhiều ảnh hưởng của hải lưu, sóng gió. Mặt khác, vì thường chạy trên các khu vực biển cả không quen thuộc nên phải dựa vào các tư liệu hàng hải để tìm nguồn thông tin. Tuy nhiên, đại dương bao la cung cấp cho ta nhiều lựa chọn tuyến đường, làm sao chọn được một tuyến đi tối ưu vừa kinh tế vừa an toàn là một yêu cầu thiết yếu đối với thuyền trưởng.

Căn cứ vào điều kiện địa lý cho phép, nói chung có thể áp dụng các phương pháp hàng hải sau đây,

1. Tuyến đường hằng hướng (Rhumb line route)

   Đường hằng hướng là đường thẳng nối giữa hai điểm trên hải đồ Mercator, nhưng nó không phải là đường ngắn nhất giữa hai điểm đó trên bề mặt trái đất. Phương pháp hàng hải khá thuận tiện vì chỉ chạy trên một hướng. Khi chạy ở vĩ độ thấp hoặc vĩ độ cao gần hai cực bắc nam của trái đất tốt nhất là chạy theo đường hằng hướng vì chiều dài ngắn nhất giữa hai điểm trên hải đồ Mercator trong các khu vực đó gần tương đương với chiều dài giữa hai điểm đó trên cung vòng lớn.

2. Tuyến đường cung vòng lớn (Great circle route)

   Cự ly giữa hai điểm trên trái đất nằm trên cung vòng lớn là cự ly ngắn nhất giữa hai điểm đó. Tuy nhiên, góc giao nhau của đường cung vòng lớn với các cung kinh tuyến là không giống nhau, nếu muốn đưa con tàu chạy theo đường cung vòng lớn thì phải đổi hướng liên tục. Ở những khu vực vĩ độ cao chạy theo hướng gần đông tây, hiệu kinh độ tương đối lớn thì chạy theo đường cung vòng lớn so với phương pháp chạy tuyến hằng hướng có khi cự ly rút ngắn đến vài trăm hải lý.

3. Tuyến đường đẳng vĩ độ (Parallel route)

   Nếu như điểm xuất phát và điểm đến của một con tàu cùng vĩ độ thì có thể áp dụng tuyến đường trên cung vĩ độ đó, tức hướng đi của đường đi kế hoạch là 90^0 hoặc 270^0. Tuy nhiên đó cũng không phải là đường ngắn nhất giữa hai điểm trên bề mặt trái đất mà chỉ là một trường hợp đặc biệt của đường hằng hướng.

4. Tuyến đường hỗn hợp (Composite route)

   Để tránh hành hải ở khu vực vĩ độ cao, trên vĩ độ giới hạn nào đó có thể áp dụng chạy hỗn hợp cả hai phương pháp đường cung vòng lớn và đường đẳng vĩ độ.

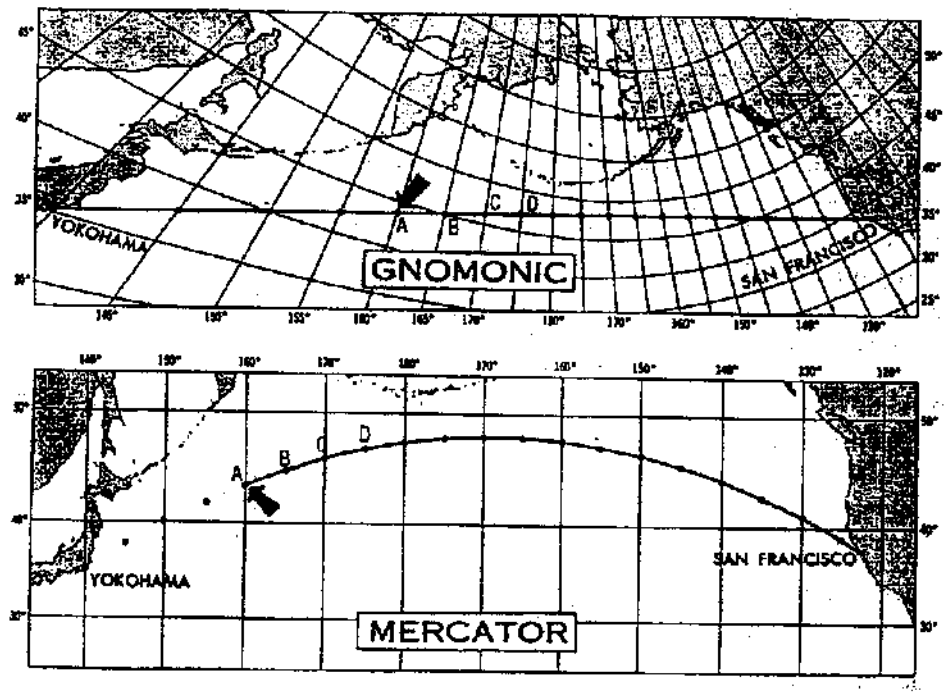
9.1.2 Tuyến đường cung vòng lớn

Như trình bày ở trên, muốn cho tàu chạy đúng trên cung vòng lớn cần phải chỉnh hướng đi liên tục cho đến khi tàu đến đích, điều đó chỉ có thể thực hiện nhờ máy vi tính tự động điều khiển cơ cấu lái, nhưng việc đó hiện nay còn chưa thực hiện được trong hàng hải dân dụng. Cái gọi là chạy theo cung vòng lớn hiện nay không phải thực sự chạy trên cung vòng lớn mà đem cung vòng lớn giữa hai điểm chia ra nhiều đoạn ngắn, trên mỗi đoạn đó con tàu vẫn phải thực hiện theo đường đi hằng hướng. Cách chạy tàu như vậy có thể coi như đã chạy theo cung vòng lớn.

Nói chung nguyên tắc phân đoạn là mỗi đoạn có hiệu kinh độ chừng 5~10^0, nghĩa là tàu chạy trên mỗi đoạn đó khoảng một ngày đêm 24 giờ.

Có mấy phương pháp vẽ đường cung vòng lớn theo từng phân đoạn trên hải đồ Mercator như sau,

1. Dùng hải đồ cung vòng lớn Gnomonic

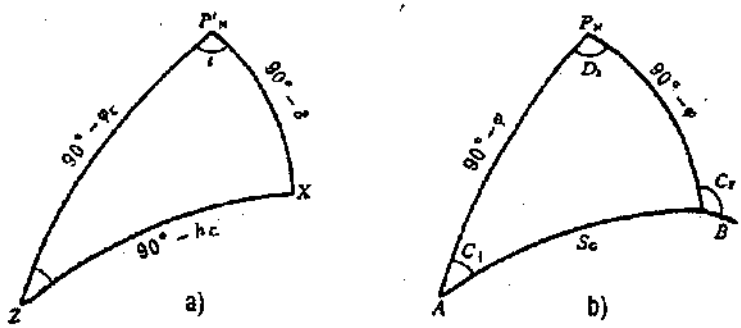


Hình 9.01

Hình 9.01 là một phần của hải đồ Gnomonic và hải đồ Mercator khu vực Thái bình dương. Việc thiết kế đường đi cung vòng lớn trên hải đồ Mercator rất đơn giản. Đầu tiên dùng hải đồ cung vòng lớn Gnomonic nối điểm xuất phát và điểm đích của hành trình chẳng hạn Yokohama và San Francisco, hai điểm dự định thực hiện chạy cung vòng lớn, trên hải đồ bằng một đường thẳng, chia đường thẳng đó thành nhiều đoạn nhỏ AB, BC ... có chiều dài 5~10^0 kinh tuyến, sau đó ghi vị trí địa lý (kinh độ và vĩ độ) của các điểm chia và chuyển các điểm A, B, C... đó lên hải đồ Mercator, trên hải đồ Mercator nối hai điểm kế tiếp bằng các đoạn thẳng, các đoạn thẳng là tuyến đi cung vòng lớn trên hải đồ Mercator. Để cho việc đọc kinh vĩ độ trên hải đồ Gnomonic được chính xác, khi phân đoạn cung vòng lớn tốt nhất chọn các điểm phân đoạn có kinh độ chẵn, còn lại chỉ cần đọc chính xác số lẻ của vĩ độ.

Trong thực tế, giữa hai cảng dự định chạy theo tuyến cung vòng lớn, sĩ quan hàng hải có thể chọn điểm bắt đầu và điểm kết thúc tuyến cung vòng lớn. Hai điểm này chọn sao cho có thể có điều kiện xác định vị trí chính xác bằng các mục tiêu như hải đăng, mục tiêu rađa nổi bật, mục tiêu lục địa..., tại đó bắt đầu và kết thúc tuyến cung vòng lớn.

2. Phương pháp tính toán dùng bảng độ cao và phương vị thiên thể



Hình 9.02

Cho tàu chạy theo cung vòng lớn từ điểm xuất phát đến điểm đích cuối cùng bằng cách chạy trên từng cung đoạn trong khoảng thời gian 24 giờ (một ngày đêm) ở mỗi điểm phân đoạn tiến hành việc tính toán và tra "Bảng độ cao và phương vị thiên thể" cho điểm phân đoạn đó để xác định hướng đi trên cung vòng lớn của tàu, nói đúng hơn là xác định đường tiếp tuyến của cung vòng lớn tại mỗi điểm phân đoạn. Phương pháp này xuất phát từ cơ sở lý thuyết như sau,

So sánh tam giác thiên văn P'_NZX hình 9.02a và tam giác cầu hình 9,02b trên mặt địa cầu có cạnh là cung vòng lớn AB, nếu đem vĩ độ φ_A của điểm xuất phát A của tàu thay cho vĩ độ suy tính φ_c trên tam giác thiên văn, đem vĩ độ φ_B của điểm đích thay cho xích vĩ δ của thiên thể, đem hiệu kinh độ D_λ của hai điểm AB thay cho góc giờ địa phương t của thiên thể. Dễ nhận ra rằng các yếu tố tính toán trên tam giác cầu mặt đất hoàn toàn trùng khớp với tam giác thiên văn xác định độ cao và phương vị của thiên thể, như vậy có thể sử dụng bất kỳ *Bảng độ cao và phương vị thiên thể* (dưới đây gọi là bảng) nào cũng có thể tra được:

- Góc phương vị thiên thể X (tra bảng) chính là hướng đi C_1 của điểm xuất phát A.
- Độ cao tính toán h_c của thiên thể (tra bảng) chính là góc bù của lộ trình cung đoạn S_G của tàu, tức là 90^0-S_G.

Tuy nhiên khi tra bảng cần chú ý như sau,

1) Vĩ độ điểm đích φ_B của tàu thay thế cho xích vĩ δ, cần chọn số chẵn một độ hoặc nửa độ để không phải nội suy phần lẻ của xích vĩ trong bảng.

2) Vĩ độ điểm xuất phát φ_A không thể chọn số chẵn, trên Bảng cần phải nội suy xích vĩ. Đặc biệt khi tàu tiếp cận tới điểm đích, lúc này, theo công thức tam giác thiên văn thì độ cao thiên thể lớn, đỉnh cự nhỏ, phương vị thiên thể biến thiên theo xích vĩ khá lớn cho nên nội suy xích vĩ trong bảng cần phải chính xác.

3) Phương vị A cho trong bảng, chính là hướng đi C_1 tại điểm xuất phát, cần gán tên theo phương vị bán vòng, nghĩa là ký tự đầu tiên cùng tên với vĩ độ, ký tự thứ hai cùng tên với hiệu kinh độ, đo từ 0 đến 180^0.

4) Nếu Bảng độ cao phương vị thiên thể không có các số dẫn hiệu chỉnh thì tốt nhất dùng cách khác để tính toán.

5) Sau khi tìm được hướng đi C_1 của điểm xuất phát A, kẻ hướng đi C_1 (đường thẳng) từ điểm xuất phát A của cung vòng lớn trên hải đồ Mercator, đó chính là đường tiếp tuyến hằng hướng của đường đi cung vòng lớn, được coi như là đường đi kế hoạch. Cho tàu chạy theo hướng này, sau một ngày, xác định vị trí tàu, có thể là vị trí quan sát hay vị trí suy tính. Xem vị trí tàu này là điểm phân đoạn của cung vòng lớn và giải tam giác thiên văn kế tiếp bằng cách tra bản tương tự như vừa nói ở trên, ta có hướng đi mới C_2 từ điểm phân đoạn. Vẽ hướng đi C_2 lên hải đồ, đó là đường đi kế hoạch từ điểm phân đoạn mới. Bằng cách tương tự tiến hành hằng ngày cho đến khi tàu hành trình đến lân cận điểm đích của đường đi cung vòng lớn.

3. Phương pháp *áp dụng lượng tu chỉnh cung vòng lớn*

Từ trong lý thuyết của việc xác định vị trí bằng máy vô tuyến định hướng ta biết rằng trên hải đồ Mercator, tại một điểm nào đó phương vị (đường tiếp tuyến) của một vòng tròn lớn và phương vị đường hằng hướng lệch nhau một *lượng tu chỉnh* ψ. Giá trị ψ gần đúng có quan hệ hàm số với điểm xuất phát (φ_A, λ_A) và điểm cuối (φ_B, λ_B) của đường cung vòng lớn có công thức tính như sau,

$$\psi = \frac{1}{2}(\lambda_B - \lambda_A)\sin\frac{1}{2}(\varphi_A - \varphi_B)$$

Giá trị gần đúng của ψ có thể tra trong các Bảng tính Hàng hải.

Sau khi tra được ψ thì có thể tính được hướng đi cung vòng lớn C_1 tại một điểm xuất phát của cung vòng lớn như sau,

$$C_1 = RLC - \psi$$

Trong đó, - RLC (Rhumb line course) – Hướng đi đường hằng hướng.

- C_1 chính là đường tiếp tuyến hằng hướng của cung vòng lớn.

Vẽ C_1 lên hải đồ Mercator, cho tàu chạy theo hướng này, sau một ngày đêm, trên cơ sở vị trí quan sát hoặc vị trí suy đoán tính lại ψ để tìm ra đường tiếp tuyến mới của cung vòng lớn, cho tàu chuyển hướng theo hướng mới này, sau một ngày đêm lặp lại tính toán như trên, cứ thế tiếp tục cho đến khi tàu tiếp cận điểm đích của cung vòng lớn.

Trên những tuyến đường viễn dương dài áp dụng lượng hiệu chỉnh cung vòng lớn có thể có sai số khá lớn, trong trường hợp này thì nên dùng phương pháp tính toán bằng " Bảng độ cao và phương vị thiên thể" thì độ chính xác cao hơn. Ngược lại trên những hành trình ngắn, tương đương độ cao của thiên thể rất lớn làm cho phương vị thiên thể biến thiên nhanh, trường hợp này dùng "Bảng độ cao và phương vị thiên thể" có thể có sai số lớn, vì vậy nên dùng phương pháp hiệu chỉnh ψ.

4. Dùng phương pháp dữ liệu hàng hải (Data Sailing).

Trên tàu với hệ thống " Data Bridge" có nút ấn " Data Sailing" hoặc trên tàu có máy thu vệ tinh có chức năng tính toán hướng đi và lộ trình cung vòng lớn thì có thể áp dụng để chạy theo cung vòng lớn.

5. Dùng máy tính hàm số

Cũng có thể dùng máy tính hàm số để giải tam giác thiên văn theo công thức dưới đây để tính hướng đi điểm xuất phát C_1 và lộ trình S_G,

$$\cos S_G = \cos\varphi_A \cos\varphi_B \cos sD\lambda + \sin\varphi_A \sin\varphi_B$$

$$\text{ctg}C_1 = tg\varphi_B \cos\varphi_A \csc D\lambda - ctgD\lambda \sin\varphi_A$$

$$\text{ctg}(180^0 - C_F) = tg\varphi_A \cos\varphi_B \csc D\lambda - ctgD\lambda \sin\varphi_B$$

hoặc

$$\cos C_1 = \frac{\sin\varphi_B - \cos S_G \cdot \sin\varphi_A}{\sin S_G \cdot \cos\varphi_A}$$

Trong đó, C_1 - Hướng đi ban đầu (Initial course)

C_F - Hướng đi cuối cùng (Final course)

φ_A, φ_B - Vĩ độ địa lý điểm ban đầu, vĩ độ địa lý điểm đích

$D\lambda$ - Hiệu kinh độ điểm ban đầu và điểm đích

S_G - Lộ trình cung vòng lớn (Great circle distance)

Chú ý: φ_A, φ_B cùng tên đều có dấu (+), khác tên φ_A có dấu (+), φ_B có dấu (-), C_1 và C_F đều là góc phương vị bán vòng có tên đầu cùng tên với φ_A, tên thứ hai cùng tên với hiệu kinh độ $D\lambda$.

Điểm đỉnh của đường đi cung vòng lớn (Vertex) là điểm có vĩ độ cao nhất trên cung vòng lớn. Hướng đi trên điểm đỉnh là 90^0 hoặc 270^0, tại điểm đỉnh cung vòng lớn và cung kinh tuyến vuông góc với nhau. Vị trí địa lý của điểm đỉnh có thể tính bằng công thức,

$$ctgD\lambda_{AV} = \sin\varphi_A \cdot tgC_1$$

$$\cos\varphi_V = \cos\varphi_A \cdot \sin C_1$$

Nếu muốn tính toán toạ độ và hướng đi của các điểm phân đoạn thì dùng toạ độ điểm đỉnh để tính theo công thức,

$$tg\varphi = \cos(\lambda - \lambda_V) \cdot tg\varphi_V$$

$$ctgC = \sin\varphi \cdot tg(\lambda - \lambda_V)$$

Trong đó, $D\lambda_{AV}$ - Hiệu kinh độ giữa điểm khởi đầu và điểm đỉnh

φ_V - Vĩ độ địa lý của điểm đỉnh

φ, λ - Vĩ độ địa lý của điểm phân đoạn

C - Hướng đi cung vòng lớn của điểm phân đoạn

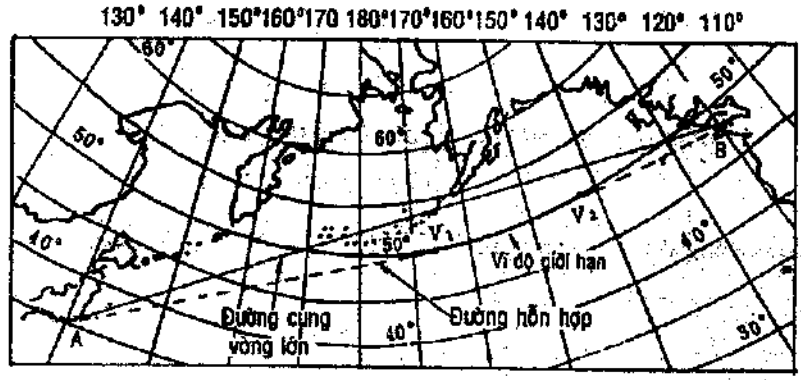
Khi tính các điểm phân đoạn tốt nhất lấy sao cho $\lambda - \lambda_v$ là số chẵn, có thể tính đồng thời vĩ độ φ của hai điểm phân đoạn đối xứng qua điểm đỉnh, hướng đi cung vòng lớn của hai điểm này là góc bù nhau.

9.1.3 Tuyến đường hỗn hợp (Composite Sailing)

1. Đồ giải tuyến đường hỗn hợp

Khi áp dụng tuyến đường cung vòng lớn thường phải chạy qua vùng có vĩ độ cao mà ở đó điều kiện thuỷ văn khí tượng nói chung rất tồi tệ hoặc điều kiện địa lý rất phức tạp, hình 9.03 biểu thị tuyến hỗn hợp trên Đại tây dương. Khi thiết kế tuyến đường người ta tránh chạy qua một vĩ độ nào đó, vĩ độ này gọi là *vĩ độ giới hạn*. Tuyến đường ngắn nhất với vĩ độ giới hạn biểu thị trên hình 9.04, trên đó, được chia ra thành ba cung đoạn như sau,

1) Tuyến đường cung vòng lớn AV_1 từ điểm xuất phát đến điểm đỉnh cung vòng lớn ở vĩ độ giới hạn và tiếp tuyến với vòng tròn vĩ độ giới hạn (tại đây cung vòng lớn vuông góc với cung kinh tuyến).



Hình 9.03

2) Tuyến đường cung vòng lớn BV_2 từ điểm đích B đến điểm đỉnh cung vòng lớn trên vĩ độ giới hạn và tiếp tuyến với vòng tròn vĩ độ giới hạn (vuông góc với cung kinh tuyến).

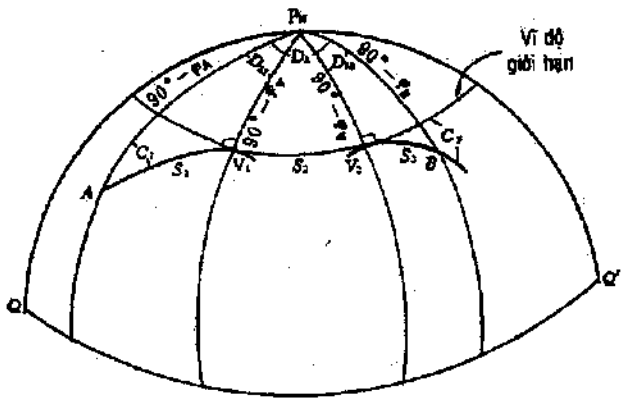
3) Tuyến đường hằng hướng đẳng vĩ tuyến từ V_1 đến V_2 trên vòng tròn vĩ tuyến giới hạn.

Tuyến đường ngắn nhất bao gồm đường cung vòng lớn và đường hằng hướng nói trên gọi là tuyến hỗn hợp.

Đồ giải tuyến đường hỗn hợp trên hải đồ cung vòng lớn như sau, theo như hình 9.03, đầu tiên từ điểm xuất phát A và điểm đích B kẻ các đường thẳng tiếp tuyến với vòng vĩ tuyến giới hạn gặp tại V_1 và V_2. Sau khi xác định 3 cung đoạn AV_1, V_1V_2 và V_2B trên hải đồ cung vòng lớn, đem chia chúng ra nhiều phân đoạn, đọc kinh vĩ độ trên các điểm phân đoạn và chuyển chúng sang hải đồ Mercator, nối các đường hằng hướng giữa hai điểm liền kề ta có tuyến đường kế hoạch hỗn hợp trên hải đồ Mercator.

2. Tính toán tuyến đường hỗn hợp

Tuyến hỗn hợp cũng có thể được tính toán bằng cách giải các tam giác cầu để tìm C_I C_F và S theo các công thức sau đây(xem hình 9.04) ,



Hình 9.04

Cung vòng lớn thứ nhất:
$$\begin{cases} \sin C_1 = \sec\varphi_A \cos\varphi_V \\ \cos D\lambda_1 = tg\varphi_A ctg\varphi_V \\ \cos S_1 = \sin\varphi_A \cos\varphi_V \end{cases}$$

Cung vòng lớn thứ hai:
$$\begin{cases} \sin C_F = \sec\varphi_B \cos\varphi_V \\ \cos D\lambda_2 = tg\varphi_B ctg\varphi_V \\ \cos S_2 = \sin\varphi_B \cos\varphi_V \end{cases}$$

Cung đoạn vòng vĩ tuyến giới hạn: $S_2 = (D\lambda - D\lambda_1 - D\lambda_2)\cos\varphi_V$

$$S = S_1 + S_2 + S_3$$

Trong đó,

$D\lambda$ - Hiệu kinh độ giữa điểm xuất phát và điểm đích cuối cùng

$D\lambda_1$ - Hiệu kinh độ giữa điểm xuất phát và điểm đỉnh V_1

$D\lambda_2$ - Hiệu kinh độ giữa điểm đích cuối cùng và điểm đỉnh V_2

φ_A - Vĩ độ địa lý điểm xuất phát

φ_B - Vĩ độ địa lý điểm đích cuối cùng

φ_V - Vĩ độ giới hạn

C_1 - Hướng đi cung vòng lớn tại điểm xuất phát A

C_F - Hướng đi cung vòng lớn tại điểm đỉnh V_2 để đến điểm đích

S_1 - Lộ trình cung vòng lớn AV_1

S_2 - Lộ trình đường hằng hướng trên vĩ độ giới hạn V_1V_2

S_3 - Lộ trình cung vòng lớn V_2B

S – Lộ trình toàn tuyến hỗn hợp

3. Ví dụ tính toán tuyến đường hỗn hợp

Một chiếc tàu nào đó hành trình từ điểm xuất phát 35°40'S, 118°06'E đến điểm đích 22°15'S, 41°30'W, vĩ độ giới hạn 60°S. Tìm lộ trình, hướng đi ban đầu và hướng đi cuối của tuyến đường hỗn hợp?

Giải,

1) Tìm hiệu kinh độ Dλ,

$$D\lambda = 41^0 30'W - 118^0 06'E = 159^0 36'W$$

2) Tìm hướng đi C_1 và lộ trình thứ nhất S_1,

$$\cos D\lambda_1 = \frac{tg(35^0 40')}{tg60^0} = \frac{0,717691}{1,732051} = 0,414359$$

$$D\lambda_1 = \arccos(0,414359) = 65^0 31',3W$$

$$\sin C_1 = \frac{\cos 60^0}{\cos(35^0 40')} = \frac{0,5}{0,812423} = 0,6154430$$

$$C_1 = \arcsin(0,6154430) = 37^0 98' \approx 38^0 SW = 218^0$$

$$\cos S_1 = \frac{\sin(35^0 40')}{\sin 60^0} = \frac{0,583069}{0,866025} = 0,673270$$

$$S_1 = \arccos(0,673270) = 2860,8 \text{ n.mile}$$

3) Tìm hướng đi cuối cùng C_F và lộ trình cuối cùng S_3,

$$\cos D\lambda_3 = \frac{tg(22^0 15')}{tg60^0} = \frac{0,409111}{1,732051} = 0,236200$$

$$D\lambda_3 = \arccos(0,236200) = 76^0 20',3W$$

$$\sin C_F = \frac{\cos 60^0}{\cos(22^0 15')} = \frac{0,5}{0,925541} = 0,540255$$

$$C_F = \arcsin(0,540255) = 37^0 98' \approx 32^0.7SE = 147^0.3$$

$$C_F = 147^0.3 + 180^0 = 327^0.3$$

$$\cos S_3 = \frac{\sin(22^0 15')}{\sin 60^0} = \frac{0,378649}{0,866025} = 0,437226$$

$$S_3 = \arccos(0,437226) = 4844,4 \text{ n.mile}$$

4) Tìm lộ trình S_2 (đẳng vĩ độ)

$$D\lambda_2 = D\lambda - D\lambda_1 - D\lambda_3 = 159^0 36'W - 65^0 31'.3 - 76^0 20',3$$

$$= 17^0 44'.4W = 1064',4W$$

$$S_2 = 1064'.4 \times \cos 60^0 = 532,2 \text{ n.mile}$$

5) Tìm tổng lộ trình,

$$S=S_1+S_2+S_3=2\ 860,8+532,2+3\ 844,4=7\ 237,4 \text{ n.mile}$$

Trong thực tế thường sử dụng máy tính hoặc các thiết bị đạo hàng, thiết bị buồng lái tích hợp để tiến hành tính toán.

4 Lựa chọn tuyến đường viễn dương tối ưu

Khi thiết kế tuyến đại dương đầu tiên nên tham khảo, nghiên cứu toàn bộ tư liệu hàng hải có liên quan như sách "Đường chạy tàu toàn thế giới" (Ocean passage for the world), Bản đồ khí hậu, Bản đồ hải lưu, Hàng hải chỉ nam có liên quan đến từng khu vực, Quy định về phân luồng giao thông quốc tế, kết hợp những kinh nghiệm các chuyến đi trước, để xác định đường đi thích hợp.

Các yếu tốc cần xem xét khi chọn tuyến chạy đại dương,

1. Khí tượng

Chủ yếu xem xét, trong thời gian hành trình có khả năng gặp gió lớn, bão và những điều kiện khí hậu khắc nghiệt khác hay không. Khi chọn đường đi cần xem xét điều kiện khí tượng trong khu vực chạy tàu, phân tích tỷ mỷ và xem xét chu đáo khả năng về gió, gió mùa khí áp nhiệt đới bão, mù ... trên tuyến đi.

1) Gió,

Nói chung, gió trên đại dương thường theo một quy luật nhất định nhưng biến đổi theo mùa và khu vực. Nên tìm hiểu hướng gió và tốc độ gió hình thành trong khu vực, cố gắng chọn đường đi sao cho thời gian tàu đi ngược gió cấp sáu, cấp bảy không quá dài. Ví dụ, giữa vĩ độ 30^0~60^0 là khu vực vành đai gió tây thịnh hành.

2) Gió mùa

Ở những vùng biển gần lục địa thường hay gặp gió mùa dữ dội, ảnh hưởng rất lớn đến hành trình của tàu nên tìm cách tránh xa. Ví dụ, vào mùa hè ở Bắc Ấn Độ Dương, gió mùa tây nam đặc biệt dữ dội, trung bình cấp sáu, cấp bảy, nhưng ở phía Nam của vĩ độ 9^0 N thì sức gió giảm dần. Cho nên khi vượt Bắc Ấn độ dương vào mùa hè nên tránh gió mùa tây nam bằng chuyển đường hơi lệch về phía Nam.

3) Xoáy nhiệt đới

Trước chuyến đi cần tìm hiểu động thái, đường di chuyển và quy luật của xoáy nhiệt đới. Khi chọn tuyến đi, để tránh đương đầu với xoáy nhiệt đới thường phải chạy đường vòng. Ví dụ, phía tây bắc Thái bình dương thường xuất hiện xoáy nhiệt đới mùa hè; chạy tuyến đường từ Malacca đến mũi Hảo vọng, để tránh bão nhiệt đới ở vùng lân cận Mauritius thường phải đi vòng lên Madagascar qua eo Mozambique (Mozambique Channel); hoặc vùng có sương mù dày đặc vào mùa hè dọc Eo English và vùng lân cận ở Đại tây dương, vùng quần đảo Aleutian và bờ tây Châu Mỹ.

4) Sương mù

Khi chọn tuyến đường cố gắng tránh đi qua những khu vực thường có sương mù dày đặc, ví dụ như vùng bờ biển đông nam biển Bering bắc Thái bình dương, khu vực chung quanh quần đảo Aleutian và bờ biển phía Tây của Bắc Mỹ vào mùa hè sương mù rất dày, vì vậy vào

mùa này tàu chạy tuyến Đông Nam Á – Canada không nên chạy quá về phía Bắc, tránh khu vực sương mù.

5) Băng trôi và núi băng

Các tuyến đường phải chạy qua vùng vĩ độ cao phải hết sức chú ý băng trôi và núi băng, nên chọn đường đi cố tránh xa những khu vực thường có băng. Vùng Iceland và các tuyến đường Âu Mỹ thường xuyên có núi băng gây nhiều trở ngại cho tàu, cần hết sức lưu ý.

2. Thủy văn

Khi chọn tuyến đường cần nắm chắc tư liệu về hải lưu, bởi vì trong những hành trình dài khi nắm chắc hải lưu có thể lợi dụng hải lưu để tăng tốc độ tàu rút ngắn hành trình, cũng có thể dự kiến độ dạt của tàu.

Sóng biển có ảnh hưởng rất lớn đến an toàn của tàu và ảnh hưởng đến tốc độ của tàu, đặc biệt đối với tàu chậm tốc. Khi chọn tuyến đi cố tránh những khu vực sóng gió cấp sáu , cấp bảy trở lên nếu điều kiện cho phép. Hiện nay trong thông báo khí tượng của nhiều quốc gia có phần dự báo tình hình sóng biển, nhờ đó tạo điều kiện cho việc chọn tuyến đi hay dự phòng để đương đầu chịu sóng.

Các dòng hải lưu tuần hoàn trên đại dương có mối quan hệ mật thiết với các vành đai gió thịnh hành. Cần tham khảo các dòng hải lưu tuần hoàn trong bản đồ hải lưu.

Các dòng hải lưu cận hải chủ yếu chịu ảnh hưởng của gió mùa, ở bắc bán cầu, hướng dòng chảy trên bề mặt do gió sinh ra lệch khỏi hướng gió đi 45^0 về bên phải, càng sâu càng lệch nhiều bên phải nhưng tốc độ nhỏ dần, ở nam bán cầu thì hướng dòng chảy ngược lại so với bắc bán cầu.

3. Các chướng ngại nguy hiểm

Nói chung chướng ngại vật trên biển không nhiều, các vùng biển san hô, những vùng có nhiều bãi ngầm đều có ghi chú trong hải đồ đi biển, cần chú ý tránh xa. Đặc biệt vùng phía bắc Thái bình dương thường xuất hiện các núi băng trôi, việc lựa chọn phương án chạy cung vòng lớn chịu những giới hạn nhất định. Cố gắng chạy xa những chướng ngại vật một cự ly an toàn để khi gặp những tình huống bất trắc có thể phòng tránh chúng, giữ an toàn cho tàu.

4. Xác định vị trí và phòng tránh va chạm

Chọn tuyến đi cũng cần xem xét tới những yếu tố thuận lợi cho việc xác định vị trí tàu bằng những phương pháp khác nhau, kể cả việc xác định vị trí bằng đo độ sâu. Tuyến đường được chọn cũng phải lưu ý tới điều kiện có lợi cho việc tránh va chạm trên biển, đặc biệt là những vùng tầm nhìn xa thường bị hạn chế. Nếu phải đi vào những khu vực gần lục địa, nên chạy theo tuyến quy định hay những tuyến theo tập quán để tránh bớt những trường hợp ngược hướng với tàu khác.

5. Những yếu tố liên quan đến bản thân tàu ta

Cần chú ý xem xét cấp tàu, tình trạng hàng hóa, mớn nước, có hàng trên boong hay không, tốc độ tàu lớn nhỏ, nước ngọt, nhiên liệu... Cũng không nên quên trình độ kỹ thuật của đội ngũ sĩ quan và những kinh nghiệm mà họ tích lũy.

6. Các tuyến theo khuyến nghị (Recommended route) và tuyến theo phân luồng giao thông

Nói chung cố gắng tham khảo, áp dụng các tuyến được khuyến nghị trong "Đường chạy tàu toàn thế giới" (Ocean passage for the world) và "Hàng hải chỉ nam". Khi chạy qua các vùng phân luồng giao thông quốc tế cần tuân thủ theo chế độ phân luồng giao thông.

7. Rút ngắn hành trình

Sau khi xem xét tổng hợp tất cả các yếu tố trên cần xác định có nên chạy theo phương pháp cung vòng lớn, hay phương pháp hỗn hợp. Nếu chạy cung vòng lớn hay hỗn hợp thì tính toán xem hành trình rút ngắn được bao nhiêu, chọn phương án tối ưu.

9.1.5 Chọn đường đi trên tuyến Bắc Thái bình dương

1. Điều kiện khí tượng

Khu vực Bắc Thái bình dương có hai loại gió, loại thứ nhất là gió thịnh hành do xoáy cao áp Bắc Thái bình dương, thấp áp Aleutian và thấp áp xích đạo tồn tại hằng năm và gió hình thành bởi xoáy và xoáy nghịch phát sinh do chuyển mùa trên lục địa.

Vành đai gió tây từ vĩ độ 30^0~60^0 , rõ rệt nhất thổi từ tháng 12 đến tháng 2 năm sau. Phía đông kinh tuyến 180^0, gió trung bình cấp 5~6, phía tây kinh tuyến 180^0, gió có thể đạt tới cấp 6~7. Từ tháng 3 trở đi sức gió giảm dần, mùa hè mặt biển cơ bản yên tĩnh. Mùa đông, vì có áp thấp ôn đới từ đại lục đi qua, cộng thêm gió lớn lệch tây tại chỗ khiến cho mặt biển ngày nào cũng có gió lớn.

Trong phạm vi bắc vĩ 5^0~25^0, từ kinh độ đông 150^0 đến khu vực cách California chừng 200 hải lý, do chịu ảnh hưởng của gió tín phong đông bắc, khiến phía bên đông có gió đông bắc và phía bên tây có gió lệch đông, gió từ cấp 4 đến cấp 5; ở vùng Honolulu và phụ cận gió đến cấp 6 hoặc trên cấp 6.

Dự báo thời tiết trên hành trình, ở phía tây Thái bình dương có thể nghe các đài Nhật bản, ở phía đông Thái bình dương thu thời tiết đài San Francisco; từ kinh độ 170^0E đến 160^0W có thể bắt đài Alaska. Tuy nhiên, vì tư liệu quan sát ít, cho nên cần coi trọng các số liệu khí áp quan sát tại tàu và tình hình thực tế trên biển.

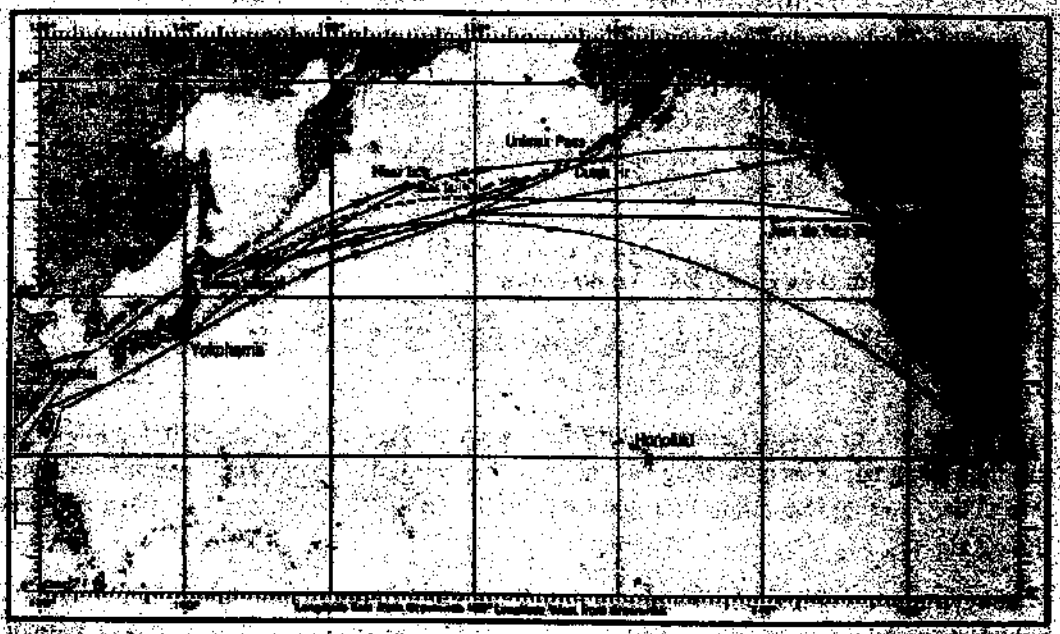
Mùa đông chạy trên Bắc Thái bình dương, cơ hội quan sát thiên văn không nhiều, chủ yếu dựa vào thiết bị vô tuyến trợ hàng.

2. Điều kiện hải lưu

Trong khu vực bắc vĩ 30^0~47^0 và kinh độ 130^0E~150^0W có hải lưu tuần hoàn Thái bình dương chảy theo chiều thuận kim đồng hồ. Hải lưu tuần hoàn phía bắc chảy về hướng đông từ Nhật bản đến ven biển British Columbia, chuyển hướng nam - đông nam, sau đó chuyển hướng tây chạy về phía đông Philippine, và chuyển hướng bắc - tây bắc gọi là "Hắc triều" (Black stream) chảy qua phía đông Đài loan, chuyển hướng đông bắc đi về phía nam Nhật bản....Ở vùng nam Nhật bản Hắc triều chảy một ngày 20~60 hải lý.

3. Ví dụ chọn đường đi

Chọn đường đi trên tuyến Bắc Thái bình dương chủ yếu quyết định ở điều kiện khí tượng, từng mùa có thể chọn đường đi không giống nhau, chạy từ đông sang tây hay chạy từ tây sang đông khác biệt nhau rất nhiều. Phần vẽ phía trên bắc vĩ 35^0 ở Thái bình dương đều là các tuyến đường mùa đông. Hình 9.05 là ví dụ tuyến đường chạy từ Nhật bản đến Vancouver Bắc Mỹ. Trong đó,



Hình 9.06

1) Tuyến từ đông sang tây.

Từ 34°40'N, 140°00'E bắt đầu chạy theo cung vòng lớn cho đến 44°40'N, 163°40'E, sau đó chạy theo đường hằng hướng cho đến 49°00'N, 180°00'. Tiếp tục chạy đường hằng hướng thẳng đến Juan de Fuca Str. vào eo biển, đến Cảng Vancouver. Lộ trình 4 300 n.mile.

Đoạn đường này thuận nước, trước khi vào Cảng Vancouver tại cửa eo biển có hải đăng và nhiều mục tiêu lục địa để nhận dạng.

2) Tuyến từ tây sang đông

Từ Vancouver qua eo biển, thông qua các điểm chuyển hướng (Waypoint) sau đây chạy theo đường hằng hướng cho đến kinh tuyến 180°:

49°30'N, 130°00'W	50°10'N, 135°00'W
50°35'N, 140°00'W	50°45'N, 145°00'W
50°50'N, 150°00'W	50°50N, 160°00'W
50°40'N, 165°00'W	50°30'N, 170°00'W
50°30'N, 175°00'W	50°30'N, 180°00'W

Bắt đầu từ kinh độ 180°, tuỳ theo mùa, đường đi có thay đổi, dưới đây đưa ra 2 đường đi theo mùa để lực chọn,

Tháng Tư đến Tháng Mười	Tháng Mười một đến Tháng Ba
50°00'N, 175°00'E	50°30'N, 175°00'E
49°15'N, 170°00'E	50°10'N, 170°00'E
48°20'N, 165°00'E	49°30'N, 165°00'E

$47^0$10'N, $160^0$00'E

$48^0$20'N, $160^0$00'E

$45^0$20'N, $155^0$00'E

$46^0$30'N, $155^0$00'E

$44^0$00'N, $152^0$00'E

$44^0$00'N, $150^0$00'E

Sau đó, chạy theo đường hằng hướng đến Inubo Saki hoặc Kinsansan, chạy về cảng đích. Lộ trình tuyến từ tháng Tư đến Tháng Mười 4 260 n.mile , tuyến từ Tháng Mười đến Tháng Ba 4280 n.mile.

.6 Chọn đường đi trên tuyến Bắc Ấn độ dương

1. Điều kiện khí tượng

Ấn độ dương chủ yếu chịu ảnh hưởng của gió mùa.

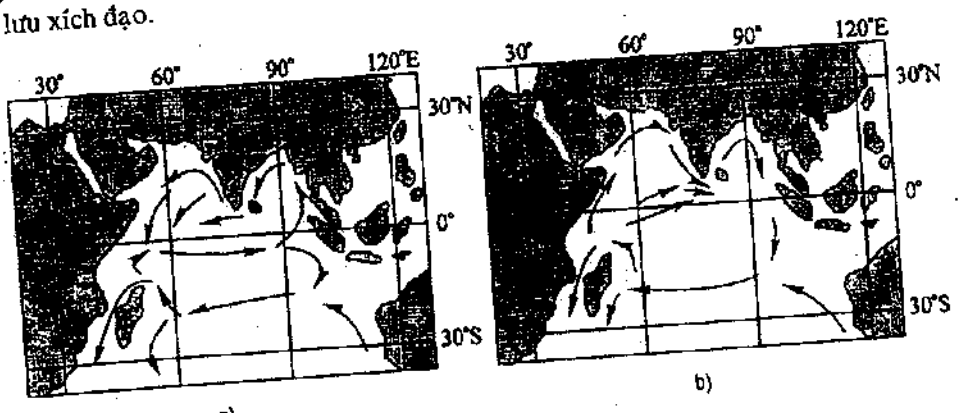
Mùa đông, cao áp lạnh từ đại lục châu Á di chuyển về vành đai thấp áp xích đạo hình thành gió mùa đông bắc. Gió mùa đông bắc thổi từ tháng Mười đến tháng Tư năm sau, mạnh nhất vào tháng Mười hai và tháng Một, gió đến cấp 5~cấp 6. Thời gian này thời tiết Bắc Ấn độ dương khá tốt.

Mùa hè, lục địa châu Á chịu ánh nắng mặt trời chiếu dữ dội tạo ra thành một khu vực áp thấp rộng lớn di chuyển từ đại dương vào lục địa hình thành gió mùa tây nam. Từ tháng Năm đến tháng Chín là thời kỳ gió mùa tây nam, mạnh nhất vào tháng Bảy. Phía tây biển Arabian gió mạnh nhất, bình quân cấp 6~cấp 7, nhiều mưa, tầm nhìn xa kém.

2. Điều kiện hải lưu

Hải lưu Bắc Ấn độ dương chủ yếu là hải lưu theo gió mùa và hải lưu tuần hoàn nam xích đạo, nghịch lưu xích đạo.

Vào mùa đông, từ tháng Mười hai hình thành hải lưu gió mùa đông bắc xoay theo ngược chiều kim đồng hồ như hình 9.06a, gần bờ chảy theo hướng tây - tây nam hoặc tây nam, xa bờ chảy theo hướng tây đến bờ biển Châu Phi chuyển hướng nam, cuối cùng nhập vào dòng nghịch lưu xích đạo.



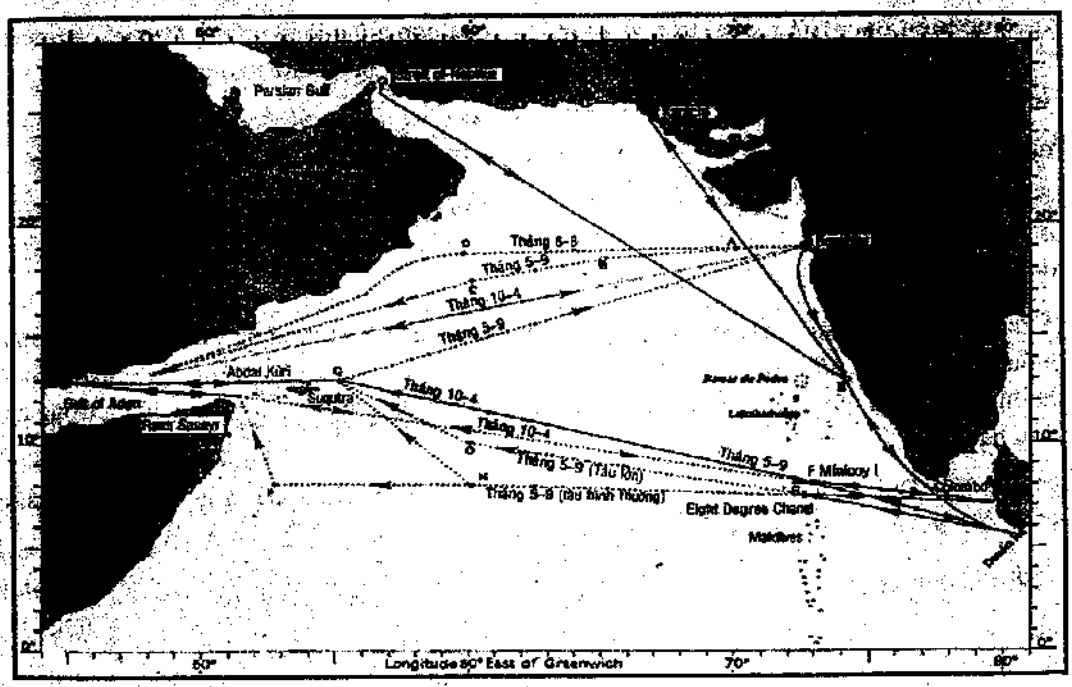
Hình 9.06

Vào mùa đông, hình thành hải lưu gió mùa tây nam, trên Bắc Ấn độ dương chủ yếu hướng đông, trên Biển Arabian và vịnh Aden chảy theo hướng đông bắc, đông đông bắc và đông nam. Ven bờ chảy theo chiều thuận kim đồng hồ cho nên mùa hè bắc Ấn độ dương hình

thành hải lưu tuần hoàn gồm hải lưu nam xích đạo và hải lưu gió mùa tây nam thuận chiều kim đồng hồ như hình 9.06b.

3. Ví dụ chọn đường đi

Lấy tuyến Colombo - Eden làm ví dụ (Hình 9.07) từ tháng Mười đến tháng Tư năm sau, từ đông sang tây hoặc từ tây sang đông đều chạy cùng một đường đi, từ Colombo đi qua Eight Degree Chanel chạy thẳng phía nam Suqutra, xuyên qua giữa Raas Caseyr và Abdal Kuri để vào Vịnh Eden. Lộ trình dài 2 080 n.mile.



Hình 9.07

Từ tháng Năm đến tháng Chín, do chịu ảnh hưởng của gió mùa tây nam, tuyến Colombo ~ Eden tuỳ thuộc vào tốc độ tàu và khả năng chịu sóng của tàu mà chọn, cụ thể như sau:

a) Tàu lớn, tốc độ nhanh, sau khi qua Eight Degree Chanel, chạy đến điểm $10^0$00'N, $60^0$00'E, tiếp tục chạy đến điểm $13^0$00'N, $55^0$00'E, cuối cùng đi qua phía bắc Suqutra (Socotra) chạy vào Eden. Lộ trình dài 2 130 n.mile.

b) Tàu thông thường có thể men theo bắc vĩ $7^0$30'N qua Eight Degree Chanel chạy thẳng điểm $8^0$00'N, $60^0$00'E và chạy đến $8^0$00'N, $52^0$40'E, vòng qua Raas Caseyr để vào Eden; hoặc từ $8^0$00'N, $60^0$00'E chạy đến $13^0$00'N, $55^0$00'E, qua phía bắc Socotra vào Eden.

Tàu chạy từ Eden sang Colombo có thể đi qua phía bắc Socotra chạy thẳng qua Eight Degree Chanel để đến Colombo. Lộ trình 2 110 n.mile. Đường từ tây sang Colombo, thường bắt hải đăng Minicoy I, rất dễ nhận dạng; phía nam đảo này độ sâu rất lớn nhưng phía bắc có nhiều san hô, cần chú ý.

9.1.7 Chọn đường đi trên tuyến Bắc Đại tây dương

1. Khí tượng

Khu vực áp thấp hàng năm của Bắc Đại tây dương nằm ở phụ cận Iceland, Greenland, khu vực cao áp nằm ở phía nam quần đảo Franz Josef Land. Cho nên giữa khu vực cao áp vĩ độ trung bình và vành đai thấp áp xích đạo quanh năm thổi gió lệch đông nhiệt đới, phía bắc khu áp cao vĩ độ trung bình là vành đai gió tây.

Áp thấp Bắc Đại tây dương, nói chung, từ phía nam Newfoundland dịch chuyển theo hướng đông đông bắc qua phía bắc Scotland, đôi khi dịch chuyển qua English Channel. Áp thấp phát sinh vào mùa đông thường rất ác liệt dị thường, hành hải vô cùng khó khăn.

Khu vực Biển Bắc (North Sea) trên vĩ độ 40^0, do hỗn hợp giữa dòng ôn lưu Mexico và dòng hàn lưu Labrador tạo thành sương mù quanh năm, đặc biệt vào tháng Bảy, phía đông Newfoundland thường có sương mù dầy đặc.

2. Trạng thái biển

Hải lưu Bắc Đại tây dương (North Atlantic drift) chảy theo hướng đông bắc ~ đông đông bắc về phía ven bờ nước Anh và Norway. Tốc độ dòng chảy cận bán đảo Florida chừng 1,3 nơ ~ 4 nơ, tốc độ ven bờ bắc Mỹ chừng 0,5 nơ ~2 nơ.

Hỗn hợp giữa ôn lưu Mexico và dòng hàn lưu Labrador ở phía đông Newfoundland ảnh hưởng rất lớn đến núi băng trôi, vì vậy vùng cận Newfoundland vào tháng Tư ~ tháng Sáu thường xuất hiện núi băng trôi, trong đó nhiều nhất vào tháng Năm, đe doạ nghiêm trọng an toàn hàng hải.

Sóng ở Bắc Đại tây dương từ tháng Mười hai đến tháng Một lớn nhất ở khu vực trung tâm 55^0N, 22^0W, sóng cao 4 mét chiếm 40%, sóng theo hướng SW ~ NW.

3. Ví dụ chọn đường đi

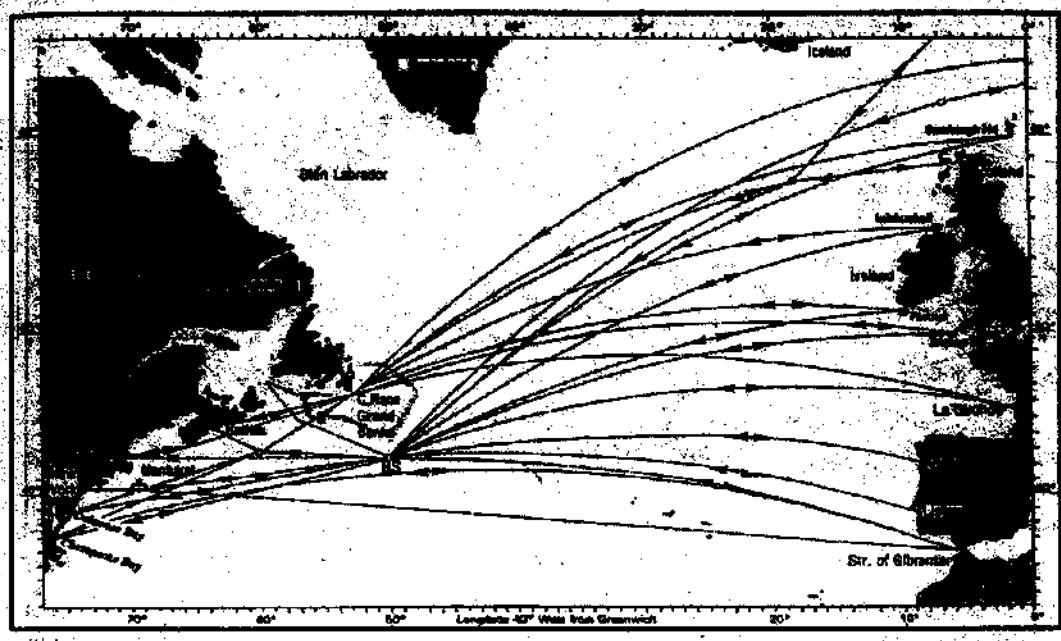
Điều kiện khí tượng thuỷ văn trên tuyến Bắc Đại tây dương rất phức tạp, trong lịch sử ở đây đã từng xảy ra nhiều tai nạn hàng hải nghiêm trọng, cho nên hiện nay trên khu vực này đã thành lập " Hệ thống báo cáo tự động cho thương thuyền" (Automated Merchant Vessels Report System), khi chạy trên vùng biển này cần nghiên cứu chu đáo các tư liệu liên quan.

Tàu thuyền vượt Bắc Đai tây dương ngày càng đông đúc, đó là đường biển thương mại quan trọng nối giữa hai châu lục Âu-Mỹ, việc phân chia các tuyến căn cứ chủ yếu vào tình huống biển và mùa hàng hải, mục đích để tránh tàu đánh cá và băng sơn nhằm tránh đâm va và không tạo ra tình huống quá chen chúc trên tuyến hành trình, người ta lấy điểm phía nam Grand Bank làm điểm chuyển hướng chuẩn cho tất cả các tàu chạy về hướng đông hay từ hướng đông chạy tới theo như hình 9.08.

Tuyến đường chủ yếu lấy điểm BS ($42^0$30'N, $50^0$00'W), phía nam Grand Bank làm điểm chuyển hướng. Từ các cảng Bắc Mỹ đến điểm BS là đường hằng hướng, từ điểm BS đến các cảng Châu Âu, nói chung, áp dụng phương pháp hàng hải cung vòng lớn.

Từ tháng Năm đến tháng Mười một, Các cảng phía bắc trong Gulf of Str. Laurence cũng có thể lấy điểm cách Cape Race 20 hải lý về phía nam làm điểm chuyển hướng.

Các tuyến đi trong hình 9.08 dùng cho cả chạy ngược và xuôi giữa Âu và Mỹ.
Công ước SOLAS khẳng định các tuyến khuyến nghị nói trên dùng để áp dụng cho các tàu chạy xuyên Bắc Đại tây dương. Muốn thay đổi tuyến đi quy định phải thông báo trước.



Hình 9.08

9.1.8 Khí tượng dẫn đường

1. Lợi ích của khí tượng dẫn đường

Khí tượng dẫn đường là phương pháp hành hải tối ưu bằng cách thông qua những thông tin khí tượng để xác lập đường đi và dẫn dắt con tàu an toàn, phòng tránh hiểm hoạ do thời tiết, rút ngắn đường đi, tiết kiện nhiên liệu nâng cao hiệu quả khai thác tàu... Hiện nay phương thức chủ yếu của hàng hải khí tượng là theo yêu cầu của tàu, các cơ quan dịch vụ trên bờ cung cấp các dịch vụ cần thiết để phục vụ cho công việc này.

Trên thế giới hiện có rất nhiều công ty dịch vụ, các webside cung cấp thông tin khí tượng dẫn đường. Một trong các địa chỉ có uy tín là,

"Weathernews Americas Inc" (**Webside: www.us.weathernews.com**),

của Mỹ, có chi nhánh trên khắp thế giới. Hình 9.09 là một bản đồ phân tích tóm tắt tuyến đông Thái bình dương của Weathernews Americas.

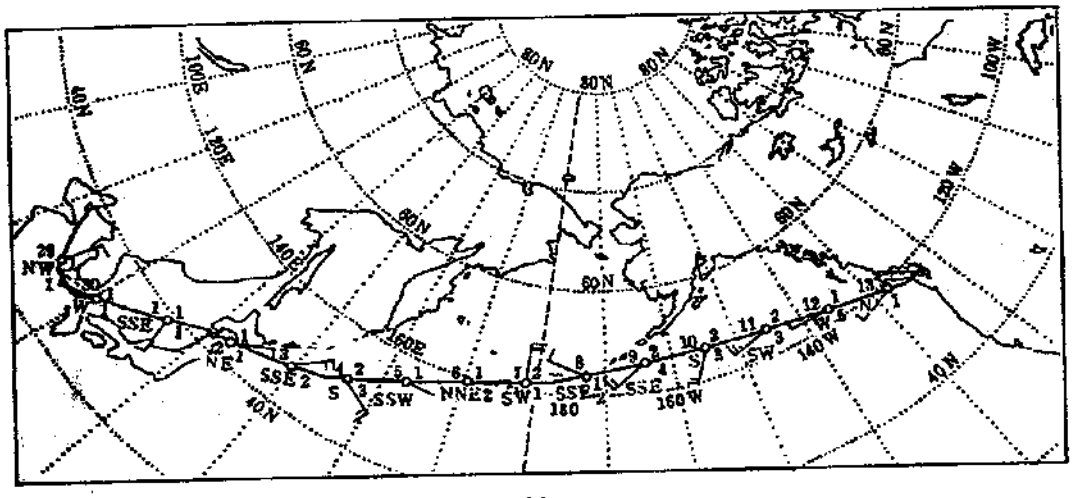
2. Nội dung của dịch vụ hàng hải khí tượng do cơ quan dịch vụ cung cấp

1) Theo yêu cầu của tàu, chọn tuyến đi tối ưu

Công ty cung cấp dịch vụ khí tượng dẫn đường căn cứ các dữ liệu như tính năng điều kiện kỹ thuật, nhiệm vụ chuyến đi và các yêu cầu của tàu do tàu cung cấp trong điện văn yêu cầu, kết hợp với dữ liệu mà công ty này thống kê tích luỹ cũng như các dự báo thời tiết, tình hình mặt biển để chọn một tuyến đi tối ưu, an toàn và thông báo cho tàu.

Vấn đề có áp dụng tuyến đi đó hay không hoặc điều chỉnh tuyến đi như thế nào thì cuối cùng thuyền trưởng có quyền căn cứ tình hình thực tế để tự quyết định. Không vì áp dụng khí tượng dẫn đường mà miễn giảm trách nhiệm của thuyền trưởng.

Công ty cung cấp dịch vụ khí tượng dẫn đường không chịu trách nhiệm bồi thường về bất cứ rủi ro nào khi cung cấp các thông tin khí tượng dẫn đường mang tính kiến nghị.



Hình 9.09

2) Truy theo hành trình của tàu yêu cầu, đưa ra các thông tin về thời tiết và chỉ đạo tuyến hành trình tiếp theo.

Sau khi tàu khởi hành, phải lập tức báo cáo giờ khởi hành về công ty dịch vụ khí tượng dẫn đường. Sau đó cứ hai ngày một lần điện vị trí giữa trưa (gồm tên tàu, hô hiệu, ngày tháng, thời gian, kinh độ, vĩ độ, ETA cảng đích) về cơ quan này, giúp cho cơ quan này nắm chắc động thái của tàu để kịp thời thông báo tình hình chuyển biến thời tiết trên biển và các kiến nghị chỉ đạo hành trình.

3) Làm báo cáo hành trình cho tàu

Sau khi hoàn thành mỗi hành trình công ty dịch vụ khí tượng dẫn đường sẽ lập một báo cáo hành trình cho tàu và cho công ty quản lý tàu. Nội dung báo cáo gồm thời tiết và tình hình chung dọc đường đi, cấp gió dọc đường đi, một bản vẽ đường hành trình thực tế của tàu.

3. Trình tự sử dụng dịch vụ khí tượng dẫn đường

Dưới đây giới thiệu trình tự và nội dung dịch vụ của Weathernews Americas Inc (sau đây gọi tắt là Weathernews).

1) Weathernews cung cấp các dịch vụ như sau,

(1) ASAP Ship Security

Theo quy định của IMO (SOLAS XI-2/6), các tàu phải trang bị SSAS (Ship Security Alert System), khi hoạt động thiết bị này sẽ thông báo cho các nhà chức trách trên bờ khi tàu bị đe doạ.

ASAP (Asset Surveillance & Alarm Program) là hệ thống SSAS trong Weathernews đã được ABS (American Bureau of Shipping) chứng nhận phù hợp với những yêu cầu của SSAS. Đó là một công cụ có thể giao diện với Internet dễ cài đặt và dễ sử dụng.

Khi hệ thống báo động tại tàu hoạt động thì lập tức tín hiệu sẽ được gửi về nhà chức trách hữu quan trên bờ. Một tin điện sẽ được gửi về chủ tàu qua e.mail hoặc telex, đồng thời trên "Fleet Display" sẽ thể hiện bằng hình vẽ ghi thời gian, vị trí tàu bị nạn để chủ tàu đưa ra những giải pháp trợ giúp kịp thời cho tàu bị nạn.

ASAP gồm có phần cứng và các thành phần: thông tin vệ tinh (IMARSAT C hoặc D+), hộp quản lý nguồn (Power Management Box) và công tắc báo động bằng tay (Manual alert switch). Weathernewws cung cấp phần cứng và lắp ráp hoặc hướng dẫn lắp ráp, nếu có yêu cầu.

(2) "Ship Routing"

Kiến nghị đường đi tối ưu cho tàu trên cơ sở các dữ liệu thời tiết và dữ liệu về tàu, hàng hoá, tuyến đi, thời gian, ETA.

Hỗ trợ 24 giờ hàng ngày, giúp người điều hành tàu trên bờ có thể nhận được các thông tin như vị trí tàu tức thời hàng ngày, tốc độ, cập nhật ETA thông qua telephone, fax, telex hoặc electronic mail.

(3) "Oceanwatch"

Cung cấp các thông tin cập nhật về thời tiết, bão, và vị trí tàu, ETA và tất cả các tin điện giữa tàu và Weathernews.

(4) Post voyage analysis

Báo cáo đánh giá hành trình của Weathernews khi kết thúc hành trình.

(5) TFMS (Total Fleet Management Service)

TFMS giúp cơ quan quản lý trên bờ kiểm soát hoạt động của đội tàu, tìm hiểu, đánh giá, giải quyết các vướn mắc và đưa ra các quyết định để tăng hiệu quả kinh tế và thoả mãn yêu cầu của khách hàng.

(6) ORION Pro

"ORION Pro" là hệ thống mạnh về thông tin thời tiết hướng dẫn đường đi giúp thuyền trưởng cải tiến hành trình, lịch trình và tiết chế tiêu hao nhiên liệu của tàu.

Ngoài ra còn các dịch vụ khác như "Marine services Newsletters", " Order Marine Services" " Ocean and Offshore"...

2) Địa chỉ của các chi nhánh Weathernews trên thế giới (Hình 4.77)

Để yêu cầu dịch vụ phục vụ hàng hải, tiếp xúc với các địa chỉ sau đây:

Fax: 415.848.5276 (monitored 08:00-18:00 Monday-Friday

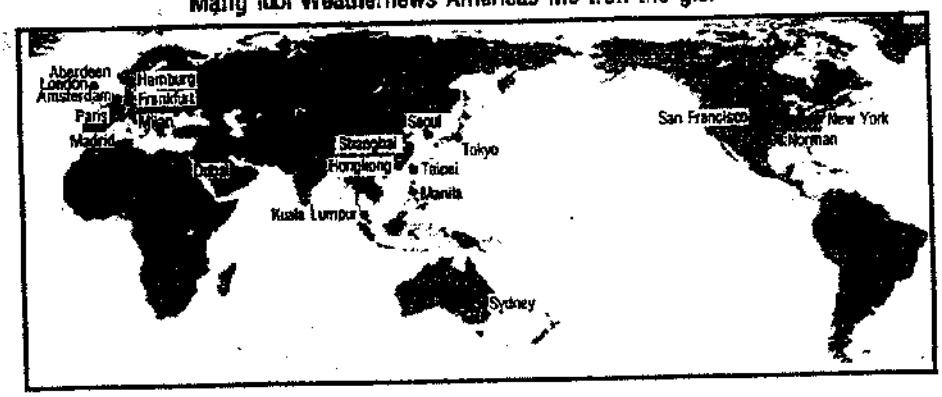
Fax: 405.310.2804 (monitored 24x7x365)

Telex: AT&T 470-302 or TRT 184-802

Email: mailto:customerservice@wni.com

Marine - West Coast & Central US: 415-848-5216
Marine - East Coast: 610-347-0030 or 201-405-0450
Marine - South & Central America: 610-347-0030
Marine - Consulting & Studies: 415-848-5255
Marine Fax: 405-310-2804 Monitored 24/7/365
Marine sales email: sales@wni.com

Mạng lưới Weathernews Americas Inc trên thế giới



Hình 9.10

Đồng thời liên hệ với các chi nhánh trên khắp thế giới theo địa chỉ dưới đây,

Địa chỉ của các chi nhánh "Weathernews Americas Inc"

ASIA

Hong Kong, China
http://www.wni.com/hk/
852-2574-3232

Shanghai, China
86-21-6278-7785

Japan
http://www.wni.co.jp/

Makuhari
(Weathernews HQ)
81-4-3274-5550

Tokyo
81-3-3456-6262

Fukuoka

Seoul, Korea
http://www.weathernews.co.kr/
82-2-745-6000

Kuala Lumpur, Malaysia
http://www.wni.com.my/
603-5512-2550

Manila, Philippines
http://www.wni.com/philippines/
632-534-6721

Taipei, Taiwan
02-2706-8446*AUSTRALIA*

Sydney
02 9959 5775

EUROPE

Hamburg, Germany

Madrid, Spain
34-91-578-40-46

Aberdeen, United Kingdom
http://www.wni.co.uk/
44-1224-248-080

MIDDLE EAST

Dubai, U.A.E.
97-14-34-42-291

UNITED STATES

San Francisco, California
http://www.us.weathernews.com/
(415) 848-5200

Chico, California

81-92-781-1147

Osaka
81-6-451-5548

Sapporo
81-1-1251-5841

Sendai
81-22-262-1880

49-402350-5788

Frankfurt, Germany
http://www.meteo-online.de/
49-6132-7806-0

Milan, Italy
39-02-76-01-82-75

Soest, The Netherlands
http://www.wni.nl/
31(0)-35603 9003

http://www.us.weathernews.com/
(530) 893-0308

Philadelphia, Pennsylvania
http://www.us.weathernews.com/
(610) 347-0030

Norman, Oklahoma
http://www.us.weathernews.com/
(405) 310-2800

4. Thủ tục yêu cầu dịch vụ

Có thể liên hệ với các văn phòng địa phương (Weathernews sale office) theo các địa chỉ trên để yêu cầu cung ứng các dịch vụ. Sau đây là nội dung đăng ký và khai báo cho dịch vụ tuyến đường đi (bao gồm phân tích tốc độ và nhiên liệu), người yêu cầu dịch vụ phải khai báo theo mẫu do công ty dịch vụ cung cấp (các mục có dấu [*] bắt buộc phải khai báo). Yêu cầu các loại dịch vụ khác có mẫu riêng có thể lấy trên mạng Internet hoặc do công ty cung ứng dịch vu cung cấp.

1) Các thông tin về công ty

- Company name *
- Contact Name*
- Contact Telephone*
- Contact e-mail Address*

2) Các thông tin về tàu:

- Ship Name*
- Ship Callsign
- Communications Type (Có thể chọn một trong các phương thức liên lạc sau đây):

  Inmarsat A –Telex

  Inmarsat B – Telex

  Inmarsat C – Telex

  hoặc phương thức nào khác.
- Communications Number
- If other please specify details (nếu chọn phương thức liên lạc khác thì nói cụ thể)
- Calm Sea Speed
- Ship's positions will be obtained (Vị trí tàu sẽ nhận ...)
  From client (từ khách hàng)
  Directly from the ship (hay trực tiếp từ tàu)

- Load condition
  Loaded (xếp hàng)
  Ballasted (chạy ba lát)
- Cargo (if loaded) (Hàng hoá, nếu có)
- Expected Departure Draft in Meters
- Must Sail in: ☐ Winter ☐ Summer. ☐ Tropical Zone

3) Các thông tin về cảng

- Departure Port*
- Arrival Port*
- Intermediate Ports
- Length of stay in intermediate port
- Departure Date* and Time (local port time)
  Required Arrival Date and Time (local port time)
- Departure Port Agent (telex/fax/tel)

4) Các thông tin về hợp đồng thuê tàu

- Charter Speed (knots)*
- Fuel Oil Consumption* (metric tons / long tons)
- Diesel Oil Consumption* (metric tons / long tons)
- Charter Party Terms

5) Các chi tiết khác

Master's intentions (if available) and additional concerns

5. Một số điều cần chú ý khi áp dụng khí tượng dẫn đường.

Khí tượng dẫn đường mang lại nhiều lợi ích như đã nói ở trên, tuy nhiên khi áp dụng phương thức khí tượng dẫn đường đòi hỏi phải có một số điều kiện nhất định sau đây:

1) Kết cấu thân tàu phải tốt, phải đảm bảo chạy trong điều kiện sóng gió khá lớn
2) Máy chính của tàu phải tốt đảm bảo tàu chạy liên tục
3) Hàng hoá sắp xếp hợp lý, ổn tính tốt, có thể chạy trong điều kiện sóng gió lớn, theo các cơ quan dịch vụ dẫn đường khí tượng thì các tàu viễn dương có thể chạy an toàn trong điều kiện sóng gió cấp 9 bằng phương thức khí tượng dẫn đường.
4) Tàu phải được trang bị các thiết bị hàng hải hiện đại, ít nhất phải có đủ hai rađa hoạt động tốt và GPS.
5) Tàu phải đủ tư liệu, ấn phẩm hàng hải mới nhất.

6) Thuyền trưởng, Sĩ quan phải thành thạo hệ thống GMDSS, đặc biệt về gửi và thu nhận thông tin và cách lấy thông tin, đặc biệt phải có đủ kiến thức khí tượng hải dương, có năng lực phân tích bản đồ fascimile, có đủ bản lĩnh điều khiển tàu trên đại dương.

7) Nắm bắt ý đồ (thông qua đọc các bản thông báo) của cơ quan khí tượng dẫn đường và tự ra quyết định.

9.1.9 Những điều cần chú ý khi chạy tuyến viễn dương

1. Khi bắt đầu rời vùng ven biển tiến vào đại dương nên xác định một vài vị trí tàu chính xác bằng phương pháp quan sát mục tiêu lục địa. Khi nhập bờ nên chọn những khu vực có mục tiêu độc lập, rõ ràng có thể xác định vị trí tàu từ khoảng cách xa. Có thể kết hợp xác định vị trí bằng vô tuyến điện và đo sâu, tránh nhầm lẫn khi bắt mục tiêu bằng rada.
2. Tranh thủ mọi cơ hội để xác định vị trí tàu bằng thiên văn mặc dù có vị trí bằng GPS. Đặc biệt chú ý xác định vị trí bằng thiên văn vào lúc hoàng hôn và bình minh, xác định vĩ độ bằng Mặt trời qua thiên kinh tuyến xem nó như một phương pháp trau dồi kỹ năng nghề nghiệp.
3. Chú ý thu các báo cáo khí tượng, dự báo thời tiết từ nhiều nguồn khác nhau. Cần xem xét và nghiên cứu khả năng xuất hiện tình hình thời tiết xấu, nếu có áp dụng ngay những biện pháp phòng tránh.
4. Luôn luôn nắm chắc tình trạng hoạt động của la bàn con quay và la bàn từ cũng như sai số của chúng. Mỗi ca nên kiểm tra sai số la bàn từ. Ít nhất mỗi ngày lợi dụng Mặt trời mọc lặn, Mặt trời có độ cao thấp để xác định sai số la bàn một lần. Thường xuyên đối chiếu la bàn con quay và la bàn từ.
5. Căn cứ vào sự thay đổi múi giờ kịp thời chỉnh đồng hồ. Trước khi đến cảng cần tìm hiểu giờ chuẩn của địa phương để điều chỉnh giờ cho phù hợp.
6. Chú ý ảnh hưởng của dòng chảy đối với vị trí suy tính của tàu.
7. Khi hành trình trên đại dương nói chung chỉ có hải đồ tỷ lệ nhỏ, để nâng cao độ chính xác khi thao tác hải đồ cần phải sử dụng lưới đồ kinh vĩ để tác nghiệp.

9.2 Đặc điểm của tuyến ven biển và lựa chọn đường đi ven biển

9.2.1 Đặc điểm của tuyến ven biển

Chạy ven biển có nhiều chướng ngại nguy hiểm trên đường đi, độ sâu của biển có chỗ sâu chỗ cạn cần luôn luôn đối chiếu so sánh. Tuy nhiên, ven biển có nhiều mục tiêu bờ kể cả mục tiêu nhân tạo có thể xác định vị trí bằng radar hoặc bằng mắt thường để đối chiếu với hàng hải suy tính.

Dòng chảy ven biển khá phức tạp chịu ảnh hưởng của thuỷ triều. Tàu thuyền đi ngược xuôi đông đúc, các loại tàu đánh cá thường xuyên hoạt động chen chúc, việc điều động tránh va khá căng thẳng, đặc biệt là trong tình huống thời tiết xấu, tầm nhìn xa hạn chế, đòi hỏi trực ca trên buồng lái phải luôn luôn thận trọng, chấp hành nghiêm túc COLREGS, không được lơ đễnh trách nhiệm.

Nhờ các tư liệu hàng hải, phao đèn, lịch thuỷ triều... tương đối hoàn chỉnh giúp cho việc thiết kế đường đi và thực hành điều khiển tàu thuận lợi. Nhiều quốc gia trên thế giới có chế độ phân luồng giao thông ở tuyến ven biển giúp giảm thiểu các tai nạn đâm va.

9.2.2 Lựa chọn đường ven biển

Khi thiết kế tuyến đường ven biển, cần chú ý xem xét những yếu tố sau đây,

1. Cần nghiên cứu kỹ tư liệu hàng hải, tuỳ theo mùa, điều kiện chủ quan của tàu ta, xem xét tình hình gió, nước, thuỷ triều, tình hình giao thông, đánh cá trong mùa. Dự kiến tình huống thời tiết xấu, nơi trú gió, bão...

2. Trong điều kiện có thể, kẻ đường đi dự kiến song song với đường bờ biển để để phòng trong trường hợp tầm nhìn xa bị hạn chế nhằm giảm bớt những nguy cơ tiến tới quá gần bờ hoặc bãi cạn. Tận dụng kinh nghiệm của những chuyến đi trước trên cùng tuyến.

   Nói chung chạy ven biển khá phức tạp, để tránh những chướng ngại vật nguy hiểm, tránh dòng chảy hoặc lợi dụng dòng chảy có thể phải chạy đường vòng, không chạy tắt, nhằm mục đích đảm bảo an toàn, mặc dù chạy vòng thì hành trình có dài hơn một ít.

3. Đường đi dự kiến phải có lợi cho việc xác định vị trí tàu cũng như việc chuyển hướng. Phải xem xét trước những điều kiện để xác định vị trí và chuyển hướng trong mọi trường hợp ban ngày, ban đêm, sương mù. Những điểm đổi hướng quan trọng cần có những mục tiêu nổi bật, rõ rệt.

4. Cần chú ý khoảng cách của đường đi dự kiến đến đường bờ biển, cần giành một khoảng cách an toàn đủ để phòng tránh va chạm và chuyển hướng. Trong điều kiện có ảnh hưởng của dòng nước chảy về phía bờ biển hoặc khi máy chính hoặc máy lái đột nhiên phát sinh sự cố, nhờ khoảng cách an toàn đó có thể kịp thời xử lý.

   Nói chung trong điều kiện tầm nhìn xa tốt, với đường bờ biển dốc không có các chướng ngại vật nguy hiểm, có thể đi qua cách bờ biển khoảng 2 hải lý, với cự ly đó có thể nhận thấy được tất cả các mục tiêu trên bờ. Với bờ biển có độ dốc đều và phẳng, nói chung tàu lớn (tàu có trọng tải vạn tấn trở lên) có thể lấy đường đẳng sâu 20 mét làm giới hạn an toàn, còn tàu nhỏ thì dùng đường đẳng sâu 10 mét, nếu không có gì bức thiết, cố gắng giữ cho tàu ở bên ngoài đường đẳng sâu có độ sâu gấp đôi mớn nước của tàu. Về đêm hoặc tầm nhìn xa bị hạn chế, việc xác định vị trí tàu khó khăn, tốt nhất đi cách bờ trên 10 hải lý.

   Nếu gần đường đi có các chướng ngại vật nguy hiểm như đá ngầm, tàu đắm, bãi cạn. Khi xác định khoảng cách an toàn đi qua chúng cần lưu ý xem xét những điểm sau đây :

   1) Vị trí tàu chính xác cuối cùng trước khi đi qua chướng ngại vật càng ở xa chướng ngại thì phải đi qua càng xa chướng ngại vật, thời gian đi qua khỏi chướng ngại càng dài thì phải đi qua chướng ngại vật càng xa.

   2) Lưu ý mức độ chính xác của việc đo đạc trên hải đồ ở khu vực chướng ngại vật.

   3) Ở gần khu vực chướng ngại vật có những mục tiêu giúp cho việc xác định vị trí chính xác hay không.

   4) Đi qua khu vực chướng ngại vật vào thời gian ban ngày hay ban đêm, tầm nhìn xa như thế nào.

   5) Chú ý tình hình dòng chảy, sóng gió tại khu vực tàu đi qua.

   Nói một cách tổng quát, trong điều kiện có mục tiêu để xác định vị trí liên tục, khi đi qua chướng ngại vật ít nhất phải cách một hải lý. Trong điều kiện có dòng chảy hoặc tầm nhìn xa bị hạn chế, khoảng cách này phải lớn hơn. Trường hợp phải đi qua một chướng ngại vật chưa

đánh dấu, lại ở xa lục địa, nên căn cứ vào dòng chảy và vị trí chính xác cuối cùng của tàu có thể cho tàu đi qua với khoảng cách chừng 5 đến 10 hải lý. Về ban đêm, khoảng cách này có thể lớn hơn.

Khi đi qua phao đèn hay hải đăng, nếu điều kiện cho phép có thể đi qua với khoảng cách ít nhất 5 liên.

9.2.3 Những điều cần chú ý khi chạy ven biển

1. Cần tiến hành hàng hải suy tính liên tục và chính xác. Chạy ven biển cần đặc biệt chú ý ảnh hưởng của thủy triều, nên thường xuyên tích lũy tư liệu để có thể giúp cho việc suy tính được chính xác. Nói chung với ảnh hưởng của gió và nước không lớn lắm, sai số của vị trí tàu suy tính bằng chừng 2% của quãng đường suy tính. Tất nhiên với ảnh hưởng lớn của gió và nước thì sai số suy tính tăng lên rất lớn.

2. Cố gắng thực hiện đều đặn và chu đáo việc xác định vị trí tàu, nếu điều kiện cho phép cần tiến hành xác định vị trí liên tục trong những khoảng thời gian nhất định. Mục đích của việc xác định vị trí liên tục như vậy là để thường xuyên kiểm tra tàu có đi lệch khỏi đường đi dự kiến không, và đi lệch vì nguyên nhân gì. Căn cứ vào đường đi thực tế của tàu (nối các điểm vị trí liên tục) kiểm tra xem tàu có đi vào chướng ngại vật nguy hiểm hay không. Căn cứ vào vị trí tàu chính xác để tính tốc độ thực tế của tàu và dự kiến thời gian tàu đi tới những mục tiêu quan trọng tiếp theo. Nói chung khi chạy ven biển, cách 30 phút xác định vị trí một lần. Khi chạy vào trong các khu vực đảo phức tạp, tùy yêu cầu cần phải xác định vị trí nhiều và dày đặc nhanh chóng hơn.

3. Tăng cường cảnh giới, trong những điều kiện hàng hải phức tạp, nên sử dụng ống nhòm liên tục, qua đó có thể phát hiện sớm các vật nguy hiểm.

4. Cần chú ý và không được coi nhẹ việc chuyển hướng tàu. Trước khi chuyển hướng, tận dụng mọi điều kiện để xác định vị trí tàu chính xác để có thể từ đó tính ra thời điểm chính xác cần đổi hướng. Cần chuẩn bị trước một mục tiêu chuyển hướng rõ ràng, dễ nhận dạng, tính toán trước hướng đi la bàn sau khi chuyển hướng. Khi chuyển hướng tốt nhất nên dùng góc lái nhỏ để chuyển từ từ, đồng thời hết sức chú ý quan sát, cảnh giới để tránh va. Vì ở những điểm chuyển hướng quan trọng trên biển là những nơi hội tụ nhiều tàu, ở đó các tàu cũng đang chuyển hướng, rất khó phán đoán. Sau khi chuyển hướng xong cần đánh dấu trên hải đồ, đồng thời ghi chép vào nhật ký hàng hải thời gian chuyển hướng, hướng đi thật, hướng đi la bàn của hướng mới. Sau đó nếu điều kiện cho phép thì tiến hành ngay việc xác định vị trí tàu, kiểm tra xem sau khi chuyển hướng tàu có nằm trên hướng đi dự kiến hay không.

5. Cần phải thông thạo các tiêu hàng hải. Khi đi qua các tiêu hàng hải cần đối chiếu hình dáng, màu sắc, tính chất ánh sáng, kí hiệu. Chỉ khi nào nhận dạng một cách chính xác chúng, không còn một tí nghi ngờ nào thì mới dùng chúng vào việc xác định vị trí, dẫn đường.

   Không nên nhận định một cách sai lầm là khi chưa nhìn thấy ánh sáng đèn của hải đăng thì có nghĩa là tàu còn cách xa hải đăng ấy, nên nhớ rằng chúng có thể bị mây che hoặc một nguyên nhân nào đó mà ánh sáng của chúng chưa có thể nhìn thấy được vào giờ dự kiến. Không nên tin tưởng một cách quá đáng vào vị trí và đèn của phao tiêu, nó có thể bị dịch chuyển vị trí hay đèn bị trục trặc.

6. Cần tận dụng mọi điều kiện cho phép để xác định sai số các loại máy móc dụng cụ hàng hải, đặc biệt là la bàn và tốc độ kế để có thể đủ tin cậy chúng vào những lúc khẩn cấp.

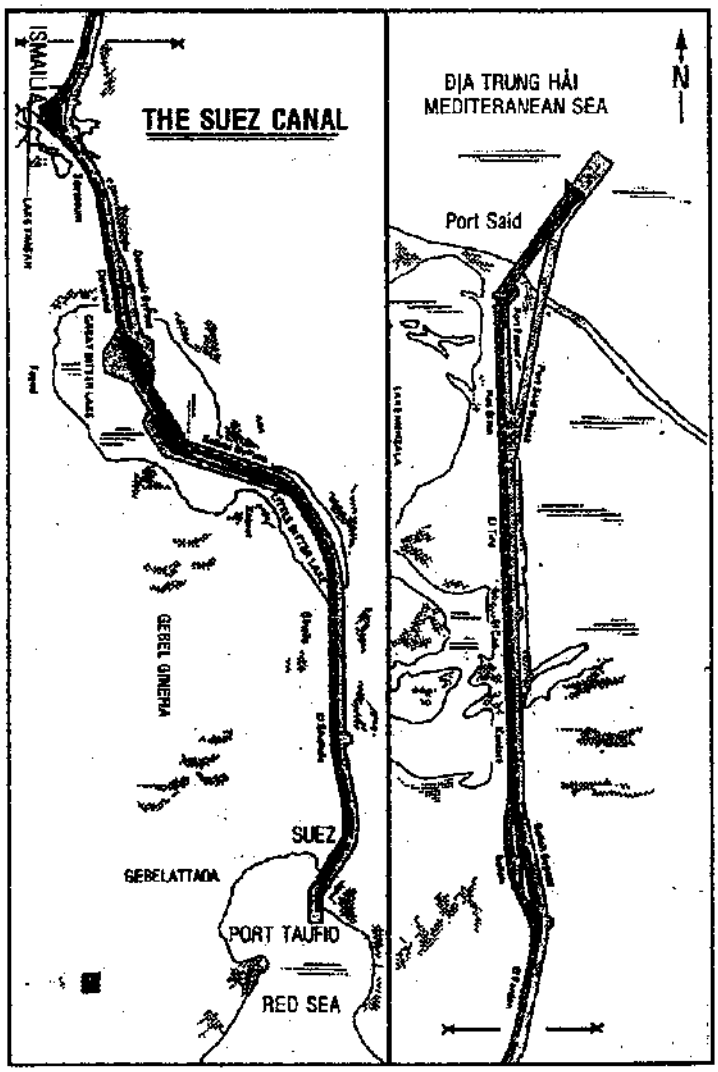
7. Chú ý thường xuyên thu các thông báo hàng hải, kịp thời hiệu chỉnh vào hải đồ. Nên sử dụng loại hải đồ có tỷ lệ lớn, vì trên hải đồ tỷ lệ lớn các tư liệu hàng hải và các hiệu chỉnh đều rất tỉ mỉ. Sau khi chuyển hải đồ cần tiến hành xác định vị trí để đối chiếu.

8. Thu thường xuyên các dự báo khí tượng nếu phát hiện thời tiết xấu trong khu vực đang chạy, nếu cần thiết phải đổi hướng, thay đổi kế hoạch dự kiến một cách quyết đoán để phòng tránh, đảm bảo an toàn.

9.3 Chạy trong kênh đào

trên thế giới có 3 kênh đào nổi tiếng, đó là Suez, Panama và Kiel, trong vận tải thương mại quốc tế 3 kênh đào này chiếm vị trí quan trọng. Dưới đây giới thiệu 3 kênh đào và một số điểm cần chú ý khi chạy trong kênh đào.

9.3.1 Kênh đào Suez (Suez Canal)



Hình 9.11

Kênh đào Suez, hình 9.11, là công trình nhân tạo, nối thông Địa trung hải và Hồng hải, phía bắc nối với Port Said (Địa trung hải), nam nối với vịnh Suez bắc Hồng hải. Công trình khởi công 1859, ngày 17 tháng 11 1869 thông qua chuyến tàu đầu tiên, 1888 mở cửa rộng rãi cho tàu thuyền toàn thế giới qua lại. 1979~1982 nhà chức trách kênh đào tiến hành khoét sâu và mở rộng đại quy mô để cho tàu thuyền có mớn nước sâu 16,1 m có thể qua lại. Kênh đào Suez đã giúp rút ngắn đáng kể lộ trình Á - Âu.

Toàn bộ Kênh đào gồm hai đầu kênh tạo thành bởi ba hồ thiên nhiên Great Bitter Lake, Litle Bitter Lake và Timsah Lake. Chiều dài từ Port Sait High Light hoặc Km3 đến Cảng Suez ở phía nam là 87,6 n.mile (162,25 km).

Độ sâu suốt cả chiều dài kênh là 19,5 m, ở những chỗ độ sâu trên 18 m có chiều rộng từ 104m~148m , có những đoạn nhánh (by-pass hoặc branch) có độ sâu 13 m~15,5 m. Kênh đào cho phép tàu lớn chiều ngang 64 m, chiều dài không giới hạn đi qua. Tàu có chiều ngang 61m~64m chỉ được phép qua kênh khi gió ngang tốc độ dưới 10 nơ. Theo quy định khi đi qua kênh tốc độ thông thường của tàu 7,5 nơ (14km/giờ). Đối với tàu dầu đầy tải chạy về phía bắc tốc độ cho phép là 7 nơ (13km/giờ). Mớn nước lớn nhất cho phép có liên quan với chiều ngang và tốc độ của đoàn tàu (convoy). Các tàu đi về phía bắc, khi áp dụng tốc độ 7,5 nơ, chiều ngang 50,6 m thì mớn nước cho phép là 12,8 m; tốc độ 7,5 nơ, chiều ngang 64 m, thì mớn nước cho phép lớn nhất là 10,1 m. Khi áp dụng tốc độ 7 nơ, chiều ngang 42,7m thì mớn nước cho phép lớn nhất là 16,1 m; chiều ngang tăng lên 64 m thì mớn cho phép lớn nhất là 10,2 m. Các tàu xuôi về phía nam, khi áp dụng tốc độ 7,5 nơ, chiều rộng của tàu là 47,5 m thì mớn nước cho phép lớn nhất là 12,8 m; chiều rộng tăng lên 64 m thì mớn nước cho phép là 10,1 m.

Các tàu đi qua kênh phải neo ở hai đầu kênh chờ tổ chức thành đoàn tàu. Tàu do hoa tiêu dẫn qua kênh và có thuỷ thủ lái riêng. Hệ thống quản lý lưu thông tàu thuyền kênh đào Suez (The Suez Canal Vessel Traffic Management System -SCVTMS) có hệ thống radar bờ giám sát toàn bộ hoạt động của kênh.

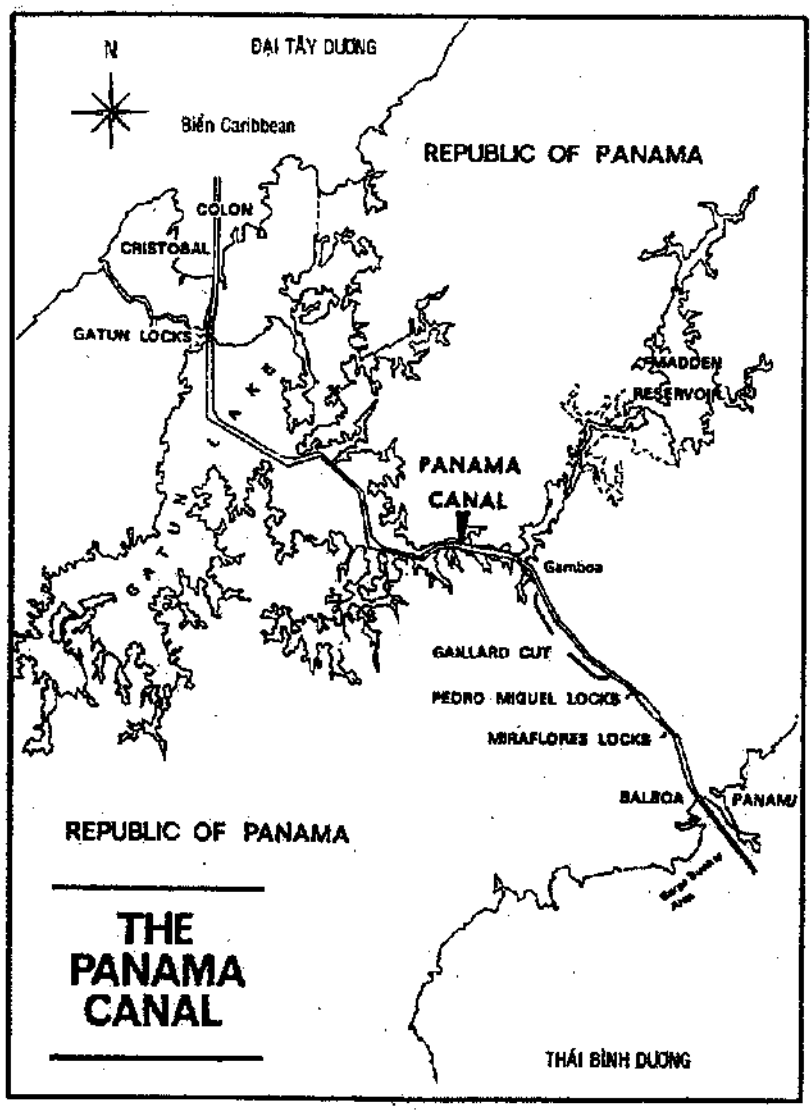
9.3.2 Kênh đào Panama (Panama Canal), xem hình 9.12

Kênh đào Panama khởi công xây dựng vào năm 1881, ngày 15 tháng 8 năm 1914 chính thức thông luồng. Kênh Panama là kênh đào kiểu qua đập theo hướng đông nam và tây bắc. Tàu chạy từ đông nam của kênh bắt đầu từ cảng Balboa thuộc Vịnh Panamă bờ phía đông Thái bình dương chạy theo hướng tây bắc đến cảng Cristobal Vịnh Limon thuộc bờ tây Đại tây dương. Chiều dài của kênh 45,02 n.mile (83,33km).

Hai đầu vào kênh và đoạn Gailard Cut có chiều ngang hẹp nhất 152,4 m, chỗ rộng nhất 228,6 m. Độ sâu toàn bộ kênh đào 12,8 m, chỗ sâu nhất 13,7 m, thông thường thương thuyền chiều dài toàn bộ dưới 274,3 m (900 ft) mới được phép qua kênh; chiều dài toàn bộ của tàu khách và tàu container được tăng lên 289,5 m. Chiều ngang cho phép của các tàu qua kênh là 32,3 m (106ft). Tuy nhiên nếu thu xếp trước thì tàu có chiều ngang 32,6 m cũng được phép qua kênh. Các tàu đã từng đi qua kênh Panama có mớn nước lớn nhất 11,7 m; tàu có chiều dài lớn nhất 296,6 m (rộng 32,2 m); tàu có chiều rộng lớn nhất 32,9 m(chiều dài 268,2 m). Hiện nay tàu đi qua kênh lớn nhất là tàu "RMS Queen Alizabeth II" chiều dài 293,5 m, chiều rộng 32 m, 65 683 tấn trọng tải.

Kênh đào hoạt động 24/24 không thành lập đoàn tàu, chạy đêm không cần đèn chiếu qua kênh, thời gian chạy chừng 14~15 giờ. Tốc độ trong kênh tuỳ thuộc vào độ rộng từng đoạn

của kênh, đoạn trong hồ Gatun rộng 304,8 m có thể chạy 18 nơ, nhưng đoạn đập Miraflores đến phao số 14 cửa Thái bình dương thì chỉ được chạy tốc độ 6 nơ, trừ trường hợp khẩn cấp.



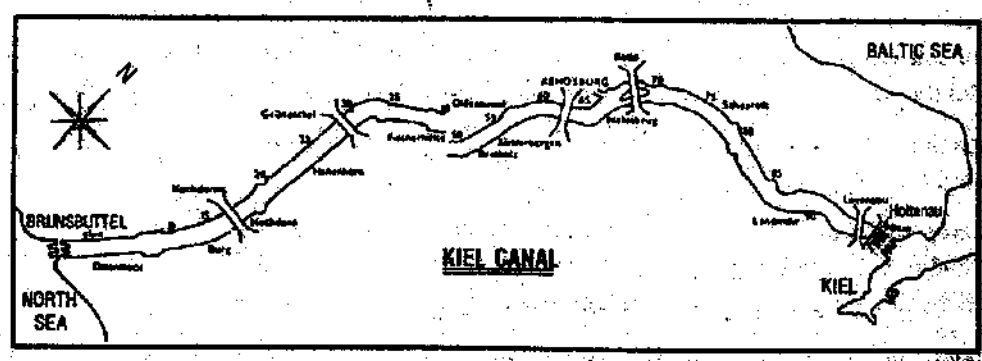
Hình 9.12

9.3.3 Kênh đào Kiel (Kiel Canal), xem hình 9.13

Kênh đào Kiel nằm ở phía bắc nước Đức là kênh vận tải thuỷ quan trọng nối liền Biển Bắc (North Sea) và Biển Baltic (Baltic Sea), đầu phía tây tính từ Cảng Brunsbuttel (53^{0}54'N, 9^{0}08'E) ở cửa sông Elbe, đến đầu phía đông tại cảng Holtenau (54^{0}22'N, 10^{0}09'E) gần thành phố Kiel trên bờ Biển Baltic. Kênh đào dài 53,3 n.mile (98,7 km), tàu thuyền đi qua kênh, kể cả thời gian qua đập hết 8~10 giờ.

Kênh đào chính thức thông thuyền vào năm 1895, sau đó có mấy lần cải tạo đào sâu và mở rộng thêm. Độ sâu chỗ cạn nhất trong kênh là 11 m, ban đầu chiều rộng mặt nước trong kênh 103 m, chiều rộng đáy 44 m, phần mở rộng có chiều rộng mặt nước 162 m, chiều rộng đáy

90 m. Trên bờ có đặt các cột "km" tính lộ trình trong kênh, cột km "0" bắt đầu từ đập Brunsbuttel. Trên kênh có đèn chiếu sáng và đèn tín hiệu để chạy ban đêm.



Hình 9.13

Hai đầu kênh có ụ (đập) tàu, nước trong kênh là nước ngọt, mực nước trong kênh không đồng nhất với mực nước bên North Sea và Baltic Sea. Kênh cho phép tàu có chiều dài toàn bộ không vượt quá 235 m, rộng 32,5 m, chiều cao trên mặt nước không quá 40 m đi qua. Tàu dài không vượt quá 160 m, rộng không vượt quá 20 m, thì mớn nước cho phép thông qua là 9,5 m. Đối với tàu có chiều dài và chiều rộng vượt quá giới hạn nói trên thì mớn nước cho phép qua kênh lớn nhất sẽ giảm nhỏ khi kích thước của tàu tăng lên, có thể tính toán mớn nước cho phép tối đa theo bảng dưới đây (do nhà chức trách của kênh công bố),

Chiều dài toàn bộ (m)	*Mớn nước lớn nhất (m) cho các chiều rộng (m) khác nhau*		
	Rộng 20 m	*Rộng 27 m*	*Rộng 32,5 m*
160	9,5	9,5	8,9
196	9,4	8,5	7,8
235	8,3	7,4	7,0

9.3.4 Những điều cần chú ý khi đi qua kênh đào

1. Tìm hiểu, nghiên cứu tỷ mỷ và thấu đáo các quy định của kênh đào về thủ tục qua kênh.
2. Chuẩn bị sẵn sàng cho việc qua kênh, mỗi kênh đào có những đặc điểm và yêu cầu riêng biệt cần thiết phải chuẩn bị chu đáo.
3. Kiểm tra hệ thống động lực tàu, lái, dây, neo và các trang thiết bị khác, đảm bảo sao cho trong quá trình qua kênh máy chính và trang thiết bị hoạt động hoàn hảo. Thực hiện tốt công việc này không những đảm bảo an toàn cho con tàu mà còn đảm bảo hoạt động lưu thông bình thường, thông suốt của hệ thống kênh đào.
4. Tìm hiểu chu đáo tuyến kênh, tiêu hàng hải, địa hình bờ, mớn nước cho phép, độ cao tĩnh không, quy trình vào đập, các tín hiệu thông tin của kênh, đặc biệt là khi qua kênh lần đầu.
5. Trong khi qua kênh, cần tăng cường công tác trực ca, mặc dù hoa tiêu và thuyền trưởng có mặt trên buồng lái, sĩ quan trực ca phải tiếp tục thực hiện nhiệm vụ trực ca của mình.
6. Thuyền trưởng phải kiểm tra chu đáo toàn bộ công việc từ chuẩn bị vào kênh cho đến khi qua khỏi kênh, mặc dù trên buồng lái có hoa tiêu nhưng không thể vì thế mà miễn giảm trách nhiệm theo luật pháp về an toàn hàng hải của thuyền trưởng.

9.4 Lập kế hoạch hải trình

Lập kế hoạch hải trình (Passage planning) có nghĩa là thiết kế một kế hoạch chạy tàu trước khi hành trình bắt đầu. Đây là một việc cần thiết để đảm bảo tàu hành trình một cách an toàn từ *cầu tàu cảng này đến cầu tàu cảng khác*. Kế hoạch hải trình phải bao gồm hành trình trên đại dương, ven bờ và vùng nước hoa tiêu từ cầu cảng xuất phát đến cầu cảng đích.

Kế hoạch hải trình là một trong các nội dung kiểm tra của PSC và đặc biệt là kiểm tra chấp nhận tàu (Vetting inspection) của các cảng dầu lớn.

Kế hoạch hải trình có thể thay đổi trong chuyến đi, ví dụ trong trường hợp khi bắt đầu hành trình không biết trước ngày giờ xuất phát, cảng đích, hoặc thay đổi cảng đích trong hành trình hoặc đôi khi cần phải hiệu chỉnh kế hoạch theo tư vấn của hoa tiêu.

Kế hoạch hải trình phải nhằm thiết kế một đường đi thuận lợi tối ưu nhất trên cơ sở duy trì giới hạn an toàn thích hợp. Khi lựa chọn đường đi, những yếu tố sau đây phải được ưu tiên xem xét:

- Môi trường biển;
- Có đủ số liệu thuỷ văn và mức độ tin cậy của chúng trên hải đồ suốt đường đi;
- Sẵn có các thiết bị hỗ trợ hàng hải, hải tiêu ven bờ, hải đăng và các mục tiêu ra đa nổi bật để xác định vị trí cũng như độ tin cậy của chúng;
- Những hạn chế thường xuyên bởi bản thân con tàu như mớn nước, loại hàng hoá chuyên chở trên tàu;
- Các khu vực có mật độ giao thông cao hoặc thuỷ vực hẹp;
- Thông báo thời tiết, điều kiện dòng chảy, thuỷ triều, gió, sóng ngầm, tầm nhìn xa...
- Các tác nghiệp của tàu đòi hỏi tàu cần phải chạy qua vùng biển thích hợp như rửa hầm trên tàu dầu, đưa đón hoa tiêu;
- Các quy tắc mà tàu phải tuân thủ như thuỷ vực hoa tiêu bắt buộc, chế độ báo cáo trong khu vực dịch vụ giao thông tàu thuyền VTS...
- Độ tin cậy của hệ động lực và hệ thống lái của tầu.

Trên các tàu chạy tuyến xa, nói chung thuyền trưởng giao cho thuyền phó hai chịu trách nhiệm chuẩn bị kế hoạch hải trình theo chỉ đạo của thuyền trưởng, thuyền trưởng là người duyệt cuối cùng. Trên những tàu nhỏ thuyền trưởng là người trực tiếp chuẩn bị kế hoạch hải trình.

Quá trình *lập kế hoạch hải trình* có thể được chia làm 4 giai đoạn như sau,

1) Thu thập và đánh giá thông tin (Appraisal)

2) Lập kế hoạch (Planning)

Thiết kế đường đi kế hoạch trên hải đồ từ cầu cảng xuất phát tới cầu cảng đích, chuyển tải những thông tin có liên quan lên hải đồ cùng những ghi chú cần thiết, kẻ đường đi trên hải đồ.

3) Triển khai việc thực thi hải trình (Execution)

Sau khi dự kiến thời gian xuất phát từ cảng xuất phát, thời gian đến các điểm quan trọng trên hải trình, cần phải xem xét các vấn đề có liên quan và chuẩn bị cho các tình huống khác nhau có thể phát sinh tại các điểm xung yếu đó.

4) Kiểm soát hải trình (Monitoring)

Là quá trình kiểm tra, đối chiếu, phân tích và điều chỉnh.

Dưới đây trình bày chi tiết các giai đoạn nói trên.

9.4.1 Thu thập và đánh giá thông tin.

Đánh giá thông tin được xem như là phần quan trọng nhất của toàn bộ công việc lập kế hoạch hải trình bởi vì trong giai đoạn này phải thu thập và xem xét tất cả những nguồn thông tin thích hợp đặt nền móng vững chắc cho việc lập kế hoạch tỷ mỷ và chu đáo. Việc lập kế hoạch hải trình không được thực hiện vội vàng mà cần phải thu xếp đủ thời gian chuẩn bị trước khi hành trình bắt đầu.

Các nguồn thông tin để tham khảo,

Những quyết định mang tính định hướng của thuyền trưởng trên toàn bộ kế hoạch hành trình chủ yếu dựa trên cơ sở đánh giá nguồn thông tin sẵn có trong những ấn phẩm sau đây. ***Chỉ có các hải đồ chính thức và các ấn phẩm chính thức mới được sử dụng cho việc lập kế hoạch hải trình, chúng phải được hiệu chỉnh theo THÔNG BÁO CHO NGƯỜI ĐI BIỂN (NM) mới nhất.*** Những hải đồ và ấn phẩm cần thiết cho hành trình nhưng bị quá hạn sử dụng hoặc thất lạc phải đặt mua ngay trước khi khởi hành chuyến đi.

- Danh mục hải đồ (Chart catalogue).
- Hải đồ (Navigational charts).
- Các tuyến hành trình vượt đại dương trên toàn cầu (Ocean passages for the world).
- Bản đồ vạch tuyến và bản đồ hoa tiêu (Routeing charts and pilot charts)
- Hướng dẫn hành trình và Hàng hải chỉ nam (Sailing derection and Pilot books)
- Danh mục hải đăng (Light Lists)
- Bảng thuỷ triều (Tide tables)
- Tập atlas dòng chảy thuỷ triều (Tide stream atlases).
- Thông báo cho người đi biển (Notices to mariners - Navareas, Hydrolants, Hydropacs)
- Các thông tin về phân tuyến giao thông (Routeing information)
- Các thông tin về tín hiệu vô tuyến bao gồm VTS và dịch vụ hoa tiêu (Radio signal information including VTS and pilot service)
- Thông tin về khí hậu (Climatic information)
- Bản đồ dấu chuyên chở (Load-line chart).
- Bảng cự ly (Distance tables).
- Thông tin hệ thống hàng hải điện tử (Electronic navigational systems information)
- Các cảnh báo vô tuyến và cảnh báo địa phương (Radio and local warnings)

- Các nguồn thông tin từ chủ tàu và các nguồn thông tin không chính thức khác .
- Mớn nước của tàu.
- Sổ tay của người đi biển (Mariner's Handbook) .
- Kinh nghiệm đi biển của thuyền trưởng và của thuyền viên, tham khảo các chuyến đi cùng tuyến trước đó.

Nội dung của các ấn phẩm này được giới thiệu trong Chương 6 - Ấn phẩm hàng hải và Chương 7 - Hải đồ.

9.4.2 Các bước tiến hành thiết lập kế hoạch hải trình

Nói chung, các tuyến đi khuyến nghị ở phần thiết kế hải trình trong tư liệu *Ocean passages for the world NP136* (Các tuyến hành trình vượt đại dương trên toàn cầu) được hoạch định căn cứ vào các tư liệu thống kê lâu dài về tình hình khí tượng thuỷ văn theo mùa hàng hải, gọi là *tuyến đi khí hậu*. Các con đường ngắn nhất này nếu được điều chỉnh thích hợp theo dự báo điều kiện thời tiết thuỷ văn ngắn hạn thì gọi là tuyến đi khí tượng.

Chọn một tuyến đường tối ưu không nhất thiết phải là một đường đi ngắn nhất, mà là một tuyến đường sao cho thời gian hành trình ngắn nhất, an toàn và hiệu quả kinh tế cao nhất.

Thiết lập kế hoạch hải trình là kẻ đường đi kế hoạch trên hải đồ đồng thời chuyển tải những thông tin cần thiết lên đó, thực hiện theo các bước sau,

1. Trên cơ sở nghiên cứu tư liệu, căn cứ điều kiện của tàu, hợp đồng vận chuyển và kinh nghiệm cá nhân của thuyền trưởng để quyết định chọn tuyến ra và vào cảng, tuyến ven bờ và tuyến viễn dương.
2. Kẻ đường đi kế hoạch sơ bộ trên tổng đồ có tỷ lệ nhỏ, xác định lộ trình khái quát.
3. Căn cứ vào điều kiện khí tượng thuỷ văn, dự đoán tốc độ thực tế trung bình của tàu.
4. Căn cứ vào tốc độ dự kiến và lộ trình khái quát dự kiến thời gian hành trình, sơ bộ xác định thời gian ra vào cảng, thời gian chạy các đoạn hành trình ven bờ và trên đại dương.
5. Nhờ các dự kiến nêu trên tiến hành kiểm tra đối chiếu toàn bộ đường đi và kế hoạch hành trình thực hiện các tu chỉnh cần thiết.
6. Kẻ đường đi chính thức trên hải đồ có tỷ lệ lớn từ cầu cảng xuất phát đến đoạn ven biển, cận hải, viễn dương (hải đồ mạng lưới kinh vĩ trắng) cho đến cận hải ven biển và cuối cùng đến cầu cảng đích. Đồng thời đo đạc chính xác lộ trình, hướng đi, xác định các điểm chuyển hướng lập *Bản kế hoạch hải trình.*

Cần phải ghi rõ ràng trên mỗi hải đồ số hiệu của hải đồ tiếp theo ngay tại vị trí cuối cùng mà tại đó buộc phải chuyển đổi hải đồ .

Mẫu dưới đây là ví dụ *Bản kế hoạch hải trình,* các thông tin cần thiết phải được điền vào mẫu.

7. Tính toán cự ly, thời gian đến các điểm chuyển hướng (WP) quan trọng, xem xét kỹ các luồng hẹp và chế độ thuỷ triều, độ sâu, điều kiện tự nhiên..., dự kiến thời gian đi qua các luồng đó và ghi chú vào trong bản kế hoạch. Dưới đây là ví dụ một mẫu *Kế hoạch hải trình.*

KẾ HOẠCH HẢI TRÌNH

TÊN TÀU :..... NGÀY :.....

CHUYẾN:.....

1) Thông tin về cảng xuất phát và cảng đích:

CẢNG XUẤT PHÁT:					CẢNG ĐẾN:				
Hoa tiêu: Kênh VHF : Cảng vụ : Kênh VHF : Trạm VTS: Kênh VHF :					Hoa tiêu: Kênh VHF : Cảng vụ: Kênh VHF : Trạm VTS: Kênh VHF :				
THỦY TRIỀU					*THỦY TRIỀU*				
Ngày giờ xuất phát	*Nước lớn (NL)*		*Nước ròng (NR)*		*Ngày giờ đến*	*Nước lớn (NL)*		*Nước ròng (NR)*	
	Giờ NL	*Độ cao NL*	*Giờ NR*	*Độ cao NR*		*Giờ NL*	*Độ cao NL*	*Giờ NR*	*Độ cao NR*

2) Thông tin về thuỷ triều, bãi cạn phải đi qua trong hành trình

THỦY TRIỀU									DÒNG TRIỀU		
Địa điểm	*Ngày*	*Giờ NL*	*Giờ NR*	*Dcao nước lớn (a)*	*Độ sâu bãi cạn (b)*	*Tổng số (c = a + b)*	*Mớn nước tàu (d)*	*Chân hoa tiêu (c - d)*	*Giờ dự kiến qua cạn*	*Hướng triều bãi cạn*	*Tốc độ triều bãi cạn*

3) Danh mục hải đồ sử dụng và điểm chuyển hướng

STT WP	*Số hải đồ*	*Điểm chuyển hướng (W.P)*		*Hướng đi*	*Cự ly*	*Thời gian đến W.P*		*K/Cách còn lại*	*Chu kỳ xác định vị trí*	*Ghi chú*
		Vĩ độ	*Kinh độ*			*Dự kiến*	*Thực tế*			

Cũng cần ghi vào cột "Ghi chú" những lưu ý cần thiết như các chướng ngại, điều kiện khí tượng thuỷ văn, tình hình giao thông hoặc ghi chú các tư liệu cần tham khảo giữa các điểm chuyển hướng WP.

9.4.3 Lập hải trình chạy đại dương và chạy ven bờ

Trong một hải trình *từ cầu cảng xuất phát đến cầu cảng đích* con tàu có thể phải chạy qua nhiều đoạn đường từ trong luồng, vùng cửa biển, đi ven bờ, cận hải và trên đại dương ... Các giai đoạn nói trên có thể đan xen và lập lại. Tuỳ vị trí địa lý giữa các cảng, có khi tuyến đường chỉ kéo dài dọc ven biển và một phần cận hải.

1. Giai đoạn chạy tàu trên đại dương

Khởi đầu có thể căn cứ vào bước *đánh giá thông tin* và quyết định chọn tuyến để tiến hành kẻ đường chạy đại dương trên hải đồ có tỷ lệ nhỏ. Cần tính toán để xác định đường chạy tàu theo cung vòng lớn bằng phần mềm chuyên dụng trên máy tính hay bằng hải đồ cung vòng lớn (Gnomonic). Có thể vẽ trực tiếp các đường hằng hướng lên trên hải đồ Mercator. Tuy nhiên, đường chạy tàu kẻ trên hải đồ phải nằm trong giới hạn đã được xem xét trong giai đoạn đánh giá thông tin.

Đường chạy tàu trên hải đồ tỷ lệ nhỏ tạo thành đường cơ bản của kế hoạch chạy tàu, từ đường này có thể đo được cự ly, xác định thời gian chạy tàu. Khi biết thời điểm xuất phát của tàu, có thể xác định ETA của tất cả các điểm hẹn WP trên đường đi. Cần lưu ý đến các thông tin từ các nguồn sau đây,

- Các hải đồ có tỷ lệ nhỏ và hải đồ vạch tuyến (routeing charts) cung cấp các thông tin về hải lưu, gió, băng.
- Hải đồ gnomonic dùng vào việc kẻ đường đi theo cung vòng lớn. Thuyền trưởng sẽ lựa chọn và quyết định những phân đoạn chạy theo cung vòng lớn.
- Hải đồ chia khu vực dấu chuyên chở BA D6083 để đảm bảo thực hiện Công ước dấu chuyên chở LLC.
- Hệ thống phân luồng giao thông có liên quan.

Điều kiện khí tượng thuỷ văn dự kiến có thể ảnh hưởng rất lớn đến tuyến đường được chọn. Chẳng hạn,

- Dòng hải lưu thuận chiều có thể tác dụng đến tốc độ của toàn bộ hải trình.
- Băng trôi hoặc tầm nhìn xa kém có thể làm hạn chế tốc độ của tàu.
- Sự xuất hiện bão nhiệt đới có thể đòi hỏi tàu phải vòng tránh hoặc ghé đâu đó tránh bão.

Các điều khoản của hợp đồng thuê tàu, đặc biệt là điều khoản LAYCAN, đặt thuyền trưởng trước những thách thức trong việc lựa chọn và quyết định tuyến đường hợp lý, đôi khi rất nan giải, để không phá vỡ hợp đồng.

2. Giai đoạn chạy ven bờ và chạy trong vùng nước giới hạn

So sánh với việc chạy trên đại dương thì việc chạy tàu ven bờ có thể khó khăn và căng thẳng hơn bởi vì khi chạy ven bờ thì thời gian cần thiết để áp dụng các hành động hiệu chỉnh hầu như rất hạn chế.

Khi chọn tuyến chạy ven bờ cần chú ý đến tính năng điều động của tàu, cũng như những hạn chế, những đặc tính bất thường có thể có kể cả những vấn đề về độ tin cậy của hệ thống máy chính, hệ thống lái. Cần lưu ý những vùng nước cạn, đặc biệt khi tàu có tốc độ lớn có thể sinh ra hiệu ứng sụt lái làm giảm chân hoa tiêu dưới ki.

Sau khi thực hiện việc kẻ đường trên hải đồ tỷ lệ nhỏ, thì có thể chuyển đường chạy tàu sang hải đồ có tỷ lệ lớn. Việc chuyển đường chạy tàu từ hải đồ này sang hải đồ khác phải được thực hiện một cách cẩn thận. Để không phát sinh sai sót, cần kiểm tra thao tác này theo phương pháp song trùng bằng cách lấy hướng ngắm và khoảng cách của điểm chuyển trên hải đồ này tính từ một mục tiêu nào đó, chẳng hạn như một đèn biển, rồi xác định điểm

chuyển sang hải đồ kia thông qua hướng ngắm và khoảng cách của cùng mục tiêu, sau đó so sánh kinh vĩ độ của vị trí điểm chuyển trên hai hải đồ.

Hướng đi thật có thể được ghi ngay cạnh đường chạy tàu. *Hướng đi thật này không nhất thiết là hướng la bàn lái mà là hướng thật theo đường đi kế hoạch mà con tàu phải chạy trên đó.* Hướng la bàn mà tàu phải lái trên thực tế còn phụ thuộc nhiều yếu tố khác nhau vào thời điểm thực hiện hành trình.

Cần phải xem xét cẩn thận sơ đồ phân tuyến, hệ thống VTS, báo cáo... dọc tuyến đường khi chạy ven biển và nội hải.

9.4.4 Sử dụng hệ thống hiển thị hải đồ điện tử để lập kế hoạch hải trình

Lập kế hoạch hải trình có thể thực hiện trên hải đồ giấy thông thường hoặc sử dụng *Hệ thống hiển thị và thông tin hải đồ điện tử* (ECDIS) hoặc *Hải đồ hàng hải điện tử* (ENC) để thực hiện. Cũng có thể sử dụng *hệ thống hiển thị hải đồ raster* (RCDS) kết hợp với hải đồ giấy để lập kế hoạch hải trình (xem Chương 21 - Hải đồ điện tử)

Khi dùng ECDIS để lập kế hoạch hải trình thì sĩ quan hàng hải phải biết thiết lập một đường giới hạn an toàn. Khi tàu cắt qua giới hạn an toàn để đi vào một vùng nước cạn hay vượt qua ranh giới của một vùng cấm, cho dù khi lập kế hoạch hay khi thực hiện kế hoạch thì ECDS cũng phải được cài tự động để cảnh báo việc vượt qua giới hạn an toàn.

Khi sử dụng phương pháp hỗn hợp điện tử và hải đồ giấy để lập kế hoạch hải trình thì phải thật thận trọng khi chuyển các điểm vị trí giữa hệ thống điện tử và hải đồ giấy. Một hải trình bao giờ cũng bao gồm các giai đoạn chạy trên vùng nước hoa tiêu, chạy ven bờ, và chạy biển xa. Trên mỗi giai đoạn chỉ nên dùng một loại hoặc hải đồ điện tử hoặc hải đồ giấy mà không nên dùng hai loại hỗn hợp.

Sau khi thiết lập hải trình trên hải đồ giấy, khi chuyển các chi tiết qua bộ hiển thị hải đồ điện tử phải thật thận trọng và sĩ quan hàng hải phải đảm bảo rằng,

- chuyển vị trí từ hải đồ giấy sang hải đồ điện tử thì hải đồ điện tử phải có tỷ lệ tương đương với hải đồ giấy đó.
- trên vị trí được chuyển phải hiệu chỉnh sự khác biệt *số không hải đồ* giữa hai loại hải đồ.
- toàn bộ kế hoạch hải trình hiển thị trên hải đồ điện tử phải được kiểm tra độ chính xác và sự hoàn hảo trước khi sử dụng.

9.4.5 Một số yêu cầu cụ thể thiết yếu khi thiết lập kế hoạch hải trình

Cần đặc biệt xem xét những yêu cầu cơ bản sau đây,

1. Hải đồ

Đầu tiên chọn đủ hải đồ cho hành trình dự kiến, sắp xếp chúng theo thứ tự sử dụng.

Hải đồ được chuẩn bị có thể phải bao gồm những hải đồ không hoàn toàn cần thiết cho hành trình nhưng là hải đồ thuộc vùng lân cận nơi tàu đi qua, khi cần thiết nó có thể cung cấp những thông tin rất thiết thực, phải là những hải đồ có tỷ lệ lớn.

Đảm bảo rằng tất cả hải đồ và ấn phẩm phải được hiệu chỉnh bằng *Thông báo cho người đi biển* (NM) mới nhất và các cảnh báo hàng hải tin cậy nhận được từ các nguồn khác nhau. Hải đồ còn phải được tiếp tục tu chỉnh trong quá trình thực hiện hải trình.

2. Vùng tránh (No-Go Areas)

Cần kiểm tra tỉ mỉ hải đồ vùng ven bờ và vùng cửa sông, đánh dấu rõ ràng, có thể bằng các đường gạch chéo, những nơi mà tàu cần phải tránh, nhưng chú ý không làm lu mờ các thông tin trên hải đồ như các dấu hiệu hàng hải, mục tiêu nổi bật. Những vùng như vậy cần phải tránh khi hành trình. Ở những khu vực mà biên độ thuỷ triều không lớn lắm thì khi vẽ giới hạn những vùng tránh chạy tàu phải bao gồm cả vùng có độ sâu hải đồ nhỏ hơn mớn nước cộng với chân hoa tiêu của tàu. Vùng tránh chỉ được đánh dấu, gạch chéo bằng bút chì.

Những vùng nước hẹp có biên độ thuỷ triều lớn thì vùng tránh chạy tàu phụ thuộc vào thời điểm tàu chạy qua, trong trường hợp đó vùng tránh chạy tàu phải bao gồm vùng có độ sâu hải đồ nhỏ hơn mớn nước của tàu cộng với một giới hạn an toàn tuỳ thuyền trưởng xác định.Vùng này có thể được chỉnh sửa tuỳ thời gian thực tế khi tàu chạy qua.

Hình 9.14 cho ví dụ một vùng tránh chạy tàu cho con tàu có mớn nước 9,1m. Đường viền được đánh dấu gần như là đường đẳng sâu gần bằng 10 mét chưa tính độ cao thuỷ triều. Các đường chấm là giới hạn của vùng tránh, khi điều động đi qua luồng không để tàu vượt ra ngoài giới hạn đó.

3. Đường biên an toàn (Margins of Safety)

Đường biên an toàn là một đường tham khảo giới hạn bởi hướng ngắm của các mục tiêu, hoặc dấu hiệu hàng hải, hoặc một vạch chuẩn song song mà nếu con tàu đi chệch ra khỏi giới hạn đó thì con tàu có thể đang nằm trong điều kiện không an toàn. Đường biên an toàn bao giờ cũng nằm ở ngoài *vùng tránh* chạy tàu. Hình 9.14 chỉ rõ cách vẽ các đường biên an toàn (các đường mũi tên có ghi độ) tham chiếu hướng ngắm của các dấu hiệu hàng hải trên hải đồ BA 3274.

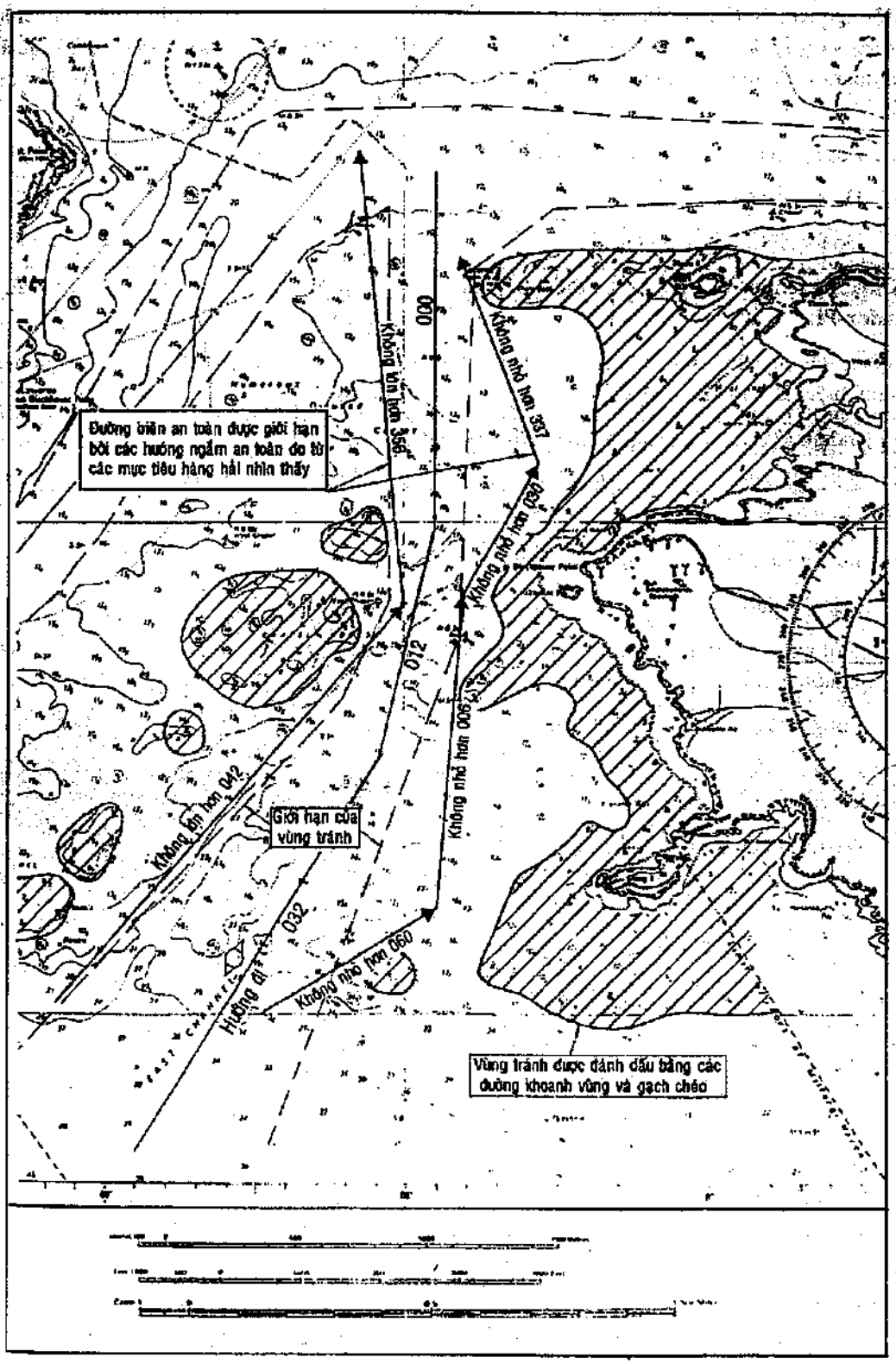
Trong khi tàu đi qua, SQTC dùng la bàn ngắm các mục tiêu sao cho hướng ngắm cuả nó "không lớn hơn" hoặc "không nhỏ hơn" một giá trị dự định trước mới đảm bảo an toàn, không nhầm lẫn.

Khi kẻ đường đi trên hải đồ, cần phải suy xét cẩn thận và kẻ cách xa *vùng tránh* chạy tàu một khoảng cách an toàn. Nên nhớ rằng khi xác định được một vị trí trên hải đồ thì vị trí đó biểu thị một điểm tại buồng lái vào một thời điểm xác định. Đối với một con tàu lớn thì vị trí đó (biểu thị vị trí buồng lái) mặc dù nằm ngoài vùng tránh chạy tàu, nhưng cần lưu ý rằng vào đúng thời điểm ấy một bộ phận nào đó của con tàu (chẳng hạn mũi tàu hoặc lái tàu) có thể đã nằm trên *vùng tránh*. Điều đó có thể dẫn tới một hậu quả tệ hại.

Các yếu tố cần phải xem xét khi quyết định đường biên an toàn:

- Kích thước của tàu,
- Độ chính xác của thiết bị hàng hải đang sử dụng,
- Dòng thuỷ triều,
- Đặc tính điều động của tàu,

Đường biên an toàn phải được chọn sao cho sĩ quan hàng hải có thể kiểm tra trực tiếp, nghĩa là đường biên an toàn phải gắn liền với một hệ thống hàng hải nào đó đang sử dụng chẳng hạn như hướng ngắm đến một dấu hiệu hàng hải, một mõm đá, các vạch chuẩn song song (parallel indexes) ...


Đường biên an toàn được giới hạn bởi các hướng ngắm an toàn đo từ các mục tiêu hàng hải nhìn thấy
Không lớn hơn 356
000
Không nhỏ hơn 337
Không nhỏ hơn 090
012
Không nhỏ hơn 006
Không lớn hơn 042
Giới hạn của vùng tránh
032
Hướng đi
Không nhỏ hơn 060
Vùng tránh được đánh dấu bằng các đường khoanh vùng và gạch chéo

Hình 9.14

Một nguyên tắc tổng quát, *đường biên an toàn cần đảm bảo cho con tàu phải luôn luôn nằm trong vùng nước có độ sâu hải đồ lớn hơn mớn nước của tàu +20% mớn nước đó.* Cần nhấn mạnh rằng đó chỉ là nguyên tắc tổng quát, tuỳ hoàn cảnh thực tế có thể tăng lớn hơn 20%, ví dụ,

- Luồng chạy tàu đã lâu không khảo sát,
- Do sóng gió tàu bị bổ và lắc,
- Do tốc độ nhanh tàu bị sụt lái.

4. Khoảng cách an toàn (Distance off) - Áp dụng phương pháp vạch chuẩn song hành (Paralell Index-PI)

Không thể quy định một cách cứng nhắc khoảng cách an toàn từ tàu đến các chướng ngại nguy hiểm là bao nhiêu vì khoảng cách này phụ thuộc vào,

- mớn nước của tàu so sánh tương đối với độ sâu của nước ;
- điều kiện thời tiết, chẳng hạn, gió thổi mạnh vào bờ, có sương mù hoặc mưa thì cần phải chạy cách xa các khu vực nguy hiểm;
- hướng và cường độ dòng thuỷ triều hay hải lưu;
- mật độ giao thông;
- thời gian và độ tin cậy của việc khảo sát thuỷ văn tại khu vực mà từ đó nhận được các nguồn thông tin đưa lên hải đồ;
- vùng nước an toàn tại đó rộng hay hẹp.

Những hướng dẫn dưới đây giúp cho sĩ quan hàng hải trong việc xác định cần phải đi cách xa các chướng ngại nguy hiểm bao nhiêu:

- Vùng bờ biển có độ dốc lớn và độ sâu tăng nhanh từ bờ trở ra thì khoảng cách an toàn tối thiểu là 1,5 đến 2 hải lý.
- Vùng bờ biển thoai thoải, độ sâu tăng từ từ thì phải luôn giữ chân hoa tiêu dưới ki tàu theo hướng dẫn dưới đây:
  - Mớn nước tàu từ 3 đến 6 mét cho tàu đi qua ngoài đường đẳng sâu 10 mét.
  - Tàu có mớn nước 6 đến 10 mét cho tàu đi qua ngoài đường đẳng sâu 20 mét.
  - Tàu có mớn nước lớn hơn 10 mét phải đảm bảo giữ đủ chân hoa tiêu dưới ki, phải hành động thận trọng.

Bất kể là chân hoa tiêu dưới ki tàu là bao nhiêu, trong tình huống mà chướng ngại hàng hải nguy hiểm gần nhất nằm bên phải thì khi vạch đường chạy tàu cần phải chừa đủ không gian điều động cho phép tàu đổi hướng bên phải để nhường đường cho tàu khác.

Để đảm bảo cự ly an toàn thường sử dụng các vạch chuẩn song song (PI), không để tàu dịch chuyển ngang chệch khỏi đường đi kế hoạch. Khi lập kế hoạch chạy qua các luồng hẹp hoặc chạy ven bờ cần phải kẻ sẵn các khoảng cách an toàn và kiểm soát bằng PI.

PI là những vạch song song với một đường thẳng qua tâm màn hình ra đa được kẻ lên một đĩa mica trong suốt đặt trên màn ảnh ra đa (hoặc các vạch chuẩn song song điện tử), đĩa có thể quay tự do quanh tâm màn hình. Dùng vạch chuẩn song song là một phương pháp đơn

giản mà hiệu quả để kiểm soát liên tục xu hướng dịch chuyển ngang của vị trí tàu cả trong điều kiện tầm nhìn xa xấu và tốt.

Hình 9.15 là một ví dụ về áp dụng PI, khi lập kế hoạch hải trình ta kẻ các đường song song với đường đi kế hoạch như các đường 4,9 hải lý, đường 5,1 hải lý, lấy các mục tiêu ra đa là các đảo rõ đột xuất làm cơ sở. Khi chạy tàu qua các khu vực đó, dùng các vạch PI để kiểm soát sự dịch chuyển ngang của tàu.

Nói chung, cố gắng giữ cho tàu chạy theo đường kế hoạch. Tuy nhiên, trong những hoàn cảnh nhất định cần phải đi chệch khỏi đường chạy kế hoạch, chẳng hạn như phải tránh tàu khác. Dù vậy, cố gắng hạn chế việc đi chệch đường để cho tàu không bị dẫn vào khu vực nguy hiểm hoặc quá gần đường biên an toàn.

5. Đổi hướng và điểm bẻ lái.

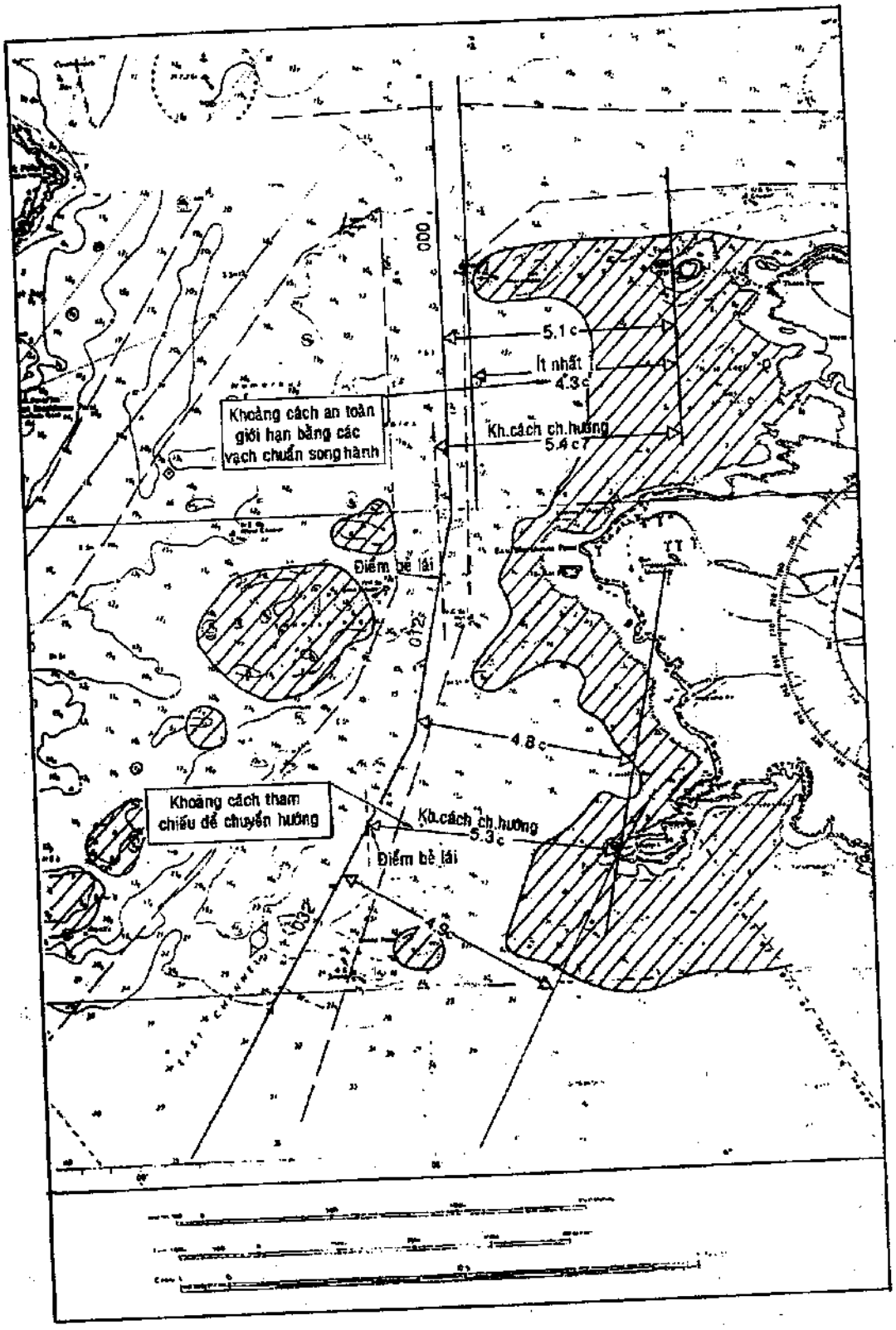
Khi chạy tàu ngoài khơi và chạy xa bờ trên hải đồ có tỷ lệ nhỏ thì sau khi đổi hướng đi thường con tàu vẫn nằm trùng khít trên đường chạy kế hoạch, nhưng tình hình sẽ khác đi khi chạy trên vùng nước hẹp với hải đồ tỷ lệ lớn. Để đảm bảo sau khi chuyển hướng tàu vẫn nằm trong phạm vi đường biên an toàn và trùng khít trên đường chạy kế hoạch tiếp theo thì phải bẻ lái ở một khoảng cách trước điểm chuyển hướng (điểm mà hai đường kế hoạch giao nhau).

Thông thường, đối với hoa tiêu lâu năm, vị trí điểm bẻ lái đó được quyết định bởi sự phán đoán dựa trên kinh nghiệm riêng.

Khi lập kế hoạch hành trình, để xác định vị trí điểm bẻ lái thì thuyền trưởng và sĩ quan hàng hải phải căn cứ vào tính năng điều động của tàu để tính toán và ghi các tính toán lên trên hải đồ. Cũng nên chọn trước các mục tiêu rađa hoặc mục tiêu thị giác để làm mốc xác định vị trí bẻ lái đổi hướng. Khi phải chuyển hướng góc lớn thường sử dụng *vạch chuẩn song hành PI* hoặc *hướng ngắm song song với đường đi kế hoạch* làm mốc xác định vị trí bẻ lái, khi góc chuyển hướng nhỏ có thể dùng phương pháp hướng ngắm chính ngang để xác định điểm bẻ lái. Trên hình 9.15, có ghi các vị trí điểm bẻ lái lấy khoảng cách đến một mục tiêu nào đó làm mốc.

Chọn mục tiêu xác định điểm bẻ lái:

- Chọn hải đăng, đảo, đỉnh núi, mõm núi, cây cối cố định hoặc những dấu hiệu đặc biệt mà ban đêm cũng có thể dễ nhận biết bằng ra đa hoặc mắt thường mà trên hải đồ lại dễ phân biệt.
- Khi bẻ lái chuyển hướng ban đêm thì mục tiêu lý tưởng nhất là hải đăng ở vị trí chính ngang.
- Khi chọn mục tiêu hướng mũi để làm mốc dẫn tàu sau khi chuyển hướng tốt nhất là dùng chập tiêu hoặc những mục tiêu gần hướng đi mới.
- Tránh sử dụng các phao tiêu vì nó có khả năng bị dịch chuyển.
- Dùng các mục tiêu càng gần càng tốt. tốt nhất là khoảng cách chừng 1 hải lý, sai số phương vị chừng 1^0, sai số khoảng cách chính ngang chừng 30 mét.
- Sử dụng đỉnh núi xa làm điểm chuyển hướng dễ phát sinh sai số, khi chạy gần bờ không dễ nhìn thấy đỉnh núi sâu trong lục địa.

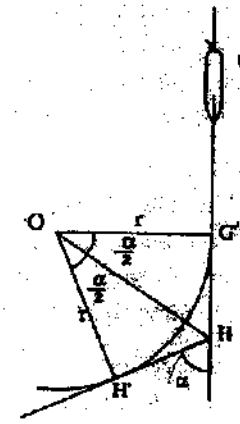

5.1 c
It nhất
4.3 c
Khoảng cách an toàn giới hạn bằng các vạch chuẩn song hành
Kh.cách ch.hướng
5.4 c
Điểm bẻ lái
4.8 c
Khoảng cách tham chiếu để chuyển hướng
Kh.cách ch.hướng
5.3 c
Điểm bẻ lái

Hình 9.15

Khi lập kế hoạch cũng nên chuẩn bị và ghi sẵn các điểm bẻ lái ở những chỗ chuyển hướng đi trên luồng hẹp. Trên hình 9.15 có ghi các điểm bẻ lái và khoảng cách tham chiếu để bẻ lái.

Điểm bẻ lái có thể xác định bằng phép tính đơn giản như sau:

Xem hình 9.16, H là giao điểm của hướng đi cũ và hướng đi mới, HH' là hướng đi mới. Bây giờ phải xác định điểm bẻ lái G, tức xác định khoảng cách GH. Độ dài của GH phụ thuộc lượng chiếm nước, tính năng bánh lái, góc bẻ bánh lái của tàu và góc chuyển hướng, ngoại lực (gió, nước) Chỉ căn cứ vào góc bẻ lái và góc chuyển hướng có thể tính một cách *gần đúng* khoảng cách GH.



Hình 9.16

Giả sử rằng tàu đang chạy trên đường GH, góc chuyển hướng là α, bắt đầu bẻ lái phải tại G, mũi tàu bắt đầu ngã sang phải tại G', sau khi chuyển hướng tàu nằm đúng trên đường HH'.

Lấy O làm tâm quay chuyển của tàu, r là bán kính quay, tìm G'H.

$$G'H = HH' \approx r.\tan\frac{\alpha}{2}$$

Có thể căn cứ vào tốc độ của tàu và tính năng điều động của tàu (trong hồ sơ của mỗi tàu đều có các số liệu này) để tính GG'.

$$GH = G'H + GG'$$

Ngay khi hoa tiêu điều khiển tàu trên buồng lái thì cũng nên ghi điểm bẻ lái trên hải đồ để sĩ quan trực ca biết và theo dõi.

6. Chân hoa tiêu (Underkeel Clearance)

Trong một vài điều kiện nhất định, con tàu phải chạy trong một khu vực buộc phải giảm chân hoa tiêu. Điều quan trọng là việc chạy tàu với chân hoa tiêu giảm như vậy phải được dự kiến trước một cách chủ động, có tính toán. Trong trường hợp chân hoa tiêu nhỏ hơn 10% của mớn nước sâu nhất của tàu, kể cả số phần trăm đó đã được dự kiến trong giai đoạn đánh giá thông tin thì sĩ quan trực ca không những phải biết có tình trạng chân hoa tiêu như vậy mà còn phải biết giảm tốc độ khi chạy qua vùng đó để giảm bớt hiệu ứng sụt lái.

7. Cửa triều (Tidal window)

Trong một khu vực thuỷ triều nào đó, việc duy trì chân hoa tiêu chỉ có thể phù hợp trong thời gian mà thuỷ triều đạt được độ cao dự tính. Ngoài khoảng thời gian đó thì khu vực này có thể trở thành *vùng tránh* vì thuỷ triều rút. Khoảng thời gian an toàn đó, được gọi là *cửa triều.*

Cần ghi chú cửa triều ở những chỗ cần thiết để lưu ý sĩ quan trực ca hiểu rõ và không nghi ngờ gì về an toàn khi chạy qua.

8. Dòng triều và hải lưu

Khi chạy ngoài khơi xa, hướng đi của tàu luôn bị dòng chảy thuỷ triều và hải lưu tác động làm cho tàu đi chệch khỏi đường đi kế hoạch cho nên phải thường xuyên hiệu chỉnh để đưa tàu về đường đi kế hoạch.

Việc hiệu chỉnh như vậy cũng phải thực hiện khi chạy ven bờ ở những vùng còn cách xa chướng ngại nguy hiểm. Tuy nhiên, ở những khu vực mà đường chạy kế hoạch đã ở gần bờ thì tốt nhất phải tiến hành chỉnh dạt nước (tức dòng triều và hải lưu) trước khi nó ảnh hưởng.

Các thông tin về hướng đi và tốc độ hải lưu thường cho sẵn trên hải đồ, tuy nhiên những thông tin dữ liệu chi tiết hơn được in trong cuốn *Các tuyến đường vượt đại dương trên toàn cầu, Hải đồ vạch tuyến và Hàng hải chỉ nam*. Hải lưu thường biến đổi theo vị trí địa lý trên đại dương và biến đổi theo mùa hoặc có thể bị ảnh hưởng bởi sự biến đổi điều kiện khí tượng.

Các thông tin về dòng triều cũng có sẵn trên hải đồ, Bản thuỷ triều và Atlas thuỷ triều; còn những thông tin mang tính địa phương thì thường có sẵn trong *Hàng hải chỉ nam*. Dòng triều biến đổi theo thời gian nước lớn nước ròng, theo tuần trăng (triều cường, triều kiệt). Dòng triều cũng bị ảnh hưởng của điều kiện khí tượng địa phương.

Khi biết được thời gian dự đoán chạy qua các khu vực luồng hẹp thì sĩ quan trực ca có thể tính được độ cao và dòng chảy thuỷ triều, tính góc chỉnh dạt nước để tìm hướng đi sao cho đường đi thực tế trùng với đường chạy kế hoạch. Cùng với việc chỉnh góc dạt nước theo thời gian và địa điểm tàu đi qua, sĩ quan trực ca phải kiểm tra một cách cẩn thận vị trí tàu và hiệu chỉnh hướng mũi tàu để đi đúng đường chạy kế hoạch.

9. Điểm hẹn (Waypoints)

Một *điểm hẹn* là một vị trí trên hải đồ mà tại đó dự kiến một sự chuyển đổi nào đó như chuyển đổi hướng đi của tàu hoặc thay đổi trạng thái hoạt động của tàu chẳng hạn như:

- Bắt đầu hoặc kết thúc một hải trình.
- Bắt đầu thay đổi tốc độ.
- Nơi nhận/trả hoa tiêu.
- Đến vị trí neo.
- ...

Điểm hẹn cũng được sử dụng để tham khảo xác định thời gian của hải trình, xem tiến độ của hải trình có được duy trì hay không. Đặc biệt khi hàng hải với sự hỗ trợ của thiết bị điện tử mà trong thiết bị có lưu trữ thông tin liên quan đến điểm hẹn thì phải duy trì điểm hẹn thống nhất trên toàn bộ kế hoạch hải trình.

10. Xác định vị trí.

Trong suốt hải trình có thể áp dụng rất nhiều phương pháp xác định vị trí khác nhau, không nên chỉ áp dụng một phương pháp duy nhất nào đó suốt hành trình.

Để cho quá trình xác định vị trí được tiến hành đều đặn, để cho các sĩ quan trực ca hiểu và thực hiện đầy đủ, thì trong kế hoạch hải trình phải ghi rõ những dự kiến về các phương pháp xác định vị trí sẽ được sử dụng đồng thời phải nói rõ phương pháp nào là chính còn phương pháp nào là để dự phòng hoặc đối chứng.

Ví dụ, khi tàu chạy ra khơi xa không còn nhìn thấy bờ nữa thì phương pháp xác định vị trí bằng GPS là chính yếu còn phương pháp xác định vị trí bằng thiên văn là để dự phòng hoặc đối chứng. Khi tàu từ ngoài khơi xa nhập bờ thì phương pháp GPS vẫn phải duy trì, phương

pháp xác định vị trí bằng ra-đa dùng để xác nhận và đối chứng với vị trí GPS. Khi chạy ven bờ thì sử dụng rađa và vị trí quan sát bằng mắt thường vì nó có độ tin cậy cao.

Cho dù dùng phương pháp xác định vị trí nào đều cần phải *ấn định trước tần suất* xác định vị trí. Rõ ràng là khi tiếp cận các vùng nguy hiểm, gần bờ thì tần suất xác định vị trí phải lớn hơn lúc chạy ngoài biển rộng. Có thể ấn định thời gian giữa hai lần xác định vị trí sao cho với khoảng thời gian đó tàu không có khả năng bị đưa vào tình trạng nguy hiểm.

11. Mục tiêu rađa nổi bật và mục tiêu trợ hàng thị giác.

Để giảm nhẹ gánh nặng công việc khi tàu chạy ven bờ thì sĩ quan trực ca phải dự kiến và có kế hoạch trước các phương pháp xác định vị trí bằng ra đa, bằng thị giác chính yếu và thứ yếu. Đặc biệt, để bớt bận rộn căng thẳng ở những vùng mật độ giao thông cao, gần bờ, cần nghiên cứu trước hải đồ chọn những mục tiêu rađa nổi bật và những mục tiêu thị giác rõ ràng để có thể áp dụng các phương pháp xác định vị trí khác nhau nhanh chóng, chính xác. Cần ghi chú các vấn đề này trong kế hoạch hải trình, ghi chú trên hải đồ.

12. Hải đăng nhập bờ.

SQTC không cần phải đợi đến lúc nhập bờ mới bắt đầu căng mắt tìm trên hải đồ xem hải đăng nào sẽ được nhìn thấy trước tiên.Việc này cần phải được chuẩn bị trước và ghi lên hải đồ tính chất ánh sáng, tầm xa phát hiện của nó. Vào thời điểm nhập bờ sĩ quan hàng hải chỉ còn tập trung vào việc tìm kiếm ánh sáng hải đăng mà mình quan tâm. Cần lưu ý, tầm xa lớn nhất có thể nhìn thấy ánh sáng một hải đăng phụ thuộc vào 3 yếu tố riêng biệt,

- Độ cao mắt người quan sát và độ cao của hải đăng;
- Cường độ ánh sáng của hải đăng;
- Độ trong suốt của khí quyển (chưa có thể dự kiến được khi lập hải trình).

Sau khi tính toán tầm nhìn xa, thuyền trưởng nên vẽ cung tròn quanh hải đăng trên hải đồ nhập bờ để nhắc nhở sĩ quan trực ca có thể bắt đầu quan sát hải đăng nhập bờ khi tiếp cận.

Tương tự như trên, khi tác nghiệp kế hoạch đi qua vùng dọc bờ biển cũng như qua các vùng nước hạn chế, tất cả hải đăng ghi trên hải đồ nhìn qua đều gần giống nhau nên cần phải nghiên cứu kĩ để xác định những đặc điểm của từng hải đăng và ghi lại trên hải đồ. Điều này rất có ích vì khi thực hiện hải trình sĩ quan trực ca sẽ giành được nhiều thời gian quan sát hơn là dán mắt vào hải đồ phía sau buồng lái.

13. Kế hoạch hải trình và hệ thống báo cáo của tàu (Ship Reporting System)

Hệ thống báo cáo từ tàu được đưa vào sử dụng ở bờ biển một số quốc gia. Nhờ hệ thống này, thông qua các trạm rađa bờ và trạm vô tuyến mà từ các nhà chức trách trên bờ sở tại có thể giúp tàu giữ đường đi khi tàu chạy qua vùng nước ven bờ của họ.Vì vậy hệ thống báo cáo từ tàu dùng để thu thập và trao đổi thông tin của tàu như vị trí, hướng đi, tốc độ, hàng hoá trên tàu. Hệ thống này ngoài việc kiểm soát giao thông như vừa nói còn dùng vào mục đích tìm và cứu nạn, ngăn ngừa ô nhiễm môi trường.

Trong kế hoạch hải trình phải bao gồm việc sử dụng hệ thống báo cáo của tàu.

Hệ thống báo cáo từ tàu của các quốc gia phải được IMO phê duyệt và mang tính quốc tế. Vì vậy yêu cầu tất cả các tàu hoặc một số loại tàu, hoặc tàu chuyên chở một số loại hàng hoá nào đó, tuỳ theo quy định, phải sử dụng hệ thống này.

Thuyền trưởng các tàu phải tuân thủ những yêu cầu của hệ thống báo cáo từ tàu và phải thực hiện việc báo cáo cho nhà chức trách ven biển những thông tin mà họ yêu cầu. Nói chung phải thực hiện việc báo cáo khi tàu bắt đầu đi vào khu vực quy định của hệ thống. Cũng có thể phải báo cáo ngay khi tàu rời khỏi khu vực quy định của hệ thống. Ngoài ra, có thể phải thực hiện những báo cáo phụ để cập nhật thông tin của báo cáo trước đó, tuỳ theo yêu cầu của quốc gia.

Những yêu cầu của nội dung báo cáo của tàu có thể tham khảo ngay trên hải đồ, hàng hải chỉ nam, đặc biệt có thể tham khảo chi tiết trong bộ Danh mục tín hiệu vô tuyến điện (ALRS). Những hệ thống báo cáo của tàu đã được IMO phê duyệt nằm trong Phần G của ấn phẩm IMO về Phân luồng giao thông và các thông báo bổ sung, sửa đổi.

14. Kế hoạch hải trình và Dịch vụ kiểm soát giao thông tàu thuyền (Vessel Trafic Services – VTS)

Theo quy định của Điều 8-2 Chương V về An toàn hàng hải của Công ước SOLAS, VTS đã được ứng dụng trong các khu vực cảng và lân cận để kiểm soát sự tuân thủ của tàu thuyền đối với các quy tắc an toàn giao thông của địa phương và tối ưu hoá việc quản lý luồng giao thông. *VTS chỉ bắt buộc khi tàu hoạt động trong vùng lãnh hải của các quốc gia ven biển.*

Những yêu cầu của VTS cũng phải trở thành một phần nội dung của kế hoạch hành trình. Các tần số vô tuyến riêng biệt mà tàu phải theo dõi đối với an toàn hàng hải, các cảnh báo khi tàu đi vào giới hạn luồng giao thông có kiểm soát và các loại thông báo khác phải được chuẩn bị và ghi trong kế hoạch.

15. Những thông tin phụ trợ

Ngoài những thông tin trình bày ở trên, những thông tin sau đây mặc dù không trực tiếp ảnh hưởng đến an toàn con tàu nhưng cũng phải được ghi lên kế hoạch hải trình để nhắc nhở SQTC luôn sẵn sàng, nhờ đó việc thực hiện hải trình sẽ thuận lợi hơn. Đó là:

- *Khu vực neo,* là khu vực có thể neo khi tàu đến ... Trong trường hợp tàu chỉ neo tạm thời, huỷ bỏ việc vào cảng thì cũng phải lập kế hoạch trước khi neo. Kế hoạch phải bao gồm việc nhận dạng hình dáng mục tiêu, cảnh quan chung quanh, và những biện pháp khẩn cấp trong trường hợp thiết bị hàng hải bị trục trặc hoặc tầm nhìn xa xấu bất thường...

- *Khu vực đón hoa tiêu,* để kịp thời chuẩn bị cầu thang hoa tiêu và thông báo cho các bộ phận có liên quan chuẩn bị... Cần phải chuẩn bị một kế hoạch trước khi đến vùng nước hoa tiêu và hết sức chú ý vai trò của nhân viên tổ lái.

- *Phục vụ tàu lai đón tàu lai,* để nhắc nhở sĩ quan trực ca cho gọi thuỷ thủ buộc dây tàu lai.

- *Vùng giao thông đông đúc,* là khu vực thường có mật độ giao thông đông đúc hoặc thường gặp phà ngang, tàu cá...

16. Thuyền trưởng duyệt kế hoạch hải trình

Sau khi thiết lập xong hải trình, thì thuyền phó hai phải trình cho thuyền trưởng kiểm tra và phê duyệt.

9.4.6 Triển khai việc thực thi hải trình và kiểm soát, hiệu chỉnh kế hoạch

Sau khi kế hoạch hải trình đã được thiết lập, thì bước tiếp theo là việc tổ chức triển khai việc chuẩn bị thực hiện kế hoạch hải trình, nghĩa là tìm các biện pháp hữu hiệu nhất, vận dụng tốt

nhất các nguồn thông tin sẵn có, lên kế hoạch triển khai hải trình. Thực chất đây là một bước tiếp theo cụ thể hoá việc chuẩn bị thực thi kế hoạch sau khi đã được xác báo *thời gian bắt đầu hải trình* tức thời gian khởi hành từ cảng xuất phát (ETD).

1. Bổ sung chi tiết kế hoạch hải trình

Khi đã xác nhận thời gian thực tế bắt đầu hải trình thì phải xác định thêm các chi tiết cụ thể, ghi thời gian cụ thể thời gian đến các điểm hẹn quan trọng, bao gồm,

- Dự kiến thời gian bắt kịp thuỷ triều.

  Ví dụ dự kiến thời gian đến các điểm then chốt có thể lợi dụng được độ cao thuỷ triều, dòng triều.

- Dự kiến thời gian sao cho tàu đến điểm then chốt nào đó vào thời gian nhất định.

  Ví dụ dự kiến thời gian đến điểm then chốt nào đó để có thể lợi dụng ánh sáng ban ngày hoặc mặt trời chiếu từ phía lái tàu.

- Điều kiện giao thông.

  Xem xét tình trạng giao thông ở những vùng đông tàu thuyền vào thời gian tàu đến.

- Dự kiến thời gian tới đích.

  Dự kiến thời gian đến đích như vùng neo, nơi lấy hoa tiêu, cũng có khi không cần thiết phải đến sớm.

2. Kiểm soát và hiệu chỉnh kế hoạch.

Mọi thành viên trong tổ lái đều phải hiểu rằng cho dù kế hoạch hải trình có được chuẩn bị kĩ đến thế nào chăng nữa thì cũng có thể phải thay đổi trong quá trình thực hiện hải trình. Chỉ có thể thực hiện một cách an toàn hải trình khi ta biết thay đổi kế hoạch trong trường hợp thiết bị hàng hải không còn đủ độ tin cậy hay thiếu chính xác, hay có những biến đổi bất thường làm thay đổi giờ xuất phát, thay đổi đường đi... của hải trình.

Người chịu trách nhiệm điều chỉnh kế hoạch là thuyền phó hai sau khi được thuyền trưởng chấp thuận. Đồng thời những thay đổi đó phải được thông báo cho tất cả các thành viên trong tổ lái.

Khi đã có vị trí xác định, thì sĩ quan trực ca có thể biết ngay rằng tàu mình có còn đang chạy trên đường đi kế hoạch hay không. Nếu tàu đi chệch khỏi đường đi kế hoạch thì sĩ quan trực ca phải xác định ngay nếu tiếp tục chệch đường thì con tàu có đi vào vùng nguy hiểm hay không và phải áp dụng hành động thế nào để khắc phục tình trạng này. Trừ trường hợp phải bẻ lái để tránh va với tàu khác, nói chung khi phát hiện tàu đi chệch đường thì sĩ quan trực ca phải hiệu chỉnh để đưa tàu về đường đi kế hoạch. Góc chỉnh lớn nhỏ tuỳ sĩ quan trực ca tính toán và quyết định.

9.4.7 Chuẩn bị nhiên liệu

1. Các yếu tố cần xem xét

Trên tàu phải *có lượng dự trữ nhiên liệu tối thiểu* để đảm bảo an toàn và dự phòng của tàu. Số lượng dự trữ là bao nhiêu là tuỳ ở loại tàu, tuyến hành trình, hợp đồng và những yếu tố khác. Nhiên liệu chuẩn bị cho hành trình phải hợp lý, nhiên liệu cung cấp không đủ cho hành trình buộc tàu phải ghé cảng để lấy nhiên liệu bổ sung làm cho hành trình phải kéo dài

thời gian, gây nên tốn kém. Ngược lại, nếu mang nhiên liệu quá thừa thải thì làm giảm khả năng chuyên chở hàng của tàu, có khi làm giảm tốc độ tàu. Cho nên xác định một lượng dự trữ hợp lý là rất quan trọng. Nên nhớ rằng lượng tiêu hao nhiên liệu không tỷ lệ thuận với tốc độ tàu mà tỷ lệ thuận với *lập phương tốc độ tàu* hoặc tỷ lệ thuận với *bình phương tốc độ nhân với lộ trình.*

Khi tính toán nhiên liệu, cần xem xét,

1) Các yếu tố ảnh hưởng lượng sử dụng nhiên liệu như chiều dài hành trình, tốc độ tàu, điều kiện khí tượng thuỷ văn.

2) Các yếu tố ảnh hưởng tính năng của con tàu như mớn nước, hiệu mớn nước, tình trạng vỏ tàu bị vi sinh vật bám dính làm ảnh hưởng đến tốc độ...

3) Các loại nhiên liệu khác ngoài nhiên liệu cho máy chính, ý kiến của máy trưởng.

4) Các ghi chép, lưu trữ về sử dụng nhiên liệu trong các hành trình trước.

5) Trên hành trình có dự định lấy nhiên liệu ở cảng ghé hay không.

2. Tính nhiên liệu cho máy chính

Theo thông lệ, số lượng dầu máy được tính toán dựa trên số lượng cần thiết để tàu có thể hành trình đến cảng cấp nhiên liệu kế tiếp theo tốc độ quy định cộng thêm 15% lượng dự trữ hoặc lượng dự trữ đủ sử dụng cho 2 đến 3 ngày hành trình. Sau đây là cách tính theo công thức để tham khảo,

$$Q = \{ (D/v \times q \times 1.15) + d \} - R$$

Trong đó,

Q = Lượng nhiên liệu cần được cung ứng

D = Khoảng cách đến cảng nhận nhiên liệu tiếp theo.

v = Tốc độ trung bình dự kiến, hải lý/ngày

q = Tiêu thụ nhiên liệu, tấn/ngày

d = Lượng nhiên liệu "chết" (không thể bơm được và cặn)

R = Lượng dầu còn lại trên tàu trước khi cấp.

15% lượng dự trữ an toàn trong công thức trên bao gồm cả dự trữ cho chuyển đổi hướng khi thực hiện các công tác ứng cứu tai nạn trên biển hoặc các trường hợp nằm ngoài dự kiến khác.

Tính toán "q" là quan trọng nhất dựa trên số liệu thống kê, ghi chép thực tế mà không xét tới tình trạng thời thiết, dòng chảy, tình trạng biển trên tuyến hành trình.

Trong trường hợp tàu khai thác trên tuyến ngắn khoảng 2 đến 5 ngày thì cho phép lượng dự trữ an toàn là 1 đến 2 ngày.

Giá trị "d" rất khác nhau đối với từng tàu và phải do máy trưởng tự tính toán và quyết định.

Phần tính toán trên đây không bao hàm lượng dầu máy cần thiết sử dụng cho làm hàng, các thiết bị phụ khác, v.v. Bởi vậy, số lượng tính toán cuối cùng phải được cân nhắc thêm theo các yếu tố vừa nói trên để điều chỉnh giá trị "Q" trong công thức trên.

Lượng dự trữ an toàn của dầu D.O.

Lượng dầu DO dự trữ của tàu phải bảo đảm tối thiểu cho tàu hoạt động bình thường ngay cả trong trường hợp có trục trặc trong hệ thống hâm sấy nhiên liệu FO . *Lượng dự trữ an toàn dầu DO* được áp dụng như sau,

- Lượng dầu DO đủ sử dụng ít nhất một ngày cho máy chính.
- Lượng dầu DO đủ dự trữ sử dụng 7 ngày cho máy phát điện.
- Dự trữ cho các nhu cầu khác

Trước khi tàu hành trình, máy trưởng phải bảo đảm rằng toàn bộ các công việc có liên quan như chuyển dầu, hâm sấy, phân lọc nước / cặn, và xử lý hóa chất nếu có, phải được thực hiện hoàn chỉnh để đảm bảo sự hoạt động có hiệu qủa của các động cơ chính / phụ và lò hơi (nếu có).

MÃ HIỆU QUỐC TẾ 1965

10.1 Sách "Mã hiệu quốc tế 1965" (International Code of Signals 1965)

Sách "Mã hiệu quốc tế 1965" đã được sửa đổi năm 1999, nhằm cung cấp phương pháp thông tin trong tình huống hiểm nghèo đối với an toàn hàng hải và con người, đặc biệt khi gặp khó khăn về ngôn ngữ. Trong khi chuẩn bị cho ra đời sách " Mã hiệu quốc tế', người ta đã xem xét tới một thực tế là việc áp dụng rộng rãi vô tuyến điện báo và điện thoại và sự phát triển vô tuyến điện trong tương lai có thể cung cấp giải pháp đơn giản và hiệu quả bằng minh ngữ ở những tình huống không gặp khó khăn về ngôn ngữ.

10.1.1 Các loại mã hiệu

Trong "Mã hiệu quốc tế 1965" mỗi một tín hiệu đều có một ý nghĩa hoàn chỉnh. Hiện nay đang sử dụng những nhóm mã hiệu bao gồm:

1. Mã hiệu một chữ

   Dùng trong những trường hợp nguy cấp nhất, đó là loại tín hiệu quan trọng và thường dùng nhất.

2. Mã hiệu hai chữ

   Từ AA đến ZZ, dùng làm tín hiệu thông dụng. Chương 2 từ trang 29 đến trang 104, trong "Quy tắc mã hiệu quốc tế 1965", sửa đổi 1969.

3. Mã hiệu 3 chữ

   Bắt đầu bằng chữ "M" (Medical) dùng làm tín hiệu về trị liệu y tế. Chương 3 trang 107 đến trang 135.

10.1.2 Cách sắp xếp trong sách mã hiệu quốc tế

Các tín hiệu được phân loại theo chủ đề và ý nghĩa. Từ trong bản mục lục có thể dễ dàng tìm đến ngay các tín hiệu gặp nạn, tín hiệu cứu sinh, các phương pháp thông tin, tín hiệu moóc, bản ngữ âm, tín hiệu một chữ, v.v....

10.1.3 Các phương pháp phát tín hiệu

Thông thường có các phương pháp phát mã hiệu quốc tế như sau:

1. Tín hiệu cờ chữ (Flag signaling);
2. Tín hiệu đèn chớp (Flashing light signaling), sử dụng ký hiệu Morse để phát;
3. Tín hiệu âm thành (Sound signaling), sử dụng ký hiệu Morse để phát;
4. Loa;
5. Vô tuyến điện báo (Radiotelegraphy);
6. Vô tuyến điện thoai (Radiotelephony);

10

MÃ HIỆU QUỐC TẾ 1965

10.1 Sách "Mã hiệu quốc tế 1965" (International Code of Signals 1965)

Sách "Mã hiệu quốc tế 1965" đã được sửa đổi năm 1999, nhằm cung cấp phương pháp thông tin trong tình huống hiểm nghèo đối với an toàn hàng hải và con người, đặc biệt khi gặp khó khăn về ngôn ngữ. Trong khi chuẩn bị cho ra đời sách " Mã hiệu quốc tế', người ta đã xem xét tới một thực tế là việc áp dụng rộng rãi vô tuyến điện báo và điện thoại và sự phát triển vô tuyến điện trong tương lai có thể cung cấp giải pháp đơn giản và hiệu quả bằng minh ngữ ở những tình huống không gặp khó khăn về ngôn ngữ.

10.1.1 Các loại mã hiệu

Trong "Mã hiệu quốc tế 1965" mỗi một tín hiệu đều có một ý nghĩa hoàn chỉnh. Hiện nay đang sử dụng những nhóm mã hiệu bao gồm:

1. Mã hiệu một chữ

   Dùng trong những trường hợp nguy cấp nhất, đó là loại tín hiệu quan trọng và thường dùng nhất.

2. Mã hiệu hai chữ

   Từ AA đến ZZ, dùng làm tín hiệu thông dụng. Chương 2 từ trang 29 đến trang 104, trong "Quy tắc mã hiệu quốc tế 1965", sửa đổi 1969.

3. Mã hiệu 3 chữ

   Bắt đầu bằng chữ "M" (Medical) dùng làm tín hiệu về trị liệu y tế. Chương 3 trang 107 đến trang 135.

10.1.2 Cách sắp xếp trong sách mã hiệu quốc tế

Các tín hiệu được phân loại theo chủ đề và ý nghĩa. Từ trong bản mục lục có thể dễ dàng tìm đến ngay các tín hiệu gặp nạn, tín hiệu cứu sinh, các phương pháp thông tin, tín hiệu moóc, bản ngữ âm, tín hiệu một chữ, v.v....

10.1.3 Các phương pháp phát tín hiệu

Thông thường có các phương pháp phát mã hiệu quốc tế như sau:

1. Tín hiệu cờ chữ (Flag signaling);
2. Tín hiệu đèn chớp (Flashing light signaling), sử dụng ký hiệu Morse để phát;
3. Tín hiệu âm thành (Sound signaling), sử dụng ký hiệu Morse để phát;
4. Loa;
5. Vô tuyến điện báo (Radiotelegraphy);
6. Vô tuyến điện thoại (Radiotelephony);

Lượng dự trữ an toàn của dầu D.O.

Lượng dầu DO dự trữ của tàu phải bảo đảm tối thiểu cho tàu hoạt động bình thường ngay cả trong trường hợp có trục trặc trong hệ thống hâm sấy nhiên liệu FO . *Lượng dự trữ an toàn dầu DO* được áp dụng như sau,

- Lượng dầu DO đủ sử dụng ít nhất một ngày cho máy chính.
- Lượng dầu DO đủ dự trữ sử dụng 7 ngày cho máy phát điện.
- Dự trữ cho các nhu cầu khác

Trước khi tàu hành trình, máy trưởng phải bảo đảm rằng toàn bộ các công việc có liên quan như chuyển dầu, hâm sấy, phân lọc nước / cặn, và xử lý hóa chất nếu có, phải được thực hiện hoàn chỉnh để đảm bảo sự hoạt động có hiệu qủa của các động cơ chính / phụ và lò hơi (nếu có).

7. Cờ tay (Morse signaling by hand flags or arms).

10.2 Ý nghĩa các loại tín hiệu

10.2.1 Ý nghĩa của mỗi tín hiệu một chữ

Các tín hiệu một chữ dưới đây có thể sử dụng cho bất cứ phương pháp thông tin nào.

- A - Tàu tôi đang có thợ lặn hoạt động, hãy tránh xa tôi với tốc độ chậm.
- *B - Tôi đang bốc hoặc dỡ hoặc chuyên chở hàng nguy hiểm.
- C - Đúng (khẳng định hoặc " khẳng định ý nghĩa của nhóm tín hiệu trước nó").
- *D - Hãy tránh xa tôi, tôi đang điều động khó khăn.
- *E - Tôi đang đổi hướng về phía phải.
- F - Tôi điều động mất linh hoạt, hãy liên lạc với tôi.
- G - Tôi cần hoa tiêu. Khi tàu đánh cá đang tác nghiệp ở gần ngư trường sử dụng có nghĩa là "Tôi đang thu lưới".
- *H - Trên tàu tôi có hoa tiêu.
- *I - Tôi đang đổi hướng về phía trái.
- J - Tàu tôi đang bốc cháy, trên tàu có hàng nguy hiểm, hãy tránh xa tôi.
- K - Tôi muốn liên lạc với ông.
- L - Ông phải dừng tàu lại ngay.
- M - Tàu tôi đã dừng, không còn di chuyển trên mặt nước.
- N - Không (Phủ định hoặc "Phủ định ý nghĩa của nhóm tín hiệu trước nó"). Tín hiệu này có thể phát bằng tín hiệu thị giác hoặc bằng tín hiệu âm thanh. Khi phát bằng tiếng loa hoặc phát bằng vô tuyến thì dùng "NO".
- O - Có người ngã xuống nước.
- P - Ở trong cảng có nghĩa "Tàu khởi hành ra biển, tất cả thuyền viên trở về tàu ngay".

  Ở ngoài biển khi tàu cá sử dụng có nghĩa là "Lưới của tôi mắc vào chướng ngại vật".
- Q - Tàu tôi không có bệnh, yêu cầu cấp giấy kiểm dịch quá cảnh.
- *S - Máy của tôi đang chạy lùi.
- *T - Hãy tránh xa tôi, tôi đang tác nghiệp lưới rà.
- U - Ông đang đi vào vùng nguy hiểm.
- V - Tôi cần giúp đỡ.
- W - Tôi cần giúp đỡ về y tế .
- X - Dừng thực hiện ý đồ của ông, hãy chú ý tín hiệu của tôi.
- Y - Tàu tôi đang thả neo.
- Z - Tôi cần một chiếc tàu lai. Khi tàu cá đang tác nghiệp lân cận ngư trường sử dụng có nghĩa là "Tôi đang thả lưới".

Chú ý:

a. Đối với các tín hiệu chữ cái có dấu (*), chỉ khi nào chấp hành theo yêu cầu của quy tắc quốc tế về tránh va trên biển mới được sử dụng tín hiệu âm thanh.

b. Các tín hiệu K và S có ý nghĩa riêng khi dùng làm tín hiệu đổ bộ của xuồng cứu sinh loại nhỏ có người bị nạn (theo SOLAS)

10.2.2 Nhóm tín hiệu 2 chữ – Tín hiệu thông dụng (Chapter 2 GENERAL SIGNAL CODE)

1. Nhóm tín hiệu hai chữ sử dụng làm tín hiệu thông dụng được sắp xếp trong "Phần thông dụng", đó cũng là phần chính của quyển sách. Trên mỗi trang các nhóm mã hiệu được sắp xếp ở cột bên trái theo thứ tự chữ cái Anh văn AA, AB ... BA, BB ...

   Trong các nhóm mã hiệu, tùy theo yêu cầu có thể thêm các số sau các tín hiệu cơ bản để trở thành các nhóm mã hiệu bổ sung, ví dụ BB1, BB2. phần cột giữa của mỗi trang là ý nghĩa của mỗi mã hiệu. Khi cần giải mã một nhóm mã hiệu nào đó, ta có thể tra cột bên trái của mỗi trang theo chữ cái của mã hiệu và đọc ngay nghĩa của chúng.

2. Các nhóm mã hiệu trong quy tắc thông hiệu đều phân loại theo chữ và ý nghĩa. Nhóm tín hiệu hai chữ được chia làm 8 phần, mỗi phần lại được chia thành các mục nhỏ. Phần thứ nhất : gặp nạn – nguy cấp, phần này chia ra các mục nhỏ như sự cố, máy bay, cứu trợ, xuồng, điều động kém linh hoạt, gặp nạn, vị trí ...

   Từ phần 2 đến phần 8 là các phần về sự cố thương vong – Thiết bị trợ hàng – chạy tàu – thủy văn, điều động tàu, linh tinh, khí tượng – thời tiết, thông tin, quy tắc vệ sinh quốc tế.

3. Khi cần dịch từ mình ngữ sang mã ngữ (nhóm mã hiệu) thì căn cứ vào nội dung mình ngữ, tìm chủ đề của nó xem nó thuộc vào phần nào rồi tìm ra mục nhỏ, sau đó từ mục nhỏ tìm ra số thứ tự trang và tìm đến nhóm mã thích hợp. Ví dụ muốn phát nội dung "Tôi neo ở đâu ?" thì tra như sau : neo thuộc phần điều động, nhờ Mục lục (General Index) tìm thấy chủ đề neo nằm trong phần thứ tư, và từ trang 97 có thể tìm nhóm mã thích hợp là "QY1".

4. Ở cột bên phải của mỗi trang cũng có ghi rất nhiều nhóm mã hiệu, những nhóm mã này xét về nội dung đã được sắp xếp ở những phần khác, nhưng lại có liên quan đến những tín hiệu của trang này cho nên được xếp vào cột bên phải để tra cứu. Tất nhiên những nhóm mã này không thể sắp xếp theo thứ tự ABC được. Ví dụ : "IL1" có nghĩa là "Tôi chỉ sử dụng một phần máy để chạy", nhóm mã này đã được xếp vào phần thứ hai về hư hỏng, tuy nhiên vì nó có liên quan đến phần cơ khí, để tham khảo đối chiếu, nó được đưa vào phần thứ tư về điều động tàu : " Máy – chân vịt" ở cột bên phải.

5. Khi thu hay phát một tín hiệu hoàn chỉnh thường bao gồm nhóm mã bổ sung, và tín hiệu một chữ có kèm số. Phương pháp sử dụng và ý nghĩa của nhóm mã bổ sung sẽ nói rõ ở phần sau. Còn phương pháp sử dụng và ý nghĩa của tín hiệu một chữ có kèm số, mặc dù có thể tra cứu ngay trong Sách Mã hiệu quốc tế, nhưng để tiện lợi sĩ quan hàng hải nên ghi nhớ.

6. Để chuyển một bức điện (bằng tiếng Anh) phải lấy chữ cái đầu tiên của tên chủ đề bức điện tra vào bản tổng mục lục (General Index) ở cuối cùng quyển sách để tìm mã hiệu. Ví dụ, một bức điện về vấn đề cặp cầu (Alongside), lấy chữ "A" tra ở bảng tổng mục lục được các mã hiệu QN, QP, QR, sau đó tra trong phần mã hiệu "thông dụng" để tìm đến mã hiệu có nội dung phù hợp.

10.2.3 Phần tín hiệu trị liệu y tế

1. Phần trị liệu chủ yếu chia làm hai nội dung: yêu cầu hỗ trợ trị liệu và chỉ đạo trị liệu. Các mã hiệu cấu thành bắt đầu từ MAA đến MVU, cách sắp xếp và sử dụng giống như trong phần mã hiệu thông dụng. Trong phần này cũng có mã hiệu bổ sung và bảng mã hiệu bổ sung. Bảng mã hiệu bổ sung được gọi là bảng thuật ngữ y học I, II, III; bảng I gồm thuật ngữ các bộ phận thân thể đánh số từ 01 đến 92, bảng II gồm thuật ngữ các loại bệnh thông thường đánh số từ 01 đến 94, bảng III gồm danh mục thuốc đánh số từ 01 đến 38.

   Ví dụ : "MQE" có nghĩa là "Tôi sơ bộ chẩn đoán ..."

   Tiếp theo có thể thêm mã hiệu loại bệnh ở bảng II.

2. Các tín hiệu "C", "N" hoặc "NO" và "RQ" có thể đặt ở sau các tín hiệu chính để thay đổi ý nghĩa ban đầu như khẳng định, nghi vấn hay phủ định. Ví dụ "MFE,RQ" có nghĩa là "xuất huyết có nghiêm trọng hay không?", "MFE N" có nghĩa là "Xuất huyết không nghiêm trọng".

3. Cố gắng dùng minh ngữ để liên lạc, trong trường hợp có trở ngại về ngôn ngữ mới dùng đến thông tin bằng mã hiệu.

10.3 Công dụng và phương pháp sử dụng mã hiệu bổ sung của các mã hiệu

Ở phía sau các *mã hiệu cơ bản* bằng chữ cái có kèm theo một con số gọi là *mã hiệu bổ sung*. Có 2 trường hợp :

10.3.1 Mã hiệu bổ sung chữ số cố định

Đó là tín hiệu bổ sung mang một ý nghĩa không đổi, nó có thể:

1. Làm thay đổi ý nghĩa của tín hiệu ban đầu.Ví dụ:
   - "QC" có nghĩa "Anh nên đợi thủy triều cao hãy đến"
   - "QC1" có nghĩa là "Anh nên đợi thủy triều thấp hãy đến"
2. Chất vấn cùng một chủ đề cơ bản của tín hiệu 2 chữ cơ bản. Ví dụ:
   - "DY" có nghĩa "Tàu ... (tên tàu hoặc hô hiệu) đã chìm tại kinh độ ... vĩ độ ..."
   - "DY4" có nghĩa là "Chỗ tàu đắm độ sâu bao nhiêu ?"
3. Trả lời vấn đề đã yêu cầu của mã hiệu cơ bản. Ví dụ:
   - " HX" có nghĩa là "Khi va chạm anh có hư hại gì không ?"
   - "HX1" có nghĩa là "Tàu tôi bị hư hại nghiêm trọng ở phía trên đường mớn nước".
4. Xác định hoặc nói thêm chi tiết của chủ đề. Ví dụ:
   - "IN" có nghĩa là "Tôi cần một thợ lặn".
   - "IN2" có nghĩa là "Tôi cần một thợ lặn để kiểm tra đáy tàu".

10.3.2 Mã hiệu bổ sung chữ số không cố định

Trong quy tắc tín hiệu mã quốc tế còn có 3 bảng mã số bổ sung I, II, III. Bảng I gồm có các chữ số biểu thị phương pháp thông tin, bảng II có các chữ số biểu thị vật chất như nước, nhiên liệu, thuyền cứu sinh v.v.... bảng III là các chữ số biểu thị phương hướng. Các mã số này chỉ sử dụng khi nội dung của nhóm mã hiệu đã được xác định. Khi sử dụng, nếu nội

dung của nhóm mã hiệu có liên quan đến bảng mã số bổ sung I thì tìm mã số có nội dung phù hợp trong bảng I và đặt mã số đó ở sau nhóm mã hiệu.

Ví dụ:

- "ZF" có nghĩa " Tôi muốn cùng ông dùng ... (bảng mã số bổ sung I) để luyện tập thông tin tín hiệu".

Nếu sử dụng cờ tay kiểu morse thì tìm trong bảng số I sẽ được mã số 2, ghép lại ta được nhóm mã hoàn chỉnh là :

- "ZF2" có nghĩa là "Tôi muốn cùng ông dùng cờ tay kiểu morse để luyện tập thông tin tín hiệu".
- "VK" có nghĩa là "Dự kiến bão cấp 10 và trên cấp 10 (theo cấp Beaufort) sẽ ập tới từ hướng ... (bảng mã số bổ sung III)".

Nếu bão tới từ hướng Tây Bắc thì tìm trong bảng III được mã số 7. Như vậy nhóm mã hiệu hoàn chỉnh sẽ là:

- "VK7" có nghĩa là "Dự kiến bão (cấp 10 và trên cấp 10) sẽ ập tới từ hướng Tây Bắc".
- "TZ" có nghĩa là "Ông có thể viện trợ được không?"

Giống như trên, có thể tra trong bảng mã số bổ sung II để có nội dung cụ thể hơn :

- "TZ4" có nghĩa là "Ông có thể viện trợ thiết bị cứu hỏa được không?"

10.3.3 Ý nghĩa của các tín hiệu gồm một chữ và số ở tiếp theo sau

Dưới đây liệt kê các tín hiệu một chữ và số ở sau và ý nghĩa của chúng.

Chữ	*Số ở sau*	*Ý nghĩa*	*Ví dụ*	
			Nhóm mã hiệu	*Ý nghĩa*
A	3 chữ số	Biểu thị phương vị tính từ 0^0 đến 360^0	LW A005	Tôi ở phương vị 005^0 nhận được điện tính của anh
			LT A120 T1540	15 giờ 40 phút (giờ địa phương) ông ở phương vị 120^0 của tôi
C	3 chữ số	Biểu thị hướng đi tính từ 0^0 đến 360^0	MD C025	Hướng đi của tôi 25^0
			GR C240 S18	Tàu đang đến cứu trợ ông hướng đi 240^0 , tốc độ 18 nơ
D	2, 4 hoặc 6 chữ số	Nếu hai chữ số biểu thị ngày của tháng này, nếu 4 chữ số thì hai chữ số đầu biểu thị ngày, hai chữ số sau là tháng. Nếu 6 chữ số biểu thị ngày, tháng, năm.	D21	Ngày 21 tháng này
			D1812	Ngày 18 tháng 12
			D010505	Ngày 1 tháng 5 năm 2005

G	4 hoặc 5 chữ số có chữ E hoặc W ở sau	Biểu thị kinh độ. Hai hoặc ba số đầu biểu thị số độ, hai số sau biểu thị số phút. E là Đông, W là Tây	G3840W BU L3724N G12246E	Kinh độ Tây 38°40' Vị trí của tôi hiện nay là bắc vĩ 37°24', đông kinh 122°46'
K	1 chữ số	Tôi muốn dùng ... (mã số bổ sung bản I) liên lạc với ông	K4	Tôi muốn dùng morse để liên lạc với ông
L	4 chữ số và các chữ N hoặc S	Biểu thị vĩ độ. Hai chữ số đầu biểu thị số độ, hai chữ số sau biểu thị số phút. N-Bắc, S-Nam	L3230N	Bắc vĩ 32°30'
R	Một hoặc vài chữ số	Biểu thị khoảng cách đơn vị là hải lý	OV A080 R10	Theo thông báo phương vị của tôi 80°, khoảng cách 10 hải lý có thủy lôi
S	Một hoặc vài chữ số	Biểu thị tốc độ đơn vị là nơ	BQ S300	Tốc độ máy bay tôi tương đối với mặt đất là 300 nơ
V	Một hoặc vài chữ số	Biểu thị tốc độ đơn vị là kilomet/giờ	BQ V300	Tốc độ máy bay tôi tương đối với mặt đất là 300 km/giờ
T	4 chữ số	Biểu thị thời gian địa phương 2 số đầu là giờ, 2 số sau là phút	BH T1045 L2915N G12240E C125	Lúc 1045 giờ địa phương, bắc vĩ 29°15', đông kinh 122°40' tôi trông thấy một chiếc máy bay đang bay
Z	4 chữ số	Biểu thị giờ Greenwich	FE Z1530	Tôi đang chạy hết tốc lực về phía xảy ra tai nạn, dự kiến 1530 giờ greenwich đến nơi

Chú ý : Các tín hiệu một chữ số có mang số nói trên có thể dùng cho bất kỳ phương pháp thông tin nào. Các tín hiệu chữ A, C, R có thể lược bỏ nếu điều đó không gây hiểu nhầm.

0.3.4 Một số tín hiệu hai chữ thiết yếu thường dùng

- AE - Tôi buộc phải bỏ tàu của tôi.
- AN - Tôi cần một bác sĩ.
- CB - Tôi cần sự giúp đỡ ngay lập tức.
- CB4 - Tôi cần sự giúp đỡ ngay lập tức, tôi đang mắc cạn.
- CB6 - Tôi cần sự giúp đỡ ngay lập tức, tàu tôi đang bốc cháy.
- CB7 - Tôi cần sự giúp đỡ ngay lập tức, tàu tôi đang bị vào nước.
- CD (...) - Tôi cần sự giúp đỡ về ... (mã số bổ sung bảng II).
- CP - Tôi đang đến giúp đỡ ông.
- DX - Tôi đang bị chìm (cần thiết nói rõ vĩ độ, kinh độ).
- MY6 - Đến gần tàu tôi sẽ nguy hiểm.
- NC - Tôi gặp nạn cần giúp đỡ ngay.

- NE4 - Ông nên chạy thật thận trọng, tránh xa khu vực pháo kích.
- NG - Ông đang ở vào tình thế nguy hiểm.
- NK - Độ sâu không đủ.
- PO2 - Ông nên đi qua phía sau lái tàu tôi (hoặc chỉ rõ tên tàu).
- PO4 - Ông nên đi qua phía dưới gió tàu tôi (hoặc chỉ rõ tên tàu).
- PP1 - Không nên vượt tôi.
- PP6 - Không nên đi quá gần tôi.
- RB1 - Hình như ông bị bò neo.
- RD - Ông nên kéo neo ngay lập tức.
- RN - Máy của tôi không sử dụng được.
- RU1 - Tôi đang chạy thử.
- RY - Khi đi qua tôi ông nên chạy với tốc độ chậm.
- SQ - Ông nên dừng máy hoặc dừng tàu ngược gió (heave to).
- TI - Ông nên chạy thận trọng, ông đang hướng về phía lưới của tôi.
- UW - Chúc ông thuận buồm xuôi gió.
- VF - Ông nên trưng hô hiệu của ông.
- YU - Tôi chuẩn bị dùng mã hiệu quốc tế liên lạc với ông.
- YV - Các nhóm dưới đây được phát bằng mã hiệu quốc tế.
- YZ - Chữ sau đây là minh ngữ.
- ZL - Đã nhận được tín hiệu của ông nhưng không hiểu rõ.
- ZM - Ông nên phát (hoặc nói) chậm lại một chút.

10.4 Các tín hiệu thủ tục và phương thức phát

10.4.1 Các tín hiệu thủ tục dùng chung cho các phương thức phát

Tín hiệu thủ tục là các tín hiệu được quy định để cho quá trình thông tin với nhau được thuận tiện.

Những tín hiệu thủ tục sau đây có thể sử dụng cho bất kỳ loại thông tin nào:

1. AA - có nghĩa "Toàn bộ phần sau ....."

   Thường đặt ở phía sau tín hiệu RPT (yêu cầu phát lại),

   - RPT AA - có nghĩa là " Phát lại toàn bộ phần sau....."

2. AB - có nghĩa " Toàn bộ phần trước ....."

   Thường đặt ở phía sau tín hiệu RPT (yêu cầu phát lại),

   - RPT AB - có nghĩa là "Phát lại toàn bộ phần trước.....".

3. AR - là tín hiệu kết thúc, dùng để kết thúc một điện tín hoặc kết thúc một tín hiệu .

4. AS - là tín hiệu chờ đợi hoặc tín hiệu chấm câu.

5. BN - có nghĩa là " Toàn bộ phần giữa ... và ..."

   Thường đặt ở phía sau tín hiệu RPT (yêu cầu phát lại).

   RPT BN - có nghĩa là "phát lại toàn bộ phần giữa ... và .....".

6. C - có nghĩa là "đúng" (là tín hiệu khẳng định hoặc khẳng định ý nghĩa của nhóm tín hiệu trước nó).

7. CS - có nghĩa là "Tên hoặc hô hiệu của tàu (đài) ông là gì ?"

8. DE - có nghĩa là "Từ ..." (dùng để đặt ở phía trước tên trạm gọi hoặc hô hiệu).

9. K - có nghĩa là "Tôi muốn liên lạc với ông" hoặc "Yêu cầu phát".

0. NO - có nghĩa là "Không" (là tín hiệu phủ định hoặc phủ định ý nghĩa của nhóm tín hiệu trước nó).

1. OK - tín hiệu biểu thị "Đã thu chính xác tín hiệu nhắc lại" hoặc có nghĩa "đúng thế".

2. RQ - biểu thị sự nghi vấn hoặc có nghĩa là "Ý nghĩa của nhóm tín hiệu trước nên hiểu là câu hỏi."

3. R - có nghĩa là "Đã nhận được" hoặc "Tôi đã nhận được tín hiệu cuối cùng của ông".

4. RPT - là tín hiệu phát lại, có nghĩa là "Tôi phát lại" hoặc "Yêu cầu ông lặp lại tín hiệu đã phát" hoặc "Hãy nhắc lại tín hiệu mà ông thu nhận được".

5. WA - có nghĩa là "Chữ (hoặc nhóm) ở sau phần ..." dùng để đặt ở phía sau tín hiệu "RPT" có nghĩa là "Nhắc lại chữ (hoặc nhóm) ở sau..."

6. WB - có nghĩa là "Chữ hoặc nhóm ở trước phần trước ..."

   Dùng để đặt ở phía sau tín hiệu RPT (yêu cầu phát lại).

   RPT WB - có nghĩa là " Nhắc lại chữ (hoặc nhóm) ở trước ...".

   Chú ý :

   a) Các tín hiệu "C", "NO", "RQ" không thể dùng ghép với tín hiệu một chữ.

   b) Khi phát những tín hiệu này bằng khẩu ngữ, ngoài tín hiệu "NO" phát theo khẩu ngữ thông thường, các tín hiệu khác phải đánh vần theo bản cách đánh vần quy định.

10.4.2 Cách phát số trong các phương thức thông tin

1. Các phương pháp phát số như sau,

   1) Thông tin cờ tay, dùng phiên âm bằng chữ (theo bảng quy định phiên âm các số).

   2) Thông tin bằng cờ chữ, dùng cờ số của tín hiệu quốc tế.

   3) Thông tin bằng đèn hiệu hoặc âm thanh, thông thường dùng moóc cũng có thể dùng phiên âm bằng chữ.

   4) Thông tin bằng vô tuyến điện thoại, loa, thì phiên âm bằng chữ theo bảng phiên âm quy định.

2. Cách phát số lẻ

Khi phát số, dấu chấm số lẻ thập phân được phát như sau : (dấu chấm số lẻ thập phân trong tiếng Anh, tương đương với dấu phẩy số thập phân của tiếng Việt).

- Thông tin cờ tay thì đánh từ "DECIMAL".
- Thông tin bằng cờ chữ thì dùng "cờ đáp" đặt ở vị trí dấu chấm số thập phân.
- Thông tin đèn hiệu và âm thanh thì dùng tín hiệu "AAA".
- Thông tin khẩu ngữ dùng từ "DECIMAL".

Khi phát tín hiệu về độ sâu hoặc mớn nước, tùy đơn vị sử dụng mà đặt ở phía sau các con số : chữ F (foot) hoặc M (met).

10.5 Thông tin bằng cờ chữ

10.5.1 Quy cách bộ cờ chữ

Một bộ cờ chữ gồm : 26 lá cờ chữ cái, 10 lá cờ số, 3 lá cờ thế, 1 lá cờ đáp, tổng cộng có 40 lá (xem hình 10.01).

Kích thước của cờ chữ như sau :

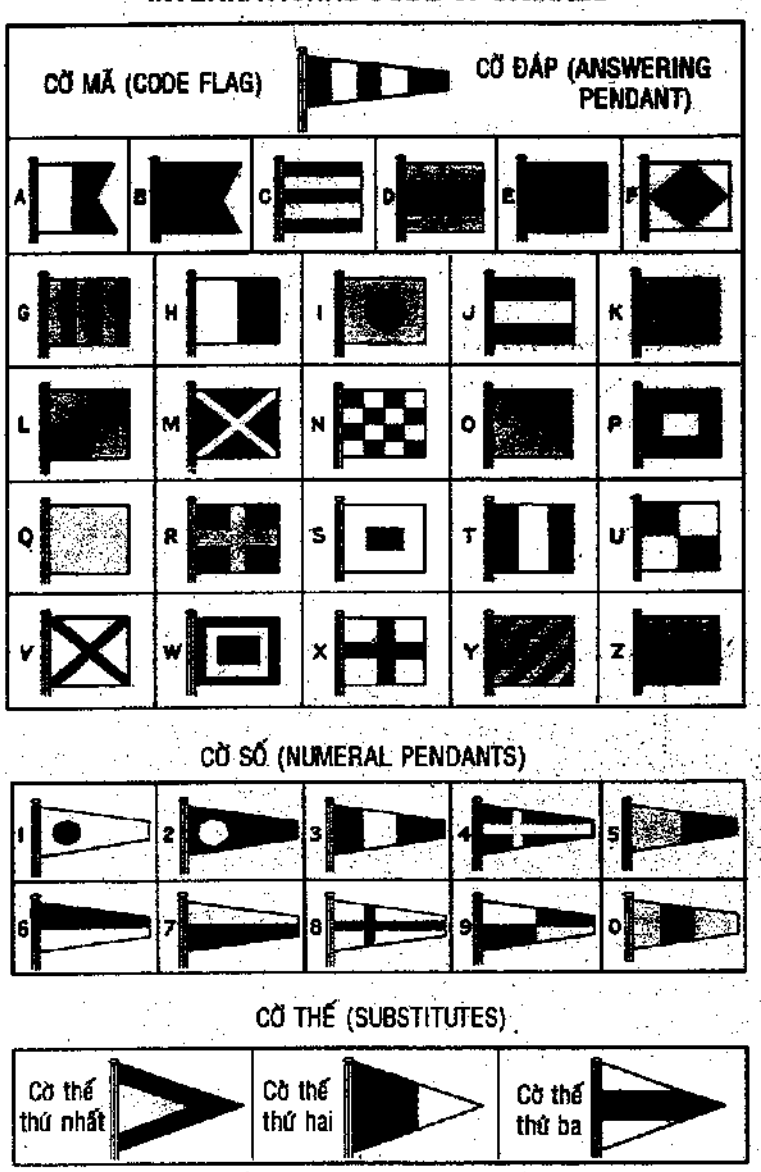
- Cờ hình chữ nhật : Tỷ lệ dài và rộng là 7:6
- Cờ đuôi én: Chỗ cắt khuyết có chiều dài bằng 1/3 của chiều dài lá cờ.
- Cờ hình tam giác: Tỷ lệ dài và rộng là 3:2
- Cờ hình thang: Tỷ lệ dài và rộng là 5:1,5
- Tầm nhìn xa của cờ chữ là từ 1 đến 3 hải lý.

Cờ chữ lớn nhỏ, được chia làm nhiều cỡ khác nhau. Dưới đây là kích thước của một vài cỡ cờ chữ (đơn vị cm)

Cỡ cờ chữ	*Cờ hình chữ nhật*		*Cờ đuôi én*		*Cờ hình tam giác*		*Cờ hình thang*	
	Dài	*Rộng*	*Dài*	*Rộng*	*Dài*	*Rộng*	*Dài*	*Rộng*
1	210	180	240	180	270	180	450	130/30
2	135	120	160	120	180	120	250	90/20
3	70	60	80	60	90	60	120	38/10
4	50	35	63	35	70	35	75	25/6

1. Ban ngày khi ra vào cảng nên kéo các cờ sau đây :
   1) Quốc kỳ, treo ở cột cờ sau lái.
   2) Cờ công ty, treo trên đỉnh cột đèn sau (thường là đỉnh trụ buồng lái, khi tàu chạy không treo).
   3) Cờ hô hiệu của tàu, bằng cờ chữ, treo ở thanh ngang cột trước hoặc cột đèn trên buồng lái.
   4) Các loại cờ khác : cờ hoa tiêu, cờ kiểm dịch ... Treo ở thanh ngang cột đèn buồng lái.
   5) Khi tàu vào cảng nước khác và suốt cả thời gian tàu ở cảng, cần phải kéo quốc kỳ của nước đó ở cột đèn buồng lái cho đến khi rời khỏi nước đó.

TÍN HIỆU MÃ QUỐC TẾ
INTERNATIONAL CODE OF SIGNALS



Hình 10.01

0.5.2 Cách treo cờ chữ, quốc kỳ và cờ hãng khi ra vào cảng quốc tế

2. Cờ lễ và cờ rủ

Cờ lễ được treo trong dịch quốc khánh, ngày tết và các ngày đại lễ. Cờ lễ được ghép từ các lá cờ chữ, ghép xen kẽ một lá hình chữ nhật tiếp theo một lá tam giác hoặc hình thang, treo từ mũi tàu qua các cột cho đến lái tàu. Cần tăng thêm một dây mềm để khỏi bị đứt.

Cờ rủ được treo trong những ngày quốc tang theo thông báo của nhà nước Cộng hòa Xã Hội Chủ Nghĩa Việt nam. Khi treo cờ rủ thì kéo quốc kỳ lên tận đỉnh cột, sau đó kéo xuống lưng chừng ở 1/3 chiều dài của cột.

10.5.3 Thủ tục và phương pháp phát thông tin bằng cờ chữ

Tiến hành thông tin bằng cờ chữ có thể chia làm 3 bước : gọi, phát tin và kết thúc.

1. Gọi.

Có 4 trường hợp sau đây :

1) Gọi chiếc tàu đã biết hô hiệu của nó

Đầu tiên kéo cờ hô hiệu của tàu đó, sau đó dịch nội dung bản tin ra mã hiệu và kéo cờ mã hiệu.

2) Gọi chiếc tàu chưa biết hô hiệu của nó

Đầu tiên kéo cờ chữ "VF" có nghĩa là "Ông hãy kéo cờ hô hiệu của ông", hoặc có thể kéo cờ chữ "CS" có nghĩa là "Tên hoặc hô hiệu của tàu ông là gì?", đồng thời kéo cờ hô hiệu của tàu mình.

3) Gọi một chiếc tàu ở phương vị nào đó

Trong trường hợp có nhiều tàu, sử dụng phương pháp mục 2) nói trên không có hiệu quả thì phải lấy phương vị của tàu cần liên lạc, sau đó kéo cờ chữ "YQ" cùng với phương vị của tàu đó; mã hiệu đó có nghĩa là "Tôi muốn dùng ... (bảng mã hiệu số bổ sung I) để liên lạc với tàu ở phương vị ... của tôi".

Ví dụ : "YQ 6 AO45" có nghĩa là "Tôi muốn dùng cờ chữ quốc tế để liên lạc với tàu ở phương vị 45^0 của tôi".

4) Gọi tất cả tàu ở trong phạm vi tầm nhìn thấy.

Đầu tiên kéo cờ chữ "CQ" có nghĩa là "Tôi gọi tất cả các tàu hoặc trạm", sau đó nếu không cần trả lời thì kéo tiếp nội dung bản tin. Các tàu khi nhìn thấy tín hiệu như vậy cần nhận rõ ý nghĩa của tín hiệu và có giải pháp thích ứng.

2. Phát bản tin.

Nói chung, đợi sau khi tàu lạ trả lời mới kéo tiếp nội dung bản tin. Trong điều kiện thời tiết tốt có thể đồng thời kéo nội dung bản tin với tín hiệu gọi.

3. Kết thúc bản tin.

Kéo nhóm tín hiệu cuối cùng xuống và kéo "cờ đáp" lên biểu thị thông tin kết thúc.

10.5.4 Tàu nhận bản tin cờ chữ

Đối với tàu nhận tin, khi nhìn thấy có cờ gọi tàu mình và các tín hiệu có liên quan thì *kéo "cờ đáp" lên nửa dây cờ*, sau đó nếu đã hiểu đầy đủ nội dung thì *kéo cờ đáp lên đến đỉnh.*

Khi tàu phát tin kéo nhóm tín hiệu xuống thì tàu nhận tin kéo cờ đáp xuống nửa dây, sau khi tàu phát tin kéo tiếp nhóm tín hiệu thứ hai (nếu tiếp tục), khi tàu nhận tin đã hiểu nội dung của nhóm tín hiệu thứ hai thì lại kéo cờ đáp lên đỉnh cột, cứ như vậy tiếp tục cho đến khi tàu kia kéo lá cờ đáp là tín hiệu kết thúc bản tin, tàu nhận tin cũng hạ cờ đáp.

Nếu tàu nhận tin không hiểu rõ nội dung của tín hiệu thì vẫn giữ cờ đáp ở lưng chừng dây treo.

Nếu nhận rõ tín hiệu nhưng không hiểu nội dung thì kéo cờ chữ sau :

- "ZQ" có nghĩa là "Tín hiệu của ông hình như có chỗ sai, ông cần điều chỉnh và phát lại", hoặc,
- "ZL" có nghĩa là "Đã nhận được tín hiệu của ông nhưng không hiểu rõ".

Cần chú ý, thông thường khi thông tin bằng cờ chữ, một lần chỉ được kéo một dây cờ (có nghĩa là một nhóm tín hiệu hay vài nhóm tín hiệu treo trên cùng một dây), đợi tàu nhận tin trả lời (cờ đáp) mới hạ xuống và kéo nhóm tín hiệu khác.

Cờ chữ phải được kéo lên ở chỗ rộng thoáng không bị khối che lấp để tàu khác dễ nhận biết.

Cờ đáp của tàu nhận tin phải kéo sao cho dễ phân biệt cờ đáp, nửa dây và cờ đáp đến đỉnh cột.

Để tiết kiệm thời gian, cũng có thể kéo nhiều dây cờ cùng một lúc, nhưng phải cách xa cho dễ phân biệt.

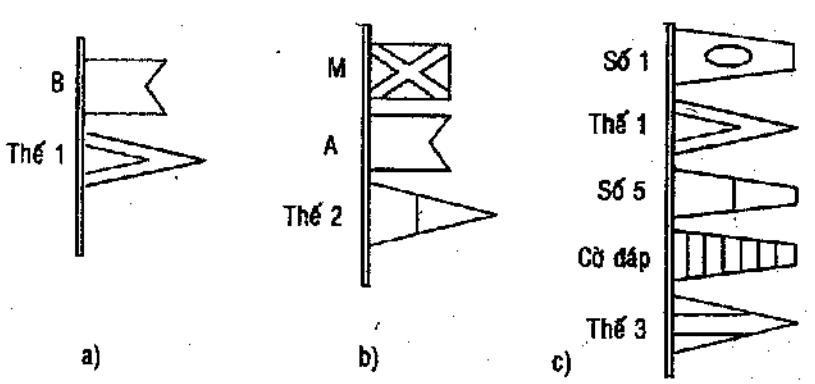
10.5.5 Tác dụng của cờ thế và cách sử dụng

Cờ thế dùng để thay thế cho cờ tín hiệu cùng loại (chữ hoặc số) trong cùng một nhóm mã hiệu, lặp lại một lần hoặc hai lần tín hiệu đó.

Cờ thế gồm có 3 lá, cờ thế 1, cờ thế 2 và cờ thế 3. Cờ thế 1 dùng để lặp lại lá cờ cùng loại thứ nhất trước nó. Cờ thế 2 dùng để lặp lại lá cờ cùng loại thứ hai, cờ thế 3 lặp lại lá cờ cùng loại thứ ba.

Số thứ tự thứ nhất, thứ hai và thứ ba đếm từ trên xuống, nếu trong một nhóm mã có cờ chữ và cờ số thì đếm theo thứ tự của cùng loại cờ. Một lá cờ thế 1 (hoặc thế 2 hoặc thế 3) chỉ được sử dụng một lần trong một nhóm tín hiệu. Khi cờ đáp sử dụng làm dấu chấm số thập phân thì không được tính như một lá cờ.

Dưới đây nêu một vài ví dụ về cấu tạo một nhóm cờ chữ và cách sử dụng cờ thế.



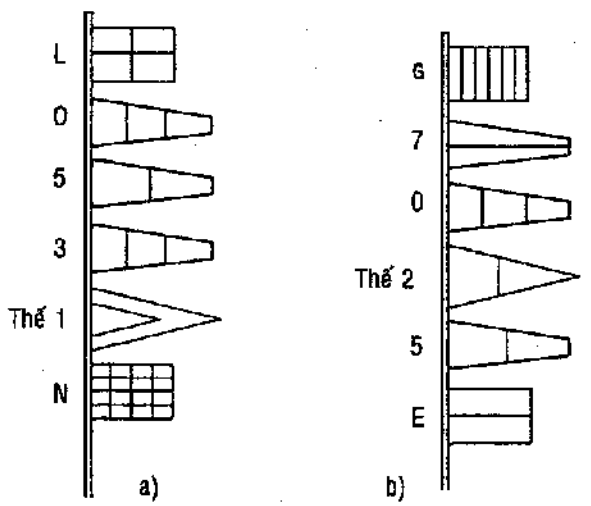
Hình 10.02

Ví dụ 1 : Tín hiệu chữ "BB" nghĩa là "Ông có thể hạ cánh xuống mặt boong của tôi". Cờ thế số 1 sẽ lặp lại chữ thứ nhất là chữ B, hình 10.02a.

Ví dụ 2 : Tín hiệu chữ "MAA" nghĩa là "Tôi cần sự chỉ đạo khẩn cấp về y tế". Kéo nhóm cờ chữ M chữ A và cờ thế 2, lá cờ thế 2 dùng để lặp lại chữ A thứ hai tính từ trên xuống, hình 10.02b.

Ví dụ 3 : Số 115.5, kéo nhóm cờ như sau, cờ số 1, cờ thế 1, cờ số 5, cờ đáp, cuối cùng là cờ thế 3. Cờ thế 1 dùng để lặp lại cờ số thứ nhất, cờ thế 3 dùng để lặp lại cờ số thứ 3. Cờ đáp biểu thị dấu chấm số thập phân, hình 10.02c.

Ví dụ 4 : Tín hiệu kinh độ vĩ độ. Vĩ độ $05^0$30'N, kinh độ $70^0$05'E, kéo nhóm cờ như hình 10.03 a,b.



Hình 10.03

Cờ thế 1 dùng lặp lại cờ số thứ nhất là số 0, cờ thế 2 lặp lại cờ số thứ hai cũng là số 0 .

10.5.6 Thông tin cờ chữ phát bằng minh ngữ

Trong thông tin bằng cờ chữ, đôi khi nội dung bản tin không thể dịch thành mã ngữ (vì không có đủ) thì phải phát bằng minh ngữ.

Trước khi phát thông tin bằng minh ngữ phải kéo cờ chữ "YZ", có nghĩa là "chữ (từ) sau đây dùng minh ngữ". Mỗi một lá cờ biểu thị một chữ, ghép lại thành từ và câu với nội dung rõ nghĩa không cần tra sách tín hiệu mã quốc tế.

Sau khi dùng minh ngữ muốn trở lại dùng mã ngữ, thì kéo chữ "YV", có nghĩa là "Các nhóm tín hiệu sau đây phát bằng mã quốc tế".

10.6 Thông tin bằng đèn tín hiệu

10.6.1 Các loại đèn tín hiệu sử dụng trên tàu

Trên mỗi tàu đều trang bị đèn tín hiệu (Signal Lamps) , các tàu có tổng trọng tải trên 150 tấn chạy các tuyến quốc tế cần được trang bị đèn tín hiệu đủ mạnh để có thể thông tin bằng đèn ban ngày, loại đèn này không những sử dụng nguồn điện tàu mà còn có thể sử dụng nguồn ắcquy.

Trên mỗi tàu có 2 loại đèn chớp tín hiệu, một loại lắp trên đỉnh cột, dùng manip đặt bên cánh gà buồng lái để phát tín hiệu. Loại đèn tín hiệu này có cường độ phát sáng yếu, chỉ sử dụng về ban đêm và thường bị can nhiễu của các cột đèn , nên khó phân biệt.

Loại đèn chớp thứ hai là loại đèn dùng nguyên tắc đóng mở cửa ánh sáng để phát tín hiệu, có thể gọi là đèn cửa chớp. Bên trong đèn có kính phản xạ nên ánh sáng tập trung rất mạnh. Đèn được đặt cố định và có cơ cấu phát ánh sáng (đóng mở cửa chớp). Cường độ sáng của đèn rất mạnh có thể sử dụng ban ngày.

Cùng một nguyên tắc đóng mở cửa ánh sáng, người ta còn chế tạo một loại đèn chớp tín hiệu cầm tay rất thuận lợi cho việc sử dụng, đó là đèn *Aldis*. Trong loại đèn chớp này bóng đèn phát ánh sáng bên trong được phủ một lớp màu đen không xuyên ánh sáng ở phần trên cùng, chung quanh bóng đèn có một ống tròn có thể di động tới lui nhờ tay điều khiển. Khi ống tròn chuyển tới thì ánh sáng bị che khuất, khi ống tròn thụt lùi thì ánh sáng được phát ra, khi sử dụng phải ngắm thẳng vào mục tiêu. Loại đèn chớp cầm tay này cũng có thể sử dụng với nguồn ắc quy.

10.6.2 Các tín hiệu thủ tục của phương pháp thông tin bằng morse đèn

Morse đèn có các tín hiệu thủ tục sau đây :

Tín hiệu	*Ý nghĩa , cách sử dụng*
$\overline{AAAA}$ v.v.:.	Gọi thông thường hoặc gọi tàu không biết tên và hô hiệu.
$\overline{TTTT}$ v..v...	Tín hiệu trả lời.
DE ...	Từ ... (đặt trước tên hoặc hô hiệu của tàu)
$\overline{EEEE}$ v.v...	Tín hiệu xóa, biểu thị chữ hoặc từ cuối cùng vừa phát là sai, sử dụng khi người phát tín hiệu phát sai một chữ, thì lập tức phát liên tục tín hiệu chữ E (biểu thị chữ hoặc nhóm tín hiệu cuối cùng đã sai) cho đến khi người nhận tin trả lời cũng bằng tín hiệu chữ E liên tục mới thôi.
	Sau đó người phát tin phát lại chữ đã sửa sai rồi phát tiếp bản tin. Nếu người phát tin muốn hủy cả bản tin thì đánh tín hiệu EEE …AR (có nghĩa là tôi hủy toàn bộ bản tin). Người nhận tin cũng phải trả lời bằng EEE … AR.
T	Đã nhận được một chữ hoặc một nhóm chữ (dùng cho người nhận tin)
$\overline{AAA}$	Dấu chấm câu hoặc dấu thập phân.
N	Tín hiệu trả lời phủ định
AS	Tín hiệu đợi hoặc chấm câu. Sử dụng như sau:
	- Phát riêng đơn độc hoặc phát sau khi hết một tín hiệu, biểu thị yêu cầu người nhận tin phải đợi, còn tiếp tục phát tin.
	- Phát xen kẽ giữa hai nhóm tín hiệu dùng để ngăn cách chúng, tránh nhầm lẫn.
RPT	Tín hiệu "lặp lại". Cách dùng như sau:
	a) Phát ra từ người phát tin có nghĩa là "Tôi lặp lại" nhưng nếu tiếp theo RPT không có chữ hoặc nhóm nào khác thì có nghĩa là yêu cầu

	người nhận tin " Lặp lại tín hiệu vừa nhận được". b) Phát ra từ người nhận tin có nghĩa là "Yêu cầu phát lại tín hiệu vừa mới phát". c) Phối hợp các tín hiệu "AA", hoặc "AB" hoặc "BN" hoặc "WA" hoặc "WB", đều do người phát tin phát đi, biểu thị người phát tin sẽ nhắc lại một đoạn nào đó của bản tin.
RPT AA	- Nhắc lại toàn bộ phần sau ... *Ví dụ :* RPT AA VESSEL có nghĩa là "Nhắc lại toàn bộ phần sau từ VESSEL".
RPT AB	- Nhắc lại toàn bộ phần trước ... *Ví dụ :* RPT AB MBP có nghĩa là "Nhắc lại toàn bộ phần trước nhóm MBP".
RPT BN	- Nhắc lại toàn bộ phần giữa ... và ... *Ví dụ :* RPT BN BOAT SUNK nghĩa là "Nhắc lại toàn bộ phần giữa từ BOAT và SUNK".
RPT WA	- Nhắc lại chữ hoặc nhóm ở sau phần ... *Ví dụ :* RPT WA MN nghĩa là "Nhắc lại nhóm sau MN".
RPT WB	- Nhắc lại chữ hoặc nhóm ở trước phần ... *Ví dụ :* RPT WB WRECK nghĩa là "Nhắc lại từ ở trước WRECK".
C	Tín hiệu khẳng định có nghĩa là "Đúng", hoặc khẳng định ý nghĩa của nhóm tín hiệu đứng trước nó.
R	Đã nhận được hoặc "Tôi đã nhận được tín hiệu cuối cùng của ông".
RQ	Nghi vấn hoặc có nghĩa "Ý nghĩa của nhóm tín hiệu trước nên hiểu là câu hỏi". *Ví dụ :* CW RQ có nghĩa là "Trên tàu có canô hoặc bè không ?"
$\overline{AR}$	Kết thúc toàn bộ bản tin.
YU hoặc INTERCO	Sau đây là mã hiệu quốc tế.

10.6.3 Phương pháp tiến hành thông tin bằng morse đèn

Thông tin bằng morse đèn được chia là 4 bước cơ bản như sau :

1. Gọi

Có hai cách gọi : Gọi thông thường và gọi tên hoặc hô hiệu của tàu hoặc đài đối phương.

1) Gọi thông thường

Đánh liên tục tín hiệu "AA AAAA ..."

2) Gọi tên hoặc hô hiệu

Phát hô hiệu hoặc tên của tàu muốn gọi liên tục.

Hai cách gọi trên đều phải phát liên tục cho đến khi người nhận nhận được và trả lời bằng tín hiệu "TTT...".

1. Làm quen

Đôi bên thông báo tên gọi cho nhau. Bên phát tin sau khi được trả lời thì phát tín hiệu "DE", tiếp theo phát tên hoặc hô hiệu của mình. Bên thu lặp lại toàn bộ tín hiệu đó rồi mới phát tên hoặc hô hiệu của tàu mình. Bên phát cũng phải lặp lại tên của bên nhận. Bước này được sử dụng cho những tàu không biết hô hiệu của nhau, đôi bên đều không xác định được phía bên kia là tàu gì.

3. Nội dung của bản tin.

Trong bản tin có thể gồm minh ngữ hoặc mã ngữ. Bên phát tin lần lượt phát từng từ một. Khi sử dụng các nhóm mã hiệu thì phải bắt đầu bằng chữ "YU", nếu trong tín hiệu có lẫn tên hoặc địa điểm thì vẫn sử dụng minh ngữ. Bên nhận tin cứ sau mỗi từ hoặc nhóm mà nhận được phải trả lời bằng chữ "T", biểu thị đã nhận được từ ấy. Nếu muốn bên nhận lặp lại thì phát tín hiệu "RPT", nếu bên nhận lặp lại chính xác thì đánh tín hiệu "OK", Nếu phía bên nhận tin nhắc lại không chính xác thì bên phát tin phải nhắc lại cho đến khi bên nhận tin nhận chính xác mới thôi.

4. Kết thúc bản tin.

Sau khi bên phát phát hết nội dung bản tin thì phát tín hiệu kết thúc "AR", biểu thị bản tin đã kết thúc, bên nhận tin trả lời bằng tín hiệu "R".

Trong quá trình thông tin khi hai tàu đã biết nhau hoặc vừa liên lạc với nhau, để tiết kiệm thời gian, có thể bỏ qua bước "gọi" và " làm quen".

Ví dụ 1,

Minh ngữ

Tàu X (hô hiệu GHAH) hỏi tàu Y (hô hiệu HPOB)

- "What is your maximum draught?" (khi trả lời có thể bỏ qua thủ tục *gọi* và *làm quen*). Cách phát như sau:

Bước	*Bên phát là tàu X hô hiệu GHAH*		*Bên nhận là tàu Y hô hiệu HPOB*	
Gọi	Phát	AAAAAA ...	Đáp	TTTT ...
Làm quen	Phát Nhắc	DE GHAH HPOB	Nhắc Phát	DE GHAH HPOB
Nội dung bản tin	Phát Phát Phát Phát Phát	What is yours maximun draught	Đáp Đáp Đáp Đáp Đáp	T T T T T
Kết thúc	Phát	AR	Đáp	R

- Tàu Y trả lời tàu X : "My maximum draught is 9.3m".

	Bên phát là tàu Y		*Bên nhận là tàu X*	
Nội dung Bản tin	Phát	My	Đáp	T
	Phát	maximum	Đáp	T
	Phát	draught	Đáp	T
	Phát	is	Đáp	T
	Phát	9 AAA 3		
	Đáp	T	Phát	RPT
	Phát	9 AAA 3	Đáp	T
	Phát	M	Đáp	T
	Phát	$\overline{AR}$	Đáp	R

Ví dụ 2 : Mã ngữ. Tàu có hô hiệu HPOC đánh cho tàu có hô hiệu GHSS, nội dung "Can I transfer rescued persons to you?". Nội dung này tra trong sách mã quốc tế có mã hiệu là "HD".

Bước	*Tàu HPOC phát*	*Tàu GHSS nhận*
Gọi	AAAAAA ...	TTTT ...
Làm quen	DE PHOC	DE PHOC (nhắc)
	GHSS (nhắc)	GHSS
Nội dung	YU	T
	HD	T
	$\overline{AR}$	R

Trong đó "YU" biểu thị "nhóm sau đây dùng mã hiệu quốc tế".

10.7 Tín hiệu Morse, cách phiên âm chữ cái và công dụng của nó

Mấy chục năm gần đây, thông tin liên lạc bằng vô tuyến điện thoại trên biển phát triển rất rộng rãi, tất cả các cảng, tàu đều có trang bị VHF, thông tin giữa tàu và cảng, giữa tàu và tàu v.v... rất thuận lợi. Để cho thuận tiện trong quá trình thông tin liên lạc, trong Quy tắc thông tin quốc tế đã thống nhất quy định cách phát âm các chữ cái và chữ số để sử dụng trong thông tin vô tuyến điện thoại hoặc thông tin bằng loa.

TÍN HIỆU MORSE

CHỮ CÁI			
A	• –	N	– •
B	– • • •	O	– – –
C	– • – •	P	• – – •
D	– • •	Q	– – • –

E	•	R	•—•
F	••—•	S	•••
G	——•	T	—
H	••••	U	••—
I	••	V	•••—
J	•———	X	—••—
K	—•—	W	•——
L	•—••	Y	—•——
M	——	Z	——••
CHỮ SỐ			
1	•————	6	—••••
2	••———	7	——•••
3	•••——	8	———••
4	••••—	9	————•
5	•••••	0	—————

PHIÊN ÂM CÁC CHỮ CÁI

Chữ cái	*Tín hiệu thay thế*	*Cách phát âm (Theo tiếng Anh)*
A	Alfa	AL FAH
B	Bravo	BRAH VOH
C	Charlie	CHAR LEE
D	Delta	DELL TAH
E	Echo	ECK OH
F	Foxtrot	FOKS TROT
G	Golf	GOLF
H	Hotel	HOH TELL
I	India	IN DEE AH
J	Juliett	JEW LEE ETT
K	Kilo	KEY LOH
L	Lima	LEE MAH
M	Mike	MIKE
N	November	NO VEM BER
O	Occar	OSS CAH
P	Papa	PAH PAH
Q	Quebec	KEH BECK
R	Romeo	ROW ME OH
S	Sierra	SEE AIR RAH
T	Tango	TANG GO
U	Uniform	YOU NEE FORM

V	Victor	VIK TTAH
W	Whiskey	WISS KEY
X	X – ray	ECKS RAY
Y	Yankee	YANG KEY
Z	Zulu	ZOO LOO

PHIÊN ÂM CHỮ SỐ

Chữ số	*Tín hiệu thay thế*	*Cách phát âm (theo tiếng Anh)*
0	Nadazero	NAH DAH ZAY ROH
1	Unaone	OO NAH WUN
2	Bissotwo	BEES SOH TOO
3	Terrathree	TAY RAH TREE
4	Kartefour	KAR TAY FOWER
5	Pantafive	PAN TAH FIVE
6	Soxisix	SOK SEE SIX
7	Setteseven	SAY TAY SEVEN
8	Oktoeight	OK TOH AIT
9	Novenine	NO VAY NINER
Dấu chấm thập phân	Decimal	DAY SEE MAL
Chấm câu	Stop	STOP

Ghi chú : trọng âm của mỗi âm tiết như nhau.

10.8 Phương pháp thông tin bằng vô tuyến điện thoại

Trong trường hợp gặp khó khăn về ngôn ngữ phải dùng đến mã hiệu quốc tế theo quy định của Liên đoàn điện tín quốc tế thì chữ cái và số đều phải dùng phương pháp phiên âm để đọc.

Thủ tục thông thường trong vô tuyến điện thoại như sau :

10.8.1 Cách gọi

Khi gọi tàu hay trạm bờ nên dùng tên để gọi (hoặc hô hiệu), như sau :

- Tên hoặc hô hiệu của trạm bạn, mỗi lượt gọi không quá 3 lần.
- "DE" (DELTA ECHO)
- Tên hoặc hô hiệu của tàu ta, mỗi lượt gọi nhắc lại không quá 3 lần.

(sau khi thiết lập liên lạc giữa đôi bên, không cần nhắc tên hoặc hô hiệu quá một lần).

10.8.2 Cách trả lời

Sau khi nghe tàu khác gọi tên mình thì trả lời như sau :

- Tên hoặc hô hiệu của tàu hoặc trạm gọi, không quá 3 lần.

- "DE" (DELTA ECHO)

- Tên hoặc hô hiệu của tàu hoặc trạm mình, không quá 3 lần.

10.8.3 Trao đổi thông tin

1. Gọi tất cả các tàu chung quanh thì phải dùng nhóm mã "CO" (CHARLEE QUEBEC), mỗi lượt gọi không nhắc lại quá 3 lần.
2. Khi muốn biểu thị phần tiếp theo dùng nhóm mã hiệu quốc tế thì phát từ "INTERCO". Trong bản tin nếu có tên hoặc địa điểm thì vẫn dùng minh ngữ (phiên âm từng chữ một), trong trường hợp như vậy, ở phía trước tên hoặc địa điểm phải phát mã hiệu "YZ" (YANKEE ZULU)
3. Nếu bên nhận tin không thể thiết lập liên lạc ngay lập tức mà yêu cầu trạm phát phải đợi, thì đánh nhóm mã "AS" (ALFA SIERRA), có thể phát thêm tiếp theo số phút phải chờ đợi.
4. Khi muốn nhắc lại toàn bộ hoặc một phần bản tin thì dùng tín hiệu "RPT" (REMEO PAPA TANGO), tùy yêu cầu có thể thêm các nhóm AA, hoặc AB hoặc AN hoặc WA hoặc WB ở phía sau (ý nghĩa của nó xem ở phần tín hiệu thủ tục ở phần phía trước).
5. Mỗi lần nhận được một nhóm mã thì biểu thị bằng "R" (ROMEO).
6. Khi kết thúc bản tin thì biểu thị bằng tín hiệu "AR" (ALFA ROMEO).

Nói chung nếu không có khó khăn gì về ngôn ngữ, việc liên lạc giữa các tàu và các trạm với nhau đều tiến hành bằng minh ngữ như hiện nay vẫn áp dụng trong thông tin VHF trên khắp thế giới.

10.9 Phương pháp thông tin bằng cờ tay

10.9.1 Tín hiệu cờ tay

Dùng cờ hoặc cánh tay phát tín hiệu morse chỉ gồm có 5 động tác rất dễ nhớ và sử dụng tiện lợi, các động tác mô tả trên hình 10.04.

Trong điều kiện sóng to gió lớn, để có thể đứng vững được khi đánh tín hiệu, có thể dùng một cánh tay để phát còn cánh tay kia thì vịn vào nơi chắc chắn. Tất nhiên cờ tay chỉ có thể sử dụng ở khoảng cách ngắn.

10.9.2 Phương pháp thông tin bằng cờ tay

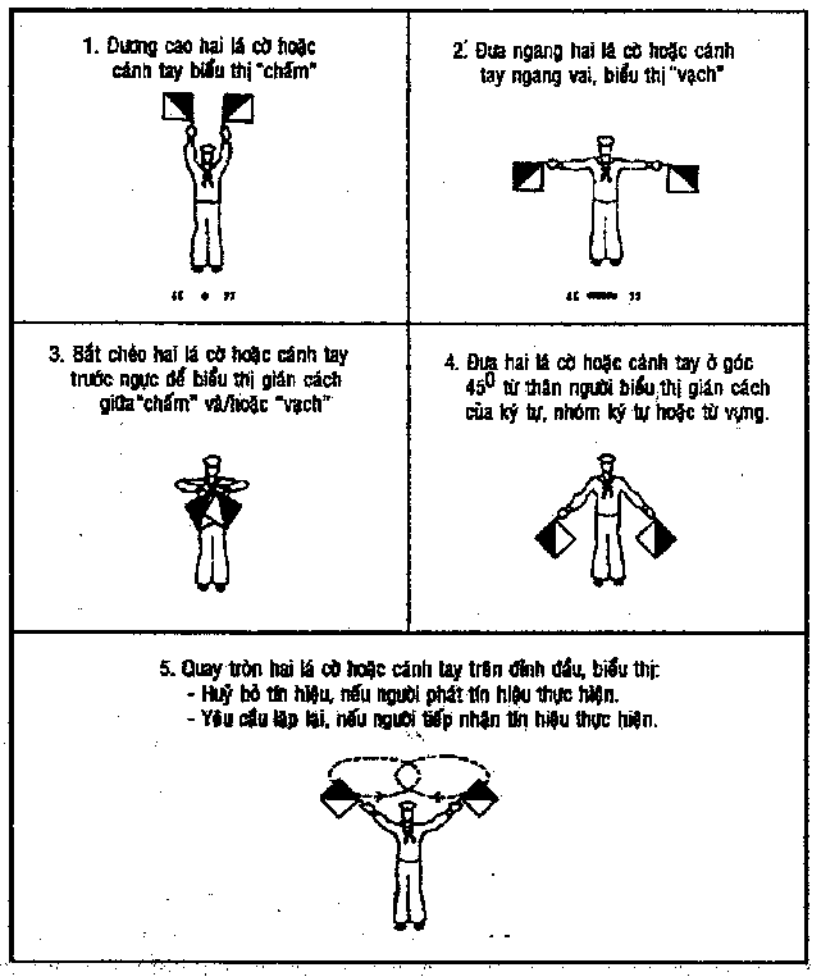
1. Người phát dùng tín hiệu "AA AA AA ..." để gọi người nhận, cũng có thể dùng bất cứ một hình thức thông tin nào đó để phát về phía người nhận tín hiệu "K2", biểu thị " Tôi muốn dùng morse cờ tay để liên lạc với ông". Khi phát tin sai, có thể biểu thị bằng tín hiệu xóa.
2. Bên nhận tin khi nhìn thấy tín hiệu gọi thì trả lời bằng tín hiệu "TTT ...". Trong quá trình thông tin mỗi khi thu nhận được một từ thì trả lời bằng "T".

Nếu không rõ thì dùng tín hiệu yêu cầu lặp lại RPT.

Nếu bản thân mình không biết thông tin bằng phương pháp này thì dùng một phương pháp thông tin nào đó trả lời cho trạm phát tin bằng tín hiệu "YS2", có nghĩa là "Tôi không thể sử dụng morse cờ tay để liên lạc".

3. Tất cả các tín hiệu đều có thể dùng tín hiệu "AR" biểu thị kết thúc.
4. Khi đánh tín hiệu, khoảng cách giữa "chấm" và "vạch", cũng như khoảng cách giữa các chữ không có quy định cụ thể, nhưng phải cố gắng phát rõ ràng để người nhận có thể nhận biết được dễ dàng.
5. Thông thường có thể dùng hai cánh tay để phát tín hiệu, nhưng lúc khó khăn có thể dùng một tay.

BẢNG TÍN HIỆU MORSE BẰNG CỜ TAY VÀ CÁNH TAY



Hình 10.04

10.10 Phương pháp thông tin bằng âm thanh

Phương pháp thông tin bằng âm thanh cơ bản cũng giống như thông tin bằng đèn, dùng một dụng cụ nào đó để phát ra âm thanh ngắn dài biểu thị tín hiệu morse "chấm" và "vạch". Do

đặc điểm của dụng cụ sử dụng, mà tín hiệu phát ra phải thật chậm, rõ ràng và nội dung thật ngắn gọn.

Nếu trên mặt biển mà phát ra những âm thanh không chính xác sẽ gây nên hiểu nhầm dẫn tới tình trạng lộn xộn mất an toàn, cho nên trong sương mù nên giảm sử dụng thông tin bằng âm thanh. Trừ trường hợp buộc phải sử dụng những tín hiệu một chữ.

Việc thông tin bằng âm thanh chỉ được sử dụng trong những trường hợp thật khẩn cấp; ở những tuyến luồng, cửa khẩu tàu thuyền đi lại đông đúc, cấm không được sử dụng.

Cũng vì những lý do trên, khi nhận tin không cần phải trả lời tín hiệu chữ "T", đợi đến khi tàu phát tín hiệu "AR", tàu nhận tin mới phát tín hiệu "R" để trả lời.

Ví dụ : Tàu X phát tín hiệu bằng âm thanh cho tàu Y với một nội dung là "Tình trạng dò nước đang nhanh chóng gia tăng".

Nếu dùng mã ngữ thì tra nội dung trên có mã hiệu là "JX"

Bản tin được phát đi như sau :

Bước	*Tàu X phát*		*Tàu Y nhận*	
Gọi	Phát	AA AA AA ...	Đáp	TTT ... (không cần trả lời; nếu không rõ, yêu cầu phát lại : RPT)
Nội dung bản tin	Phát	YU		
	Phát	JX		
Kết thúc	Phát	AR	Đáp	R

Chú ý, nếu dùng âm thanh để phát tín hiệu một chữ mà chữ đó có dấu (*) thì chỉ có thể phát theo quy định của quy tắc tránh va quốc tế.

Muốn phát nội dung trên bằng minh ngữ, thì sau khi gọi và được trả lời từ tàu nhận tin thì có thể phát nội dung "Leak is gaining rapidly", sau đó phát tín hiệu "AR".

10.11 Phương pháp thông tin bằng vô tuyến điện

10.11.1 Các tín hiệu " MAYDAY", "PAN" hoặc "SECURITE" , tín hiệu "SOS"

Khi nhận được bất cứ một bản điện tín nào mà có những chữ sau đây đặt ở trước bức điện đều có liên quan đến vấn đề an toàn,

1. **MAYDAY** (Lâm nạn)

Biểu thị một chiếc tàu, một chiếc máy bay hoặc một phương tiện giao thông đang gặp tai nạn rất nghiêm trọng và nguy hiểm cần được sự giúp đỡ ngay. "MAYDAY" bắt nguồn từ tiếng Pháp "M'aider" (Hãy cứu tôi).

2. **PAN** (Khẩn cấp)

Biểu thị trạm gọi đang có một bản tin hết sức khẩn cấp cần được phát đi, có liên quan đến vấn đề an toàn của một chiếc tàu, một chiếc máy bay hoặc một phương tiện giao thông, hoặc an toàn của nhân viên.

3. **SECURITE** (An toàn)

Biểu thị bản đài sẽ phát một bản tin có liên quan đến an toàn hô hiệu hoặc phát thông báo khí tượng quan trọng.

4. **SOS**

Đó là tín hiệu khẩn cấp khi lâm nạn được hội nghị thông tin vô tuyến điện năm 1912 quy định, phát đi bằng moóc "• • • – – – • • •"

Lúc đầu đó chỉ là một loại tín hiệu quy định cho tiện lợi, dễ nhớ không có ý nghĩa riêng biệt nào ngoài ý nghĩa đã quy định. Về sau người ta quen hiểu chữ SOS thành chữ viết tắt của "Save our Ship" hoặc "Suspend other Service" ... có nghĩa là "Hãy cứu giúp tàu chúng tôi" hoặc "Hãy tạm dừng lại các công việc khác".

10.11.2 Sử dụng vô tuyến điện thoại phát tín hiệu gọi cấp cứu

(Xem Chương 13 - GMDSS)

10.12 Tín hiệu báo nạn

10.12.1 Tín hiệu báo nạn quy định trong quy tắc tránh va 1972

Khi tàu thuyền bị lâm nạn cần gọi cấp cứu phải biểu thị đồng thời hoặc một trong các tín hiệu sau đây :

1. Cách chừng một phút phát một tiếng nổ.
2. Dùng thiết bị còi sương mù phát âm thanh liên tục.
3. Cách một khoảng thời gian ngắn phóng một pháo hoa có ánh sáng đỏ, hoặc đạn tín hiệu sao đỏ.
4. Dùng vô tuyến điện báo hoặc bất kỳ phương pháp thông tin nào phát tín hiệu "SOS".
5. Dùng vô tuyến điện thoại phát bằng khẩu ngữ chữ "MAYDAY".
6. Treo tín hiệu N.C theo quy tắc thông hiệu quốc tế.
7. Dùng một quả bóng tròn hoặc bất cứ vật gì hình cầu đặt trên hoặc ở dưới lá cờ hình vuông rồi treo lên trên cao.
8. Đốt lửa trên tàu.
9. Dùng pháo hiệu dù hoặc pháo hiệu cầm tay phát ánh sáng đỏ.
10. Dùng pháo khói phát ra khói màu da cam.
11. Dùng hai cánh tay duỗi thẳng đưa lên đưa xuống chầm chậm và lặp đi lặp lại nhiều lần.
12. Tín hiệu báo động bằng vô tuyến điện báo (The radiotelegraph alarm signal)
13. Tín hiệu báo động bằng vô tuyến điện thoại (The radiotelephone alarm signal.)
14. Tín hiệu phát bằng EPIB (Signals transmitted by emergency position-indicating beacons.)

Chú ý : Ngoài mục đích biểu thị tàu thuyền đang lâm nạn cần cấp cứu ngay, không được sử dụng các tín hiệu trên tàu cũng như những tín hiệu dễ nhầm lẫn với chúng vào bất cứ một mục đích nào khác.

10.12.2 Nghĩa vụ của tàu thuyền khi nghe tín hiệu gọi cấp cứu theo quy định quốc tế

1. Thuyền trưởng của tàu thuyền trên biển khi nhận được tín hiệu cấp cứu của các tàu thuyền, máy bay, canô, phao bè đang lâm nạn cần phải quay mũi tàu chạy về hướng có người bị lâm nạn, đồng thời cố gắng thông báo cho họ là mình đang đến trợ giúp. Nếu tàu mình không thể đến trợ giúp hoặc vì một lý do đặc biệt nào đó nhận thấy việc đến giúp là không cần thiết và hợp lý thì phải ghi lý do của việc không đến cứu những người đang lâm nạn vào nhật ký hàng hải.

2. Thuyền trưởng của tàu lâm nạn sau khi đã cố gắng thương lượng với các tàu đang trên đường chạy đến để trợ giúp có quyền trưng tập một hoặc vài tàu trong số các tàu có khả năng trợ giúp đang chạy đến. Thuyền trưởng của tàu hoặc các tàu được trưng tập có nghĩa vụ chấp nhận trưng tập và tiếp tục chạy hết tốc độ đến giúp những người lâm nạn.

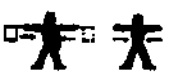
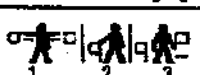
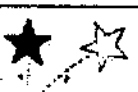
3. Thuyền trưởng một chiếc tàu, khi biết một chiếc tàu hoặc một số tàu khác đã được trưng tập và chấp nhận trưng tập thì có thể xem như được giải tỏa khỏi nghĩa vụ đã được quy định trong điều 1 ở trên.

4. Những tàu đi trợ giúp, nếu nhận được thông báo của tàu lâm nạn hoặc của các tàu khác đã đến chỗ tai nạn rằng không cần thiết trợ giúp nữa, thì có thể giải tỏa khỏi nghĩa vụ của điểm thứ 1. Nếu tàu đang chạy tới cứu trợ là chiếc tàu được tàu bị nạn trưng tập, nhưng lúc này tàu bị nạn không cần sự trợ giúp nữa, thì chiếc tàu đó được giải tỏa khỏi nghĩa vụ của điểm thứ 2 nói trên.

10.12.3 Tín hiệu cứu sinh

1. Hướng dẫn đổ bộ cho xuồng nhỏ và người bị nạn (Hình 10.05)

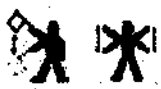
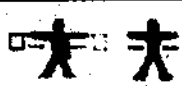
I. HƯỚNG DẪN TÍN HIỆU ĐỔ BỘ CHO XUỒNG NHỎ VÀ THUYỀN VIÊN HOẶC NGƯỜI BỊ NẠN

	TÍN HIỆU BẰNG TAY	TÍN HIỆU ĐÈN	TÍN HIỆU KHÁC	Ý NGHĨA
Ban ngày	 Đưa lên xuống một lá hoặc cánh tay cờ trắng	 hoặc bắn pháo hiệu màu xanh hình sao	hoặc phát mã chữ K bằng đèn hoặc âm thanh	Đây là chỗ đổ bộ tốt nhất
Ban đêm	 Đưa lên xuống một đèn trắng hoặc một bó đuốc	 hoặc bắn pháo hiệu màu xanh hình sao	hoặc phát mã chữ K bằng đèn hoặc âm thanh	
Ban ngày	 Cờ trắng hoặc cánh tay đưa ra đưa vào theo chiều ngang	 hoặc bắn pháo hiệu màu xanh hình sao	hoặc phát mã chữ S bằng đèn hoặc âm thanh	Đổ bộ chỗ này rất nguy hiểm
Ban đêm	 Đèn hoặc ngọn đuốc đưa ra vào theo chiều ngang	 hoặc bắn pháo hiệu màu đỏ hình sao	hoặc phát mã hiệu chữ S bằng đèn hoặc âm thanh	
Ban ngày	 1 2 3 1.Cờ trắng đưa ra đưa vào tiếp theo 2. Đặt cờ trắng xuống đất và 3. mang lá cờ trắng khác đi về hướng chỉ định	 1. Bắn pháo hiệu đỏ hình sao theo chiều đứng và 2. bắn tiếp một pháo hiệu hình sao trắng theo hướng đổ bộ tốt hơn.	1. hoặc phát mã hiệu chữ S(···) tiếp theo sau là chữ R(· – ·) nếu có một chỗ đổ bộ tốt hơn cho xuống bị nạn ở bên phải hướng tiếp cận, 2. hoặc phát mã hiệu chữ S(...) tiếp theo sau là chữ L(· – · ·) nếu có một chỗ đổ bộ tốt hơn cho xuống bị nạn ở bên trái hướng tiếp cận.	Đổ bộ ở đây rất nguy hiểm. Một vị trí đổ bộ thuận tiện hơn theo hướng được chỉ định
Ban đêm	 1 2 3 1. Đèn trắng hoặc ngọn đuốc đưa ra đưa vào, tiếp theo 2. đặt đèn trắng hoặc đuốc xuống đất và 3. mang chiếc đèn trắng khác đi về phía chỉ định.	 1. Bắn pháo hiệu đỏ hình sao theo chiều đứng và 2. bắn tiếp một pháo hiệu hình sao trắng theo hướng đổ bộ tốt hơn.	1. hoặc phát mã hiệu chữ S(···) tiếp theo sau là chữ R(· – ·) nếu có một chỗ đổ bộ tốt hơn cho xuống bị nạn ở bên phải hướng tiếp cận, 2. hoặc phát mã hiệu chữ S(...) tiếp theo sau là chữ L(· – · ·) nếu có một chỗ đổ bộ tốt hơn cho xuống bị nạn ở bên trái hướng tiếp cận.	

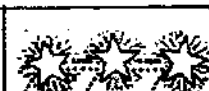
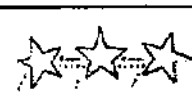
Hình 10.05

2. Tín hiệu áp dụng cho việc sử dụng phương tiện cứu sinh trên bờ (Hình 10.06).
3. Trả lời từ trạm cứu sinh hoặc đơn vị cứu nạn cho tín hiệu cứu nạn phát từ tàu hoặc người bị nạn (Hình 10.06).

II. TÍN HIỆU ÁP DỤNG CHO VIỆC SỬ DỤNG PHƯƠNG TIỆN CỨU SINH TRÊN BỜ

	TÍN HIỆU BẰNG TAY	TÍN HIỆU ÁNH SÁNG	TÍN HIỆU KHÁC	Ý NGHĨA
Ban ngày	 Cờ trắng hoặc cánh tay nâng hạ chiều đứng	 hoặc bắn pháo hiệu hình sao màu xanh		Nghĩa chung: khẳng định. Đặc biệt: dây rocket, balăng, dây cáp đầu dã giữ chặt - hãy kéo.
Ban đêm	 Đèn trắng hoặc pháo xoè nâng hạ chiều đứng	 hoặc bắn pháo hiệu hình sao màu xanh		
Ban ngày	 Cờ trắng hoặc cánh tay đưa ra, vào chiều ngang	 hoặc bắn pháo hiệu hình sao màu đỏ		Nghĩa chung: phủ định. Đặc biệt: nới lỏng, dừng kéo
Ban đêm	 Cờ trắng hoặc cánh tay đưa ra, vào chiều ngang	 hoặc bắn pháo hiệu hình sao màu đỏ		

III. TRẢ LỜI TỪ TRẠM CỨU SINH HOẶC ĐƠN VỊ CỨU NẠN CHO TÍN HIỆU CỨU NẠN PHÁT TỪ TÀU HOẶC NẠN NHÂN

Ban ngày		 Tín hiệu khói màu da cam	 hoặc từng nhóm pháo hiệu hoặc âm thanh gồm 3 tín hiệu được phát lên cách quảng chừng 1 phút	Đã nhìn thấy anh, sẽ trợ cứu ngay lập tức (tín hiệu lặp lại có cùng ý nghĩa)
Ban đêm		 Rocket màu trắng gồm 3 tín hiệu bắn lên cách quảng chừng 1 phút		

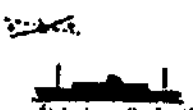
Hình 10.06

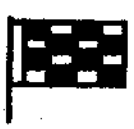
4. Tín hiệu nhìn thấy từ máy bay phát xuống mặt biển (Hình 10.07)

5. Tín hiệu nhìn thấy phát từ mặt biển cho máy bay (Hình 10.08)

IV. TÍN HIỆU NHÌN THẤY TỪ MÁY BAY PHÁT XUỐNG MẶT BIỂN

TÍN HIỆU TỪ MÁY BAY TÌM KIẾM VÀ CỨU NẠN PHÁT TRỰC TIẾP CHO MÁY BAY, TÀU VÀ NGƯỜI BỊ NẠN

Thủ tục do máy bay thực hiện			Ý nghĩa
 1. Bay vòng quanh tàu ít nhất 1 lần	 2. Bay cắt hướng đi của tàu phía gần mũi ở độ cao thấp, nghiêng cánh (xem Ghi chú)	 3. Đầu máy bay chỉ theo hướng đi của tàu	Máy bay cứu nạn đang hướng về máy bay hoặc tàu bị nạn. (Lặp lại tín hiệu này có cùng ý nghĩa)
4. Bay qua vết sau tàu ở độ cao thấp và nghiêng cánh (xem Ghi chú)  GHI CHÚ: Mở, đóng tay ga, thay đổi bước cánh quạt cũng được áp dụng để thay thế nhằm thu hút sự chú ý của tàu thay vì đảo cánh. Tuy nhiên, cách này hình thành tín hiệu âm thanh kém hiệu quả hơn là tín hiệu đảo cánh có thể nhìn thấy, vì tiếng động rất lớn trên boong tàu.			Sự hỗ trợ cho tàu này không còn cần thiết nữa. (Lặp lại tín hiệu này có cùng ý nghĩa)

Tín hiệu dùng cho tàu bị nạn trả lời cho máy bay cứu nạn			Ý nghĩa
 Cờ đáp Kéo cờ chữ "Code và Answering" Close up	 hoặc đổi hướng đi của tàu	— hoặc phát tín hiệu morse chữ T bằng đèn	Xác báo, đã nhận tín hiệu của máy bay
 Kéo cờ chữ N		— • hoặc phát tín hiệu morse chữ N bằng đèn.	Biểu thị không thể tuân theo

Hình 10.07

V. TÍN HIỆU NHÌN THẤY PHÁT TỪ MẶT BIỂN CHO MÁY BAY

Thông tin từ xuống hoặc người bị nạn cho máy bay

Dùng đèn pin, đèn tín hiệu hoặc cờ chữ phát mã hiệu quốc tế hoặc mình ngữ	hoặc	Dùng tín hiệu nhìn thấy hiển thị trên mặt boong hoặc mặt đất	
Nội dung thông tin		Mã hiệu quốc tế	Tín hiệu nhìn thấy của CAO
- Yêu cầu hỗ trợ		V	V
- Yêu cầu giúp đỡ y tế		W	X
- Không hoặc phủ định		N	N
- Đúng hoặc khẳng định		C	Y
- Tiến tới theo hướng này			↑

Trả lời từ máy bay khi nhìn thấy tín hiệu bởi ở mục V từ xuống hoặc người bị nạn — Ý nghĩa

 Thả xuống bản tin	 hoặc đảo cánh (ban ngày)	 hoặc nháy đèn hạ cánh hoặc đèn hành trình tắt mở hai lần (khi trời tối)	hoặc Tín hiệu morse chữ T hoặc chữ R bằng đèn	Dùng bất cứ tín hiệu nào thích hợp	Tôi đã hiểu bản tin
 Bay thẳng cân bằng không đảo cánh	 Hoặc chớp tín hiệu morse RPT bằng đèn	Hoặc sử dụng bất cứ tín hiệu nào phù hợp			Không hiểu bản tin (nhắc lại)

Hình 10.08

11

CHẤP HÀNH QUY TẮC PHÒNG TRÁNH ĐÂM VA TRÊN BIỂN

11.1 Khái quát Quy tắc phòng tránh tàu thuyền đâm va trên biển 1972

"Quy tắc phòng ngừa tàu thuyền đâm va trên biển 1972" (International regulations for preventing collisions at sea 1972- COLREGS 72) được Tổ chức hàng hải quốc tế (IMO) sửa đổi bổ sung và thông qua năm 1972, có hiệu lực ngày 15 tháng 7 năm 1977 trên cơ sở Quy tắc đã sửa đổi có hiệu lực từ 1965. Từ sau 1977 cho đến nay Quy tắc được bổ sung sửa đổi vài lần, lần sửa đổi cuối cùng có hiệu lực ngày 4 tháng 11 năm 1995. *Quy tắc phòng ngừa tàu thuyền đâm va trên biển 1972* thường gọi là ***Quy tắc tránh va 1972***, sau đây gọi tắt là COLREGS, Quy tắc hay QTTV.

Chính phủ nước ta đã công nhận và cho áp dụng Quy tắc này từ ngày 1 tháng 5 năm 1988 theo quyết định của Bộ giao thông vận tải số 771/QĐ-PC ngày 8 tháng 4 năm 1988 cho tất cả các phương tiện đi biển của Việt nam kể cả các tàu thuyền đánh cá.

Năm 2005, sau khi Bộ luật hàng hải Việt nam được quốc hội phê chuẩn, ngày 24 tháng 6 năm 2005, ngày 4 tháng 10 năm 2005 Bộ trưởng Bộ Giao thông vận tải đã ra quyết định số 49/2005/QĐ-BGTVT về việc áp dụng Quy tắc phòng tránh tàu thuyền đâm va trên biển năm 1972 (COLREGS 72) đã được sửa đổi bổ sung vào các năm 1981,1987,1989, 1993 và 2001 trong vùng cảng và trên biển cho các phương tiện đi biển của Việt nam.

Quy tắc tránh va được thông qua nhằm mục đích:

a) Để giữ an toàn ở mức độ cao trên biển, làm cơ sở cho các tàu thuyền (bao gồm thủy phi cơ) khi đến gần nhau trên biển có thể phối hợp hành động theo quy tắc để tránh hoặc giảm đến mức tối thiểu sự cố đâm va giữa các tàu thuyền.

b) Làm căn cứ luật pháp chủ yếu để xem xét, xử lý tranh chấp các sự cố đâm va trên biển. Khi có tàu thuyền đâm va nhau, có thể dùng các điều khoản của quy tắc để phân tích truy tìm nguyên nhân của sự cố, phán quyết trách nhiệm của đôi bên.

Quy tắc được áp dụng một cách rộng rãi cho tất cả các tàu thuyền kể cả thuỷ phi cơ, tàu quan sự, tàu công vụ ở trên biển và tất cả các khu vực thủy nối liền với biển mà tàu thuyền có thể chạy được.

Quy tắc tránh va có nhiều điều khoản, nhiều nội dung, ở đây chỉ tóm tắt, trích dẫn và giải thích những vấn đề thiết yếu nhất. Đọc phần tóm tắt, giải thích dưới đây không tách rời nguyên bản Quy tắc tránh va 1972 bằng tiếng Anh và tiếng Việt.

11.2 Các Quy định đèn, dấu hiệu và thanh hiệu trong Quy tắc tránh va 1972

11.2.1 Quy định đèn hiệu hành trình của tàu thuyền

11

CHẤP HÀNH QUY TẮC PHÒNG TRÁNH ĐÂM VA TRÊN BIỂN

11.1 Khái quát Quy tắc phòng tránh tàu thuyền đâm va trên biển 1972

"Quy tắc phòng ngừa tàu thuyền đâm va trên biển 1972" (International regulations for preventing collisions at sea 1972- COLREGS 72) được Tổ chức hàng hải quốc tế (IMO) sửa đổi bổ sung và thông qua năm 1972, có hiệu lực ngày 15 tháng 7 năm 1977 trên cơ sở Quy tắc đã sửa đổi có hiệu lực từ 1965. Từ sau 1977 cho đến nay Quy tắc được bổ sung sửa đổi vài lần, lần sửa đổi cuối cùng có hiệu lực ngày 4 tháng 11 năm 1995. *Quy tắc phòng ngừa tàu thuyền đâm va trên biển 1972* thường gọi là ***Quy tắc tránh va 1972***, sau đây gọi tắt là COLREGS, Quy tắc hay QTTV.

Chính phủ nước ta đã công nhận và cho áp dụng Quy tắc này từ ngày 1 tháng 5 năm 1988 theo quyết định của Bộ giao thông vận tải số 771/QĐ-PC ngày 8 tháng 4 năm 1988 cho tất cả các phương tiện đi biển của Việt nam kể cả các tàu thuyền đánh cá.

Năm 2005, sau khi Bộ luật hàng hải Việt nam được quốc hội phê chuẩn, ngày 24 tháng 6 năm 2005, ngày 4 tháng 10 năm 2005 Bộ trưởng Bộ Giao thông vận tải đã ra quyết định số 49/2005/QĐ-BGTVT về việc áp dụng Quy tắc phòng tránh tàu thuyền đâm va trên biển năm 1972 (COLREGS 72) đã được sửa đổi bổ sung vào các năm 1981,1987,1989, 1993 và 2001 trong vùng cảng và trên biển cho các phương tiện đi biển của Việt nam.

Quy tắc tránh va được thông qua nhằm mục đích:

a) Để giữ an toàn ở mức độ cao trên biển, làm cơ sở cho các tàu thuyền (bao gồm thủy phi cơ) khi đến gần nhau trên biển có thể phối hợp hành động theo quy tắc để tránh hoặc giảm đến mức tối thiểu sự cố đâm va giữa các tàu thuyền.

b) Làm căn cứ luật pháp chủ yếu để xem xét, xử lý tranh chấp các sự cố đâm va trên biển. Khi có tàu thuyền đâm va nhau, có thể dùng các điều khoản của quy tắc để phân tích truy tìm nguyên nhân của sự cố, phán quyết trách nhiệm của đôi bên.

Quy tắc được áp dụng một cách rộng rãi cho tất cả các tàu thuyền kể cả thuỷ phi cơ, tàu quan sự, tàu công vụ ở trên biển và tất cả các khu vực thủy nối liền với biển mà tàu thuyền có thể chạy được.

Quy tắc tránh va có nhiều điều khoản, nhiều nội dung, ở đây chỉ tóm tắt, trích dẫn và giải thích những vấn đề thiết yếu nhất. Đọc phần tóm tắt, giải thích dưới đây không tách rời nguyên bản Quy tắc tránh va 1972 bằng tiếng Anh và tiếng Việt.

11.2 Các Quy định đèn, dấu hiệu và thanh hiệu trong Quy tắc tránh va 1972

11.2.1 Quy định đèn hiệu hành trình của tàu thuyền

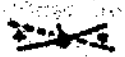
V. TÍN HIỆU NHÌN THẤY PHÁT TỪ MẶT BIỂN CHO MÁY BAY

Thông tin từ xuống hoặc người bị nạn cho máy bay

Dùng đèn pin, đèn tín hiệu hoặc cờ chữ phát mã hiệu quốc tế hoặc minh ngữ	hoặc	Dùng tín hiệu nhìn thấy hiển thị trên mặt boong hoặc mặt đất

Nội dung thông tin	Mã hiệu quốc tế	Tín hiệu nhìn thấy của ICAO
- Yêu cầu hỗ trợ	V	V
- Yêu cầu giúp đỡ y tế	W	X
- Không hoặc phủ định	N	N
- Đúng hoặc khẳng định	C	Y
- Tiến tới theo hướng này		T

Trả lời từ máy bay khi nhìn thấy tín hiệu nói ở mục V từ xuống hoặc người bị nạn

					Ý nghĩa
 Thả xuống bản tin	 hoặc đảo cánh (ban ngày)	 hoặc nhấy đèn hạ cánh hoặc đèn hành trình tắt mở hai lần (khi trời tối)	 Tín hiệu morse chữ T hoặc chữ R bằng đèn	Dùng bất cứ tín hiệu nào thích hợp	Tôi đã hiểu bản tin
 Bay thẳng cân bằng không đảo cánh	 Hoặc chớp tín hiệu morse RPT bằng đèn	Hoặc sử dụng bất cứ tín hiệu nào phù hợp			Không hiểu bản tin (nhắc lại)

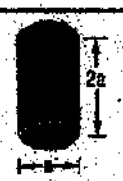
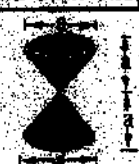
Hình 10.08

TÍNH CHẤT ĐÈN HIỆU CỦA TÀU THUYỀN

Loại đèn	*Màu sắc*	*Cung chiếu sáng phẳng*	*Cự ly nhìn thấy (Hải lý)*			
			L ≥ 50m	*20m ≤ L<50m*	*12m ≤ L<20m*	*L<12m*
Đèn cột	Trắng	225^0	6	5	3	2
Đèn mạn	Đỏ, Lục	$112,5^0$	3	2	2	1
Đèn lái	Trắng	135^0	3	2	2	2
Đèn lai kéo	Vàng	135^0	3	2	2	2
Đèn quay	Đỏ, lục trắng, vàng	360^0	3	2	2	2
Đèn chớp	Vàng	360^0	Tần số chớp 120 lần/phút hoặc lớn hơn			

11.2.2 Kích thước của dấu hiệu ban ngày dùng cho các loại tàu thuyền

DẤU HIỆU BAN NGÀY CỦA CÁC LOẠI TÀU THUYỀN

Hình quả cầu	Hình nón	Hình trụ	Hình thoi	Hai hình nón chậu đỉnh chóp
 a trên 0,6 mét	 a trên 0,6 mét	 a trên 0,6 mét	 a trên 0,6 mét	 a trên 0,6 mét

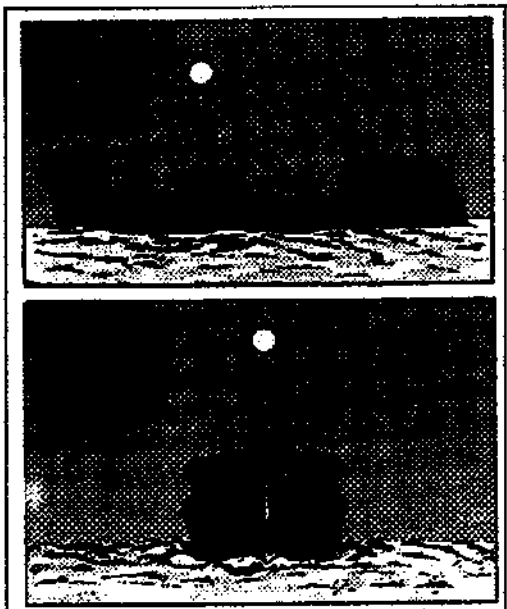
Hình 11.01

Ký hiệu trong bảng đèn hiệu và dấu hiệu:

L – chiều dài của tàu

11.2.3 Tổng hợp các quy định mang đèn và dấu hiệu ban ngày cho các loại tàu thuyền

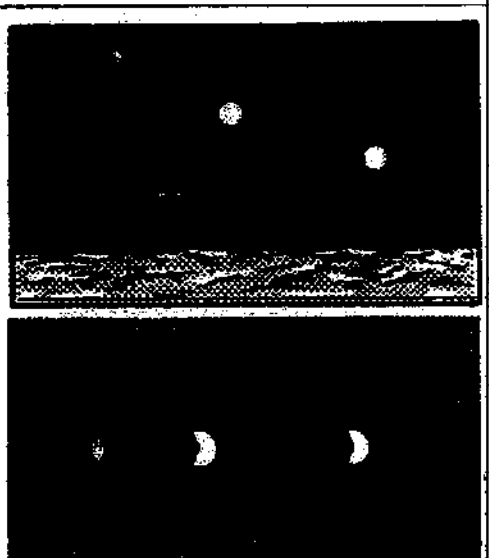
Xem hình 11.02 đến 11.11



Tàu thuyền máy dài dưới 50 mét đang hành trình ban đêm

Điều 23(a) Tàu thuyền máy dài dưới 50 mét đang hành trình ban đêm và trong tầm nhìn xa hạn chế từ lúc mọc trời lặn đến lúc mặt trời mọc phải trưng một đèn cột màu trắng, đèn mạn và một đèn lái màu trắng (không nhìn thấy trong hình)

Điều 23(c) Tàu thuyền máy dài dưới 12 mét, có thể thay thế các đèn được quy định ở khoản (a) của điều này bằng một đèn trắng chiếu sáng khắp bốn phía và các đèn mạn.



Tàu thuyền máy dài 50 mét trở lên đang hành trình ban đêm

Điều (23)(a)(ii) Tàu thuyền máy dài trên 50 mét, ngoài một đèn cột, đèn mạn và đèn lái còn phải mang đèn cột thứ hai ở phía sau và cao hơn đèn cột trước.

Hình 11.02

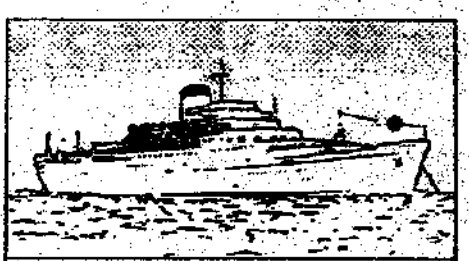


Điều 23(b) Tàu thuyền chạy trên đệm không khí ở trạng thái không có lồng chiếm nước, đang hành trình, ngoài những điều quy định ở khoản (a) của điều này, còn phải trang một đèn chớp vàng chiếu sáng bốn phía.

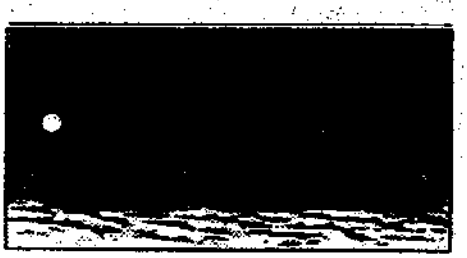


Tàu thuyền đang neo ban đêm

Điều 30(a) Tàu thuyền đang neo phải trưng ở nơi dễ nhìn thấy nhất một đèn trắng chiếu sáng bốn phía ở phía mũi và ở đuôi tàu hay một quả cầu vào ban ngày và ở phía lái hay gần lái tàu một đèn trắng khác chiếu sáng bốn phía, đặt thấp hơn đèn trắng phía trước.



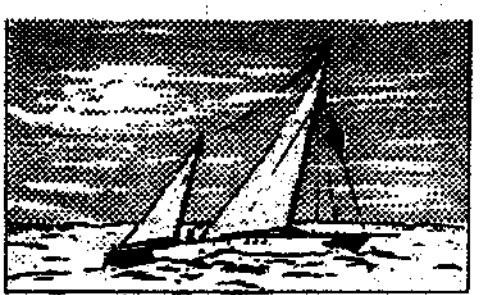
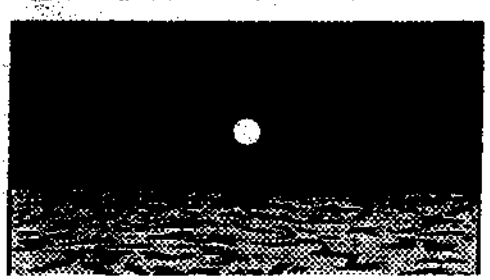
Tàu thuyền đang neo ban ngày



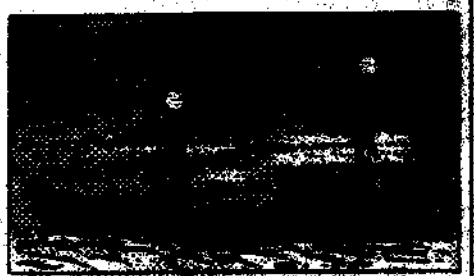
Tàu thuyền dài dưới 50 mét đang neo ban đêm

Điều 30(b) Tàu thuyền dài nhỏ hơn 50 mét khi neo chỉ cần trưng một đèn trắng chiếu sáng bốn phía ở nơi dễ nhìn thấy nhất thay cho các đèn ở điểm (a).

Hình 11.03

 Tàu thuyền buồm đang hành trình ban đêm (nhìn từ phía mũi)	Điều 25 Tàu thuyền buồm đang hành trình về ban đêm phải trưng các đèn mạn và đèn lái. Tàu thuyền buồm dài dưới 12 mét các đèn mạn và đèn lái có thể ghép lại thành một đèn ba màu đặt trên đỉnh cột nơi có thể nhìn thấy rõ nhất.
 Tàu thuyền buồm đang hành trình ban đêm mang thêm đèn cột trước	Tàu thuyền buồm đang hành trình, ngoài các đèn mạn và đèn lái có thể trưng ở đỉnh cột hoặc gần đỉnh cột buồm nơi nhìn thấy rõ nhất hai đèn chiếu sáng khắp bốn phía trên một đường thẳng đứng, đèn đỏ trên, đèn xanh lục ở dưới . Tàu thuyền buồm chiều dài dưới 7 mét, nếu không thể trưng các đèn nói trên thì có thể sẵn sàng một đèn pin hoặc thắp sẵn một đèn xách tay ánh sáng màu trắng để đưa ra kịp thời.
 Tàu thuyền vừa chạy buồm vừa chạy máy	Điều 25 (e) Tàu thuyền vừa chạy buồm vừa chạy máy phải mang ở phía trước nơi nhìn thấy rõ nhất một dấu hiệu hình nón đỉnh chúc xuống dưới.
 Thuỷ phi cơ chạy ban đêm	Điều 23 (a) Thuỷ phi cơ đang hành trình trên mặt nước ban đêm phải mang đèn cột, các đèn mạn ở chóp cánh, đèn lái (xem Điều 3(a) và Điều 31)

Hình 11.04



Tàu thuyền chiều dài trên 50 mét đang đánh cá bằng lưới vét còn trôi (không nhìn thấy đèn lái)



Tàu thuyền đang đánh cá ban đêm không phải bằng lưới vét mà dụng cụ đánh cá trải trên biển dài trên 150 mét theo mặt phẳng ngang, còn trôi.



Tàu thuyền đánh cá không phải bằng lưới vét ban ngày, dụng cụ đánh cá dài trên 150 mét.

Điều 25(b) Tàu thuyền đang đánh cá bằng lưới vét hoặc một dụng cụ đánh cá khác kéo là chậm dưới nước phải trưng:
(i) Hai đèn chiếu sáng khắp bốn phía đặt trên trên một đường thẳng đứng, đèn trên xanh lục, đèn dưới màu trắng về ban đêm, hoặc một dấu hiệu gồm hai hình nón chóp đỉnh chóp vào nhau trên một đường thẳng đứng. Tàu thuyền dài dưới 20 mét có thể treo một cái xọt để thay cho dấu hiệu hai hình nón.
(ii) Một đèn cột màu trắng chiếu sáng khắp bốn phía đặt cao hơn ở phía sau đèn màu xanh lục. Tàu dài dưới 50 mét không nhất thiết mang đèn này., nhưng nếu mang cũng được.
(iii) Khi tàu thuyền còn trôi thì ngoài những quy định ở khoản này còn phải mang cả đèn mạn và đèn lái.

Điều 26(c) Tàu thuyền đang đánh cá mà dụng cụ đánh cá không phải bằng lưới vét phải trưng:
(i) Hai đèn chiếu sáng khắp bốn phía đặt trên một đường thẳng đứng, đèn trên đỏ, đèn dưới trắng về ban đêm hoặc một dấu hiệu gồm hai hình nón chóp đỉnh chóp vào nhau trên một đường thẳng đứng. Tàu thuyền dài dưới 20 mét có thể treo một cái xọt thay thế dấu hiệu nói trên.
(ii) Nếu dụng cụ đánh cá trải dài trên biển cách xa tàu thuyền trên 150 mét trên mặt phẳng ngang thì phải trưng một đèn trắng chiếu sáng bốn phía về ban đêm hoặc treo một dấu hiệu hình nón đỉnh chóp lên trên ở phía có dụng cụ đánh cá.
(iii) Khi tàu thuyền còn trôi thì ngoài những đèn quy định nói trên còn phải mang đèn mạn và đèn lái.

Phụ lục II Nói về các tín hiệu phụ thêm cho tàu thuyền đang đánh cá ở gần nhau.

Hình 11.05



Tàu thuyền mất khả năng điều động và hết trôn về ban đêm

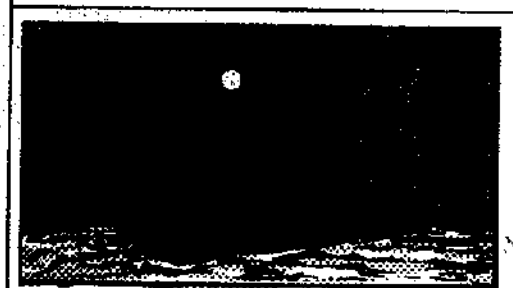


Tàu thuyền mất khả năng điều động nhưng còn trôn về ban đêm



Tàu thuyền mất khả năng điều động ban ngày

Điều 27 (a) Một tàu thuyền mất khả năng điều động ban đêm phải mang hai đèn đỏ chiếu sáng khắp bốn phía đặt theo chiều thẳng đứng ở nơi có thể nhìn thấy rõ nhất, ban ngày mang hai hình cầu hoặc hai dấu hiệu tương tự ở nơi nhìn thấy rõ nhất.
Khi còn trôn ban đêm ngoài các đèn nói trên phải mang thêm đèn mạn và đèn lái.



Một tàu đang đặt dây cáp (hạn chế khả năng điều động) đang còn trôn ban đêm



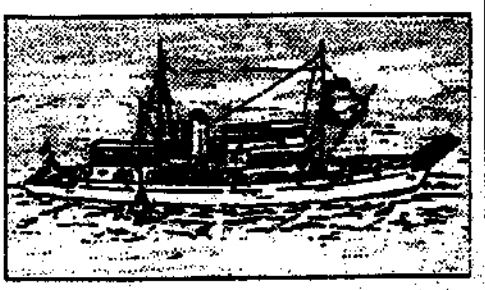
Một tàu hạn chế khả năng điều động ban ngày

Điều 27 (b) Tàu thuyền bị hạn chế khả năng điều động, trừ tàu thuyền đang dọn mìn và thuỷ lôi, về ban đêm phải mang ba đèn chiếu sáng khắp bốn phía đặt theo chiều thẳng đứng ở nơi nhìn thấy rõ nhất, đèn trên và đèn dưới màu đỏ đèn giữa màu trắng, ban ngày phải mang ba dấu hiệu đặt theo chiều thẳng đứng, dấu hiệu ở trên và ở dưới hình cầu, ở giữa hình thoi.
Khi còn trôn ngoài những đèn nói trên còn phải mang đèn cột, các đèn mạn và đèn lái.

Hình 11.06



Tàu thuyền đang đặt hoặc thu hồi dây cáp ngầm (hạn chế khả năng điều động) đang neo ban đêm.

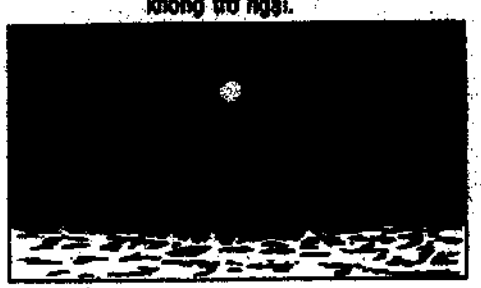


Tàu thuyền đang đặt hoặc thu hồi phao tiêu (hạn chế khả năng điều động) đang neo ban ngày.

Tàu thuyền hạn chế khả năng điều động khi neo ban đêm ngoài các đèn nói trên còn phải mang các đèn hay dấu hiệu đang neo theo Điều 30.



Cả hai bên, tàu thuyền khác có thể qua lại không trở ngại.



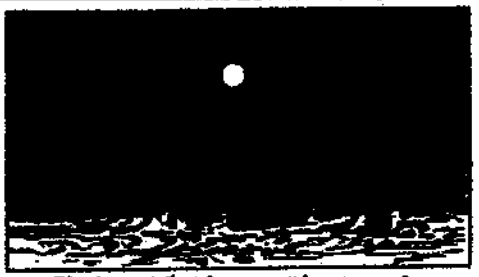
Tàu thuyền khác không được đi qua mạn đèn đỏ

Điều 27(d) Tàu thuyền máy đang làm công tác nạo vét hay tiến hành những công việc ngầm dưới nước, bị hạn chế khả năng điều động thì phải mang các đèn và dấu hiệu được quy định tại Điều 27 (b) và nếu làm trở ngại cho việc đi lại của tàu thuyền khác còn phải mang thêm:

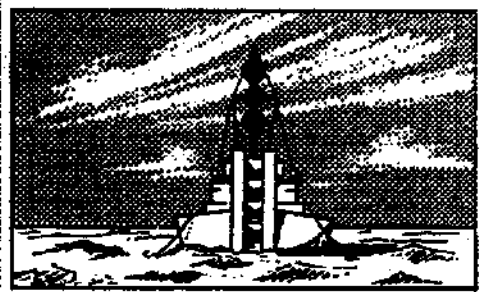
- Hai đèn đỏ chiếu sáng khắp bốn phía về ban đêm hoặc hai hình cầu theo chiều thẳng đứng về ban ngày ở phía có trở ngại.
- Hai đèn xanh lục chiếu sáng khắp bốn phía về ban đêm hoặc treo hai hình thoi theo chiều thẳng đứng về ban ngày ở phía an toàn mà tàu thuyền khác có thể qua lại.
- Khi tàu thuyền này neo thì phải mang các đèn hay dấu hiệu vừa nói ở hai điểm trên thay cho đèn hay dấu hiệu quy định ở Điều 30

(xem minh hoạ của Điều này tiếp trang sau)

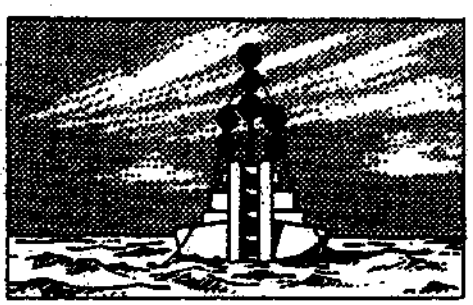
Hình 11.07



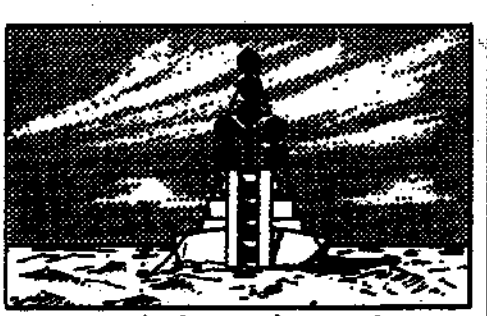
Tàu hạn chế khả năng điều động, cả hai phía đều có trở ngại, ban đêm



Tàu hạn chế khả năng điều động, cả hai phía không có trở ngại, ban ngày



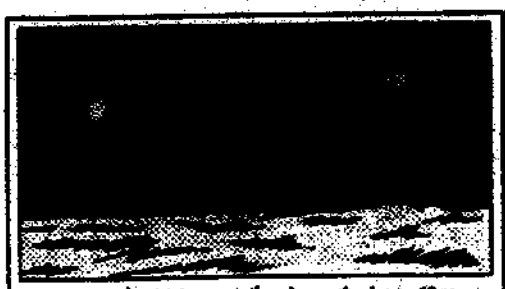
Tàu hạn chế khả năng điều động không được đi qua phía có hai hình cầu



Tàu hạn chế khả năng điều động, cả hai phía đều bị trở ngại, ban ngày

Khi có trớn, ngoài những đèn và dấu hiệu kể trên phải trưng các đèn đèn cột, đèn mạn và đèn lái.

Hình 11.08

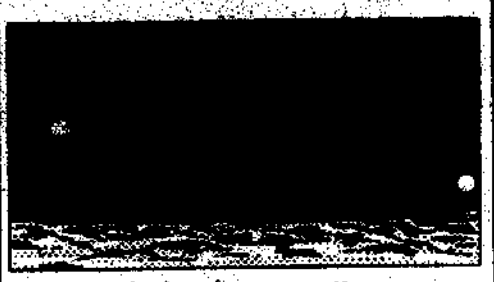


Tàu thuyền bị hạn chế mớn nước ban đêm

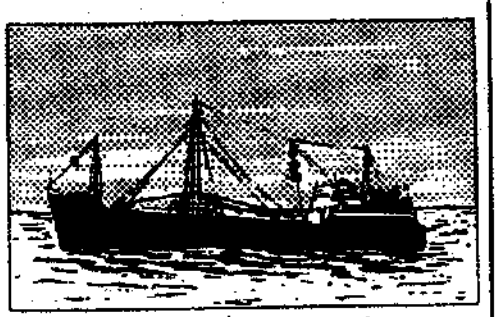


Tàu thuyền bị hạn chế mớn nước ban ngày

Điều 28 Tàu thuyền bị mớn nước hạn chế ngoài các đèn quy định ở điều 23 cho tàu thuyền máy, ban đêm phải mang thêm ở nơi dễ nhìn thấy nhất ba đèn đỏ chiếu sáng khắp bốn phía đặt theo chiều thẳng đứng hoặc một dấu hiệu hình trụ về ban ngày.



Tàu thuyền mắc cạn ban đêm



Tàu thuyền mắc cạn ban ngày

Điều 30 (d) Tàu thuyền mắc cạn tuỳ theo chiều dài phải mang các đèn và dấu hiệu của tàu neo quy định tại Điều 30(a) và (b). Ngoài ra, ban đêm còn phải mang ở nơi dễ nhìn thấy nhất hai đèn đỏ chiếu sáng khắp bốn phía đặt theo chiều thẳng đứng hoặc về ban ngày treo ba quả cầu theo chiều thẳng đứng.

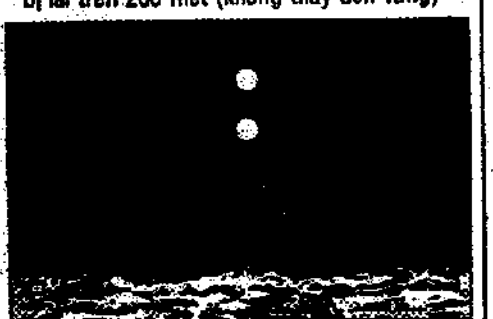
Hình 11.09



Tàu thuyền chiều dài dưới 50 mét kéo tàu thuyền khác ban đêm, chiều dài phương tiện bị kéo dưới 200 mét (không thấy đèn vàng).



Tàu thuyền dài trên 50 mét đang lai tàu thuyền khác ban đêm, chiều dài phương tiện bị lai trên 200 mét (không thấy đèn vàng)





Tàu lai đẩy hai tàu thuyền khác ban đêm

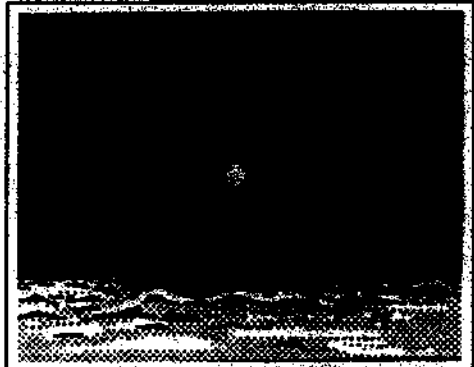
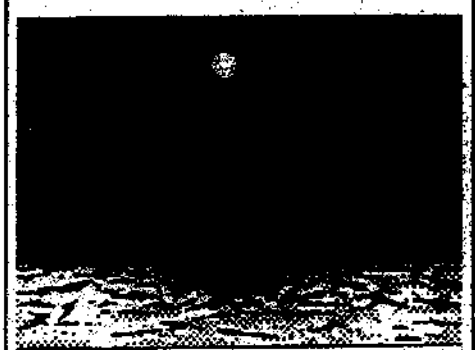
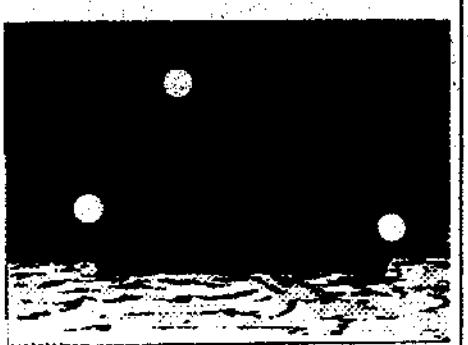
Điều 24 Tầu thuyền máy đang lai kéo phải trưng đèn được quy định ở Điều 23(a) ngoại trừ đèn cột trước được thay thế bằng hai đèn cột trên một đường thẳng đứng và một đèn lai dắt màu vàng đặt trên đèn lái. Nếu chiều dài tính từ lái tàu thuyền lai đến lái tàu thuyền bị lai cuối cùng quá 200 mét thì phải trưng ba đèn như thế. Ban ngày nếu chiều dài trên 200 phải mang một dấu hiệu hình thoi treo nơi dễ nhìn thấy nhất.

Khi tàu thuyền lai đẩy tàu thuyền khác phía trước hoặc lai áp mạn tàu thuyền khác ghép thành một khối vững chắc thì xem như một tàu thuyền máy và trưng đèn như quy định tại Điều 23(a).

Khi tàu thuyền máy lai đẩy phía trước hoặc lai áp mạn tàu thuyền khác không tạo thành một khối vững chắc phải trưng đèn theo như Điều 23(a) ngoại trừ đèn cột trước được thay thế bằng hai đèn cột trên một đường thẳng đứng. Tàu thuyền bị lai đẩy phía trước phải mang các đèn mạn phía trước nếu không phải là bộ phận của một khối hỗn hợp vững chắc.

Tàu thuyền bị lai áp mạn phải mang đèn lái và các đèn mạn ở phía trước.

Hình 11.10

 Tàu quét mìn, thuỷ lôi, nguy hiểm khi đi qua hai bên và phía sau.	Điều 27(f) Tàu thuyền đang tiến hành việc dọn mìn, thuỷ lôi ngoài những đèn được quy định ở Điều 23 cho tàu thuyền máy hoặc Điều 30 về đèn, dấu hiệu cho tàu thuyền neo còn phải trưng ba đèn xanh lục chiếu sáng khắp bốn phía về ban đêm, trong đó một đèn đặt gần đỉnh cột trước, hai đèn còn lại đặt ở đầu xà ngang của cột trước mỗi bên một chiếc. Về ban ngày phải mang ba hình cầu ở vị trí như của ba đèn vừa nói. Các đèn hay dấu hiệu đó cảnh báo cho tàu thuyền khác biết rất nguy hiểm khi đến gần ở khoảng cách dưới 1000 mét.
 Tàu hoa tiêu chạy máy làm nhiệm vụ, đang hành trình, ban đêm  Tàu hoa tiêu chạy máy làm nhiệm vụ đang neo	Điều 29 Tàu thuyền làm nhiệm vụ hoa tiêu phải trưng ở hoặc gần đỉnh cột hai đèn chiếu sáng khắp bốn phía, đặt theo chiều thẳng đứng, đèn trên màu trắng, đèn dưới màu đỏ. Khi đang hành trình ngoài những đèn nói trên còn phải mang các đèn mạn và đèn lái. Khi đang neo ngoài các đèn nói trên còn phải mang đèn neo ban đêm, dấu hiệu neo ban ngày.

Hình 11.11

11.2.4 Thanh hiệu

1. Khi nhìn thấy lẫn nhau,

Tàu thuyền máy đang chạy muốn điều động tàu thuyền mình thì phải cảnh báo bằng còi theo các thanh hiệu trong Bảng tóm tắt sau đây:

THANH HIỆU ĐIỀU ĐỘNG VÀ CẢNH BÁO KHI NHÌN THẤY LẪN NHAU

Thanh hiệu	*Ý nghĩa*	*Dụng cụ phát âm thanh*	*Điều khoản COLREGS*
Đối với tàu thuyền máy đang chạy:			
Một tiếng ngắn (•)	"Tôi đang đổi hướng về phía bên phải"	Còi, có thể kèm với đèn hiệu, (một, hai hoặc ba chớp).	Điều 34 (a) (b)
Hai tiếng ngắn (••)	"Tôi đang đổi hướng về bên trái"		
Ba tiếng ngắn (•••)	"Tôi đang chạy máy lùi"		
Đối với tàu thuyền máy chạy trong luồng hẹp, sông:			
Hai tiếng dài, một ngắn (– – •)	" Tôi định vượt về bên phải của anh"	Còi	Điều 34 (c)
Hai tiếng dài hai tiếng ngắn (– – ••)	"Tôi định vượt về bên trái của anh"		
Một tiếng dài, một ngắn, một dài, một ngắn (– • – •)	" Tôi đồng ý cho anh vượt"		
Năm tiếng còi ngắn (• • • • •), có thể phát kèm đèn hiệu 5 chớp nhanh	Nghi ngờ về hành động của một tàu thuyền khác	Còi, có thể kèm với đèn hiệu	Điều 34 (d)
Tàu thuyền chạy trong các khúc quanh co của sông, luồng có chướng ngại không nhìn thấy nhau:			
Một tiếng còi dài (–)	"Tôi đang chạy ở khúc cua bên này." (cảnh báo tầu khác)	Còi	Điều 34 (e)
Một tiếng còi dài (–)	"Tôi nghe thấy cảnh báo của anh", (trả lời sau khi nghe thấy còi cảnh báo của tàu khác)		

2. **Khi tầm nhìn xa bị hạn chế**

Khi tầm nhìn xa bị hạn chế thì tàu thuyền máy phải phát những âm hiểu theo Bản tóm tắt dưới đây:

THANH HIỆU KHI TẦM NHÌN XA HẠN CHẾ

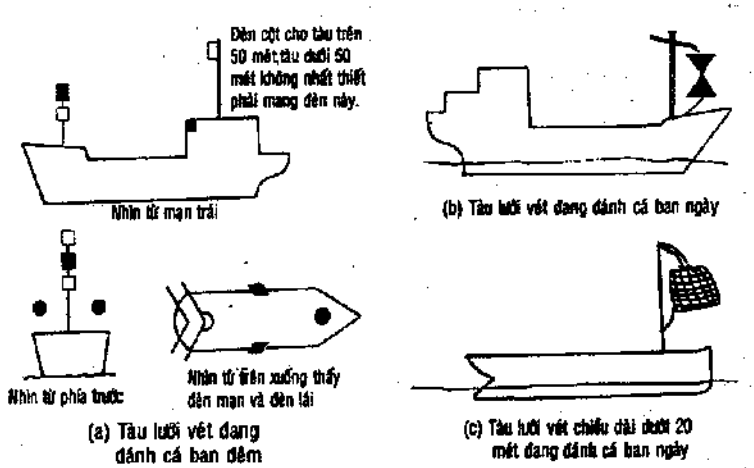
Tín hiệu	*Dụng cụ phát*	*Gián cách*	*Ý nghĩa*	*Điều khoản*
Một (tiếng) dài (–)	Còi	Không quá 2 phút	Một tàu thuyền máy đang còn trớn	Điều 35(a)
2 tiếng dài liên tiếp (– –) cách nhau hai giây	Còi	Không quá 2 phút	Tàu thuyền máy đang hành trình nhưng đã dừng máy, hết trớn	Điều 35 (b)
Một tiếng dài tiếp theo 2 tiếng ngắn (–●●)	Còi	Không quá 2 phút	Đó là một tàu: 1. Mất chủ động 2. Thuyền buồm 3. Hạn chế khả năng điều động 4. Hạn chế bởi mớn nước 5. Đang đánh cá 6. Đang lai kéo, đẩy tàu khác.	Điều35 (c)
Một tiếng dài tiếp theo hai tiếng ngắn (– –●●)	Còi		Đó là : 1.Tàu đang đánh cá khi neo. 2.Tàu hạn chế khả năng điều động đang làm nhiệm vụ khi neo.	Điều 35 (d)
Một tiếng dài tiếp theo tiếng 3 ngắn (–●●●)	Còi	Không quá 2 phút	Tàu thuyền bị lai hoặc cái cuối cùng trong một đoàn bị lai có thuyền viên.	Điều 35(e)
Khua một hồi chuông dài chừng 5 giây	Chuông	Không quá một phút	Tàu thuyền có chiều dài dưới 100 mét đang neo	Điều 35(g)
Khua một hồi chuông 5 giây tiếp theo một hồi cồng 5 giây.	Chuông Và cồng	Không quá một phút	Tàu thuyền có chiều dài lớn hơn 100 mét đang neo, chuông ở mũi và cồng ở lái tàu.	Điều 35(g)
3 tiếng chuông, tiếp theo khua một hồi chuông tiếp theo 3 tiếng chuông	Chuông	Không quá một phút	Tàu thuyền mắc cạn ngoài việc phát tín hiệu chuông và cồng như qui định ở Điều 35(g) còn phải gõ 3 tiếng chuông riêng biệt trước và sau	Điều 35(h)

			mỗi hồi chuông. Có thể phát thêm tín hiều bằng còi.	
Một tín hiệu âm thanh khác		Không quá 2 phút	Tàu thuyền có chiều dài dưới 12 mét có thể phát một tín hiệu âm thanh khác có hiệu quả thay cho tín hiệu nói trên.	Điều 35 (i)

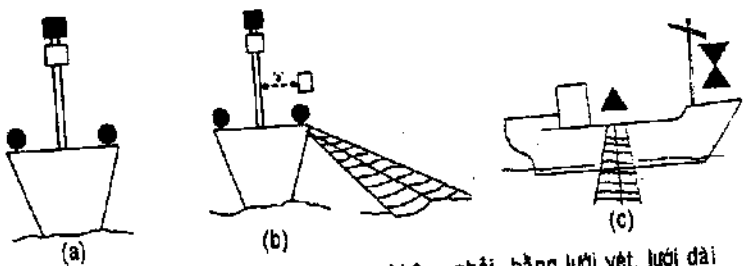
11.2.5 Các quy định cho tàu đánh cá

Loại tàu cá	*Ban đêm*	*Ban ngày*	*Cách trưng*
Đang đánh cá bằng lưới vét hoặc một dụng cụ khác kéo lê chìm dưới nước.	1.Hai đèn chiếu sáng khắp bốn phía đặt trên cùng một đường thẳng, đèn trên màu xanh lục đèn dưới màu trắng. 2.Một đèn cột đặt cao hơn và ở phía sau đèn có màu xanh lục chiếu sáng khắp bốn phía . Tàu thuyền dài dưới 50 mét không nhất thiết phải mang đèn này nhưng nếu mang cũng được. 3. Khi tàu còn trớn thì ngoài những quy định ở điều này còn phải mang các đèn mạn và đèn lái. (Hình 11.12 a)	Một dấu hiệu gồm hai hình nón châu đỉnh chóp vào nhau, cái nọ đặt trên cái kia trên một đường thẳng đứng (Hình 11.12 b) Tàu thuyền có chiều dài dưới 20 mét có thể treo một cái sọt thay cho dấu hiệu nói trên. (Hình 11.12 c)	Xem Hình 11.12
Đang đánh cá mà dụng cụ đánh cá không phải là lưới vét cũng không phải một dụng cụ đánh cá kéo lê chìm dưới nước.	1.Hai đèn chiếu sáng khắp bốn phía đặt trên một đường thẳng đứng, đèn trên màu đỏ, đèn dưới màu trắng (Hình 11.13 a) 2. Nếu dụng cụ đánh cá trải dài trên biển cách xa tàu thuyền trên 150 mét theo mặt phẳng ngang của tàu, phải mang một đèn trắng chiếu sáng bốn phía. (Hình 11.13 b) 3. Khi tàu thuyền còn trớn thì ngoài những quy định trên còn phải mang đèn mạn và đèn lái.	1.Một dấu hiệu gồm hai hình nón châu đỉnh chóp vào nhau cái nọ đặt trên cái kia trên một đường thẳng đứng Nếu dụng cụ đánh bắt cá trải dài trên 150 mét theo mặt phẳng ngang của tàu thì phải treo thêm một dấu hiệu hình nón đỉnh lên trên về phía có dụng cụ đánh cá (Hình 11.13 c)	Xem Hình 11.13

Đang đánh cá lưới vét hoặc bất kỳ dụng cụ đánh cá nào khác chìm dưới nước nhưng ở gần các tàu đang đánh cá khác	1. Khi thả lưới mang hai đèn trắng, đặt trên dưới theo chiều thẳng đứng. 2. Khi kéo lưới mang đèn trắng trên đèn đỏ ở dưới theo chiều thẳng đứng. 3. Khi lưới bị vướng mắc vào chướng ngại vật mang 2 đèn đỏ đặt trên dưới theo chiều thẳng đứng.		PHỤ LỤC II, Mục 2
Tàu thuyền đang rà kéo lưới đôi	Mỗi tàu có thể mang: 1.Ban đêm, đọi đèn pha về phía trước và về hướng tàu thuyền đang rà kéo lưới đôi với mình. 2.Khi thả lưới, kéo lưới bị vướng chướng ngại mang hai đèn đỏ đặt theo chiều thẳng đứng.		PHỤ LỤC II, Mục 2.
Tàu thuyền đang đánh cá bằng lưới vây.	Mang hai đèn vàng đặt trên dưới theo chiều thẳng đứng. Các đèn này mỗi giây phải luân phiên nhau chớp, khoảng thời gian sáng tối như nhau. Đèn này chỉ trưng ra khi dụng cụ đánh cá gây trở ngại cho tàu.		PHỤ LỤC II , Mục 3.



Hình 11.12



(a) Tàu đang đánh cá ban đêm nhưng không phải bằng lưới vét, lưới dài dưới 150 mét (nhìn từ phía trước)
(b) Tàu đang đánh cá ban đêm nhưng không phải bằng lưới vét, lưới dài trên 150 m. Khoảng cách 'a' từ 2 đến 6 mét (nhìn từ phía trước).
(c) Tàu đang đánh cá ban ngày nhưng không phải bằng lưới vét, lưới dài trên 150 mét, ngoài hai hình nón còn phải treo một dấu hiệu hình nón khác đỉnh chóp xoay lên trên ở phía có lưới.

Hình 11.13

11.3 Cảnh giới

Mọi tàu thuyền phải duy trì việc cảnh giới liên tục một cách thích đáng bằng mắt thường bằng tai nghe, đồng thời phải sử dụng tất cả các thiết bị sẵn có để phát hiện, phán đoán và đánh giá tình hình, nguy cơ đâm va, mắc cạn và sau đó áp dụng hành động phòng tránh kịp thời và có hiệu quả.

Duy trì cảnh giới thích đáng là một yếu tố cấu thành cơ bản của trực ca buồng lái, cảnh giới phải được thực hiện xuyên suốt quá trình tránh va với mục đích cuối cùng là tránh tàu thuyền đâm va nhau.

Một SQTC muốn hiểu biết và nắm chắc mọi tình huống khi trực ca phải hội tụ đủ hai yếu tố, đầu tiên bản thân anh ta phải đảm bảo một kỷ luật nghề nghiệp nghiêm khắc để thực thi một ca trực có hiệu quả, mặt khác phải tổ chức, quản lí tổ lái thật tốt, luôn khẳng định là trên buồng lái đang duy trì sự cảnh giới liên tục và nghiêm túc.

Điều 5 COLREGS nêu rõ " ***Mỗi tàu thuyền phải luôn luôn duy trì cảnh giới thích đáng bằng mắt nhìn bằng tai nghe cũng như tất cả các phương pháp phù hợp sẵn có trong hoàn cảnh và điều kiện thực tại để đánh giá đầy đủ tình hình và nguy cơ đâm va***"

Duy trì cảnh giới có hiệu quả cần phải được giải thích một cách đầy đủ. SQTC cần hiểu ý nghĩa của *cảnh giới thích đáng*.

11.3.1 Duy trì cảnh giới thích đáng

Duy trì cảnh giới thích đáng nghĩa là,

1. Bất kể là tàu đang chạy hay đang neo đậu, mắc cạn, tàu nhỏ hay tàu lớn, ngoài biển rộng hay trong luồng hẹp, ban ngày hay ban đêm, tầm nhìn xa tốt hay xấu, trên buồng lái nhất thiết phải có người cảnh giới.
2. Cảnh giới phải đứng ở một vị trí thích hợp, và dịch chuyển vị trí để tránh các ống thông gió, trụ tàu, đòn ngang... tạo thành những "góc mù" che chắn tầm nhìn.
3. SQTC trước khi vào buồng hải đồ cần dùng ống nhòm quan sát mặt biển, nếu khẳng định không có nguy cơ đâm va thì mới vào buồng hải đồ, đừng quên nhắc thuỷ thủ trực ca quan sát thay thế. Thời gian lưu lại trong buồng hải đồ càng ngắn càng tốt.

Khi tầm nhìn xa hạn chế hoặc chạy ở vùng biển tàu bè đông đúc, chật hẹp, thuyền trưởng có thể tuỳ tình hình thực tế tăng thêm thuỷ thủ cảnh giới có nghiệp vụ và kinh nghiệm.

Không được phân công cho người cảnh giới làm những công việc trở ngại đến nhiệm vụ cảnh giới.

Bất kể là sỹ quan trực ca hay thuỷ thủ, khi cảnh giới sau khi quan sát bằng mắt trần nên tận dụng ống nhòm để sớm phát hiện động thái của các tàu thuyền khác, bao gồm tàu thuyền, máy bay lâm nạn, người bị nạn và mảnh vỡ tàu thuyền trên biển.

Không xem nhẹ sự trợ giúp của trang thiết bị hàng hải

a) Cảnh giới còn bao gồm việc kiểm soát thường xuyên các hệ thống đèn hành trình, hệ thống báo động..., thường xuyên so sánh hướng đi la bàn từ và hướng đi la bàn con quay, hiệu chỉnh kịp thời hướng đi của tàu.

b) Cảnh giới không những có nghĩa là quan sát tỷ mỷ bốn phương tám hướng chung quanh tàu mà còn phải chú ý các trang thiết bị hàng hải như đèn hành trình, la bàn, máy lái tự động ... có hoạt động bình thường hay không.

c) Trong trường hợp nào cũng không được xem nhẹ các thiết bị trợ hàng điện tử. Nhưng phải luôn luôn nhớ rằng máy đo sâu, ra đa chỉ mang tính chất trợ giúp cho hàng hải không phải là phương pháp hàng hải duy nhất.

d) Khái niệm cảnh giới còn bao gồm việc sử dụng VHF một cách có ích. Kiểm soát một cách thận trọng các kênh VHF thích hợp có thể giúp SQTC biết các tình huống phát sinh phía trước, hoặc có thể nhận được những thông báo quan trọng từ tàu khác.

Khi tầm nhìn xa hạn chế hay trong luồng hẹp

a) Khi tầm nhìn xa hạn chế thì phải tăng cường cảnh giới bằng thính giác, lắng nghe âm thanh trên biển và tiếng còi của các phương tiện nổi khác. Để nâng cao hiệu quả thính giác cần phải mở các cửa buồng lái. Bình thường nên làm quen với tiếng vang của máy chính để khi chạy biển không nhầm lẫn tiếng còi tàu với tiếng máy chính.

b) Người quan sát ở mũi tàu cũng như thuỷ thủ trực ca trên buồng lái khi phát hiện tình huống bất thường cần báo cáo ngay sĩ quan trực ca hoặc thuyền trưởng.

c) Khi chạy trong luồng hẹp hay chạy ven bờ sĩ quan trực ca không vì bận rộn việc xác định vị trí, tìm và nhận dạng mục tiêu, phao tiêu, nhìn la bàn mà xao lãng việc cảnh giới các tàu thuyền đối hướng và quan sát tình hình mặt biển.

Khi thuyền trưởng và hoa tiêu tự mình điều động tàu trên buồng lái thì sĩ quan trực ca cũng phải chăm chỉ tiến hành quan sát, cảnh giới, đồng thời báo cáo kịp thời các tình huống cho thuyền trưởng và hoa tiêu.

0. Cần quan sát tỷ mỷ, chống lơ đễnh.

Do cảnh giới qua loa đại khái, để cho tàu lạ đến quá gần mới phát hiện thấy, làm mất thời cơ áp dụng luật tránh va và tạo nên tình huống nguy hiểm. Ví dụ:

a) Đèn hành trình của tàu lai có thể phán đoán thành đèn hành trình của tàu chạy máy thông thường, không chú ý phương tiện bị lai, kết quả là dẫn tới đâm va.

b) Vào thời gian bình minh trên biển nếu có nhiều sóng bạc đầu lăn tăn, có thể không nhìn thấy xuồng màu trắng không thắp đèn, xuồng có thể bị đâm va, nhận chìm.

c) Chỉ chú ý tìm phao đèn ở xa không chú ý ngay phía trước mũi tàu mình chạy quá gần lái tàu lạ, chỉ hơi sơ suất là có thể gây đâm va.

d) Chỉ chú ý tránh va tàu gần mà không chú ý quan sát tàu từ xa tới cũng có thể gây lúng túng dẫn tới đâm va.

e) Chỉ chú ý quan sát, tránh các tàu đang neo đậu mà không chú ý tàu đang hành trình đến gần, có thể bị che khuất bởi tàu neo, có thể dẫn tới tình huống nguy hiểm.

f) Thuyền trưởng tàu nhỏ, ca nô đồng thời là người cầm tay lái chỉ chú ý tay lái mà không chú ý tàu khác đang đến gần cũng có thể gây tai nạn.

g) Ban đêm khi thời tiết xấu, SQTC chỉ loay hoay với công việc xác định vị trí trong buồng hải đồ, không chú ý quan sát để dẫn tới tình huống nguy hiểm như đến gần chướng ngại nguy hiểm.

h) Khi chạy gần vùng cảng hoặc sắp đến cảng, trên bờ có rất nhiều đèn, đèn hành trình của các tàu thuyền khác lẫn trong đó, nếu quan sát qua loa có thể không phát hiện thấy.

11. Cách quan sát.

a) Khi quan sát đầu tiên dùng mắt trần, nếu có nghi ngờ mục tiêu nào thì lập tức nâng ống nhòm quan sát.

b) Chú ý góc ngang thị trường của mắt khoảng 200^0 nhưng thị trường ngang của ống nhòm thì nhỏ hơn nhiều vì vậy khi nhìn bằng ống nhòm phải lia ống nhòm từ phía này sang phía khác theo phương ngang.

c) Để phát hiện mục tiêu ở cự ly xa, khi quan sát phải đặt đường chân trời ngay giữa thị trường của ống nhòm, nếu quan sát mục tiêu xa vừa phải thì đặt đường chân trời ở vị trí trên 1/3 của thị trường ống nhòm, nếu mục tiêu ở cự ly gần hơn thì đường chân trời đặt cao hơn.

d) Khi tìm ánh sáng hải đăng, nếu phát hiện thấy đường chân trời nằm ngang bị lồi lõm không bằng phẳng thì cần đặc biệt chú ý.

11.3.2 Quan sát bằng mắt thường

Áp dụng mọi biện pháp hiệu quả để tiến hành cảnh giới liên tục bằng mắt thường, thính giác, và các thiết bị như rađa, VHF , thiết bị thông tin liên lạc, thiết bị nhận dạng tự động để có thể hiểu và nắm chắc tình huống hiện tại và nhưng nguy cơ cận kề chung quanh tàu, động thái các tàu lân cận cũng như trạng thái các dấu hiệu hàng hải. Trong đó cảnh giới bằng thị giác là một phương pháp cơ bản nhất.

1. Duy trì cảnh giới thường xuyên và liên tục bằng mắt thường chung quanh tàu.
2. Quan sát bằng mắt thường để theo dõi liên tục sự biến chuyển của hoàn cảnh chung quanh đặc biệt là sự thay đổi của tầm nhìn xa, gió và nước.
3. Trong một số trường hợp, đặc biệt là khi tầm nhìn xa hạn chế, quan sát bằng rađa sẽ giúp ta hình dung sự hiện diện của các tàu chung quanh rõ ràng hơn là quan sát bằng mắt thường. Tuy nhiên, không dễ gì giải thích những hình ảnh biến hoá, những sóng dội lúc ẩn lúc hiện trên màn ảnh ra đa trừ khi SQTC hiểu biết và có kinh nghiệm trong việc so sánh hình ảnh

ra đa và hình ảnh nhìn bằng mắt thường. Trong trường hợp nào cũng vậy, quang cảnh nhìn bằng mắt thường vẫn là những hình ảnh thật và sống động, một SQTC thường xuyên quan sát bằng mắt thường ra bên ngoài cửa sổ buồng lái chắc chắn sẽ hiểu hoàn cảnh thực tế nhiều hơn và có những cảm nhận trực quan thế giới chung quanh nhanh hơn.

4. Quan sát bằng mắt thường hướng ngắm la bàn của các tàu lạ chung quanh, xem hướng ngắm đó có biến đổi hay không, biến đổi nhanh chậm ra sao, từ đó xem xét có nguy cơ va chạm hay không.

5. Quan sát bằng mắt thường đặc tính của hải đăng là cách duy nhất để nhận dạng chúng giúp cho SQTC nắm chắc tình huống khái quát về vị trí và chuyển động của tàu.

6. Cảnh giới khi chuyển hướng, cần quan sát phía lái tàu ta, quan sát trên hướng đi mới bằng ra đa và bằng mắt thường trước khi chuyển hướng.

7. Một sự cảnh giới tốt không có nghĩa là chỉ trông coi bằng mắt thường chung quanh con tàu.

1.3.3 Cảnh giới và quan sát bằng rađa

Trên các thương thuyền, rađa chủ yếu được sử dụng để quan sát, xác định vị trí, tránh va khi chạy trong đêm, trong luồng hẹp hay trên những vùng giao thông phức tạp trong điều kiện tầm nhìn xa hạn chế. Tuy nhiên, nên nhớ rằng rađa không phải là một công cụ vạn năng, không phải là đôi mắt thần theo nghĩa đen của nó, thực tế nó còn nhiều khiếm khuyết. Điều đó đòi hỏi sĩ quan hàng hải không những phải nắm vững các tính năng của của rađa mà còn phải hiểu biết các hạn chế của nó, tránh những sai lầm trong phán đoán ảnh hưởng đến an toàn tàu.

1. Sự hạn chế và can nhiễu của rađa bao gồm (xem giải thích ở Chương 19 – Radar hàng hải):

   a) Hạn chế về đặc tính, hiệu quả và tính năng của radar về tầm xa hoạt động cực đại, khả năng phân giải mục tiêu, chúng phụ thuộc vào công suất phát, tần số lập xung.

   b) Can nhiễu của sóng biển, các điều kiện khí tượng thuỷ văn ảnh hưởng đến khả năng phân giải mục tiêu, tầm xa hoạt động.

   c) Các loại sóng dội giả, hiện tượng sóng khúc xạ, các vùng chết, các cung mù do ảnh hưởng của cấu trúc tàu, gây khó khăn cho việc nhận dạng mục tiêu.

   d) Không phát hiện được những mục tiêu nhỏ như phao tiêu, tàu nhỏ, tàu gỗ ở cự ly xa. Dưới đây cho cự ly mà rađa có thể phát hiện được đối với một số mục tiêu (với anten cao 15 mét trên mặt nước) để tham khảo:

Mục tiêu	*Cự ly phát hiện (H.lý)*	*Mục tiêu*	*Cự ly phát hiện (H.lý)*
Tàu 12.000 tấn	12~17	Phao tiêu loại nhỏ	0,5~1
Tàu 1.000 tấn	6~10	Phao tiêu có bộ phản xạ rađa	6~8
Tàu hải đăng, tàu cá vỏ thép	6~10	Tàu buồm bằng gỗ	1~2
Phao tiêu loại lớn	4~6	Băng nổi	2

2. Tăng cường quan sát bằng rađa

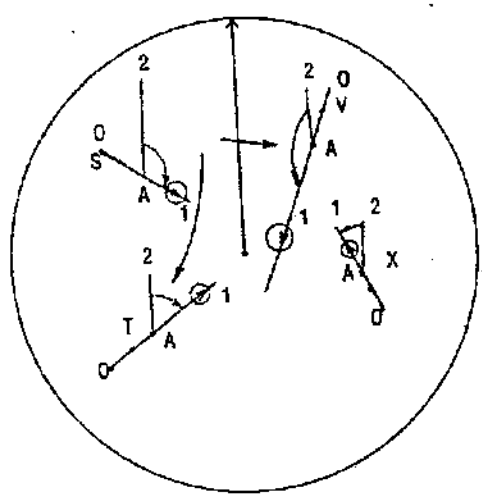
   a) Không những cảnh giới bằng rađa khi tầm nhìn xa hạn chế mà trong các trường hợp như ban đêm, chạy trong luồng hẹp, vùng biển giao thông đông đúc, khu vực gần cảng, tại

điểm chuyển hướng cũng phải dùng rađa để quan sát, hỗ trợ nắm bắt toàn bộ tình hình khu vực.

b) Tầm mắt quan sát của con người đối với các tàu mục tiêu nói chung không vượt qua phạm vi 15~16 hải lý (khi tầm nhìn xa tốt và có sử dụng ống nhòm), nhưng nhờ rađa ta có thể phát hiện sóng dội của nó rất sớm, điều đó rất có ích cho việc cảnh giới.

c) Trong hành trình nếu có sự biến đổi bất thường của thời tiết, dùng rađa có thể phát hiện phạm vi khu vực mù, khu vực mưa bão, phán đoán trạng thái thời tiết.

d) Khi chạy trong sương mù nếu trên rađa phát hiện có mục tiêu tiếp cận mà lại áp dụng hành động điều động không thể giải thích được thì điều đó có nghĩa đó là một tàu nhỏ hoặc radar của tàu đó chưa phát hiện được tàu ta hoặc là một mục tiêu nào đó. Điều đó cần phải tập trung sự chú ý của thuyền trưởng hoặc sĩ quan trực ca.



Hình 11.14

3. Từ sự di động của sóng dội trên màn hình radar phán đoán hướng di chuyển của tàu mục tiêu.

Thông qua hướng di chuyển tương đối của tàu mục tiêu và đường mũi tàu ta trên màn hình rất dễ dàng phán đoán hướng di chuyển của tàu mục tiêu một cách gần đúng (Hình 11.14).

Trên hình vẽ, các hình quạt tạo thành bởi hai *đường giới hạn*: hướng di chuyển tương đối (1) của tàu mục tiêu và hướng mũi tàu ta (2) . Các hình quạt này có chiều rộng nằm trong phạm vi 1~ 179^0.

Hướng đi gần đúng của tàu mục tiêu chỉ có thể nằm trong phạm vi các hình quạt nằm giữa các đường giới hạn đó.

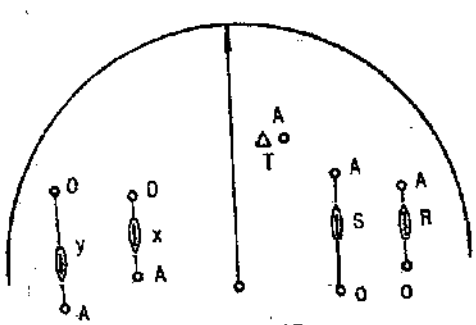
Nếu như tốc độ của tàu ta bằng không thì hướng đi của tàu mục tiêu là đường giới hạn số 1, tức là hướng đi tương đối. Nếu như tốc độ tàu ta là lớn vô hạn thì đường giới hạn 2 trở thành hướng đi của tàu mục tiêu.

Phân tích hình 11.15, khi các đường giới hạn hướng đi là 0^0 hoặc 180^0 có nghĩa là đường chuyển động tương đối của tàu mục tiêu song song với hướng đi của tàu ta hoặc cùng chiều hoặc ngược chiều .

Trên hình vẽ, sóng dội mục tiêu tàu T không dịch chuyển, có nghĩa là tốc độ tàu ta và tốc độ tàu mục tiêu cùng hướng và cùng tốc độ.

Sóng dội tàu mục tiêu X có tốc độ tương đối bằng tốc độ tàu ta nhưng ngược chiều có nghĩa là tàu X là một tàu đang neo đậu.

Tốc độ tương đối của tàu mục tiêu Y lớn hơn, cùng chiều tốc độ tàu ta, có nghĩa là tàu Y chạy ngược chiều, đối hướng.



Hình 11.15

Tốc độ tương đối của tàu mục tiêu S lớn hơn, cùng chiều tốc độ của tàu ta, có nghĩa là tàu S đang vượt và đã vượt qua tàu ta.

Tốc độ tương đối của tàu mục tiêu R nhỏ hơn, cùng chiều tốc độ của tàu ta, có nghĩa là tà R đang bị tàu ta vượt.

4. Khi sử dụng rađa trong tầm nhìn xa hạn chế cần ghi nhớ kỹ những điểm sau đây:

1) Các nút chỉnh nhiễu phải được chỉnh thích hợp, vừa phải, phối hợp với việc điều chỉnh "độ lợi" (Gain) sao cho quanh tâm màn hình (vị trí tàu ta) còn để lại một ít tạp âm yếu làm hiện rõ các mục tiêu lẫn trong đó, và giữ được các sóng đội của tàu thuyền ở xa.

2) Cần chú ý tới các hình quạt mù và khu chết trên màn hình rađa tạo nên bởi các kiến trúc trên tàu quanh anten rađa che khuất sóng phát từ anten không đến được mục tiêu. Cho nên, khi sử dụng rađa, thỉnh thoảng nên cho đảo mũi tàu sang phải và trái một góc độ nhỏ để phát hiện các mục tiêu trong hình quạt mù và khu chết của rađa.

3) Chọn thang tầm xa cần lưu ý:

- Khi tốc độ tàu càng lớn thì chọn thang tầm xa lớn.
- Đối với các mục tiêu nằm ở nửa ngoài bán kính màn hình, thang tầm xa càng nhỏ thì độ chính xác về phương vị và khoảng cách của các mục tiêu càng cao.
- Thang tầm xa càng nhỏ thì đuôi sóng đội càng dài.
- Khi gặp tàu nhỏ hoặc băng trôi, thang tầm xa càng nhỏ thì càng dễ phát hiện.
- Khi chung quanh tàu ta có rất nhiều tàu mục tiêu, nếu sử dụng thang tầm xa lớn sẽ làm cho màn hình rối loạn vì xuất hiện quá nhiều sóng đội mục tiêu.

Nói chung khi chọn thang tầm xa chủ yếu căn cứ vào tốc độ tàu để chọn thang tầm xa thích hợp, thỉnh thoảng phải chuyển đổi từ thang tầm xa lớn sang thang tầm xa nhỏ để nhận dạng các mục tiêu gần, lấy cự ly và phương vị chính xác hơn. Dĩ nhiên, khi đổ giải tránh va phải chuyển sang thang tầm xa nhỏ.

4) Trong tầm nhìn xa hạn chế, khi cho rađa hoạt động ở tầm xa lớn, mặc dù trên màn hình không có sóng đội, sĩ quan trực ca không thể cho rằng phía trước không có tàu và các mục tiêu khác mà không cho phát âm hiệu sương mù theo Điều 35 của luật tránh va.

11.3.4 Đánh giá toàn diện tình hình và nguy cơ đâm va

Cảnh giới bao hàm ý nghĩa là căn cứ vào thông tin tiếp nhận đánh giá nhanh chóng và kịp thời nguy cơ đâm va,

1. Căn cứ đèn hiệu ban đêm hoặc dấu hiệu ban ngày hoặc thanh hiệu trong sương mù của tàu tiếp cận mà xác định loại tàu và động thái của nó.
2. Dựa vào sự biến đổi của phương vị la bàn và các số liệu đổ giải trên rađa để phán đoán khả năng đâm va của tàu tiếp cận cũng như hành động của chúng và thời gian và khoảng cách mà chúng đi qua tàu ta.
3. Dựa vào VHF và trạm rađa bờ hoặc hoặc lời thoại của tàu tiếp cận để phán đoán sẽ tránh tàu tiếp cận tại đâu, có khả năng đâm va nhau hay không.

4. Dựa vào thanh hiệu chuyển hướng và biến đổi phương vị của tàu tiếp cận để phán đoán ý đồ tránh va của tàu tiếp cận.

5. Dựa vào thanh hiệu cảnh báo hoặc các tín hiệu khác của tàu tiếp cận để biết tình trạng khó khăn của nó hoặc nó có yêu cầu khẩn cấp phối hợp hành động hay không.

11.4 Tốc độ an toàn

Từ các thống kê sự cố trên biển nhận thấy, nguyên nhân các sự cố đâm va trên biển xảy ra quá nửa là do đã áp dụng tốc độ vượt quá tốc độ mà hoàn cảnh và điều kiện thực tại cho phép. Vì vậy, tàu thuyền khi chạy biển có thể tránh đâm va hay không, phần lớn quyết định ở tốc độ áp dụng có thoả đáng hay không.

Trong Công ước STCW 78 sửa đổi 95, ở phần hướng dẫn sĩ quan trực ca trên buồng lái đã kiến nghị " *Sĩ quan trực ca nên nhớ rằng máy chính là do anh ta chỉ huy, khi cần thiết không ngần ngại sử dụng nó, đồng thời, nếu có thể nên kịp thời thông báo cho buồng máy ý đồ thay đổi tốc độ tàu*". Như vậy, sĩ quan trực ca có quyền căn cứ vào hoàn cảnh và điều kiện thực tế để thay đổi tốc độ để phù hợp với yêu cầu về *tốc độ an toàn*.

11.4.1 Ý nghĩa của thuật ngữ " tốc độ an toàn"

"Tốc độ an toàn" trong COLREGS bao hàm các nội dung sau:

1. Tính thường xuyên

Nghĩa là lúc nào cũng phải chạy với tốc độ an toàn.

2. Tính ứng biến

Có nghĩa là áp dụng tốc độ thích hợp và có hiệu quả để tránh đâm va. Tốc độ thích hợp và có hiệu quả nghĩa là nếu tốc độ quá lớn hoặc quá nhỏ đều rất khó áp dụng giải pháp có hiệu quả để tránh đâm va. Nếu tốc độ quá cao thì yêu cầu hai tàu phải tránh nhau từ xa, trong trường hợp tầm nhìn xa hạn chế thì rađa hoặc thị giác đều khó phát hiện và quan sát các tàu nhỏ. Nếu cự ly không đủ xa mà tốc độ quá cao thì hai tàu không kịp tránh nhau, nhưng nếu tốc độ quá thấp, tàu kém nghe lái thì ảnh hưởng đến khả năng điều động nhanh nhạy của tàu, tức là ảnh hưởng đến khả năng tránh đâm va, dẫn đến nguy cơ đâm va.

3. Tính thích ứng

Có nghĩa là áp dụng tốc độ thích hợp trong hoàn cảnh và tình huống cần thiết có thể làm cho tàu dừng lại trong một phạm vi của khoảng cách an toàn.

Theo cách hiểu về tốc độ an toàn như vừa giải thích ở trên thì không loại trừ trong tình huống thích hợp tàu có thể chạy với tốc độ cao. Nhưng sĩ quan hàng hải nên nhớ rằng tự mình phải làm chủ máy chính, khi cần thiết phải sử dụng không do dự để khỏi mất thời cơ tránh đâm va.

11.4.2 Những điều cần xem xét khi áp dụng " tốc độ an toàn"

1. Điều kiện hành hải

Tình hình tầm nhìn xa, gió, nước, sóng, mức độ gần xa các chướng ngại hàng hải, ảnh hưởng của phản xạ đèn trên bờ và đèn hành trình của tàu ...

2. Tính năng điều động của tàu ta

Tàu lớn hay nhỏ, tình trạng tải trọng đầy vơi, số bánh lái, công suất máy chính, công suất chạy lùi, đặc biệt là các thông số dừng quán tính và đặc tính quay trở.

3. Mật độ tàu thuyền khu vực chạy tàu

Trong tầm nhìn xa tốt, ngoài biển khơi, rộng thoáng, chạy hết tốc độ có thể được thừa nhận là hợp lý, nhưng không được thừa nhận là an toàn khi chạy với tốc độ đó trong vùng có nhiều thuyền bè nhỏ, các ngư trường, cửa ra vào cảng, luồng hẹp...

4. Nắm chắc tính năng hoạt động của rađa tàu mình và thành thạo cách điều chỉnh sử dụng rađa.

Trên hành trình bình thường, trong những trường hợp sau đây sĩ quan trực ca muốn điều chỉnh tốc độ thì không nên ngần ngại sử dụng máy chính:

1) Tàu mục tiêu khi tiếp cận trưng đèn không rõ ràng, hướng đi phải trái không xác định được, mà khu vực biển lân cận không cho phép tàu ta tránh sớm, tránh rộng.

2) Tầm nhìn xa không tốt.

3) Hoàn cảnh chung quanh phức tạp, mật độ tàu thuyền dày đặc, phía trước tầm nhìn xa không rõ ràng, sáng tỏ.

4) Tàu ta phát thanh hiệu không thấy tàu khác trả lời, sự phối hợp hành động tránh va không rõ ràng.

5) Tàu ta và tàu chạy đối hướng phát thanh hiệu điều động không giống nhau.

6) Tàu tiếp cận sau khi nghe tín hiệu điều động của tàu ta chưa áp dụng hành động tránh va.

7) Tiếp tục chạy tới sẽ có nguy cơ đâm va.

8) Gặp tàu không tuân thủ quy tắc tránh va.

9) Trước khi chạy qua luồng uốn khúc ánh sáng phản quang phía trước hoặc trên bờ ảnh hưởng đến sự quan sát bình thường của sĩ quan đi ca.

10) Gặp một đội tàu cá hay một đoàn quân hạm mà hướng đi của chúng không xác định được.

1.5 Phán đoán nguy cơ đâm va

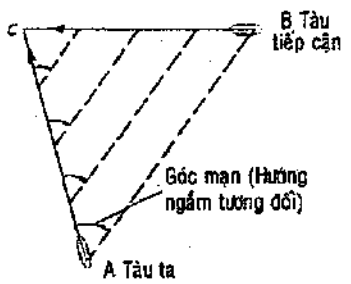
Điều 7 của Quy tắc tránh va quy định rằng, mỗi tàu thuyền phải áp dụng tất cả các biện pháp hiệu quả sẵn có thích hợp với hoàn cảnh và điều kiện thực tế để phán đoán có tồn tại nguy cơ đâm va hay không. Dưới đây sẽ giới thiệu các biện pháp để xác định nguy cơ đâm va.

1.5.1 Quan sát sự biến đổi của phương vị la bàn và sự biến đổi của góc mạn để phán đoán nguy cơ đâm va

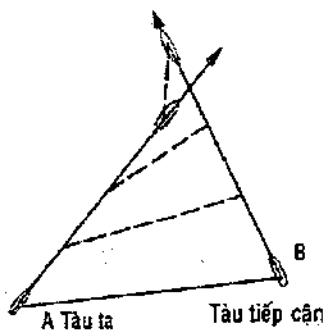
Quan sát liên tục phương vị (hướng ngắm) la bàn hoặc góc mạn của tàu tiếp cận, nếu như phương vị của nó không đổi hoặc biến đổi không rõ rệt trong khi khoảng cách giữa hai tàu ngày càng rút ngắn thì tàu ta và tàu tiếp cận có nguy cơ đâm va như hình 11.16. Nếu quan sát thấy phương vị la bàn hoặc góc mạn của tàu tiếp cận giảm nhỏ dần thì tàu tiếp cận sẽ vượt qua mũi tàu ta như hình 11.17. Nếu quan sát thấy phương vị la bàn hoặc góc mạn của

tàu tiếp cận dần dần tăng lên thì tàu tiếp cận sẽ đi qua sau lái tàu ta như hình 11.18. Điều này cũng đúng như trong trường hợp quan sát bằng rađa, như 3 tàu C_1, C_2, C_3 tương ứng trên hình 11.19.

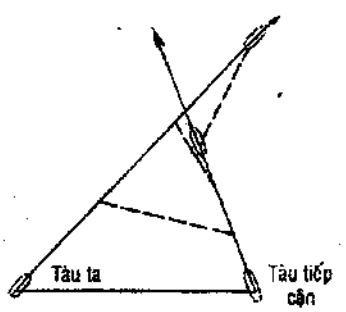
2. Góc mạn của tàu tiếp cận như hình 11.16 có thể xác định bằng la bàn, cũng có thể đo bằng



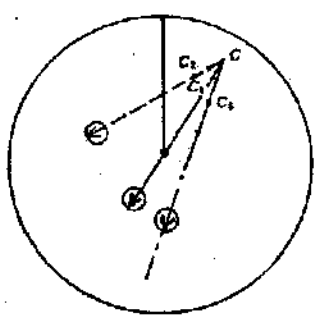
Hình 11.16



Hình 11.17



Hình 11.18



Hình 11.19

cách từ vị trí đứng quan sát của sĩ quan trực ca nhìn xuyên qua một điểm cố định nào đó trên tàu ta như cột tàu, ống thông gió...thẳng đến tàu tiếp cận, 3 điểm tạo nên một đường thẳng, nếu như 3 điểm nhìn xuyên suốt này không biến đổi có nghĩa là có nguy cơ đâm va.

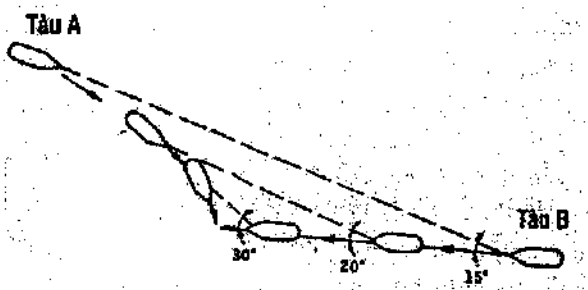
3. Ban đêm có thể quan sát hai đèn cột để phán đoán nguy cơ đâm va.

   Nếu hai đèn cột của mục tiêu (một đèn cao, một đèn thấp hơn) chập lại thành một đường thẳng đứng không đổi mà khoảng cách thì đang rút ngắn dần thì có nguy cơ đâm va. Nếu như hai đèn cột của tàu tiếp cận từ vị trí tách ra theo chiều ngang, sau đó khép dần lại thành một đường thẳng rồi lại tách ra thì có nghĩa là tàu đó đi qua sau lái tàu ta. Nếu tàu ta nhìn thấy hai đèn cột tàu tiếp cận tách ra và dần dần tách rộng ra hơn thì có nghĩa là tàu tiếp cận vượt qua trước mũi tàu ta.

4. Mặc dù phương vị biến đổi rõ rệt, đôi khi vẫn tồn tại nguy cơ đâm va, đó là trường hợp khi đi gần một tàu rất lớn hoặc một tàu lai kéo một nhóm phương tiện, hoặc là đi quá gần một tàu khác. Ví dụ,

   1) Hai tàu ở xa nhau, mặc dù phương vị biến đổi rõ rệt, đôi khi cũng có thể tồn tại nguy cơ đâm va.

Hình 11.20 là một ví dụ thực tế điển hình về vụ hai tàu A và B nhìn thấy nhau mà vẫn đâm va nhau. Tàu B cho rằng tàu A sẽ đi từ phải sang vượt qua mũi tàu mình và chạy về bên trái. Trên thực tế, tàu A đã đổi hướng một cách không rõ rệt (đổi hướng lắt nhất) với ý định

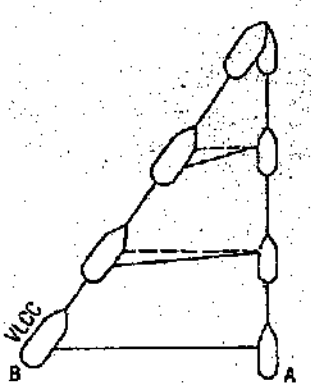


Hình 11.20

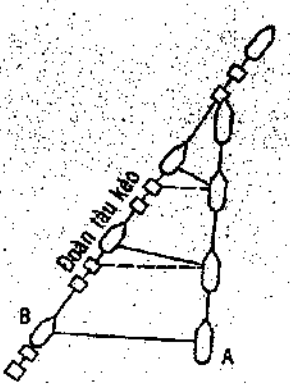
để hai tàu đi qua nhau mạn trái đối mạn trái. Cuối cùng thì hai tàu đã đâm vào nhau.

2) Chạy gần một tàu rất lớn hoặc một đoàn tàu lai

Theo như hình 11.21 tàu A quan sát phương vị đèn cột hoặc cột lớn của tàu VLCC (B), rất lớn hoặc một đoàn tàu lai B như hình 11.22. Tuy phương vị quan sát có biến đổi nhưng vì tàu B hoặc đoàn tàu lai rất dài, cho nên cuối cùng hai tàu vẫn đâm va nhau.



Hình 11.21



Hình 11.22

11.5.2 Sử dụng radar để phán đoán nguy cơ đâm va

1. Sử dụng phương vị la bàn để phán đoán nguy cơ đâm va trên màn hình radar

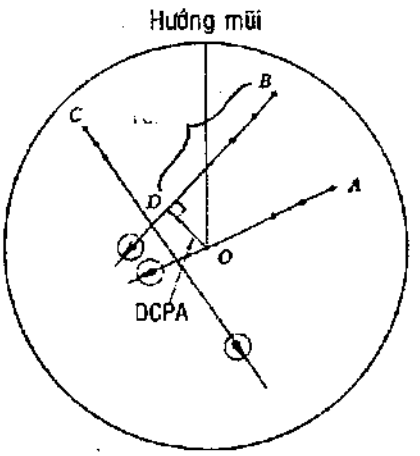
   Khi sử dụng rađa để quan sát cần phải dùng phương vị la bàn để theo dõi sự biến đổi phương vị của mục tiêu, đó là yêu cầu của khoản 4 Điều 7 Quy tắc tránh va. Trong trường hợp này nếu sử dụng góc mạn, khi tàu ta bị lệch hướng hoặc biến đổi hướng, sau khi có sự biến đổi nhỏ trên màn hình góc mạn của sóng đội tàu mục tiêu cũng biến đổi khiến SQTC nhầm tưởng rằng cục diện của nguy cơ đâm va đã thay đổi. Thực tế trong tình huống đó phương vị của mục tiêu có thể đã không biến đổi nghĩa là nguy cơ đâm va vẫn tồn tại.

2. Dùng phương pháp đồ giải chuyển động tương đối để phán đoán nguy cơ đâm va.

1) Dùng rađa quan sát mục tiêu ít nhất là 3 lần liên tục có được 3 sóng dội, đồ giải trên giấy hoặc trên thiết bị đồ giải, nối các sóng dội được một đường thẳng, đó là đường chuyển động tương đối của tàu mục tiêu (xem phương pháp đồ giải Chương 19 – Radar hàng hải).

2) Dùng đường chuyển động tương đối của mục tiêu để phán đoán nguy cơ đâm va

Xem hình 11.23, nếu đường chuyển động tương đối nằm phía trước tâm quét màn hình (vị trí tàu ta) có nghĩa là tàu mục tiêu (tàu B) sẽ đi qua trước mũi tàu ta. Nếu đường chuyển động tương đối đi qua phía sau tâm quét màn hình thì có nghĩa là tàu mục tiêu (tàu C) sẽ đi qua sau lái tàu ta. Nếu đường chuyển động tương đối đi qua ngay tâm quét thì có nghĩa là phương vị của tàu mục tiêu không đổi, có nguy cơ đâm va tồn tại.



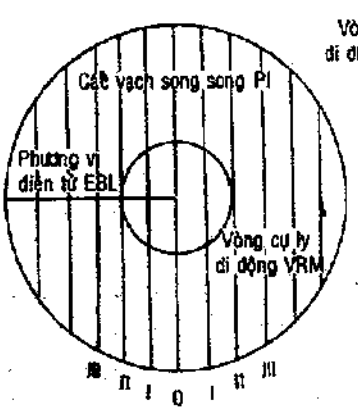
Hình 11.23

3) Từ đường chuyển động tương đối của mục tiêu có thể xác định DCPA (cự ly tiếp cận gần nhất) của mục tiêu.

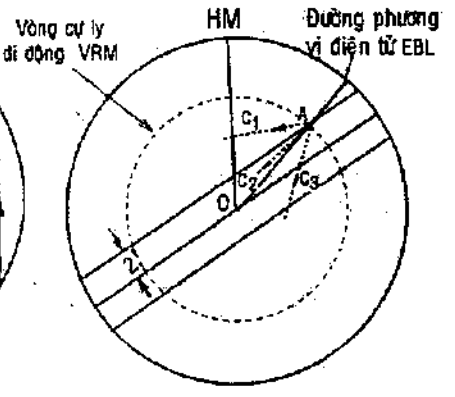
4) Có thể xác định TCPA (thời gian tiếp cận gần nhất) tại cự ly tiếp cận DCPA. Nếu có nguy cơ đâm va, có thể phán đoán còn bao nhiêu thời gian nữa thì xảy ra đâm va và áp dụng hành động tránh va.

Tóm lại, nếu DCPA = 0 thì có nguy cơ đâm va xảy ra, nếu DCPA < *cự ly đi qua qua an toàn* mà khoảng cách giữa hai tàu ngày càng hẹp lại thì có nghĩa là tình thế khẩn cấp đang hình thành. Trong điều kiện bình thường trên biển, cự ly đi qua an toàn của tàu thuyền là 2hải lý ~ 3 hải lý.

3. Dùng đường chỉ dẫn song song (PI- Parallel Index) như hình 11.24, trên đĩa phương vị cơ học và vòng cự ly di động để quan sát liên tục sóng dội mục tiêu. Tiến hành như sau,



Hình 11.24



Hình 11.25

1) Khi trên màn hình rađa xuất hiện sóng dội A, như trên hình 11.25, đầu tiên dùng đường phương vị điện tử (EBL) và vòng cự ly di động (VRM) xác định vị trí thứ nhất của mục tiêu A. Quay đĩa vạch chỉ dẫn song song cho đường song song phía bên trái trùng lên mục tiêu A. Nếu đang sử dụng thang tầm xa 12 hải lý thì khoảng cách giữa hai đường PI là 2 hải lý

(nếu dùng thang tầm xa 6 hải lý thì khoảng cách PI là 1 hải lý). Tiếp tục quan sát màn hình, chuyển động của sóng dội A có thể diễn tiến theo các tình huống sau đây:

a) Sóng dội A có thể chuyển động dọc theo đường phương vị điện tử OA, điều đó có nghĩa là phương vị la bàn của mục tiêu A không đổi, tồn tại nguy cơ đâm va.

b) Nếu mục tiêu A chuyển động men theo đường PI bên trái có nghĩa là tàu mục tiêu sẽ đi qua tàu ta một khoảng cách là 2 hải lý.

c) Mục tiêu A dần dần rời vạch song song thứ nhất bên trái dịch chuyển theo đường C2 về phía trong, chứng tỏ rằng tàu A đang tạo thành một cục diện khẩn cấp đâm va với tàu ta.

d) Mục tiêu A có thể chuyển động ra theo đường C1 bên trái phía ngoài đường song hành, có nghĩa là mục tiêu A đi qua phía bên ngoài khoảng cách an toàn 2 hải lý.

e) Mục tiêu dịch chuyển theo hướng C3 thì nên quay đĩa PI sao cho các đường PI phía phải trùng với mục tiêu A và tiếp tục theo dõi nguy cơ đâm va. Tình hình diễn ra như các trường hợp nói trên.

4. Một số điều cần chú ý khi sử dụng rađa phán đoán nguy cơ đâm va

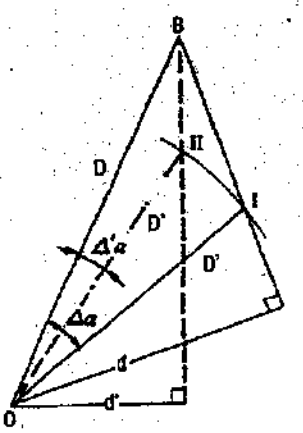
1) Luôn thay đổi thang tầm xa, gần ra xa và xa về gần, phát hiện và chọn mục tiêu tránh va phải sử dụng thang trên 10 hải lý.

2) Mỗi một sóng dội của mục tiêu yêu cầu quan sát ít nhất 3 lần, thời gian giữa hai lần quan sát ít nhất phải 9 phút.

3) Trên màn hình phát hiện nhiều sóng dội mục tiêu thì đầu tiên phải tiến hành phán đoán trước các tàu đi đối hướng hoặc gần đối hướng hoặc các tàu có tốc độ cao, không được bỏ qua thời cơ quan sát khi chúng còn ở xa.

4) Khi sử dụng rađa phán đoán khả năng đâm va nên sử dụng VHF để thông tin tìm hiểu hướng đi, tốc độ của các tàu, điều đó rất có lợi cho việc phán đoán khả năng đâm va và tiến tới một bước thương lượng tránh va.

5) Dùng ARPA tránh va là một phương pháp thực hiện tránh va tự động (xem Chương 20 – ARPA).



Hình 11.26

5. Khi chạy đối hướng với tàu mục tiêu có thể căn cứ vào biến đổi của phương vị trên các khoảng cách khác nhau (tức là hiệu số phương vị hai lần quan sát) để phán đoán khả năng đâm va.

Theo như hình 11.26, khi mục tiêu B dịch chuyển đến vị trí I, khoảng cách D đến tàu mục tiêu tại B giảm xuống D' với biến đổi của phương vị là $\Delta\alpha$, khoảng cách tiếp cận nhỏ nhất lúc này là d. Nhưng cùng mục tiêu B nếu dịch chuyển đến vị trí II, khoảng cách cũng giảm từ D đến D', nhưng biến đổi phương vị lúc này là $\Delta\alpha'$, thì khoảng cách tiếp cận nhỏ nhất lại là d'. Từ đó ta nhận thấy rằng *biến đổi của phương vị* và *biến đổi khoảng cách tiếp cận gần nhất* có liên quan với biến đổi khoảng cách giữa hai tàu, mà không có liên quan gì tới góc mạn của tàu mục tiêu. Khi khoảng cách giữa hai tàu càng gần thì sự biến đổi của phương vị càng lớn. Như vậy có thể lập hàm số biểu thị mối quan hệ giữa 3 yếu tố này.

Bảng 11.A dưới đây cho thấy mối quan hệ hàm số giữa sự biến đổi khoảng cách, biến đổi phương vị và cự ly tiếp cận gần nhất.

QUAN HỆ HÀM SỐ GIỮA BIẾN ĐỔI KHOẢNG CÁCH, BIẾN ĐỔI PHƯƠNG VỊ VÀ DCPA

11A

Biến đổi kh.cách / Biến đổi phương vị / Cự ly cận nhất	10′ ↓ 9′	9′ ↓ 8′	8′ ↓ 7′	7′ ↓ 6′	6′ ↓ 5′	5′ ↓ 4′	4′ ↓ 3′	3′ ↓ 2′
0.25	0.2°	0.2°	0.3°	0.3°	0.5°	0.7°	1.2°	2.4°
0.5	0.3°	0.4°	0.5°	0.7°	1.0°	1.5°	2.4°	4.9°
0.6	0.4°	0.5°	0.6°	0.8°	1.2°	1.7°	2.9°	5.9°
0.7	0.5°	0.6°	0.7°	1.0°	1.4°	2.0°	3.4°	7.0°
0.8	0.5°	0.7°	0.8°	1.1°	1.5°	2.3°	3.9°	8.1°
0.9	0.6°	0.7°	0.9°	1.2°	1.7°	2.6°	4.5°	9.3°
1.0	0.6°	0.8°	1.0°	1.4°	1.9°	3.0°	5.0°	10.5°
1.1	0.7°	0.9°	1.1°	1.5°	2.2°	3.3°	5.6°	11.9°
1.2	0.8°	1.0°	1.2°	1.7°	2.4°	3.6°	6.1°	13.3°
1.3	0.8°	1.1°	1.4°	1.8°	2.6°	3.9°	6.7°	14.9°
1.4	0.9°	1.1°	1.5°	2.0°	2.8°	4.2°	7.3°	16.6°
1.5	1.0°	1.2°	1.6°	2.1°	3.0°	4.6°	8.0°	18.6°
1.6	1.0°	1.3°	1.7°	2.3°	3.2°	4.9°	8.7°	20.9°
1.7	1.1°	1.4°	1.8°	2.4°	3.4°	5.3°	9.4°	23.7°
1.8	1.2°	1.5°	1.9°	2.6°	3.7°	5.6°	10.1°	27.3°
1.9	1.2°	1.6°	2.0°	2.7°	3.9°	6.0°	10.9°	32.5°
2.0	1.3°	1.7°	2.1°	2.9°	4.1°	6.4°	11.8°	48.2°

Ghi chú: a) Bảng trên được tính từ công thức $\Delta\alpha = \sin^{-1}\frac{d}{D'} - \sin^{-1}\frac{d}{D}$

Trong đó, $\Delta\alpha$ - Hiệu của góc phương vị hai lần quan sát

d - Cự ly tiếp cận nhỏ nhất

D - Khoảng cách đến mục tiêu tiếp cận đo lần thứ nhất

D' - Khoảng cách đến mục tiêu tiếp cận đo lần thứ hai

b) Chú ý khi ứng dụng:

1) Quan sát tàu mục tiêu tiếp cận theo quảng cách nhất định

2) Khi quan sát giữ cho mũi tàu ổn định

3) Nếu không phải là số chẵn thì làm tròn.

Từ bảng trên nhận thấy, nếu yêu cầu cự ly tiếp cận gần nhất của hai tàu là 0,5 hải lý, khi khoảng cách giữa hai tàu từ 6 hải lý giảm xuống 3 hải lý thì biến đổi của phương vị phải lớn hơn 5^0. Nếu yêu cầu hai tàu cự ly tiếp cận gần nhất của hai tàu là 1 hải lý, khi khoảng cách giữa hai tàu giảm từ 6 hải lý xuống 3 hải lý thì biến đổi phương vị phải trên 10^0.

Kết hợp quan sát đèn cột và đèn mạn của tàu mục tiêu đồng thời kết hợp với biến đổi phương vị cho trong bảng có thể giúp ích cho sĩ quan trực ca kịp thời phán đoán có nguy cơ đâm va hay không.

Ví dụ ứng dụng,

Hai lần quan sát khoảng cách giữa hai tàu (tàu ta và tàu mục tiêu) từ 6 hải lý giảm xuống còn 3 hải lý, biến đổi góc giữa hai lần quan sát là $\Delta A = 45^0 - 42^0 = 3^0$; tra bảng, nếu lấy DCPA=0,5 hải lý thì lấy biến đổi phương vị tương ứng $\Delta A' = 1,0^0 + 1,5^0 + 2,4^0 = 4,9^0$, thực tế quan sát $\Delta A = 3^0$. Vì $4,9^0 > 3^0$ nên có nguy cơ đâm va, khoảng cách tiếp cận nhỏ nhất giữa hai tàu thực tế nhỏ hơn 0,5 hải lý.

1.5.3 Nghi ngờ trong khi phán đoán tình huống đâm va

Mỗi tàu phải vận dụng mọi biện pháp thích hợp hoàn cảnh và tình huống phán đoán xem có tồn tại nguy cơ đâm va hay không, *nếu có nghi ngờ, chưa khẳng định điều đó thì vẫn coi như tồn tại nguy cơ đâm va*. Đây là nội dung Điều 7 khoản 1 của Quy tắc tránh va.

Quy định trích dẫn ở trên rất quan trọng vì đã xảy ra không ít trường hợp sĩ quan trực ca phán đoán tình huống và cục diện giữa hai tàu không đủ chính xác và hoài nghi trách nhiệm của tàu mình cỗ nên áp dụng hành động tránh va hay không, cuối cùng hai bên không tránh được nhau dẫn tới đâm va. Cần lưu ý những điều sau đây:

. Đối với tình huống đối hướng, khi có bất cứ nghi ngờ nào về tình huống này thì phải giả định rằng thực tế có tồn tại tình huống này và phải áp dụng hành động tương ứng. Những trường hợp sau đây coi như có nghi ngờ:

a) Nghi ngờ giữa đối hướng hay cắt hướng góc độ nhỏ. Đôi khi do những nguyên nhân khác nhau như tình hình mặt biển, thời tiết, máy lái không ổn định... làm cho mũi tàu tiếp cận chao đảo liên tục có khi quan sát được cả đèn mạn xanh và đỏ, có khi quan sát được đèn mạn đỏ cũng có khi quan sát được đèn mạn xanh.

b) Ban ngày, nghi ngờ một chiếc tàu không rõ là tàu chạy máy hay là là một tàu hạn chế khả năng điều động.

Khi có nghi ngờ như nói trên thì phải coi như đang tồn tại tình huống đó và sớm áp dụng hành động tránh va để tránh dẫn tới tình huống khẩn cấp, thậm chí dẫn tới tình hình cả đôi bên đều áp dụng hành động thiếu phối hợp gây nên đâm va.

. Đối với tình huống vượt

Trong quy tắc tránh va còn quy định, " *Nếu còn nghi ngờ tàu thuyền mình có phải là tàu thuyền vượt hay không thì phải coi mình như là tàu thuyền vượt và phải hành động động thích hợp*".

Trong Quy tắc tránh va, định nghĩa thế nào là tàu thuyền "vượt" rất rõ ràng, thế nhưng trong thực tế cũng khó đoán định điều đó.

Ban ngày tàu thuyền được coi là tàu thuyền vượt khi nó đến gần tàu thuyền khác từ một hướng lớn hơn $22,5^0$ sau chính ngang của tàu thuyền đó. Về ban đêm thì tàu vượt ở vị trí vượt chỉ nhìn thấy đèn lái của tàu thuyền bị vượt và không thể nhìn thấy bất kỳ đèn mạn nào của tàu thuyền bị vượt. Tuy nhiên, có thể hoặc do thao tác lái của tàu bị vượt không ổn định hoặc do ảnh hưởng của sóng to gió lớn đều có thể làm cho tàu vượt đang ở vị trí vượt có lúc nhìn thấy đèn lái có lúc nhìn thấy đèn mạn và đèn cột của tàu thuyền bị vượt. Đặc biệt trong trường hợp một tàu tiếp cận từ phía bên phải sau chính ngang $22,5^0$ và vượt qua tàu khác thì có thể phát sinh nghi ngờ rằng tàu này có thể được coi như "đang vượt" hoặc coi như tình huống cắt hướng, trong trường hợp như vậy, thì sĩ quan hàng hải, theo quy định của quy tắc tránh va, coi như tàu mình đang vượt tàu phía trước và áp dụng hành động thích hợp.

11.6 Hành động tránh đâm va

Nói một cách khái quát, hành động tránh va chỉ có thể áp dụng bằng một trong các phương pháp: đổi hướng, đổi tốc độ (bao gồm dừng máy và dừng tàu), đồng thời đổi hướng và đổi tốc độ. Các phương pháp đó được áp dụng thế nào là tuỳ hoàn cảnh thực tế để quyết định. Bất cứ trong trường hợp nào cũng phải hành động trên nguyên tắc *kịp thời* và *hiệu quả*.

11.6.1 Yêu cầu trong khi áp dụng hành động tránh va và sau hành động tránh va

1. Đổi hướng cần chú ý,
   1) Cần có một vùng nước đủ rộng, đủ độ sâu và đảm bảo khoảng cách an toàn giữa hai tàu.
   2) Căn cứ vào tầm nhìn xa hiện tại, tính năng điều động của tàu, phương pháp quan sát để quyết định khoảng cách gần nhất hai tàu đi qua nhau và áp dụng giải pháp chuyển hướng thích hợp.
   3) Chuyển hướng là phương pháp tránh va hiệu quả trong tình huống đối hướng hoặc gần đối hướng.
   4) Để việc tránh va không dẫn tới tình huống khẩn cấp thì việc đổi hướng phải rõ ràng không để tàu tiếp cận hoài nghi hành động của mình.
   5) Khi tàu lạ vượt quá gần theo chiều ngang thì đổi hướng để tăng khoảng cách giữa hai tàu.
   6) Đối với tàu tiếp cận đến gần theo hướng chính ngang thì chuyển hướng không hiệu quả bằng giảm tốc.
   7) Khi tầm nhìn xa xấu, để việc đổi hướng khiến cho tàu khác dễ quan sát trên rađa, ít nhất đổi hướng 30^0, tốt nhất chuyển hướng 60^0~90^0. Khi nhìn thấy lẫn nhau chuyển hướng ít nhất phải trên 10^0.
   8) Khi tầm nhìn xa hạn chế, từ rađa quan sát thấy có nguy cơ đâm va hoặc đang hình thành tình huống khẩn cấp, nói chung phải áp dụng hành động tránh va biên độ lớn khi hai tàu còn cách nhau 5~ 6 hải lý. Nhưng khi khoảng cách giữa hai tàu khá gần, tốc độ tiếp cận lại nhanh, nếu chỉ áp dụng cách đổi hướng đơn thuần thì có thể rất khó đạt tới khoảng cách đi qua nhau an toàn mà ta mong muốn.
   9) Khi nhìn thấy lẫn nhau, *tàu nhường đường* có nghĩa vụ áp dụng hành động tránh va để cho hai tàu đi qua nhau ở khoảng cách an toàn. Vì vậy về nguyên tắc, tàu nhường đường phải đơn độc áp dụng hành động đó, lúc này *tàu được nhường đường* phải chú ý đến khoảng cách an toàn, nếu thấy có nghi ngờ hoặc tàu nhường đường hành động không thoả đáng thì phải phát âm hiệu cảnh báo hoặc áp dụng hành động phối hợp thích hợp.
   10) Âm hiệu trong trường hợp nhìn thấy lẫn nhau chỉ phát khi áp dụng hành động tránh va phối hợp với quang hiệu để làm cho tàu tiếp cận nhận biết động thái của mình. Khi tầm nhìn xa kém cần phải phát còi để cho tàu khác nhận biết sự chuyển hướng của tàu mình.
2. Giảm tốc độ cần chú ý,
   1) Giảm tốc độ không những thích hợp cho tàu thuyền máy mà thích hợp cho các loại tàu thuyền.

2) Mục đích giảm tốc độ là để có nhiều thời gian phán đoán tình huống thực tại, phối hợp với hoàn cảnh thực tại xem xét vấn đề an toàn.

3) Khi chạy đối hướng hay gần đối hướng hoặc vượt mà áp dụng hành động tránh va, thường thường do một vài yếu tố nào đó gây trở ngại như khu vực chạy tàu chật hẹp, có nhiều tàu đi gần khiến áp dụng hành động đổi hướng khó khăn ..., thì phải áp dụng giải pháp giảm tốc độ cho đến khi không còn các yếu tố trở ngại.

4) Trong tầm nhìn xa kém, khi nghe âm hiệu của tàu khác phía trước chính ngang hoặc đối với tàu tiếp cận từ phía trước chính ngang (đang hình thành tình huống khẩn cấp) cũng phải giảm tốc độ, nhờ đó sĩ quan trực ca mới có thể đủ thời gian để phán đoán và tiến tới việc áp dụng hành động tránh va.

5) Hành động tránh va cũng phải có sự phối hợp với buồng máy, khi tình huống đòi hỏi phải giảm tốc, tốt nhất phải thông báo trước cho buồng máy chuẩn bị, đặc biệt là đối với tàu cỡ lớn.

6) Trong tầm nhìn xa kém, nếu chỉ đơn thuần giảm tốc thì tàu khác không dễ gì nhận ra trong một khoảng thời gian ngắn, cho nên cũng phải thực hiện việc giảm tốc một cách rõ rệt, ban đầu ít nhất cũng phải giảm một nửa tốc độ hay nhiều hơn. Một phương pháp khác, có thể khống chế cho tàu dừng sau đó chạy với tốc độ chậm một cách thận trọng.

7) Một số điểm cần chú ý khi khống chế cho dừng tàu,

a) Tàu đang chạy với tốc độ cao cho dừng máy, đầu tiên tốc độ giảm xuống rất nhanh sau đó tốc độ giảm chậm lại. Nguyên nhân của hiện tượng này là vì bình phương tốc độ tỷ lệ thuận với lực cản của nước. Khi khống chế không cho tàu tiến tới có thể sử dụng máy lùi hiệu quả càng cao.

b) Khi đang chạy với tốc độ cao mà chạy lùi khẩn cấp, tuỳ theo lượng chiếm nước và chủng loại máy chính của tàu, thì cự ly dừng (xung trình) có chiều dài chừng 5~15 lần chiều dài của tàu. Sau khi dừng máy và chạy máy lùi thì hiệu quả của bánh lái kém đi, chịu ảnh hưởng của nước và gió tàu bị dạt, hướng mũi tàu có khi lệch khỏi hướng đi ban đầu đến 90^0. Sĩ quan hàng hải cần chú ý hiệu ứng này.

c) Khi khống chế tàu dừng có thể dùng bánh lái quạt phải và trái liên tục để giảm tốc độ tàu và cũng để cho thân tàu không bị quay.

3. Kiểm tra một cách tỷ mỷ hiệu quả sau hành động tránh va.

1) Sau khi áp dụng hành động tránh va mà nhìn phương vị la bàn không thấy có biến đổi rõ rệt thì phải coi như vẫn còn nguy cơ đâm va.

2) Nếu phương vị la bàn có biến đổi rõ rệt, coi như đã có hiệu quả ban đầu nhưng vẫn phải tiếp tục kiểm tra động thái của tàu tiếp cận trên rađa, bằng đồ giải.

3) Sĩ quan hàng hải cần phải kiểm tra tính hiệu quả của diễn tiến hành động tránh va một cách chu đáo và thận trọng. Việc kiểm tra phải tiến hành liên tục cho đến khi không còn nguy cơ đâm va nữa và hai tàu đi qua nhau an toàn.

4) Khi áp dụng hành động tránh va nên kết hợp với việc phát tín hiệu điều động để cho tàu tiếp cận biết ý định của tàu mình và có sự hợp đồng giữa hai tàu. Trong trường hợp nhìn thấy nhau, tàu thuyền máy đang chạy nếu muốn áp dụng hành động tránh va thì phải

dùng còi phát thanh hiệu để biểu thị hành động của mình, có thể bổ sung thêm quang hiệu cùng với thanh hiệu như sau:

- Một tiếng còi ngắn kèm theo một chớp biểu thị " Tàu tôi đang đổi hướng đi sang phải"
- Hai tiếng còi ngắn kèm theo hai chớp biểu thị " Tàu tôi đang đổi hướng đi sang trái"
- Ba tiếng còi ngắn kèm theo ba chớp biểu thị " Tàu tôi đang chạy máy lùi về phía sau"
- Ít nhất là năm tiếng còi ngắn kèm theo năm chớp biểu thị " *Một tàu thuyền nào đó không hiểu ý định hoặc hành động của tàu thuyền kia hoặc nghi ngờ không rõ tàu thuyền kia có áp dụng hành động đủ để tránh va chạm hay không*"

Trong luồng hẹp hoặc đường tàu:

- Hai tiếng còi dài tiếp theo một tiếng còi ngắn biểu thị " Tôi có ý định vượt về bên mạn phải của tàu thuyền anh "
- Hai tiếng còi dài tiếp theo hai tiếng còi ngắn biểu thị " Tôi có ý định vượt về bên mạn trái của tàu thuyền anh"
- Một tiếng còi dài, một tiếng còi ngắn, một tiếng còi dài, một tiếng còi ngắn biểu thị "Tàu bị vượt đồng ý cho tàu vượt hành động"
- Tàu thuyền đi đến gần chỗ ngoặc hoặc một khúc luồng hẹp, luồng giao thông mà ở đó bị các vật chướng ngại che khuất thì phải phát một tiếng còi dài để cảnh báo. Tàu thuyền ở phía bên kia chỗ ngoặc hoặc chỗ bị che khuất sau khi nghe tiếng còi dài cảnh báo phải đáp lại một tiếng còi dài tương tự.

4. Điều khoản "không được gây cản trở " (avoid impeding) (Điều 8 ,Khoản (f)

1) Theo yêu cầu của điều khoản này, khi một tàu thuyền *không được gây cản trở* tàu thuyền khác (tàu bị cản trở) đi qua hoặc đi qua an toàn, theo nội dung của điều khoản, thì tàu thuyền đó phải tiến hành áp dụng hành động tránh va càng sớm càng tốt sao cho tàu thuyền kia có đủ vùng nước đi qua an toàn.

2) Một tàu thuyền theo yêu cầu *không được gây cản trở* tàu thuyền khác đi qua hoặc đi qua an toàn, nếu lúc đó có nghi ngờ không biết có gây cản trở tàu thuyền khác hay không, thì cũng phải lập tức áp dụng hành động tránh xa tàu kia.

3) Một tàu thuyền theo yêu cầu *không được gây cản trở* tàu thuyền khác đi qua hoặc đi qua an toàn, khi chạy trong luồng hẹp, luồng và phân luồng giao thông theo hướng ngược với chiều lưu thông chung của tàu thuyền khác làm cản trở tàu thuyền khác đi qua thì phải ngay lập tức nhường luồng và phân luồng giao thông cho tàu thuyền khác bằng cách chuyển sang gần phía biên của luồng hẹp hoặc phía biên của đường tàu, phân luồng giao thông để tránh xa tàu thuyền kia.

4) Một tàu thuyền theo yêu cầu *không được gây cản trở* tàu thuyền khác đi qua hoặc đi qua an toàn theo nội dung của điều khoản này khi có ý định cắt xuyên luồng hẹp hoặc đường tàu cần quan sát thận trọng sao cho việc cắt xuyên qua đó không gây trở ngại tàu khác đi qua mà tàu khác đó chỉ có thể chạy an toàn trên luồng hẹp hoặc đường tàu đó. Nếu việc cắt xuyên luồng như vậy gây cản trở cho tàu thuyền khác đi qua an toàn thì tàu thuyền cắt xuyên phải áp dụng hành động càng sớm càng tốt để cho tàu thuyền kia có đủ vùng nước đi qua an toàn. Cần lưu ý:

a) Khi tàu thuyền cắt xuyên luồng hẹp hoặc đường tàu, tàu thuyền *không được gây cản trở* và tàu thuyền *bị cản trở* tạo thành tình huống cắt hướng mà tàu thuyền *không được gây cản trở* là tàu phải nhường đường thì nó không những phải gánh vác nghĩa vụ của *không được gây cản trở* mà còn phải gánh vác nghĩa vụ nhường đường theo điều luật giành cho tàu thuyền cắt hướng. Tàu thuyền *không được gây cản trở* cần tuân thủ yêu cầu của Điều 15, Điều 16 và Điều 18 của Quy tắc, phải tận dụng khả năng tiến hành điều động sớm với biên độ đủ lớn để tránh xa tàu kia, nếu hoàn cảnh cho phép không được cắt qua phía trước tàu kia. Tàu bị cản trở là tàu được nhường đường, phải hành động theo quy định của Điều 17. Nếu tàu bị cản trở là một tàu bị mớn nước khống chế phải tuân thủ quy định ở mục (i) Khoản d Điều 18, nghĩa là phải chú ý đầy đủ đến tình trạng đặc biệt của mình và chạy hết sức thận trọng.

b) Nếu ở tình huống cắt hướng như nói ở trên trên, khi *tàu thuyền nhường đường* là *tàu thuyền bị cản trở* , còn *tàu thuyền không được gây cản trở* lại là *tàu thuyền được nhường đường* thì, mặc dù *tàu gây cản trở* được nhường đường, nhưng nó vẫn phải gánh chịu nghĩa vụ *không được gây cản trở* cho đến khi hai tàu tránh nhau xong. Vì vậy, trong trường hợp này tàu thuyền *không được gây cản trở* phải cùng với *tàu thuyền nhường đường* áp dụng hành động phối hợp sao cho *tàu bị cản trở* đi qua an toàn hoặc áp dụng hành động có lợi nhất tránh đâm va. *Tàu thuyền nhường đường* (tàu bị cản trở) nếu có bất cứ sự nghi ngờ nào về ý đồ của hành động tránh va của *tàu thuyền không được gây cản trở* thì phải phát âm hiệu ít nhất năm tiếng còi ngắn, đồng thời theo yêu cầu của một *tàu thuyền nhường đường* áp dụng biện pháp tránh va biên độ lớn, khi cần thiết cho tàu dừng hẳn để tránh đâm va.

Vượt trong luồng hẹp hay trong phân nhánh giao thông

1) Nếu ở trong luồng hẹp hoặc phân nhánh giao thông, khi *tàu thuyền bị cản trở* là *tàu vượt*, *tàu thuyền gây cản trở* lại là *tàu bị vượt*, thì tàu bị vượt (tàu thuyền gây cản trở), căn cứ theo Mục (ii), Khoản (f), Điều 8, khi đã áp dụng hành động tránh va phải chịu trách nhiệm tránh va cho đến khi tránh va xong, không được căn cứ vào sự biến đổi phương vị mà từ bỏ nghĩa vụ của mình. Tàu thuyền vượt (tàu thuyền bị cản trở) ngoài việc tuân thủ Khoản (e) Điều 9 còn phải tuân thủ yêu cầu về vượt của của Điều 13, phải " nhường đường cho tàu thuyền bị vượt cho đến khi cuối cùng đi qua an toàn" mới thôi.

2) Một tàu thuyền chỉ có thể chạy an toàn trong luồng hẹp hoặc trong phân luồng giao thông mà bị một tàu thuyền buồm hoặc một tàu thuyền máy dài dưới 20 mét hoặc một tàu thuyền đánh bắt cá vượt thì *tàu vượt* phải tuân thủ nghĩa vụ nhường đường theo Điều 13 cho đến khi cuối cùng đi qua an toàn mới thôi. *Tàu bị vượt* nếu có nghi ngờ hành động của tàu vượt thì phải phát âm hiệu 5 tiếng còi ngắn liên tục để biểu thị sự nghi ngờ này.

1.6.2 Vượt

Các quy tắc về vượt áp dụng cho bất kỳ tàu thuyền nào nhìn thấy lẫn nhau, nó đặc biệt quan trọng khi chạy trong luồng hẹp, phân luồng giao thông, là cơ sở để xác định trách nhiệm của mỗi bên. Theo xu hướng của hàng hải trên thế giới, việc định tuyến và phân luồng giao thông ở khắp các khu vực đang phát triển, điều đó gây nên sự đông đúc bởi tàu thuyền đi ngược xuôi theo cùng một phương hướng. Vì vậy vấn đề vượt của tàu thuyền trở nên nổi bật.

1. Tàu vượt

1) Bất kỳ một tàu nào khi vượt một tàu khác, không kể là có tồn tại nguy cơ đâm va hay không đều phải nhường đường cho *tàu bị vượt* cho đến khi đi qua an toàn.

2) Trong khi vượt, không kể là phương vị giữa hai tàu biến đổi ra sao đều không được coi tàu vượt như là tàu thuyền cắt hướng, trước sau đều phải nhận lãnh trách nhiệm nhường đường cho *tàu bị vượt* đi qua an toàn.

3) *Tàu vượt* căn cứ vào điều kiện và hoàn cảnh hiện tại, có thể vượt qua bất cứ bên nào nhưng phải giữ một khoảng cách ngang đủ rộng để tránh hai tàu hút nhau, đặc biệt khi tàu có tốc độ cao, ở vùng nước cạn.

4) Sau khi *tàu vượt* vượt qua tàu *bị vượt*, *tàu vượt* không được chạy cắt ngang qua mũi tàu *bị vượt*.

5) Khi *tàu vượt* vượt chéo *tàu bị vượt* từ phía sau, cần cố gắng giữ cho hướng đi của hai tàu song song, tránh hai hướng đi giao nhau, cho đến khi đi qua an toàn *tàu bị vượt*, *tàu vượt* mới hồi phục hướng cũ để vượt qua ở xa trước mũi *tàu bị vượt* hoặc giảm tốc độ đi vòng qua phía sau của *tàu bị vượt*.

6) Một tàu thuyền tiếp cận một tàu thuyền khác từ phía phải sau chính ngang $22{,}5^0$, do máy lái của tàu thuyền khác không ổn định hoặc sóng gió khá lớn khiến đôi khi nhìn thấy đèn mạn, đèn cột của nó, đôi khi lại nhìn thấy đèn lái của nó, vì vậy, nếu có nghi ngờ không rõ tàu mình có phải là tàu vượt hay không thì tàu thuyền này phải giả định là mình đang vượt và áp dụng hành động tránh va tương ứng.

7) Ngay khi tàu phía trước không còn tốc độ tiến tới thậm chí chạy lùi khi tàu phía sau đang vượt tàu phía trước thì tàu phía sau vẫn coi như mình là tàu vượt và gánh chịu trách nhiệm tránh va.

8) Sau khi vừa vượt qua tàu khác, hệ thống lái hoặc máy chính của tàu mình bị sự cố khiến tàu mình va chạm với tàu khác thì cũng không thể viện cớ đó mà miễn trừ trách nhiệm của *tàu vượt*.

9) Trong khi vượt, nếu tồn tại nguy cơ đâm va, để tránh nguy cơ đâm va, *tàu bị vượt* phải áp dụng hành động tránh va và gây nên va chạm với một tàu thuyền thứ ba thì *tàu vượt* vẫn phải chịu trách nhiệm.

10) Một tàu thuyền khi hành động bị cản trở mà vượt một tàu khác, tuy nó không có khả năng chuyển hướng với biên độ lớn để tránh va, thông thường nó vẫn có thể giảm tốc độ để tránh va.

11) Một tàu lớn chạy trong hai vùng nước gồm vùng luồng hẹp theo như Điều 9 và vùng phân luồng giao thông theo như Điều 10, khi vượt bất cứ tàu thuyền nào (bao gồm tàu có chiều dài nhỏ hơn 20 mét, thuyền buồm, tàu thuyền đang đánh cá), nếu cần phải giảm tốc độ, có thể đi qua an toàn, thì phải áp dụng hành động tránh va hết khả năng của mình.

2. Một số điều cần chú ý khi một *tàu vượt* đang vượt

1) Khi vượt nhau trên đại dương, nói chung giữa hai tàu cách nhau ít nhất trên 2 hải lý.

2) Trong luồng hẹp hoặc trong phân luồng giao thông cố gắng tránh vượt nhau. Tuy nhiên nếu cần thiết phải áp dụng hành động vượt thì trước tiên phải xem xét chu đáo hoàn

cảnh và tình trạng hiện thời, nói chung nên chọn đoạn luồng rộng và thẳng, độ sâu đảm bảo để vượt.

3) Nếu buộc phải vượt tại một đoạn luồng hạn hẹp thì phải chấp hành quy định của Điều 9 về các quy tắc trong luồng hẹp.

4) Cố gắng tránh vượt trong những trường hợp sau đây:

- Trong luồng hẹp và phân luồng giao thông, đặc biệt là những khúc cong.
- Trong những khu vực có mật độ tàu thuyền đông đúc như các cửa ra vào đường tàu.
- Các điểm chuyển hướng theo tập quán và các khúc luồng theo quy định của cảng.
- Tàu bị vượt không đồng ý cho vượt.

5) Trong luồng hẹp hay trong phân luồng giao thông khi tàu lớn vượt tàu nhỏ cần phải hết sức cảnh giác. Một khi phần mũi tàu lớn tiếp cận phần lái tàu nhỏ, giữa chúng tồn tại trường áp lực, vì phản lực của tàu nhỏ nhỏ hơn nên tàu lớn hầu như vẫn giữ nguyên hướng trong khi lái tàu nhỏ bị đẩy ra khiến cho tàu nhỏ quay ngang một cách mất chủ động và chắn đường đi của tàu lớn gây nên đâm va. Trong thực tế đã xảy ra nhiều lần đâm va theo hiệu ứng này. Nhiều khi người ta cứ đổ lỗi cho sĩ quan tàu nhỏ đã đổi hướng bất thường, đó là một sự hiểu nhầm đáng tiếc.

6) Khi một tàu nhỏ tiến gần đến phần mũi của một tàu lớn (có thể phát sinh khi một tàu nhỏ vượt tàu lớn, hoặc một tàu lai chạy về phía mũi tàu lớn để để lấy dây lai) cũng phát sinh hiện tượng tàu nhỏ quay ngang chắn đường của tàu lớn gây đâm va. Hiện tượng này có thể phát sinh vì khi tàu lớn chạy tới, có một dòng chảy mạnh từ hai bên mũi tàu lớn chảy ngang qua rồi dạt về phía sau, dòng chảy này tác động vào bánh lái tàu nhỏ theo một góc độ nhất định, làm mất tác dụng của bánh lái khiến tàu nhỏ quay ngang gây nên tai nạn.

3. Những điều *tàu bị vượt* cần chú ý

1) Tàu bị vượt là tàu được giữ nguyên hướng phải tuân thủ quy định của các khoản a, b, d Điều 17.

2) Tàu bị vượt khi phát hiện thấy tàu khác đang vượt, ngoài việc tăng cường cảnh giới, cần đặc biệt theo dõi chặt chẽ động thái của tàu thuyền vượt, về đêm nên kiểm tra đèn hành trình của tàu mình có phát sáng bình thường hay không.

3) Ở điểm chuyển hướng, trước hoặc sau khi chuyển hướng phải chú ý hướng của tàu thuyền vượt và khoảng cách của tàu mình đến tàu vượt.

4) Khi phát hiện khoảng cách giữa mình và tàu thuyền vượt quá gần, cần chuyển hướng để tăng khoảng cách giữa hai tàu.

5) Khi đang chạy trên luồng hẹp hay hệ thống phân luồng lúc nghe còi yêu cầu vượt hoặc nghe yêu cầu vượt qua VHF của một tàu thuyền khác, khi hoàn cảnh cho phép và không có tình huống đặc biệt nào khác, nên đồng ý cho vượt đồng thời chủ động nhường luồng cho tàu vượt; khi cần có thể giảm tốc độ, cố gắng giảm nhỏ thời gian hai tàu song hành, sao cho tàu vượt nhanh chóng đi qua. Khi luồng phía trước phức tạp hoặc có tàu đi ngược cần tránh va phải thông báo sớm cho tàu vượt không nên vượt.

6) Nếu có nghi ngờ hành động của tàu vượt hoặc không đồng ý cho vượt phải phát ít nhất 5 tiếng còi ngắn và/ hoặc phát quang hiệu chớp 5 lần.

7) Khi phát sinh hiện tượng tàu hút nhau, nói chung tàu có trọng tải lớn phải lập tức giảm tốc độ còn tàu nhỏ thì phải bẻ lái về phía ngược với chiều quay của mũi tàu mình, cố gắng tăng vòng tua máy để tàu ăn lái, tăng cường lực phản hút triệt tiêu khả năng va chạm.

8) Cảnh giác việc phát sinh tình huống bất thường chẳng hạn một tàu bị giảm khả năng điều động hay xuất hiện tàu thứ ba.

4. Hai ví dụ sau đây không phù hợp áp dụng điều khoản vượt nhau

1) Hai tàu thuyền máy đồng thời chạy trong luồng một trước một sau, không trao đổi thanh hiệu, một tàu vì ảnh hưởng của nước hoặc gió mà va chạm phải tàu kia thì không phù hợp phán xét theo điều khoản vượt.

2) Hai tàu thuyền máy chạy ngược hướng, một trong hai tàu trong khi quay đầu trước mũi tàu kia để neo hoặc cặp cầu, tuy tạo thành tình huống vượt của tàu kia nhưng không được coi là vượt. Nếu phát sinh đâm va, không thể xử lý bằng điều khoản vượt mà xử lý như bất cẩn.

11.6.3 Tình huống đối hướng

1. Tình huống đối hướng chỉ phù hợp với tàu thuyền nhìn thấy lẫn nhau. Nguyên tắc nhường đường tránh va giữa hai tàu trong tình huống đối hướng khác xa với các quy định trong các điều khoản nhìn thấy lẫn nhau khác. Khi hai tàu đối hướng thì trách nhiệm tránh va của hai tàu như nhau và xác định rằng cả hai đều phải hành động tránh va bằng cách đổi hướng về bên phải của mình, không phân biệt tàu nào là tàu nhường đường, tàu nào là tàu được nhường đường.

2. Trong tình huống đối hướng thì tốc độ tiếp cận tương đối giữa hai tàu diễn ra nhanh, thời gian đi tới gặp nhau rất ngắn vì vậy phải áp dụng hành động tránh va sớm và kịp thời, không nhất thiết phải đợi một cách máy móc rằng sau khi nhìn thấy đèn đỏ đèn xanh của tàu kia mới quyết định hành động. Cần ghi nhớ là phải phát huy hết tác dụng của ống nhòm để phán đoán tình huống hiện thời và nguy cơ đâm va.

3. Khi sớm áp dụng hành động tránh va bằng cách chuyển hướng thì góc chuyển hướng phải lớn đến mức làm cho tàu kia có thể nhận biết sự chuyển hướng của mình,. Cho dù tàu kia chưa áp dụng hành động tránh va bằng cách chuuyển hướng bên phải, thì chỉ với sự chuyển hướng của tàu mình cũng đủ cho hai tàu mạn trái đối mạn trái đi qua nhau. Không được nhận thức một cách sai lầm rằng chỉ cần mỗi bên tránh nhau một nửa khoảng cách an toàn là đủ.

4. Khi chuyển hướng về bên phải, đồng thời phát thanh hiệu điều động một tiếng còi ngắn và/hoặc đèn hiệu điều động một chớp.

5. Khi có nghi ngờ không biết giữa hai tàu tồn tại tình huống đối hướng hay cắt hướng thì phải coi như hai tàu đang tồn tại tình huống đối hướng, từ đó sớm áp dụng hành động tránh va bằng cách chuyển hướng sang phải.

6. Khi một tàu nghi ngờ một tàu khác đến gần là tàu thuyền máy hay là một tàu hành động bị cản trở thì phải giả định tình huống này phù hợp với tình huống đối hướng và chuyển hướng về bên phải.

7. Tình huống đối hướng nguy hiểm

Đó là trường hợp hai tàu thuyền máy chạy trên cùng hướng ngược chiều nhau ở trạng thái "đối hướng gần" hoặc " hai tàu có thể đi qua gần nhau". Các tàu thuyền ở trong tình huống đối hướng như vậy cần phải dự đoán tàu kia có khả năng áp dụng hành động tránh va thiếu phối hợp, vì vậy về phương pháp hàng hải phải chú ý mấy điểm sau đây:

1) Khi phán đoán tình huống như trên của một tàu thuyền nào đó cần phải cố gắng quan sát kỹ biểu hiện của đèn cột, đèn mạn hoặc cột tàu cùng với hành động tránh va mà nó áp dụng. Trong khi giám sát một cách cẩn thận biến đổi phương vị của tàu khác cũng cần xem xét tình trạng các đèn cột, đèn mạn hoặc các cột tàu của tàu ta đối với tàu đó.

2) Khi áp dụng hành động tránh va, cho dù là về phương diện thời gian hay khoảng cách, bằng hành động thay đổi hướng hay thay đổi tốc độ đều đòi hỏi phải hành động kịp thời.

3) Để cho phía tàu bạn không nghi ngờ, hành động tránh va của tàu ta phải quyết đoán, chuyển hướng hay thay đổi tốc độ phải có biên độ đủ lớn đồng thời phải chú ý tác dụng của lái và phát còi điều động tương ứng.

4) Khi ta áp dụng hành động tránh va cần phải chú ý thấu đáo động thái của tàu kia, mặt khác về ý thức và hành động phải có sự chuẩn bị sẵn sàng cho tình huống khẩn cấp có thể xảy ra.

8. Để phán đoán hai tàu thuyền máy là đối hướng hay cắt hướng nhau thì phải dùng hướng mũi tàu chứ không phải hướng đi thực tế, nếu như hai tàu thuyền máy chạy trong gió mạnh hoặc trong dòng chảy xiết, do vì tốc độ phiêu dạt của hai tàu không giống nhau khiến cho tàu này nhìn thấy mũi của tàu kia đối hướng với tàu mình ở một góc độ rất nhỏ không biến đổi, trong tình huống đó hành động tránh va tốt nhất là chuyển hướng về bên phải.

9. Bất kể là hai tàu thuyền máy chạy đối hướng nhau hay chạy cắt chéo nhau ở một góc độ nhỏ thì điều quan trọng là không được tàu nào áp dụng hành động tránh va bằng cách chuyển hướng về bên trái. Nếu tự mình nhận thấy rằng hai tàu cần tăng thêm khoảng cách đi qua nhau mạn phải đối diện mạn phải thì điều đó có nghĩa là đang tồn tại nguy cơ đâm va. Đã từng xảy ra một vài vụ đâm va khi một tàu thì chuyển hướng về bên trái để tăng khoảng cách đi qua nhau còn tàu kia thì lại chuyển hướng về bên phải, kết quả là hai tàu đâm va nhau.

10. Hai tàu thuyền máy chạy ngược chiều trong đoạn cong ở sông hay luồng giao thông, mặc dù là chúng chạy cắt hướng nhau nhưng khi đến gần chỗ gặp nhau vì mỗi tàu đều phải chạy sát bờ bên phải khiến hai tàu hình thành tình huống đối hướng thì mỗi tàu phải hành động theo nguyên tắc đối hướng.

11. Hai tàu thuyền máy ở trong tình trạng đối hướng, khi một tàu nào đó phát trước một tiếng còi ngắn thì việc tiếp theo là phải chú ý thanh hiệu và hành động của đối phương, nếu có nghi ngờ phải lập tức giảm tốc độ, phát còi cảnh báo và sẵn sàng biện pháp ứng phó khẩn cấp để đề phòng đâm va.

12. Một trong hai tàu chạy đối hướng phát trước hai tiếng còi ngắn, một tàu khác lại phát một tiếng còi ngắn thì hai tàu phải lập tức giảm tốc độ hoặc ngừng máy để trao đổi lại thanh hiệu hoặc dùng VHF thương thảo cho đến khi thanh hiệu hoàn toàn không mâu thuẩn mới tiếp tục hành động.

13. Trong thực tiễn còn phát sinh tình huống như sau:

Trong tình huống đối hướng, một tàu thuyền máy nhận thấy trong hoàn cảnh và tình huống hiện thời để hai tàu đi qua nhau mạn phải đối diện mạn phải là an toàn, cho nên tàu này đã phát hai tiếng còi ngắn. Trong trường hợp này, chỉ có thể coi đây là thanh hiệu mang tính kiến nghị trái nguyên tắc đối hướng. Nếu tàu thuyền kia trả lời bằng hai tiếng còi ngắn thì biểu thị đôi bên chấp nhận trái nguyên tắc đối hướng. Nếu hai tàu hành động như vậy mà xảy ra đâm va thì không thể xử bằng nguyên tắc đối hướng mà phải giải quyết bằng tình huống đặc biệt.

11.6.4 Tình huống cắt hướng

Tình huống cắt hướng áp dụng khi hai tàu thuyền máy nhìn thấy lẫn nhau cắt hướng nhau cấu thành nguy cơ đâm va. Trong tình huống cắt hướng hai tàu thuyền máy không phải là nhường đường lẫn nhau mà phải phân biệt tàu *nhường đường* và tàu *được nhường đường* (tức tàu giữ đường).

1. Trong tình huống cắt hướng nếu tồn tại nguy cơ đâm va thì tàu nhường đường tránh cắt ngang qua trước mũi tàu được nhường đường, nhưng không chỉ định tàu này phải đi qua sau lái của tàu kia.

2. Trong tình huống cắt hướng, tàu nhường đường chuyển hướng về bên phải, thông thường đó là cách tốt nhất để nhường đường cho tàu đến từ phía bên phải.

3. Để tránh phát sinh đâm va với tàu khác đến từ phía phải gần chính ngang cũng có thể áp dụng cách giảm tốc độ hoặc chuyển hướng về bên trái với một biên độ lớn.

4. Trong tình huống cắt hướng với góc độ nhỏ, nếu như hoàn cảnh hiện tại không cho phép tàu nhường đường chuyển hướng về bên phải để tránh đâm va thì tàu đó có thể giảm tốc độ hoặc dừng máy để cho tàu được nhường đường đi qua trước mũi tàu mình một khoảng cách an toàn, sau đó khôi phục tốc độ hành trình bình thường.

5. Đối với yêu cầu tàu vượt không được vượt qua mũi tàu khác chỉ áp dụng cho trường hợp có nguy cơ đâm va, không áp dụng cho trường hợp trước lúc có nguy cơ đâm va khi tàu kia còn ở xa hoặc phương vị tàu kia biến đổi rõ rệt. Chỉ khi có khả năng có nguy cơ đâm va thì tàu nhường đường mới tránh vượt ngang qua mũi tàu kia.

6. Khi hai tàu thuyền máy cắt hướng nhau đến mức cấu thành nguy cơ đâm va mà trong đó có một tàu không biết có phải là tàu mất chủ động, hạn chế khả năng điều động, tàu đang đánh bắt cá hay không, (bởi vì việc việc nhận dạng bóng hiệu ban ngày hay đèn hiệu ban đêm của các tàu đó có khó khăn) do đó có nghi ngờ rằng nó có thật bị cản trở hay không, thì tàu kia áp dụng hành động chuyển hướng về bên phải là hành động tránh đâm va tốt nhất.

7. Tàu thuyền máy khác tiến tới từ bên phải phía sau chính ngang 20^0 tạo thành tình huống cắt hướng thì tàu ta nên chọn hành động chuyển hướng về bên trái để tránh va hoặc giảm tốc độ hoặc ngừng máy. Vì giảm tốc độ hay dừng máy tàu đều còn quán tính, không thể giảm tốc độ tiến tới ngay được, vì vậy trong tình huống này chuyển hướng về bên trái có hiệu quả hơn là giảm tốc.

8. Tàu thuyền máy đang chạy mà dừng trên mặt nước, trừ tàu thuyền mất chủ động, hạn chế khả năng điều động và tàu thuyền đang đánh bắt cá, cũng phải chấp hành yêu cầu quy định của điều khoản cắt hướng, phải nhường đường cho tàu thuyền đến bất cứ hướng nào trong

phạm vi 6^0 từ phía phải của mũi tàu mình đến $22,5^0$ từ phía phải của mũi tàu mình khi cấu thành nguy cơ đâm va.

9. Trong tình huống cắt hướng, tàu được nhường đường nghe thấy hai tiếng còi ngắn của tàu nhường đường thì phải hiểu rằng tàu nhường đường gặp khó khăn khi chuyển hướng bên phải, để tránh phát sinh đâm va nên tàu kia yêu cầu được chuyển hướng về bên trái. Nếu tàu được nhường đường đồng ý yêu cầu của tàu kia nghĩa là hai bên cùng chuyển hướng về bên trái, thì sau khi tàu được nhường đường đồng ý tiếp nhận hai tiếng còi ngắn thì có nghĩa là từ đó tàu được nhường đường bị mất "quyền lợi" và "nghĩa vụ" theo quy tắc này.

10. Tàu thuyền máy đang chạy trong luồng hẹp phát hiện bên phải phía trước có tàu thuyền máy khác đang chạy ngang qua luồng cấu thành nguy cơ đâm va, tàu nhường đường căn cứ vào tình huống và hoàn cảnh hiện thời có thể áp dụng hành động thay đổi tốc độ, chuyển hướng hoặc đồng thời thay đổi tốc độ và chuyển hướng.

11. Tàu đang làm công việc lai dắt nói chung không được hưởng đặc quyền nào, phải xem như là tàu thuyền máy thông thường. Đối với tàu lai dắt, mục đích của việc mang thêm các đèn và dấu hiệu là để biểu thị rằng bản thân tàu thuyền này có tăng thêm chiều dài gây cản trở đối với hành hải và cảnh báo cho tàu khác về việc đó. Giữa tàu lai và phương tiện bị lai còn có dây lai, tàu thuyền khác không thể đi qua sau lái tàu lai, chỉ có thể đi qua an toàn sau lái của phương tiện bị lai.

12. Thuỷ phi cơ chạy trên mặt nước nếu cắt hướng với tàu thuyền khác cấu thành nguy cơ đâm va cũng áp dụng thích hợp tình huống cắt hướng.

13. Trong tình huống cắt hướng, tàu nhường đường khi áp dụng hành động tránh va phải phát tín hiệu điều động tương ứng và/hoặc hiển thị đèn hiệu điều động.

11.6.5 Hành động tránh va của tàu *được nhường đường*

Hành động tránh va của tàu *thuyền được nhường đường* quy định trong các điều khoản 12, 13, 15 và 18 trong COLREGS chỉ áp dụng cho tàu này phải nhường đường cho tàu kia khi hai tàu trong cuộc nhìn thấy lẫn nhau.

1. Tàu thuyền *được nhường đường*, theo quy định, giữ nguyên tốc độ và nguyên hướng. Tuy nhiên, không nhất thiết phải giữ nguyên hướng đi la bàn và giữ nguyên tốc độ máy chính, để tránh nguy cơ đâm va nào đó buộc phải giảm tốc độ, chuyển hướng cũng là điều chính đáng.

2. Tàu thuyền *được nhường đường* được giữ nguyên tốc độ và hướng đi là nhấn mạnh tàu đó có trách nhiệm không ngừng phán đoán tình huống, nếu thực tế có nguy cơ đâm va thì tàu *được nhường đường* phải phát thanh hiệu biểu thị bất kỳ sự nghi ngờ nào.

3. Thời điểm sớm nhất mà tàu thuyền *được nhường đường* được phép giữ nguyên hướng áp dụng hành động tránh va được tính đến khi tàu *nhường đường* không những không áp dụng hành động sớm mà còn không áp dụng hành động đủ để có thể đạt tới mục đích đi qua nhau với một khoảng cách an toàn.

4. Tàu thuyền *được nhường đường* trước khi chưa có thể dự đoán trước sự tồn tại thực tế khả năng đâm va thì không nên áp dụng hành động. Vì vậy, tàu *được nhường đường* phải quan sát chính xác phương vị la bàn của tàu tiếp cận đồng thời dùng radar xác định khoảng cách của nó. Thời điểm mà tàu *được nhường đường* bắt đầu áp dụng hành động sớm nhất liên quan đến khoảng cách và tốc độ biến đổi khoảng cách của tàu nhường đường, nếu trên biển

rộng, hai tàu cắt hướng nhau, khi tàu *nhường đường* đến gần trên dưới 2 hải lý thì tàu *được nhường đường* được phép áp dụng hành động. Tuy nhiên cần phải căn cứ vào kích thước và tính năng điều động của hai tàu, đặc biệt là căn cứ tốc độ tiếp cận của hai tàu với nhau mà quyết định khoảng cách tiếp cận đó lớn hơn hoặc nhỏ hơn 2 hải lý.

5. Tàu *được nhường đường* sau khi phát tín hiệu nghi ngờ mà chưa nhận được tín hiệu trả lời nhanh chóng của *tàu nhường đường* thì tàu được nhường đường phải căn cứ vào hoàn cảnh thực tế áp dụng những biện pháp thận trọng, các biên pháp đó bao gồm mời thuyền trưởng lên buồng lái, chuyển từ lái tự động sang lái tay, máy chính sẵn sàng.

6. Tàu thuyền *được nhường đường* nhận thấy tàu *nhường đường* không áp dụng hành động thích đáng, khi tự mình cho phép áp dụng hành động để tránh đâm va thì cần phải dự kiến tàu thuyền *nhường đường* cũng có thể áp dụng hành động tránh va đồng thời hoặc ngay sau đó, tránh việc hai tàu cùng áp dụng hành động thiếu phối hợp. Nếu tàu *nhường đường* chạy tới từ mạn trái của tàu *được nhường đường* thì bất luận ra sao, tàu *được nhường đường* cũng không được bẻ lái sang trái.

7. Chạy qua phía sau lái của tàu *được nhường đường* là phương pháp nhường đường mà tàu *nhường đường* có thể áp dụng nhiều nhất, nếu tàu *được nhường đường* áp dụng hành động giảm tốc độ sẽ gây khó khăn cho tàu *nhường đường* đi qua sau lái của nó, cho nên tàu *được nhường đường* áp dụng hành động giảm tốc độ chưa chắc thu được hiệu quả tốt nhất.

8. Tàu *được nhường đường* áp dụng hành động chuyển hướng để tránh khỏi hướng đi của tàu *nhường đường*, nếu sự chuyển hướng đó tiến hành ở thời gian đủ sớm thì đó là một hành động điều động tương đối an toàn.

9. Trong tình huống cắt hướng, tàu *được nhường đường* áp dụng hành động chuyển hướng để tránh khỏi hướng đi của tàu *nhường đường*, ít nhất cũng làm giảm tốc độ tiếp cận giữa hai tàu. Nếu như tàu *nhường đường* chạy tới từ góc mạn trên dưới 60^0 của tàu *được nhường đường*, thì tàu *được nhường đường* áp dụng hành động tối ưu là chuyển hướng tránh xa tàu kia cho đến khi tàu kia nằm ở chính ngang tàu *được nhường đường*.

10. Nếu tàu *nhường đường* là tàu vượt hoặc hoặc tàu tiếp cận từ hướng gần chính ngang thì tàu *được nhường đường* áp dụng hành động chuyển hướng cho đến khi hướng đi của hai tàu song song hoặc gần song song thì đó là hành động an toàn nhất.

11. Mặc dù chuyển hướng để tránh tàu *nhường đường* là hành động an toàn nhất mà tàu *được nhường đường* áp dụng, nhưng tàu *được nhường đường* khi quyết định điều động trăính va cần phải xem xét tới các tàu thuyền khác chung quanh, các chướng ngại hàng hải lân cận và các yếu tố khác.

12. Ban ngày, khi một tàu thuyền *hành động bị cản trở* và một tàu thuyền máy điều động bình thường chạy cắt hướng nhau nhưng vì tàu sau không nhìn thấy rõ bóng hiệu mà tàu *hành động bị cản trở* trưng ra, nên nó không áp dụng hành động tránh va mà một tàu *nhường đường* phải áp dụng, trong trường hợp đó, tàu *hành động bị cản trở* (tàu được nhường đường) cần phải áp dụng hành động tránh va một mình, nó có thể chuyển hướng về bên phải một góc độ lớn là tương đối an toàn.

13. Khi tàu *nhường đường* và tàu *được nhường đường* đều cùng có yêu cầu phải áp dụng hành động nhường đường thì phát âm hiệu điều động là điều quan trọng, điều đó có thể giảm thiểu khả năng hai tàu thiếu hợp đồng hành động.

4. Tàu *được nhường đường* cưỡng chế hành động:

Khi tàu *được nhường đường* phát hiện thấy mình tiếp cận đến tàu *nhường đường* mà hành động của nó không tránh khỏi đâm va, theo quy định, tàu *được nhường đường* cũng phải áp dụng hành động tránh va với sự hỗ trợ cao nhất. Với một tàu tiếp cận từ phía trước bên trái, tàu *được nhường đường* áp dụng hành động tránh va bằng cách chuyển hướng về bên phải, nếu không thực hiện sớm để tránh khỏi tàu tiếp cận thì có thể đó là một thao tác nguy hiểm, vì nếu phát sinh đâm va thì có thể đâm va vào vùng cận giữa tàu.

5. Trong trường hợp đâm va nhau là không thể tránh khỏi thì phải áp dụng biện pháp dừng máy và quay bánh lái sao cho hai tàu chỉ cọ sát vào nhau rồi đi qua nhau, không nên để hai tàu đâm va trực tiếp. Nếu để hai phần đầu tàu đâm va nhau thì thì tổn thất sẽ nhỏ nhất.

6. Khi có một tàu thuyền chạy thẳng tới từ phía trước bên trái mũi tàu, thì chuyển hướng về bên phải luôn là một hành động tệ hại, điều đó sẽ tạo nên một tình huống đâm va ngay giữa tàu hay phía sau lái.

1.6.6 Trách nhiệm giữa các tàu thuyền với nhau

Điều khoản này áp dụng cho hai tàu thuyền nhìn thấy lẫn nhau, căn cứ vào khả năng mà các tàu này áp dụng hành động tránh va lẫn nhau, để phân chia trách nhiệm nhường đường lớn hay nhỏ cho loại tàu này đối với loại tàu kia. Điều khoản về trách nhiệm giữa các tàu đôi khi cũng thích hợp áp dụng khi chạy trong luồng hẹp hay trong khu vực phân luồng giao thông. Nhưng bất cứ tàu nào vượt tàu khác đều phải nhường đường cho tàu bị vượt.

- Tàu thuyền được hưởng quyền lợi nào đó theo quy định của điều khoản trách nhiệm giữa các tàu với nhau đều phải thoả mãn các điều kiện về đèn hiệu và bóng hiệu quy định liên quan, nếu không sẽ không được hưởng bất cứ quyền lợi nào.

- Trừ những quy định ở điều 8, 9, 10, các điều khoản quy định trách nhiệm hành động nhường đường giữa các tàu như sau:

  1) Khi áp dụng hành động tránh va phải tiến hành đủ sớm và biên độ rộng để có thể đi qua nhau một khoảng cách an toàn. Nhưng *tránh vượt qua phía trước mũi tàu kia.*

  2) *Tàu nhường đường* khi áp dụng hành động tránh va phải xem xét tới tàu thuyền khác tuy được hưởng một số quyền lợi nào đó nhưng vì đang thực hiện một công việc hoặc vì để thích ứng một hoàn cảnh nhất định có thể không có cách nào giữ nguyên hướng hoặc giữ nguyên tốc độ.

  3) Tàu thuyền máy phải nhường đường cho tất cả các loại tàu thuyền khác, đồng thời tránh gây trở ngại cho sự đi qua an toàn của tàu thuyền hạn chế mớn nước hiển thị tín hiệu tương ứng, quy định này vẫn thích hợp đối với tàu thuyền máy đang chạy mà dừng tàu.

- Tàu thuyền máy phải nhường đường cho tàu thuyền buồm trừ khi tàu thuyền buồm đang vượt, nhưng các du thuyền nhỏ chạy buồm có tính chất vui chơi giải trí thường xuyên thay đổi hướng nên tránh xa đường chạy của tàu thuyền máy cỡ lớn để cho tàu thuyền máy cỡ lớn không phải áp dụng hành động tránh va chúng. Nếu tàu thuyền máy không áp dụng đủ sớm hành động tránh va, thì du thuyền có thể căn cứ quy định cho *tàu được nhường đường* áp dụng hành động tránh va một cách độc lập thì nói chung cũng có thể tránh được đâm va.

4. Nhưng điều nói trên không có nghĩa là người lái thuyền buồm có quyền gây trở ngại cho tàu chạy máy lớn trong luồng hẹp, vì tàu chạy máy hạn chế khả năng điều động. Tàu thuyền buồm phải tránh xa *tàu mất khả năng điều động* và *tàu đang đánh cá.*

5. Khi tàu thuyền máy tránh tàu thuyền buồm vào ban đêm cần phải chú ý hướng gió thực tế lúc đó và lưu ý một thực tế là hầu hết tàu thuyền buồm vẫn chạy bằng cách đón gió vát 45^0, điều đó rất có ích khi tàu thuyền máy áp dụng hành động tránh va.

6. Một chiếc *tàu hành động bị cản trở* và một tàu thuyền máy đều đang chạy với tốc độ lớn gần đối hướng nhau, nhưng tàu thuyền máy chưa thể kịp thời nhận rõ bóng hiệu mà phía bên kia hiển thị nên chưa kịp áp dụng đủ sớm hành động tránh va, lúc này *tàu hành động bị cản trở* có thể phát thanh hiệu nghi ngờ đồng thời căn cứ vào quy định về hành động của *tàu được nhường đường* mà áp dụng giải pháp tránh va.

7. Nếu như tồn tại nguy cơ đâm va thì tàu thuyền máy và tàu thuyền buồn đều phải nhường đường cho tàu đang đánh cá, nhưng cần chú ý:

   1) Tàu thuyền đang đánh cá hiển thị tín hiệu quy định tại Điều 26 Khoản 3 Mục (2) thì có nghĩa đó là dụng cụ đánh cá trên biển cách xa tàu thuyền đó trên 150 mét.

   2) Tàu đánh cá lưới vét có tốc độ khá cao (trên dưới 12 hải lý) lưới có thể sát đáy hoặc gần sát đáy còn các tàu đánh cá khác thì đều sử dụng lưới kéo tầng trung hoặc lưới phao vì vậy *tàu nhường đường* không được chạy qua sau lái các tàu đó trong phạm vi cách 1 hải lý.

   3) Tàu thuyền đánh bắt cá bằng lưới vây vì nó thả dây lưới và lưới trên một lộ trình tam giác, sau đó bắt đầu thu lưới, toàn bộ tác nghiệp đó kéo dài khoảng 2~3 giờ đồng hồ mà lưới thì nổi trên mặt nước và kéo dài phía sau tàu đánh cá trên 1 hải lý.

   4) Thuyền câu bằng dây câu thường thả dây câu dài có nhiều lưỡi câu tận đáy biển, những dây câu dài đó tuy không ảnh hưởng tàu thuyền khác lại gần nhưng hạn chế nghiêm trọng đến khả năng điều động của bản thân thuyền cá đó. Tàu thuyền máy và tàu thuyền buồm khi tránh va với loại thuyền câu này cần chú ý dụng cụ đánh bắt cá và tính năng điều động của nó, tốt nhất là nên tránh xa.

8. Tàu thuyền máy và tàu thuyền buồm cần phải nhường đường cho *tàu thuyền hạn chế khả năng điều động.* Tàu thuyền hạn chế khả năng điều động khi chạy trong khu vực chật hẹp hoặc chạy gần tàu tàu thuyền buồm và các tàu có tốc độ chậm khác, cần phải hết sức chú ý tính năng điều động đặc biệt là trớn dừng và khả năng quay trở của tàu mình để quyết định tốc độ an toàn của bản thân.

9. *Tàu hạn chế bởi mớn nước* khi đến gần các tầu thuyền khác trong luồng cần hết sức chú ý điều kiện đặc biệt của mình, phải chạy thật cẩn thận, trong bất cứ lúc nào cũng phải chạy với tốc độ an toàn để có thể áp dụng hành động tránh va thích đáng và hiệu quả, khi áp dụng giải pháp giảm tốc nên xét tới khả năng không thể dừng tốc độ chạy tới ngay lập tức.

10. Tàu thuyền đánh cá đang đánh bắt cá cần tận dụng hết khả năng nhường đường cho *tàu thuyền mất chủ động* và *tàu thuyền hạn chế khả năng điều động.* Tuy nhiên cũng có một số tàu cá đang đánh cá không có cách nào điều động tránh va theo yêu cầu của quy tắc tránh va thì tàu thuyền khác cũng cần chú ý.

11. Bất cứ tàu thuyền nào gặp *tàu thuyền mất khả năng điều động* (bao gồm cả thuyền buồm) đang ở trong vùng nước chảy xiết không có gió, tàu thuyền thả trôi trong gió bão bằng cách tháo neo cho lê xích đón gió, tàu cá thả trôi rê lưới đón gió thì phải tránh xa.

12. Hai *tàu hành động bị cản trở* chạy đối hướng hoặc cắt hướng nếu đến gần thì cấu thành nguy cơ đâm va, trong trường hợp không cách nào phân chia rõ trách nhiệm thì cả hai tàu phải áp dụng hành động tránh va. Căn cứ các nguyên tắc quy định trong quy tắc tránh va Điều 14, 15, 17 Khoản 3 thì áp dụng hành động chuyển hướng bên phải là thoả đáng.

13. Tình huống không thể nào phân rõ trách nhiệm đội bên như vừa nói trên còn có các trường hợp sau đây:

    1) Khi một tàu thuyền hành động bị trở ngại chạy đến gần một tàu thuyền khác tương tự.

    2) Một tàu thuyền hạn chế khả năng điều động chạy đến gần một tàu thuyền cá đang đánh cá không có cách nào điều động một cách hiệu quả.

14. Thuỷ phi cơ trên mặt nước thông thường phải tránh xa tất cả tàu thuyền và tránh gây trở ngại cho hành hải của chúng. Nhưng khi tồn tại nguy cơ đâm va thì phải tuân thủ " Quy tắc điều động và hành hải"

15. Tàu đệm khí và tàu cánh ngầm tuy điều động trong trạng thái không ngập nước phải được coi như là tàu thuyền máy. Khi chúng chạy với tốc độ cao cần áp dụng hành động sớm, rộng để tránh xa các tàu thuyền khác.

16. Tàu đệm khí khi điều động trong trạng thái không ngập nước dễ bị ảnh hưởng của gió, hướng mũi và vết tàu có khi lệch nhau đến mức dưới 45^0, các tàu khác phải hết sức chú ý.

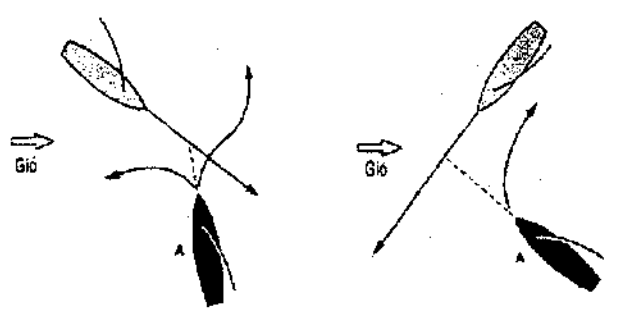
17. Các quy tắc điều động giành cho tàu thuyền buồm.

    Điều 12 về "Tàu thuyền buồm " quy định:

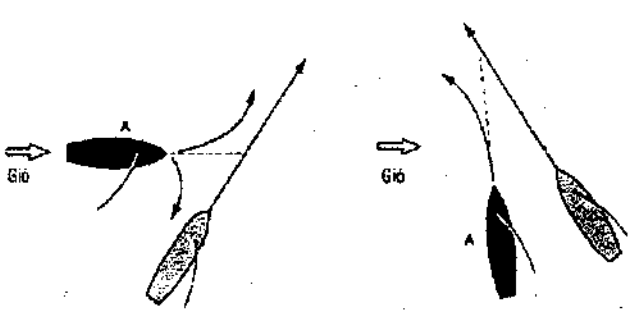
    Khi hai tàu thuyền đến gần nhau có nguy cơ va chạm xảy ra thì một trong hai tàu thuyền này phải nhường đường cho chiếc kia theo những quy định sau đây:

    1) Khi hai tàu thuyền ăn gió ở hai mạn khác nhau thì tàu thuyền ăn gió ở mạn trái phải tránh đường cho tàu thuyền ăn gió ở mạn phải (Hình 11.27a).

    2) Khi cả hai tàu thuyền ăn



(a) Hai tàu, thuyền ăn gió khác mạn



(b) Hai tàu, thuyền ăn gió cùng mạn

Hình 11.27

gió cùng một mạn thì tàu thuyền đi trên gió phải tránh đường cho tàu thuyền đi dưới gió (Hình 1.27b).

3) Nếu tàu thuyền ăn gió mạn trái nhìn thấy một tàu thuyền khác ở trên gió nhưng không thể xác định được chính xác tàu thuyền ấy ăn gió mạn trái hay mạn phải thì phải nhường đường cho tàu thuyền đó.

4) Theo quy tắc này, mạn trên gió được hiểu là mạn đối diện với mạn có buồm.

18. Sơ đồ trên hình 11.28 là các ví dụ để diễn đạt khái quát trách nhiệm giữa các tàu thuyền.

Tàu Y là tàu ta, vòng tròn mặt phẳng chân trời được chia ra ba phần tương ứng với cung của hai đèn mạn (112^0,5) và đèn lái (135^0), xem xét từng trường hợp trên sơ đồ :

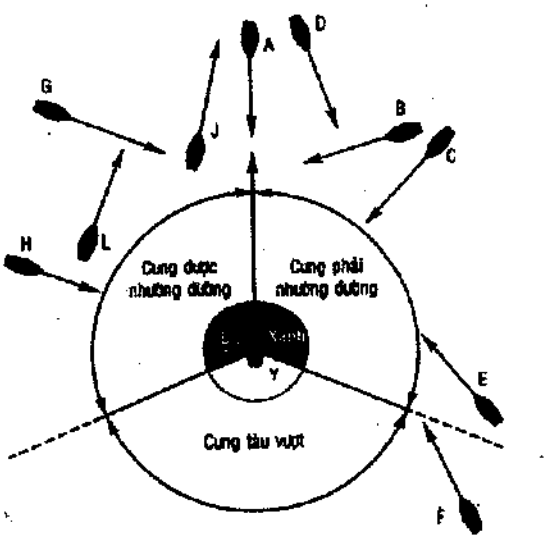
1) Tàu A tiếp cận đối hướng (ban đêm nhìn thấy hai đèn mạn và đèn cột), cả hai tàu đều áp dụng hành động tránh va bằng cách đổi hướng sang phải của tàu mình.

2) Đối với tàu B, nếu quan sát thấy hướng ngắm của nó không đổi hoặc đổi rất ít (nhìn thấy đèn mạn đỏ và đèn cột ban đêm) thì tàu ta phải nhường đường bằng cách đổi hướng sang phải hoặc đồng thời đổi hướng và tốc độ, dừng máy, chạy lùi.

3) Tàu C chỉ cần giữ hướng và tốc độ sẽ không có nguy cơ đâm va.

4) Tàu D với hướng không đổi (nhìn thấy đèn mạn xanh và đèn cột của nó) không thể đâm va với tàu ta.

5) Tàu E. (nhìn thấy đèn mạn đỏ và đèn cột của nó ban đêm), nếu hướng ngắm không đổi hoặc đổi rất ít thì có nguy cơ đâm va, tàu ta phải có nghĩa vụ tránh va (tàu này nhìn thấy đèn mạn xanh tàu ta).



Hình 11.28

6) Tàu F là tàu vượt, nó chỉ nhìn thấy đèn lái của tàu ta, vì vậy nó có nghĩa vụ phải tránh xa tàu ta. Khi nó vượt vào " cung nhường đường" tức khi nó nhìn thấy đèn mạn xanh và đèn cột của tàu ta thì nó vẫn là một tàu vượt và vẫn phải tránh xa tàu ta cho đến khi hai tàu đi qua nhau an toàn.

7) Tàu G là tàu đang đi hướng có nguy cơ đâm va với tàu ta; ta nhìn thấy đèn mạn xanh và đèn cột của nó; nó nhìn thấy đèn mạn đỏ và đèn cột của ta. Vì vậy tàu G có nghĩa vụ phải tránh tàu ta, còn ta thì giữ nguyên hướng và tốc độ.

8) Tàu H chỉ cần giữ nguyên hướng và tốc độ thì không có nguy cơ đâm va.

9) Tàu J có nguy cơ đâm va khi ta tiếp cận với tốc độ lớn hơn, ban đêm có thể nhìn thấy đèn lái của nó, ta phải tránh xa nó vì ta là tàu vượt. Thậm chí sau đó khi ta nhìn thấy đèn mạn xanh và đèn cột của nó thì ta vẫn là tàu vượt và tiếp tục nghĩa vụ tránh xa nó.

10) Tàu L. Đây là trường hợp duy nhất có thể nghi ngờ về nghĩa vụ tàu ta. Ta có thể đang nằm ở cung vượt hoặc cung nhường đường của tàu L. Ban đêm có thể dễ phán đoán vị trí của ta vì có thể nhìn thấy đèn lái hoặc đèn mạn đèn cột của nó để quyết định hành động của ta. Ban ngày thì không dễ phán đoán ta đang nằm ở cung nào của nó, trong trường hợp đó phải xem ta như là *tàu vượt* để quyết định nghĩa vụ phải tránh đường cho nó.

1.6.7 Quy tắc hành động của tàu thuyền khi tầm nhìn xa hạn chế

Điều khoản này áp dụng cho tầu thuyền không nhìn thấy lẫn nhau chạy trong khu vực tầm nhìn xa hạn chế hoặc gần đó đồng thời phải phát âm hiêu sương mù.

Khi tầm nhìn xa hạn chế, yếu tố quan trọng quyết định hàng hải an toàn là mật độ tàu thuyền, tính năng điều động của tàu mình và hiệu quả của thiết bị rađa. Xem xét tới tốc độ an toàn khi chạy trong tầm nhìn xa hạn chế thì cách giải thích thuật ngữ " chạy với tốc độ chậm" vẫn rất có ích.

Khi tầm nhìn xa dưới 5 hải lý, vì mù có thể hình thành rất nhanh, bất cứ chiếc tàu nào cũng phải chạy với máy chính "sẵn sàng điều động", đó là cách làm thận trọng. Tàu chạy trên đại dương cũng nên làm như vậy.

Tàu đang chạy nếu gặp phải một trận mưa dông, vì khả năng phát hiện khu vực mưa của rađa khá xa cho nên phải giảm tốc độ trước khi chạy vào vùng mưa.

Cách tốt nhất để duy trì quan sát trong tầm nhìn xa hạn chế là:

1) Ban ngày hoặc ban đêm đều phải tăng cường thuỷ thủ cảnh giới.

2) Cần để cho một sĩ quan hàng hải có kinh nghiệm chuyên quan sát trên radar, tiến hành quan sát có hệ thống và đồ giải.

3) Ngoài việc sử dụng hiệu quả radar, cần cần duy trì cảnh giới bằng tai và bằng mắt thường.

4) Khi chạy trong sương mù, khuyến cáo dùng thang tầm xa 12 hải lý, khi mục tiêu tiếp cận quan sát trên màn hình còn ở trong phạm vi 1/3 phần bán kính ngoài màn hình, coi như bắt đầu giai đoạn phán đoán, cần chú ý hai tàu có đang hình thành tình trạng khẩn cấp hay không, nếu có, thì phải áp dụng hành động tránh va biên độ lớn trước khi nó tiếp cận đến 1/3 phần bán kính trong màn hình.

Một tàu chỉ dựa vào radar đồ giải một tàu khác đang hình thành tình huống khẩn cấp và/hoặc tồn tại nguy cơ đâm va, thì nó cần áp dụng hành động tránh va với biên độ rộng, sớm hơn so với tránh va trong điều kiện tầm nhìn xa tốt, để cho tàu khác dễ phát hiện bằng rađa; tàu đó còn phải dùng ráđa để kiểm tra hiệu quả của hành động tránh va mà nó áp dụng.

Các trường hợp áp dụng hành động tránh va bao gồm đổi hướng để tránh một tình huống khẩn cấp trong điều kiện tầm nhìn xa hạn chế :

1) Hai tàu thuyền tiếp cận nhau ngược hướng hoặc gần ngược hướng thì mỗi tàu cần chuyển hướng biên độ lớn về bên phải thì có lợi nhất.

2) Ngoài tình huống vượt ra, đối với tàu đến từ phía trước chính ngang, nên áp dụng giải pháp chuyển hướng về bên phải.

3) Để tránh tình huống khẩn cấp đang hình thành do một tàu thuyền khác đến từ ngay trước mũi hoặc đến từ một góc độ nhỏ phía mũi, nếu như phía bên phải không đủ rộng để điều động hoặc vì có tàu khác mà cần phải chuyển hướng về bên trái thì điều quan trọng là việc chuyển hướng đó phải hết sức cố gắng áp dụng hành động sớm và kịp thời với góc độ lớn.

4) Để tránh hình thành tình huống khẩn cấp với một tàu thuyền khác đến từ phía trái một hướng bất kỳ hoặc đến từ phía trước bên phải nên áp dụng biện pháp chuyển hướng về bên phải.

5) Đối với một tàu thuyền đến từ chính ngang hoặc sau chính ngang cần áp dụng hành động chuyển hướng về bên trái.

6) Để tránh va một tàu thuyền đến từ bên phải hơi chếch về phía trước chính ngang áp dụng cách chuyển hướng góc độ lớn về bên trái là một giải pháp điều động tương đối an toàn, vì bằng cách đo mới giảm nhỏ tốc độ tương đối giữa hai tàu.

7) Để tránh một tàu thuyền đến từ phía sau lái thì có thể chuyển hướng về bên phải hoặc bên trái đều được.

8) Trường hợp thay đổi tốc độ để tránh một tình huống khẩn cấp,

a) Đối với tàu đến từ gần chính ngang thì áp dụng hành động tránh va bằng cách thay đổi tốc độ thì tương đối hiệu quả.

b) Khi hai tàu thuyền tiếp cận với hướng ngược chiều nhau, áp dụng giải pháp giảm tốc độ tuy ít khả năng làm tăng khoảng cách gặp nhau giữa hai tàu nhưng làm giảm tốc độ tiếp cận của chúng giúp ta có nhiều thời gian đánh giá tình hình và áp dụng hành động tránh va tiếp theo. Vì vậy việc giảm tốc độ cũng được coi như là một hành động tránh va.

7. Để tránh hình thành tình huống khẩn cấp, áp dụng hành động tránh va kết hợp giảm tốc và chuyển hướng, trong nhiều trường hợp, rất hiệu quả.

8. Hành động tránh va khi nghe thấy còi phía trước chính ngang.

1) Nếu không chắc không có nguy cơ đâm va, nói chung khi nghe thấy còi của tàu thuyền khác ở phía trước chính ngang tàu mình thì cần giảm tốc độ xuống đến mức thấp nhất còn đủ duy trì hướng đi, khi cần cho tàu dừng lại.

2) Khi nghe thấy còi của tàu thuyền khác từ phía gần chính ngang hoặc chếch về phía sau chính ngang thì giảm tốc độ tàu mình là một hành động thận trọng.

3) Khi nghe vài tiếng còi cùng một hướng đến từ phía sau gần chính ngang thì cách tốt nhất là dừng tàu lại.

4) Khi tàu đang chạy với tốc độ cao hơn tốc độ duy trì hiệu quả của bánh lái mà thuyền trưởng hoặc sĩ quan trực ca nghe người cảnh giới báo cáo có nghe thấy tiếng còi ở phía trước chính ngang thì lập tức dừng máy và giảm tốc độ.

5) Nếu nghe thấy tiếng còi của tàu thuyền khác đang neo đậu ngay ở phía trước mà tàu ta còn chưa phát hiện nó bằng rađa thì nên dừng máy, nếu cần cho tàu dừng tàu.

9. Tàu thuyền chạy bằng rađa, khi hình thành tình huống khẩn cấp không thể tránh với một tàu ở phía trước chính ngang thì cần phải dừng máy và lùi máy sao cho tàu dừng lại ngay, đặc

biệt là khi tàu thuyền khác chạy đến từ phía trước hoặc đến từ một góc mạn trong phạm vi trên dưới 30^0.

10. Nếu gặp một tàu thuyền nào đó chạy thẳng tới với một tốc độ cao, khi còn hoài nghi không rõ tàu kia đi qua mạn nào thì cố gắng dừng tàu lại, đây là một biện pháp thận trọng để tránh đâm va khi đối diện với tình huống nguy hiểm.

11. Nói chung khi trên rađa hiển thị tàu thuyền khác đến từ hơi chếch phía trước chính ngang hoặc đến với một góc độ lớn từ phía mũi mà ta dự đoán tàu kia sẽ đi qua phía sau lái tàu ta và đang hình thành tình huống khẩn cấp, thì tàu ta nên duy trì tốc độ lớn hơn tốc độ ăn lái, đó là một hành động đúng. Tuy nhiên, hành động an toàn nhất là chuyển hướng tách rời khỏi tàu kia.

12. Khi nghe còi của tàu thuyền khác ở phía trước chính ngang, nói chung không chuyển hướng tránh va trừ khi tìm hiểu và phán đoán đầy đủ vị trí và hành động của tàu kia.

13. Khi chạy trong sương mù nếu nhìn thấy tàu thuyền khác nhưng không khẳng định hoặc chưa rõ hướng của tàu thuyền khác thì không nên lập tức áp dụng hành động chuyển hướng.

14. Khi nghe thấy hai tiếng còi dài, có nghĩa là tàu thuyền khác không di chuyển trên mặt nước, nếu tàu ta áp dụng hành động chuyển hướng là không thích đáng.

15. Tàu không lắp rađa hoặc tàu rađa bị hỏng khi chạy trong sương mù nghe còi ở phía trước chính ngang tàu mình thì phải áp dụng biện pháp chạy máy lùi trong những trường hợp sau đây:

    1) Khi vừa nghe còi sương mù tàu khác ngay gần tàu mình.

    2) Nghe còi sương mù của tàu khác hình như ngay ở phía trước.

    3) Nghe còi tàu khác trước mũi với góc mạn của nó mỗi lúc một nhỏ dần.

    4) Vừa nhìn thấy một tàu từ trong sương mù lù lù xuất hiện nhưng chưa rõ hướng đi của nó.

    5) Nghe tiếng còi của thuyền buồm hình như đến từ phía trước chính ngang tàu ta.

    6) Khi chạy xuôi nước thuỷ triều nghe còi của tàu neo trong sương mù ở ngay phía trước.

    7) Nếu như chạy máy lùi mà phát ra tiếng động làm ảnh hưởng không nghe thấy còi sương mù thì cũng nên cân nhắc việc chạy máy lùi, không cần thiết thì không chạy máy lùi, đặc biệt là lùi hết máy.

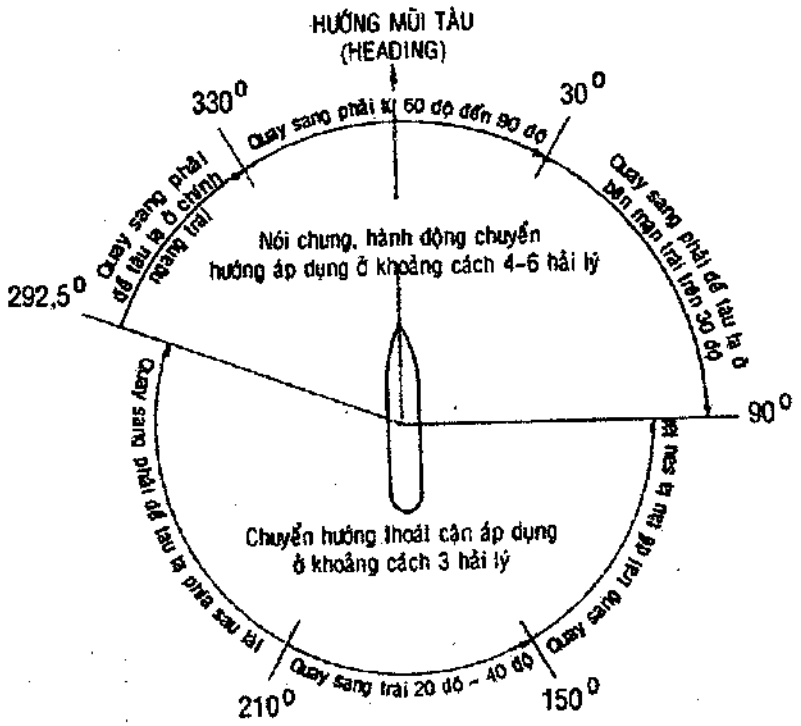
16. Tàu sử dụng rađa trong sương mù khi xem xét tốc độ tàu mình có vượt quá tốc độ đủ duy trì tàu ăn lái hay không, thì thông thường phải tiến hành đo tốc độ và phương vị của tàu lạ và đồ giải hoặc quan sát một cách có hệ thống. Khi nghe thấy còi của tàu lạ cần phải chú ý xem xét tiếng còi đó và sóng dội trên màn hình rađa có phải từ cùng một tàu hay không. Tai con người cũng hay bị nhầm lẫn hướng và cự ly của tiếng còi trong sương mù.

17. Vận dụng sơ đồ chuyển hướng tránh va bằng rađa trong tầm nhìn xa hạn chế

Tuỳ tình huống thực tế vận dụng sơ đồ hình 11.29 để tránh va trong sương mù có thể tiến hành bằng cách, căn cứ vào đường chuyển động tương đối của tàu lạ trên màn hình để xác định giải pháp chuyển hướng tránh va. Tại tâm sơ đồ là tàu ta, các cung tròn có ghi chú các phương án áp dụng hành động chuyển hướng khi tàu lạ tiếp cận đến cung đó. Chú ý, sơ đồ chuyển hướng tránh va bằng rađa chỉ được áp dụng ngoài biển rộng. Cụ thể như sau:

1) Đối với tàu lạ đến trong phạm vi góc mạn 30^0 trái và phải tàu ta (tức tàu lạ tiếp cận trong phạm vi góc mạn 330^0 đến 30^0 tàu ta) thì tàu ta chuyển hướng về phía phải 60^0 đến 90^0 khi còn cách tàu lạ 4~6 hải lý trên nguyên tắc như sau:

a) Khi tàu lạ đến từ bên trái thì tàu ta chuyển hướng 60^0 về bên phải, khi tàu lạ đến từ bên phải thì chuyển hướng 90^0 về bên phải.



Hình 11.29

b) Khi khoảng cách còn xa thì chuyển hướng 60^0, khi khoảng cách gần thì chuyển hướng 90^0.

c) Khi tàu lạ tiếp cận với tốc độ nhanh hơn tốc độ tàu ta thì chuyển hướng 90^0, chậm hơn thì chuyển hướng 60^0.

2) Tầu lạ đến từ góc mạn trong phạm vi 30^0 đến 90^0 thì tàu ta chuyển hướng về bên phải cho đến khi tàu lạ nằm ở góc mạn bên trái trên 30^0. Đối với tàu tiếp cận gần chính ngang, khi cự ly khá gần, chẳng hạn gần 2 hải lý thì tốt nhất là dừng tàu lại.

3) Tàu lạ đến trong phạm vi góc mạn 330^0 đến $292,5^0$, khi khoảng cách còn 4~6 hải lý thì tàu ta nên chuyển hướng về bên phải để tàu lạ ở chính ngang tàu ta.

Khi xác định tàu ta ở bên mạn phải của tàu lạ, tàu lạ có thể chuyển hướng sang phải của nó, tàu ta không được chuyển hướng sang trái để tránh hai tàu đối đầu đâm va.

4) Tàu lạ đến trong phạm vi góc mạn $292,5^0$ đến 210^0, tàu ta nên chuyển hướng về bên phải đến khi tàu lạ ở phía sau lái tàu ta :

a) Nếu tàu ta nằm ở phía trước bên phải tàu lạ, cần chú ý tàu lạ có thể chuyển hướng bên phải của nó 60^0~ 90^0 . Nếu tàu ta chuyển hướng bên trái thì tàu ta có thể cắt hướng tàu lạ hoặc đâm va với tàu lạ đang chuyển hướng về bên phải.

b) Đối với tàu lạ đến từ phía trước chính ngang, tàu ta có thể dừng lại để cho tàu lạ vượt qua tàu ta.

4) Tàu lạ vượt tàu ta đến từ góc 210^0 ~ 150^0, tàu ta nên chuyển hướng sang trái 20^0~40^0:

a) Chuyển hướng sang trái 40^0 hiệu quả hơn chuyển hướng 20^0.

b) Tàu lạ ở phía sau bên phải, trừ trường hợp bất thường tàu lạ quay bên trái lướt qua lái tàu ta, ta nên chuyển hướng sang trái để làm gia tăng cự ly tiếp cận giữa hai tàu.

c) Tàu lạ ở phía sau bên trái, nếu tàu ta nằm ở góc một góc mạn nhỏ bên phải hoặc bên trái tàu lạ thì tàu lạ rất có thể quay hướng sang phải lướt qua lái tàu ta, trường hợp này nếu tàu ta giảm tốc độ sẽ không đem lại hiệu quả cao cho việc gia tăng cự ly tiếp cận giữa hai tàu.

5) Tàu lạ đến từ góc 90^0 ~ 150^0, thì tàu ta nên chuyển hướng về bên trái cho đến khi tàu lạ ở phía sau lái tàu ta :

a) Nếu tàu ta nằm ở phía bên trái tàu lạ thì tàu lạ có thể xử lý bằng cách chuyển hướng về bên phải 60^0 ~90^0. Tuy nhiên cũng phải đề phòng có khả năng tàu lạ chuyển hướng về bên trái lướt qua lái tàu ta.

b) Giảm tốc độ tránh va của tàu ta đối với tàu lạ đến từ góc gần 90^0 có hiệu quả rõ rệt hơn là cũng làm như vậy đối với tàu lạ đến từ 150^0.

11.7 Quy tắc hành động của tàu thuyền chạy trong luồng hẹp và chạy trong khu vực theo quy chế phân nhánh lưu thông

11.7.1 Quy tắc hành động của tàu thuyền chạy trong luồng hẹp (narrow channel) và đường tàu (fairway)

Quy tắc chạy trong luồng hẹp, đường tàu không những áp dụng cho tàu thuyền máy mà áp dụng cho cả tàu thuyền không chạy máy. Quy tắc này, trừ quy định áp dụng trong trường hợp vượt khi nhìn thấy lẫn nhau, các điều khoản còn lại đều áp dụng cho tầm nhìn xa bất kỳ.

1. Bất kỳ tàu thuyền nào khi chạy theo hướng dọc luồng hẹp, chỉ khi đảm bảo an toàn, yêu cầu cố gắng chạy bám sát phía bờ luồng hoặc đường tàu bên mạn phải của tàu mình. Nhưng cũng nên nhớ rằng thật khó cho một tàu thuyền chạy gần phía bờ cạn như vậy có thể thay đổi hướng thường xuyên.

2. Khi tầm nhìn xa xấu cũng yêu cầu các tàu thuyền phải cố gắng chạy bám sát phía bờ luồng hoặc đường tàu bên mạn phải của tàu mình. Yêu cầu tàu thuyền phải tận dụng rađa và các thiết bị hàng hải khác để thực hiện việc đó.

3. Khi thuyền buồm vì nguyên nhân hướng gió và tàu thuyền chiều dài nhỏ hơn 20 mét không thể chạy bám sát phía bờ luồng hoặc đường tàu bên mạn phải của mình thì không được gây cản trở cho các tàu thuyền khác chỉ có thể đi qua an toàn bên trong luồng hẹp và đường tàu. Các thuyền buồm và tàu thuyền dưới 20 mét đó cần phải tránh xa các tàu thuyền bị hạn chế chỉ có thể chạy bên trong luồng hẹp và đường tàu.

4. Tàu thuyền đang đánh bắt cá cần phải tránh bất cứ tàu thuyền nào chạy bên trong luồng hẹp, đường tàu kể cả thuyền buồm và tàu thuyền máy nhỏ.

5. Cho phép tàu thuyền đi cắt ngang luồng hẹp và đường tàu, nhưng khi chạy cắt ngang như vậy không gây trở ngại các tàu thuyền khác mà chúng chỉ có thể chạy an toàn bên trong luồng hẹp và đường tàu. Các tàu thuyền chạy cắt ngang như vậy còn bao gồm:

   1) Tàu thuyền vì phải đưa, đón hoa tiêu mà chạy ngang luồng, đường tàu;

   2) Tàu thuyền phải chạy cắt ngang luồng hoặc đường tàu để chuyển sang một nhánh luồng hoặc đường tàu khác;

   3) Tàu thuyền phải cặp cầu ở mạn khác mà phải chạy cắt ngang.

6. Một tàu thuyền máy có thể chạy an toàn bên ngoài luồng hẹp và đường tàu, khi chạy trong luồng hẹp phải nhường đường cho tàu thuyền máy chạy cắt ngang đến từ phía mạn phải của tàu mình và hình thành nguy cơ đâm va. Ở trạng thái cắt hướng như vậy, khi cần, phải giảm tốc độ hoặc dừng máy.

7. Tàu thuyền nói chung chỉ có thể chạy an toàn bên trong luồng hẹp và đường tàu, nếu có nghi ngờ ý đồ của tàu thuyền cắt ngang thì phải phát ít nhất 5 tiếng còi ngắn và nhanh.

8. Khi một tàu thuyền có ý định muốn tham gia hành hải trong luồng hẹp hoặc đường tàu, khi bắt đầu vào luồng hẹp hay đường tàu phải:

   1) Khi nhập vào luồng hay đường tàu chính phải lái một cách cẩn thận không để ảnh hưởng đến các tàu khác đang chạy trong luồng hẹp hoặc đường tàu .

   2) Khi một tàu xác định chắc là mình sẽ đến trước một giao điểm thì tàu đó cứ tiếp tục chạy, còn tàu kia phải đợi cho đến khi tàu đó đi qua khỏi.

   3) Nếu hai tàu dự tính đến một giao điểm gần như đồng thời thì hợp lý nhất là tàu ngược nước cần phải đợi cho đến khi tàu kia đi qua.

9. Điều khoản vượt trong luồng hẹp chỉ áp dụng và tiến hành với điều kiện khi hai tàu (*tàu muốn vượt* và *tàu bị vượt*) cùng đồng ý :

   1) Yêu cầu đối với tàu có ý định muốn vượt (*tàu muốn vượt*): Phát thanh hiệu biểu thị muốn vượt qua tàu bị vượt ở phía mạn nào.

   2) Yêu cầu đối với *tàu bị vượt*:

   a) Khi nghe tàu muốn vượt phát thanh hiệu muốn vượt phía mạn nào đó, để biểu thị rằng tàu vượt có thể đi qua an toàn, phải biểu thị đồng ý bằng cách phát thanh hiệu: một tiếng dài, một tiếng ngắn, một tiếng dài và một tiếng ngắn .

   b) Phải áp dụng hành động cần thiết cho phép tàu kia đi qua an toàn bao gồm việc nhường đường tàu, giữ một khoảng cách an toàn tương đối rộng, giảm tốc độ sao cho thời gian hai tàu song hành ngắn nhất khi đi qua nhau.

   c) Nếu như nhận thấy *tàu muốn vượt* đi qua sẽ không an toàn thì phát thanh hiệu ít nhất năm tiếng còi ngắn, nhanh.

   d) Nếu như tàu *bị vượt* sau khi nghe thanh hiệu của *tàu muốn vượt* mà không trả lời, xét theo góc độ an toàn, có thể coi như tàu bị vượt không đồng ý cho vượt. Tuy nhiên, không

nên làm như vậy, nếu thực tế việc cho vượt là không an toàn thì nên phát thanh hiệu tối thiểu 5 tiếng còi ngắn và nhanh.

3) *Tàu muốn vượt* sau khi nghe *tàu bị vượt* phát 5 tiếng còi ngắn hoặc chưa nghe thấy còi đồng ý cho vượt thì có thể dùng VHF trao đổi, tìm hiểu tình hình phía trước, không được cứ vượt một cách mù quáng.

4) Các điều khoản về vượt trong luồng hẹp chỉ áp dụng cho tàu thuyền nhìn thấy lẫn nhau.

0. Tàu thuyền chạy trong luồng hẹp và đường tàu đến các đoạn ngoặt có thể không nhìn thấy tàu lạ phía bên kia, do bị che khuất bởi chướng ngại vật, cần phát thanh hiệu một tiếng còi dài:

1) Nếu sau vài phút nghe một thanh hiệu bằng còi của một tàu khác từ phía bên kia đoạn ngoặt thì cần phải trả lời bằng một thanh hiệu dài.

2) Bất kể tàu tiếp cận có nghe thấy thanh hiệu hay không, khi chạy qua đoạn ngoặt đều phải cảnh giới và cẩn thận.

3) Tàu thuyền máy khi chạy qua đoạn ngoặt cần duy trì đúng đường của mình không được xâm phạm đến đường của tàu khác.

4) Khi hai tàu thuyền máy chạy qua đoạn ngoặt theo hướng ngược nhau và nghe thanh hiệu cảnh báo của nhau thì phải tuân thủ theo tập quán để tránh nhau, tàu ngược nước nhường đường cho tàu xuôi nước.

5) Khoản 6 Điều 9 của Quy tắc áp dụng cho tàu thuyền nhìn thấy lẫn nhau.

1. Nếu hoàn cảnh tại chỗ cho phép nên tránh neo tàu trong luồng hẹp; mặc dù có sương mù dầy đặc thì cũng phải cố gắng neo tại khu vực không gây trở ngại cho tàu thuyền khác qua lại.

1.7.2 Quy tắc hành động của tàu thuyền chạy trong khu vực có quy chế phân nhánh lưu thông

. Quy chế phân nhánh lưu thông (Traffic Separation Schemes)

Quy chế phân nhánh lưu thông là một hệ thống phân chia đường chạy tàu thành hai đơn tuyến ngược xuôi một chiều riêng biệt. Ở những tuyến hàng hải, vùng nước có nhiều tàu thuyền qua lại, việc chia luồng thành hai đơn tuyến một chiều như vậy sẽ ngăn cách hai luồng tàu chạy ngược chiều nhau, không cho các tàu chạy đối hướng nhau trong một nhánh, nâng cao tính an toàn hàng hải.

Trên biển quốc tế việc áp dụng quy chế phân nhánh lưu thông như vậy ở các vùng biển phải được IMO thừa nhận mới có hiệu lực.

Các điều khoản về quy chế phân nhánh lưu thông trong Quy tắc tránh va chỉ áp dụng cho quy chế phân nhánh lưu thông của IMO, các quy chế phân nhánh này có thể tìm thấy trong tập "Ship's Routeing" do IMO xuất bản, và thường xuyên có bổ sung, thay đổi.

Dưới đây giải thích một số thuật ngữ có liên quan đến quy chế độ phân nhánh lưu thông :

1) *Nhánh lưu thông* (hoặc *nhánh giao thông)*

Là một vùng nước giới hạn mà khi các tàu thuyền bắt đầu đi vào quy chế phân nhánh lưu thông buộc phải đi theo vùng nước giới hạn đó và chạy cùng một hướng.

2) *Giải lưu thông ven bờ (Inshore trafic zone)*

Trong quy chế phân nhánh lưu thông, thì giải giao thông ven bờ được quy định là vùng nước nằm giữa đường ngăn cách ngoài cùng của quy chế phân nhánh lưu thông với đường bờ biển gần đó, giải lưu thông này dành cho các tàu chạy ven biển mà không chịu sự ràng buộc của những quy định theo quy chế phân nhánh lưu thông.

3) *Giải ngăn cách và đường ngăn cách*

Đó là những giải hoặc đường để ngăn cách các nhánh lưu thông với nhau và cũng có thể ngăn cách nhánh lưu thông với giải lưu thông ven bờ.

Ví dụ về quy chế phân nhánh lưu thông (Hình 11.30).

Các giải thích trên hình vẽ:

- [1] Nhánh lưu thông được ngăn bởi giải ngăn cách
- [2] Nhánh lưu thông được ngăn cách bởi chướng ngại vật tự nhiên
- [3] Nút lưu thông tròn xoay
- [4] Cửa vượt.
- [5] Khu vực chú ý
- [6] Giải lưu thông ven bờ giới hạn hai đầu
- [7] Giải lưu thông ven bờ không giới hạn hai đầu
- [8] Hướng lưu thông khuyến nghị, trong quy chế phân nhánh lưu thông
- [9] Hướng lưu thông khuyến nghị cho tàu không cần luồng nước sâu
- [10] Luồng nước sâu, một phần của nhánh lưu thông một chiều
- [11] Luồng nước sâu hai chiều có ghi độ sâu tối thiểu
- [12] Luồng nước sâu với đường trung tâm khuyến nghị cho một chiều hoặc hai chiều
- [13] Luồng khuyến nghị, thường có phao tiêu ngăn cách ở giữa
- [14] Đường hai chiều, chia từng phần một chiều (không ngăn cách)
- [15] Khu vực vòng tránh thiết bị trợ giúp hàng hải
- [16] Khu vực phải tránh, đề phòng bị cạn

2. Nguyên tắc chuẩn cho hành động của tàu thuyền sử dụng vùng nước áp dụng quy chế phân nhánh lưu thông:

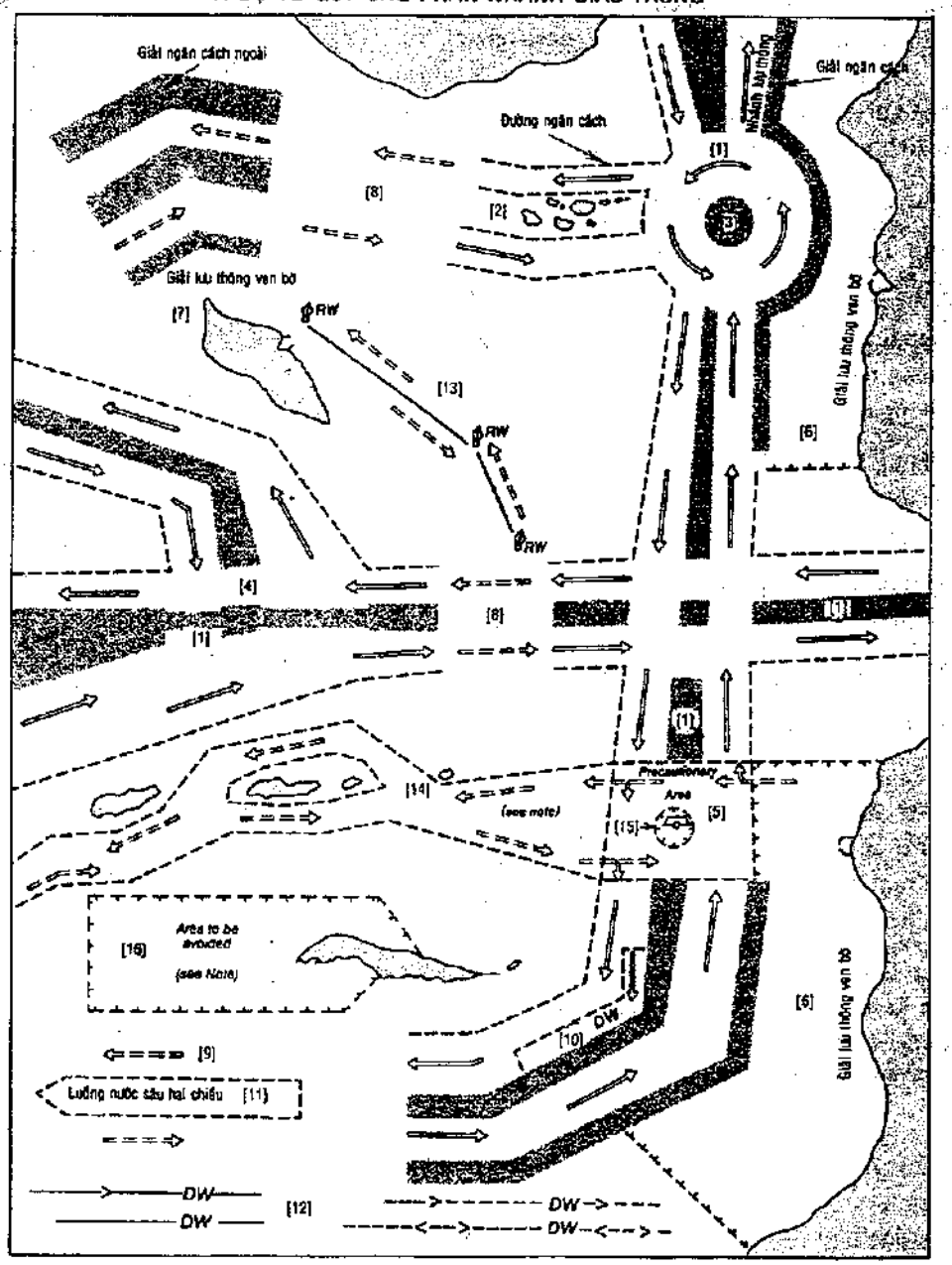
   1) Tàu thuyền phải chạy theo đúng hướng quy định chung trên nhánh lưu thông tương ứng, phương pháp biểu thị hướng quy định chung là hình mũi tên tại nhánh lưu thông trên hải đồ.

   2) Các tàu thuyền chạy theo hướng quy định chung trong nhánh lưu thông cố gắng tránh các đường hoặc giải ngăn cách. Đặc biệt là cố gắng tránh đường ngăn cách ngoài của nhánh lưu thông bên mạn phải của tàu.

3) Khi đi vào hoặc đi ra nhánh lưu thông thì phải đi vào hoặc đi ra tại đầu mối của nhánh lưu thông.

4) Khi tàu đi vào hoặc đi ra từ một bên nào đó của nhánh lưu thông thì phải đi theo hướng tạo thành với hướng đi chung một góc càng nhỏ càng tốt.

VÍ DỤ VỀ QUY CHẾ PHÂN NHÁNH GIAO THÔNG



Hình 11.30

Tàu thuyền cố gắng tránh chạy cắt ngang nhánh lưu thông, nhưng nếu buộc phải cắt ngang thì phải cố gắng cắt theo hướng vuông góc với hướng đi chung.

Các tàu thuyền chạy theo hướng nhánh lưu thông nếu nhìn thấy một tàu thuyền máy khác dài hơn 20 mét cắt ngang nhánh từ bên phải của mình thì phải nhường đường theo điều khoản quy định về cắt hướng trong Quy tắc tránh va. Tuy nhiên, nên nhớ rằng yêu cầu phải áp dụng hành động tránh va với biên độ lớn là việc khó, cho nên trong trường hợp này tàu được nhường đường cũng phải đồng thời áp dụng hành động tránh va.

4. Tàu thuyền buồm và tàu có chiều dài dưới 20 mét cũng như tàu thuyền đang đánh bắt cá khi tiếp cận tàu thuyền máy bất kỳ chạy trong nhánh lưu thông cần tuân thủ quy định ở khoản 6 (điều khoản không được gây cản trở) Điều 8 trong Quy tắc, không được làm cản trở sự đi qua hoặc đi qua an toàn của tàu thuyền khác, khi hoàn cảnh yêu cầu thì phải hành động sớm để có đủ khoảng trống cho việc đi qua an toàn của tàu thuyền khác.

5. Sử dụng giải lưu thông ven bờ:

   1) Tàu thuyền có chiều dài dưới 20 mét, thuyền buồm, tàu thuyền đang đánh cá có thể sử dụng giải giao thông ven bờ.

   2) Ngoài loại tàu thuyền ở Mục 1) nói trên, khi các tàu thuyền có thể sử dụng nhánh lưu thông tương ứng trong trong vùng nước theo quy chế phân nhánh lưu thông lân cận thì không nên sử dụng giải lưu thông ven bờ.

   3) Nhưng khi tàu thuyền đến hoặc rời cảng, các công trình kiến trúc ven bờ, trạm hoa tiêu hoặc đến và rời bất kỳ vị trí nào trong giải lưu thông ven bờ hoặc khi cần tránh một nguy cơ khẩn cấp, đều có thể sử dụng giải lưu thông ven bờ.

6. Thông thường tàu thuyền không được chạy vào hoặc chạy cắt qua vành đai ngăn cách, nhưng ngoại trừ những trường hợp sau đây:

   1) Trong tình trạng nguy cấp để tránh một nguy cơ khẩn cấp.

   2) Đánh cá trong giải ngăn cách.

   3) Tàu thuyền phải cắt qua khu vực theo quy chế phân chia nhánh lưu thông. Tuy nhiên, nếu chạy cắt qua vành đai ngăn cách đồng thời cũng cắt qua nhánh lưu thông thì cố gắng cắt vuông góc với hướng đi chung của các tàu trên nhánh lưu thông. Khi tàu thuyền từ một phía của nhánh lưu thông chạy vào hoặc chạy ra mà cắt qua vành đai ngăn cách thì cố gắng chạy theo hướng tạo thành một góc nhỏ với hướng đi chung các tàu.

7. Các tàu thuyền đánh cá khi đánh bắt cá trong giải ngăn cách khi đến gần đường ranh giới của nhánh lưu thông kế cận cần tránh chạy ngược chiều với các tàu chạy theo hướng đi chung một chiều trên nhánh lưu thông kế cận đó, đồng thời không để cho dụng cụ đánh cá của mình vươn vào trong nhánh lưu thông gây trở ngại tàu thuyền chạy trong các nhánh lưu thông.

8. Khi tàu thuyền chạy gần vùng nước ở đầu mối chế độ phân luồng giao thông không tránh khỏi tình huống chạy đối hướng hoặc cắt hướng với các tàu thuyền ra vào các nhanh lưu thông, đặc biệt các tình huống cắt hướng góc độ nhỏ sẽ gia tăng, vì vậy khi tàu thuyền chạy gần vùng nước đầu mối lúc nào cũng phải lái thận trọng, đặc biệt khi tầm nhìn xa hạn chế càng cần phải hết sức chú ý.

9. Tàu thuyền không nên neo trong nhánh lưu thông, bởi vị một tàu neo hoặc đang chạy mà dừng lại để neo rất dễ gây ra nguy cơ đâm va với các tàu khác đang lưu thông một chiều

trong nhánh, đặc biệt lúc tầm nhìn xa hạn chế. Đồng thời cũng yêu cầu tàu thuyền tránh neo đậu trong giải phân cách và tại vùng nước gần đầu mối.

10. Tàu thuyền hạn chế khả năng điều động như thực hiện các tác nghiệp trợ giúp hành hải an toàn, duy tu bảo dưỡng, đặt cáp ngầm, trong giới hạn thực hiện các tác nghiệp ấy thì có thể neo đậu, đang chạy dừng tàu và chạy theo hướng khác với hướng đi chung. Các tàu thuyền khác chạy theo hướng đi chung trong nhánh giao thông cần hết sức chú ý, sớm nhận rõ các tín hiệu (đèn hiệu và bóng hiệu) mà loại tàu này đang trưng ra.

11. Tàu thuyền không sử dụng vùng nước theo chế độ phân nhánh giao thông thì cố gắng tránh xa vùng nước đó để không gây trở ngại cho tàu thuyền khác sử dụng vùng nước đó.

12. Tàu thuyền chạy trong nhánh giao thông cần chú ý lắng nghe VHF. Khi nghe cảnh báo trên VHF phải lập tức chỉnh định vị trí tàu và hướng đi, áp dụng phương pháp chạy tàu chính xác.

13. Tàu thuyền khi chạy trong nhánh giao thông cần lưu ý tín hiệu "YG", ý nghĩa của nó là cảnh báo tàu ta không tuân thủ các quy tắc của đường tàu. Khi nghe thấy tín hiệu đó thì thuyền trưởng phải lập tức kiểm tra, chỉnh định vị trí tàu và hướng đi, áp dụng các biện pháp cần thiết.

14. Tàu thuyền sử dụng chế độ phân nhánh lưu thông không miễn giảm trách nhiệm tuân thủ các điều khoản khác của Quy tắc tránh va.

11.8 Trách nhiệm

Người điều khiển tàu cần phải chấp hành nội dung của Quy tắc tránh va, cho dù trong quy tắc không quy định thành văn thì cũng không thể để xảy ra bất cứ sự cẩu thả lơ đễnh nào. Nếu không, người điều khiển tàu phải chịu trách nhiệm do sự cẩu thả, lơ đễnh của mình.

Tàu chạy trên biển khi hình thành nguy cơ đâm va với tàu khác thì phải áp dụng Quy tắc tránh va để tránh đâm va nhau. Đó là điều không thể nghi ngờ. Nhưng, do nhiều nguyên nhân khác nhau, nhiều khi áp dụng đúng quy tắc mà vẫn không tránh khỏi đâm va. Để có thể tránh điều đó, đôi khi việc áp dụng *hành động ngược với quy tắc* là điều không những chính đáng mà cùng là điều mong muốn của Quy tắc tránh va.

11.8.1 Bất cẩn và trách nhiệm

Quy tắc tránh va đưa ra ba dạng bất cẩn khái quát những lơ đễnh, cẩu thả trong tránh va và điều động. Ba dạng bất cẩn này gây nên hậu quả xấu thì không miễn trách cho bất kỳ tàu thuyền nào, cho chủ tàu và cho thuyền trưởng hay thuyền viên.

Người điều khiển tàu cần nghiên cứu chu đáo các vấn đề sau đây:

1. Bất kỳ sự lơ đễnh, cẩu thả nào trong việc chấp hành Quy tắc tránh va

   1) Không hiển thị hoặc hiển thị không đúng các đèn hiệu, bóng hiệu; nhìn nhầm, chưa phát hiện hoặc không khôi phục kịp thời các sai sót về đèn hiệu, bóng hiệu.

   2) Không phát thanh hiệu, đèn chớp kịp thời hoặc phát sai, nghe nhầm, nhìn sai.

   3) Không duy trì cảnh giới chính tắc: cảnh giới một cách qua loa đại khái, không quan sát liên tục, phát hiện tàu tiếp cận quá chậm; sĩ quan vào buồng hải đồ quá lâu bỏ qua việc quan sát cảnh giới, tin tưởng phiến diện vào rađa xem thường quan sát bằng mắt thường.

   4) Không áp dụng tốc độ an toàn.

5) Khi áp dụng hành động tránh va, không quyết đoán, đủ sớm, với biên độ lớn.

6) Sau khi áp dụng hành động tránh va không kiểm tra chu đáo hiệu quả.

7) Không chấp hành quy tắc chạy trong luồng hẹp và phân nhánh giao thông.

8) Khi có nghi ngờ có nguy cơ đâm va hay không, hoặc bất cứ nghi ngờ nào về tình huống giữa đôi bên thì chần chừ, chờ đợi không chủ động áp dụng hành động tránh va.

2. Bất kỳ sự lơ đễnh nào về *thực hành chức trách thông thường* của thuyền viên.

Nói *thực hành chức trách thông thường* của thuyền viên có nghĩa là nói những kỹ năng đi biển phổ thông, hợp lý mà một thuyền viên yêu cầu phải có trong mọi trường hợp.

1) Không thuộc quy tắc tránh va trên biển, không vận dụng một cách đúng đắn.

2) Khi tàu thuyền neo tại vùng neo, thả neo trên gió hoặc phía trên dòng chảy của tàu thuyền khác nhưng lại quá gần tàu thuyền khác, thả neo tại đường tàu gây cản trở cho tàu thuyền khác, khi neo phát hiện tàu khác bò neo hoặc trôi giạt về phía mình không áp dụng các giải pháp cần thiết tương ứng...

3) Không nắm vững tính năng điều động của tàu mình.

4) Khi chạy trong luồng hẹp có nguy cơ đâm va với tàu khác không hành động theo tập quán hàng hải: tàu ngược nước nhường đường cho tàu xuôi nước.

5) Trong những điều kiện và hoàn cảnh khác nhau không kiểm soát được tốc độ của tàu mình.

6) Các tàu cập cầu thả neo không chịu nới xích neo sao cho nó thẳng đứng (không làm vướn các tàu khác qua lại an toàn)

7) Tàu lai kéo trong tầm nhìn xa kém không chịu thu bớt dây lai.

8) Khi chạy biển gặp những tình huống bất thường không chịu báo cáo thuyền trưởng.

9) Sau khi đưa ra lệnh lái không kiểm tra đối chiếu việc chấp hành lệnh.

...

3. Lơ đễnh, cẩu thả trong việc chuẩn bị đối phó với những yêu cầu phát sinh trong các trường hợp đặc biệt.

Trường hợp đặc biệt ở đây, nói chung, là những tình huống mà sau khi áp dụng các giải pháp khẩn cấp vẫn không thoát ra được nguy hiểm hoặc sau khi áp dụng đầy đủ các điều khoản của Quy tắc tránh va vẫn không đủ để tránh đâm va. Trong những tình huống như vậy đòi hỏi phải có những giải pháp dự bị. Do lơ đễnh, cẩu thả đã không chuẩn bị sẵn sàng để đáp ứng những đòi hỏi đó. Có thể đưa ra các tình huống sau đây:

1) Trong sương mù, hai tàu còn chưa nghe thấy còi của nhau, khi đến gần hai bên bỗng nhiên phát hiện bóng dáng hoặc ánh sáng đèn của tàu kia bằng mắt thường thì hoảng loạn, mất bình tỉnh.

2) Hai tàu đã đến gần nhau, tàu lạ bỗng nhiên hành động không rõ ý đồ, phía tàu mình không chuẩn bị trước.

3) Hai tàu chạy ngược chiều nhau, đáng lẽ hai tàu duy trì mạn trái đối diện mạn trái hoặc mạn phải đối diện mạn phải đi qua nhau an toàn, nhưng một trong hai tàu đột nhiên bẻ lái cắt mũi tàu kia trong khi tàu kia không có sự chuẩn bị sẵn sàng cho tình huống đó.

4) Chạy trong vùng nước nông do phát sinh hiệu ứng nước nông mà không có sự chuẩn bị.

5) Không có sự chuẩn bị cho trường hợp trên hai tàu ở trong tình huống có nguy cơ đâm va.

...

1.8.2 Hành động không theo Quy tắc

Khi giải thích và tuân thủ các quy định trong Quy tắc tránh va cần xem xét một cách thích đáng như sau: *để tránh một nguy cơ đâm va cận kề khẩn cấp, hoặc bất kỳ một tình huống đặc biệt nào đó, bao gồm cả điều kiện hạn chế của tàu ta, cần phải "hành động không theo quy tắc"*. Không được ngộ nhận " hành động không theo quy tắc" là thể hiện sự linh hoạt của Quy tắc tránh va, không được lợi dụng " hành động không theo quy tắc' để biện minh, giải thích cho sự vi phạm luật tránh va. Thực tế Quy tắc tránh va đưa ra những điều kiện rất nghiêm khắc, chặc chẽ cho "hành động không theo quy tắc", đó là chỉ có trường hợp đặc biệt có nguy cơ khẩn cấp cận kề mới cho phép phải vi phạm quy tắc.

Nói chung chỉ hội đủ ba điều kiện sau đây mới có thể "hành động không theo quy tắc"

1. Tồn tại thực tế nguy cơ đâm va, không phải phỏng đoán, hư cấu.
2. Nguy cơ là cận kề khẩn cấp.
3. "Hành động không theo quy tắc" là hợp lý, chính đáng, chỉ khi không hành động như vậy sẽ bất lợi cho tránh va chạm hoặc va chạm nhất thiết xảy ra. Nếu thuyền viên đối diện với nguy cơ không tránh được đã vận dụng tay nghề thành thạo của người đi biển áp dụng giải pháp tốt nhất tránh va mà vẫn có khả năng xảy ra đâm va thì mới "hành động không theo quy tắc".

Để biện minh cho "hành động không theo quy tắc" của mình là hợp lý, chính đáng thì điều đó phải được chứng minh. Nếu chứng minh được hành động của mình hội đủ ba điều kiện nói trên thì việc "hành động không theo quy tắc" là hợp lý, nếu không thì hành động đó vi phạm Quy tắc tránh va.

Nói chung, trong thực tiễn, sĩ quan hàng hải nên chấp hành đúng Quy tắc tránh va, cố gắng triệt bỏ nguy cơ đâm va trước khi dẫn tới tình huống khẩn cấp cận kề.

Có thể đưa ra vài ví dụ sau đây có thể dẫn tới "hành động không theo quy tắc tránh va".

- Hai tàu chạy đối hướng đi rất gần nhau, tàu lạ bỗng nhiên quay đầu, áp dụng những hành động không rõ ý đồ làm phát sinh nguy cơ va chạm ngay cận kề ở phía trước.
- Hai tàu đi qua nhau, mỗi tàu đều bỏ tàu kia bên mạn phải của mình hoặc bên mạn trái, đáng lẽ hai tàu đi qua một cách an toàn, nhưng một tàu đột nhiên bẻ lái cắt qua trước mũi tàu kia, nguy cơ va chạm rất khẩn cấp, cận kề.
- Tàu chạy trong tầm nhìn xa kém, khi hai tàu vừa nhìn thấy nhau thì khoảng cách giữa hai tàu đã quá gần, phát sinh khả năng hai tàu va chạm nhau.
- Trong luồng hẹp đáng lẽ mỗi tàu phải chạy về phía bờ mạn phải của mình, nhưng một tàu nào đó lại vi phạm luật và chạy phía bên trái nhưng lại không trả lời thanh hiệu của

tàu ta. Hoặc trong trường hợp đột nhiên phát hiện một tàu vừa rời cầu chạy cùng phía với tàu ta.

Cần phải hành động khác với quy tắc hay không trong những trường hợp trên là tùy thuộc vào kinh nghiệm của sĩ quan hàng hải. Một nhà hàng hải có kinh nghiệm cần có những phản ứng linh hoạt, phán đoán chính xác hoàn cảnh xung quanh.

Mục đích của những vi phạm quy tắc kể trên là để tránh một khả năng đâm va, hoặc giảm nhẹ tổn thất do va chạm. Cần phải cân nhắc và đồng thời nhận thấy sự cần thiết cho an toàn mới áp dụng *hành động không theo quy tắc*, đồng thời phải áp dụng vào một thời điểm thích hợp. Khi hành động, tất cả các tác nghiệp phải hợp logic, phù hợp với những nguyên tắc kỹ thuật, không nên hành động một cách lúng túng, vô căn cứ, mù quáng.

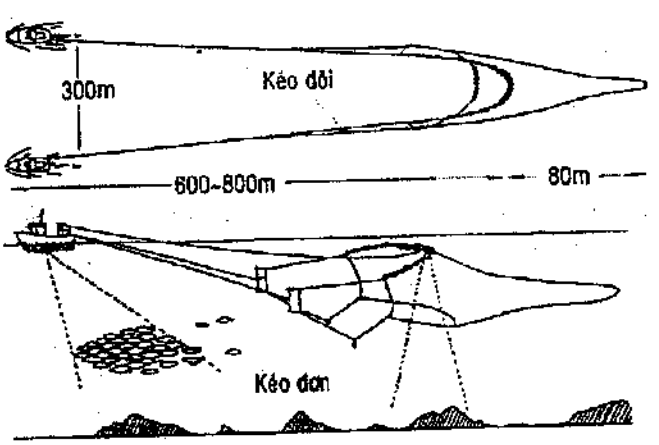
Kinh nghiệm cho thấy khi hai tàu đến quá gần nhau, nhân tố tâm lý của sĩ quan hàng hải có một tác động rất lớn, nếu không bình tĩnh phán đoán hoặc chủ quan phán đoán một cách phiến diện hành động của tàu khác, dẫn tới quyết định hành động vi phạm quy tắc quá sớm, và không cần thiết có thể gây nên những hậu quả không lường được.

11.9 Tránh đâm va với thuyền đánh cá

Vào mùa vụ đánh bắt, tàu cá thường tập trung tại ngư trường trong phạm vi đường kính hàng chục hải lý, họ thường tập hợp thành từng nhóm, đội để cùng phối hợp tác nghiệp thả, kéo lưới đánh bắt cá. Tàu cá bình thường vẫn trưng các loại tín hiệu theo Quy tắc tránh va, tuy nhiên khi tập trung gần nhau để cùng tác nghiệp, họ còn trưng các loại tín hiệu tự họ quy định với nhau để làm tín hiệu liên lạc. Điều đó gây khó khăn cho tàu thuyền vận tải nhận dạng hoạt động các tàu đánh cá, nhiều khi gây lúng túng cho việc phòng tránh đâm va với tàu cá.

Mặt khác phương thức tác nghiệp của các tàu đánh cá có khác nhau, độ dài của dụng cụ đánh bắt không giống nhau, khi tránh va với các loại tàu đánh cá cần hết sức thận trọng.

11.9.1 Tránh va với thuyền đánh cá lưới kéo

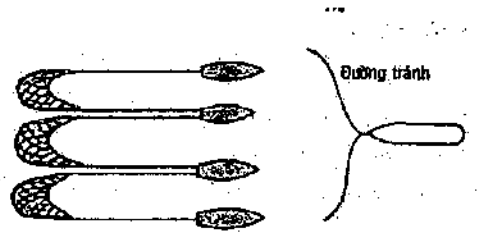


Hình 11.31

Thuyền đánh cá lưới kéo có loại kéo đôi và loại kéo đơn (Hình 11.31) hoặc nhiều tàu cùng hợp tác kéo lưới (hình 11.32). Mục đích của một đội tàu hợp tác kéo lưới như thế cũng chỉ là để tiết kiệm tàu kéo. Ngoài ra, độ dài của lưới cũng giống như trong trường hợp kéo đôi,

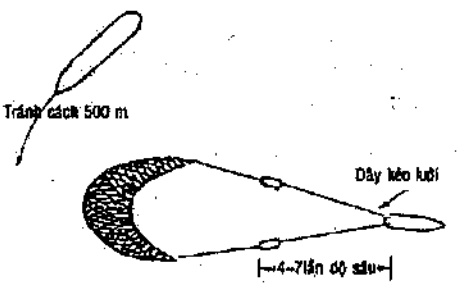
cách tránh va cũng giống như trường hợp kéo đôi.

Độ dài của dây kéo lưới vét phụ thuộc vào độ sâu của nước, tốc độ kéo của loại tàu đánh cá này khoảng 3 nơ. Lúc thu lưới tàu vừa chạy vừa thu cho đến khi thu hết lưới mới dừng tàu.



Hình 11.32

Khi thu lưới về vào ban ngày không có tín hiệu gì đặc biệt, nhưng về ban đêm một số tàu có mang một đèn đỏ chiếu sáng khắp bốn phía (loại đèn này trong QTTV không có quy định). Quy tắc tránh va quy định khi kéo lưới thì về ban ngày phải treo một cái giỏ, ban đêm treo ở cột trước một đèn 3 màu, ở phía lái phải thấp đèn lái (kể cả loại kéo lưới đôi nói ở dưới). Khi hành trình thì cũng thắp đèn giống như tàu thuyền máy thông thường.

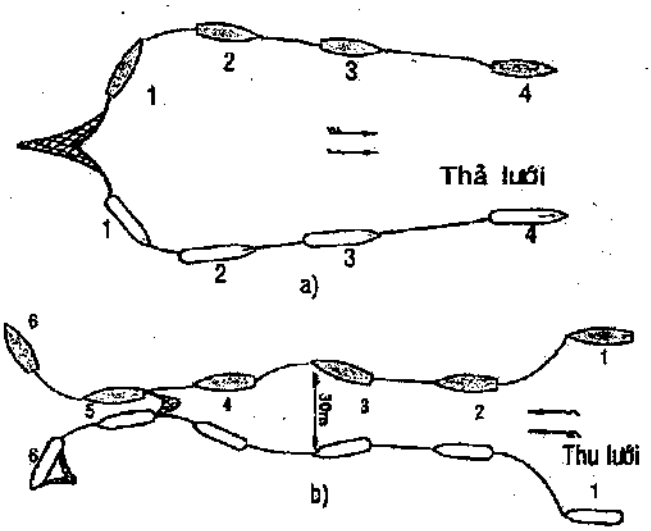


Hình 11.33

Khi tránh loại này nên đổi hướng đi về phía sau lái một khoảng cách độ 400 – 500 mét nếu độ sâu cho phép (Hình 11.33).

Trường hợp kéo đôi, dùng hai thuyền chạy cách nhau một khoảng cách nhất định cùng phối hợp kéo lưới. Kéo đôi thường dùng tàu thuyền công suất khoảng 147~441kW, thường tác nghiệp ở độ sâu chừng 100m đánh bắt cá tầng đáy.

Đánh cá kéo đôi là một loại tác nghiệp thường gặp trên biển, trong một cặp có một tàu chủ và một tàu phụ trợ, thuyền trưởng của tàu chủ phụ trách chỉ huy tác nghiệp, thả lưới và thông tin liên lạc. Tốc độ lúc kéo lưới chừng 3 nơ, thời tiết tốt (gió cấp 5, cấp 6) áp dụng cách kéo thuận nước, khi gió lớn thì áp dụng cách kéo thuận gió.



Hình 11.34

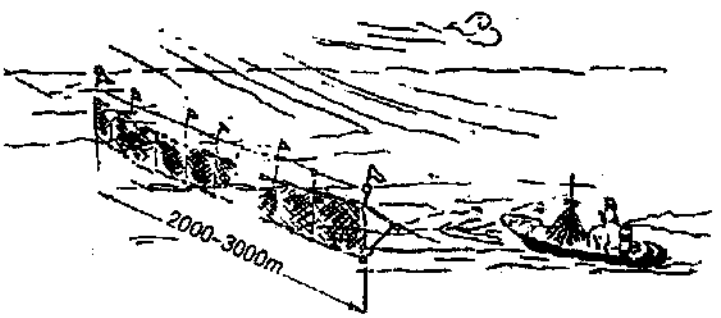
Khoảng cách giữa hai tàu thuyền, chiều dài của lưới, các bước thả và thu lưới bắt cá xem hình 11.34. Khi kéo lưới, hai tàu kéo cùng một tốc độ và luôn luôn giữ cho hai tàu cách một khoảng cách nhất định.

Khi tác nghiệp kéo lưới, mỗi tàu đều thắp một đèn đỏ, hai tàu từ từ tiếp cận nhau cho đến khi một tàu giao đầu lưới cho một tàu khác, cả hai dừng tàu lại. Tàu chủ chịu trách nhiệm thu lưới bắt đầu lùi tàu để thu dây kéo. Lúc này ngoài việc giữ đèn hành trình thông thường, trên tàu bắt đầu thắp đèn làm việc sáng cả mặt boong. Ban ngày nhìn thấy thuyền viên bận rộn trên mặt boong.

Cách tránh loại kéo đôi: Không đi qua giữa hai tàu đang kéo lưới, mặc dù độ sâu của lưới trên thực tế gần sát đáy biển, nhưng dây kéo nằm một phần trên mặt mặt nước, có thể làm vướng chân vịt của tàu. Về ban đêm khi phát hiện chúng đang kéo lưới cần áp dụng hành động tránh va sớm, tốt nhất là tránh về bất cứ bên nào độ chừng 1000 mét để đảm bảo an toàn. Khi thấy hai tàu đang thả lưới nên tránh về phía trên gió, nước.

Kéo ba hoặc kéo bốn: Loại này dùng ba tàu hay bốn tàu để kéo lưới.

11.9.2 Tránh va với thuyền đánh cá lưới nổi



Hình 11.35

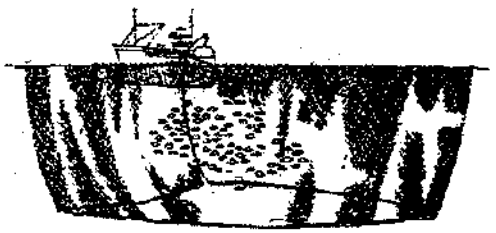
Đánh bắt cá bằng lưới nổi chủ yếu dùng thuyền buồm (Hình 11.35). Mỗi một mảnh lưới nổi hình chữ nhật dài khoảng 10 mét, rộng 15 mét, cao 1~6 mét. Một dàn lưới nổi gồm nhiều mảnh lưới nối với nhau, nhờ có phao nổi, các mãnh lưới đứng thẳng. Trên mặt nước có các dấu hiệu lưới cá đặt ở đầu lưới (dấu hiệu lưới thường là một lá cờ có cán bằng tre) ban đêm không nhìn thấy. Ban đêm người ta treo ở đầu lưới một ngọn đèn ánh sáng trắng dùng bình điện hoặc đèn dầu, chiếu sáng bốn phía, đầu cuối của lưới buộc bằng dây vào mũi thuyền. Nói chung thuyền nằm ở phía dưới gió của lưới. Thường thường một thuyền đánh bắt loại này thả độ 40 đến 80 mảnh lưới, tổng chiều dài độ 3000 mét. Loại lưới này thường dùng đánh bắt cá ở tầng nước trên ở vùng cận hải.

Thả lưới và thu hồi lưới thường tiến hành vào sáng sớm hoặc chạng vạng tối, thả theo cách thuận gió, nước. sau khi thả lưới xong thì hướng của lưới tạo thành với dòng chảy 75^0~90^0.

Phương pháp tránh va chạm thuyền đánh cá lưới nổi là cho tàu đi qua phía lái của thuyền hoặc đi qua phía đầu lưới nơi có cắm cờ hoặc đèn, không được đi qua trước mũi thuyền hoặc đi qua trên phao lưới.

11.9.3 Tránh va với tàu thuyền đánh cá lưới vây

Phương pháp đánh cá bằng lưới vây là sử dụng một lưới loại lớn như một cái túi để vây đàn cá, trên mặt nước có phao nổi dưới có vật nặng. Một đầu lưới cố định ở thuyền đánh cá, dùng một xuồng con kéo đầu lưới kia, lưới tạo thành hình tròn. Sau khi thả lưới vây đàn cá, thì xuồng đưa đầu dây trở về thuyền, thuyền bắt đầu kéo (Hình 11.36).

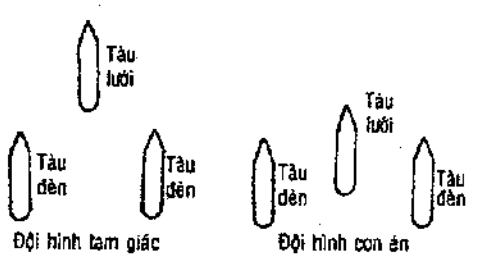


Hình 11.36

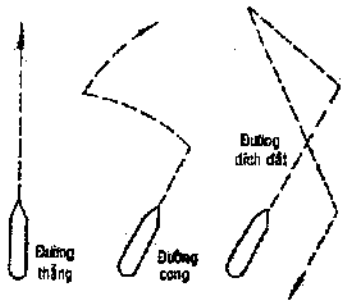
Tàu đánh cá lưới vây có quy mô lớn, thường tác nghiệp ở cận hải hay viễn dương, có thể bắt cá ở tầng nước nổi hoặc tầng đáy. Các phương tiện hiện đại có thể dùng âm thanh ánh sáng, điện để thu hút đàn cá tấp trung về một chỗ để đánh bắt.

Loại lưới vây dùng đèn: Bao gồm một thuyền lưới hai thuyền đèn hợp thành một nhóm, sau khi tiếp cận ngư trường sắp xếp thành một đội hình nhất định như đội hình tam giác hoặc đội hình con én, mỗi chiếc cách nhau chừng 500~1000m để thám sát đàn cá (Hình 11.37). Các tàu thuyền có thể thám sát theo ba kiểu khác nhau theo đường thẳng, đường cong hay đường đích dắt (Hình 11.38) . Khi tìm thấy đàn cá, hai thuyền đèn bật hết các đèn ở dưới nước và trên tàu để thu hút đàn cá. Sau khi đàn cá tập trung thì thuyền lưới thả lưới vây cả đàn cá và hai thuyền đèn thả lưới xong, thuyền đèn tắt đèn và chạy ra bên ngoài lưới. Việc cuối cùng là kéo lưới bắt cá. Lưới vây thường có độ dài chừng 600~1200 m, chiều dài của cáp kéo chừng 800 m. Loại đánh bắt bằng lưới vây thường tác nghiệp ở vùng nước có độ sâu chừng 60~80 m.

Cũng có khi chỉ có một thuyền thả lưới vây, cách tác nghiệp thông thường là thả lưới về bên



Hình 11.37

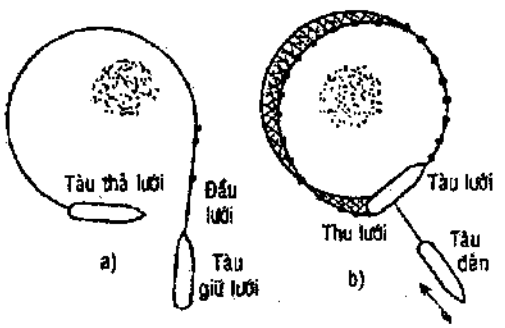


Hình 11.38

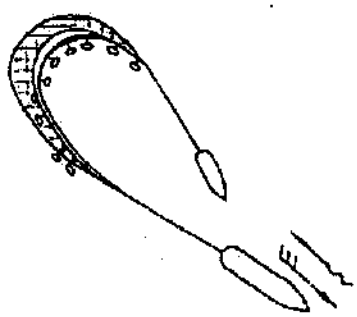
mạn trái, trên nguyên tắc chọn hướng mũi tàu sao cho sau khi thả lưới xong, lưới nằm bên ttrái, mạn trái tàu đón gió và mạn phải đón dòng chảy. Khi thả lưới thường dùng tốc độ tơi chậm hoặc tơi trung bình, ít khi dùng tốc độ tới hết. Loại thuyền này khi tác nghiệp dùng đèn thu hút cá chừng ba giờ, sau đó thả lưới khoảng một giờ rồi thu hồi lưới bắt cá. Hình 11.39 biểu thị cách thả lưới thu lưới, bắt cá của thuyền lưới vây.

Cách tránh: Tàu hàng cần tránh xa loại thuyền đánh cá này độ hơn nửa hải lý phía trên gió và trên thượng lưu tàu đánh cá.

Lưới gió vây: Cách này thường dùng cho thuyền gỗ chạy buồm đánh cá. Lưới có hình như một cái túi dài chừng 300 m, dây kéo dài 150 m, thường tác nghiệp bởi hai tàu một lớn một nhỏ. Khi thả lưới nói chung theo nguyên tắc thuận gió, ngược nước. Sau khi thả lưới, lưới và thuyền cùng đạt theo gió (Hình 11.40). Khi tránh nên đi qua cách xa chừng 0,5 hải lý.



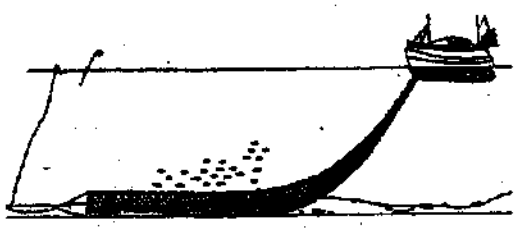
Hình 11.39



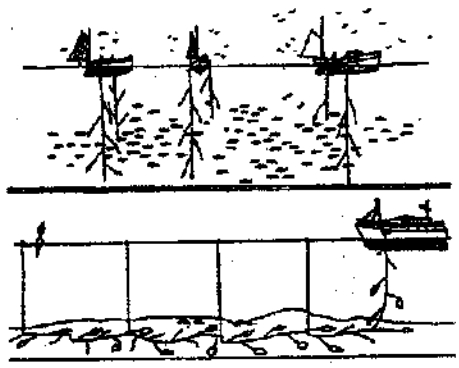
Hình 11.40

11.9.4 Tránh va với thuyền lưới rê và thuyền câu

Lưới rê (Hình 11.41) là một loại lưới hình túi kéo theo tàu, có thể đặt cố định bằng cách neo tàu tại một vùng nước chảy mạnh gần bờ. Nhờ dòng nước chảy làm cho miệng lưới mở ra, do dòng chảy mạnh, cá dạt vào túi lưới , khi nước chảy chậm lại thu lưới bắt cá. Cách đánh cá này chỉ có ở dọc tuyến ven biển, khi tránh chỉ cần giữ một khoảng cách chạy qua ở bên ngoài là được. Thuyền câu có thể tập hợp thành nhóm hoặc câu độc lập (Hình 11.42). Khi tránh cần chú ý phía dây câu được đánh dấu bằng cờ hiệu thả nổi trên mặt nước.



Hình 14.8



Hình 14.9

12

TỔ CHỨC BUỒNG LÁI VÀ TRỰC CA

12.1 Tổ chức và quản lý nguồn lực buồng lái

12.1.1 Khái quát

Đưa con tàu từ cảng xuất phát đến cảng đích một cách an toàn và hiệu quả là mục tiêu mà tất cả các thuyền trưởng hướng tới . Để làm được việc đó, đòi hỏi Thuyền trưởng phải thực hiện hàng loạt biện pháp tổ chức, quản lý, huấn luyện, đảm bảo tuân thủ nhiều công ước, quy tắc, luật lệ quốc gia và quốc tế mà ưu tiên hàng đầu là những công việc thực hiện tại buồng lái.

Trước hết, Thuyền trưởng phải kiên trì đảm bảo số lượng tối thiểu sĩ quan boong ở mức độ thành thạo phù hợp với con tàu theo quy định của IMO về định biên an toàn tối thiểu.

Tàu phải luôn luôn tuân thủ Quy tắc tránh va trên biển (COLREGS) và đảm bảo an toàn cho con người và tài sản, cam kết bảo vệ môi trường biển trong mọi trường hợp.

Một tổ chức buồng lái hiệu quả có nghiã là phải *quản lý tốt mọi nguồn lực sẵn có trên buồng lái* phục vụ cho công việc trên buồng lái, duy trì tốt công việc thông tin liên lạc và phối hợp hành động một cách có hiệu quả.

Duy trì cảnh giới thích đáng là một yếu tố cấu thành cơ bản của trực ca hàng hải. Tuy nhiên, có rất nhiều hoàn cảnh và điều kiện khác nhau có thể tác động tới việc sắp xếp trực ca thực tế và bố trí nhân sự trên buồng lái.

Công tác quản lý nguồn lực và quản lý nhóm trực ca một cách có hiệu quả sẽ có tác dụng rất tốt là có thể hạn chế được rủi ro do sai sót của cá nhân, đôi khi sai sót đó có khả năng dẫn tới tình huống nguy hiểm.

Công tác tổ chức buồng lái cần phải được hậu thuẫn bởi một chính sách an toàn rõ ràng và thẳng thắn của công ty chủ tàu cùng với các quy trình tác nghiệp tàu bao gồm trong hệ thống quản lý an toàn của công ty ấy theo như bộ luật quản lý an toàn quốc tế (ISM CODE) yêu cầu.

2.1.2 Yếu tố cấu thành của ca trực hàng hải theo Bộ luật STCW.

Khi quyết định thành phần ca trực buồng lái, trên nguyên tắc bất cứ lúc nào cũng phải đảm bảo duy trì liên tục việc cảnh giới thích đáng, thuyền trưởng phải cân nhắc các yếu tố có liên quan bao gồm:

Tầm nhìn xa, điều kiện thời tiết và biển cả;

Mật độ giao thông và những hoạt động khác diễn ra trong vùng biển mà tàu ta đi qua;

Những lưu ý cần thiết khi chạy trong hoặc gần vùng phân luồng giao thông;

Những công việc phát sinh do đặc điểm chức năng của tàu, những yêu cầu tác nghiệp tức thời và dự liệu trước các yêu cầu điều động ;

5. Tình trạng sức khoẻ của thuyền viên được phân công là thành viên ca trực;

6. Kiến thức và độ tin cậy về năng lực nghề nghiệp của sĩ quan và thuỷ thủ trên tàu ;

7. Kinh nghiệm của mỗi sĩ quan trực ca (SQTC) và mức độ quen thuộc của SQTC đối với thiết bị hàng hải, các quy trình tác nghiệp và tính năng điều động của tàu;

8. Các hoạt động cũng như các diễn biến xảy ra trên tàu bất cứ lúc nào bao gồm việc thông tin vô tuyến và khả năng sẵn sàng tiếp ứng buồng lái ngay lập tức khi có yêu cầu;

9. Tình trạng hoạt động của trang thiết bị buồng lái bao gồm hệ thống báo động hệ thống điều khiển bánh lái, chân vịt và tính năng điều động của tàu;

10. Kích thước của tàu và tầm quan sát từ vị trí trên buồng lái;

11. Cấu hình buồng lái ra sao, xem tại các vị trí trên buồng lái có trở ngại gì cho việc quan sát và nghe ngóng những diễn biến bên ngoài;

12. Các tiêu chuẩn, quy tắc, quy trình và hướng dẫn hiện hành có liên quan đến việc tổ chức trực ca;

12.1.3 Bố trí trực ca theo Bộ luật STCW

1. Khi bố trí trực ca cần đảm bảo các chức danh trên buồng lái phải có đủ khả năng tương ứng, đồng thời cần lưu ý xem xét những yếu tố sau đây:

   1) Đảm bảo trên buồng lái lúc nào cũng phải có người.

   2) Điều kiện thời tiết, tầm nhìn, ban ngày hay ban đêm .

   3) Khi chạy gần các chướng ngại hàng hải đòi hỏi SQTC có thể thực hiện thêm các công việc bổ sung.

   4) Điều kiện sử dụng và vận hành các thiết bị trợ giúp hàng hải như ra-đa và các trang bị hiển thị vị trí điện tử và các thiết bị khác có ảnh hưởng đến an toàn hàng hải của tàu.

   5) Tàu có trang bị máy lái tự động hay không.

   6) Các thiết bị kiểm soát, báo động, và chỉ báo của buồng máy không người (UMS) được lắp trên buồng lái, quy trình sử dụng và những hạn chế của chúng.

   7) Các yêu cầu không bình thường có thể phát sinh do hoàn cảnh đặc biệt khi trực ca hàng hải.

2. Xác định mức độ của các tình huống

Các tình huống ca trực- WATCH CONDITION	*Môi trường khách quan – SHIP'S EXTERNAL ENVIRONMENT*		
	Tầm nhìn xa - VISIBILITY	*Đường đi - WATERWAY*	*Mật độ giao thông TRAFFIC*
Cấp độ 1 – LEVEL 1	Không hạn chế UNRESTRICTED	Chạy biển xa OFFSHORE WATERS	Nhẹ – LIGHT
Cấp độ 2 – LEVEL 2	Hạn chế - RESTRICTED	Hạn chế - RESTRICTED	Trung bình- MODERATE
Cấp độ 3 – LEVEL 3	Hạn chế - RESTRICTED	Hạn chế - RESTRICTED	Đông đúc - HEAVY

Trên cơ sở cân nhắc môi trường khách quan nói trên, thuyền trưởng có thể xác lập các tình huống khác nhau để quyết định áp dụng cách bố trí ca trực cho từng tình huống cụ thể.

Bảng trên đây là một ví dụ về việc xác lập ba cấp độ khác nhau của mỗi ca trực tuỳ theo môi trường khách quan,

. Bố trí nhân sự cho từng tình huống

Quản lý nguồn lực buồng lái (Bridge Resouse Management) xác định tổ lái có ba nhiệm vụ cơ bản bao gồm:

a) Tránh va, phát hiện và tránh va với tàu thuyền và các mục tiêu khác.

b) Hành hải, duy trì tàu cách xa các vùng nước cạn ở khoảng cách an toàn, giữ cho tàu đi theo đường đi kế hoạch.

c) Thực hiện các công việc quản lý sự vụ như thông tin, ghi chép nhật ký, giám sát các thành viên trong ca trực.

Trên cơ sở những nhiệm vụ như vậy, thuyền trưởng có thể bố trí người ở các cấp độ khác nhau cho cho từng tình huống. Cách bố trí sau đây là một ví dụ:

NHIỆM VỤ CỦA TỔ LÁI THEO ĐIỀU KIỆN CỦA CA TRỰC
*BRIDGE TEAM DUTIES BY WATCH CONDITION **

<table>
<tr><td rowspan="2">Tình huống Ca trực
WATCH CONDITION</td><td colspan="7">NHIỆM VỤ TỔ LÁI
BRIDGE TEAM DUTIES</td></tr>
<tr><td>Chỉ huy</td><td>Tránh va</td><td>Thông tin v.tuyến</td><td>Hành hải</td><td>Nhiệm vụ khác</td><td>Lái</td><td>Cảnh giới</td></tr>
<tr><td>Cấp độ 1 – LEVEL 1</td><td colspan="5">SĨ QUAN TRỰC CA
WATCH OFICER</td><td colspan="2">THUỶ THỦ LÁI
AB</td></tr>
<tr><td>Cấp độ 2 – LEVEL 2</td><td colspan="2">THUYỀN TRƯỞNG
CAPTAIN</td><td colspan="3">SĨ QUAN TRỰC CA
WATCH OFFICER</td><td>AB</td><td>AB/OS</td></tr>
<tr><td>Cấp độ 3 – LEVEL 3</td><td>TH.TRƯỞNG
CAPTAIN</td><td colspan="2">SĨ QUAN TRỰC CA
WATCH OFFICER</td><td colspan="2">SĨ QUAN TRỰC CA
WATCH OFFICER</td><td>AB</td><td>AB/OS</td></tr>
</table>

* Sơ đồ trích dẫn từ MITAGS " Bridge Team Management Course"

2.1.4 Trực ca cảnh giới một người

Theo Bộ luật STCW thì trong điều kiện ban ngày, SQTC có thể thực hiện việc trực ca cảnh giới một người trên buồng lái (Phần 3.2.1.1 STCW 95).

. Nếu việc trực ca cảnh giới một người được thực hiện trên tàu có sự hướng dẫn rõ ràng trong sổ tay quy trình tác nghiệp tàu thì cũng phải có lệnh tương ứng của thuyền trưởng mới được thực hiện và thuyền trưởng phải xem xét những yếu tố tối thiểu dưới đây:

1) Việc trực ca một người có thể được bắt đầu trong hoàn cảnh nào.

2) Việc trực ca một người phải được hỗ trợ như thế nào.

3) Trong điều kiện nào phải cho dừng việc trực ca một người .

. Cũng cần phải nhấn mạnh rằng trước khi bắt đầu việc trực ca một người, trong mọi trường hợp, thuyền trưởng phải đảm bảo những yêu cầu sau đây:

1) SQTC phải được nghỉ ngơi đầy đủ trước khi bắt đầu ca trực.

2) Theo đánh giá của SQTC, thì công việc phải thực hiện trong ca trực đó nằm trong khả năng của họ để duy trì sự cảnh giới thích đáng và kiểm soát được hoàn cảnh thực tại.

3) Lực lượng hỗ trợ khi cần thiết đã được chỉ định rõ ràng.

4) SQTC phải biết ai là lực lượng hỗ trợ, trong hoàn cảnh nào phải gọi lực lượng hỗ trợ, bằng cách nào gọi họ nhanh nhất.

5) Lực lượng hỗ trợ được chỉ định phải biết đáp ứng kịp thời, nhanh chóng có mặt khi nghe chuông báo động và loa gọi từ buồng lái.

6) Các thiết bị thiết yếu và chuông báo động trên buồng lái phải ở trạng thái hoạt động tốt.

12.1.5 Tổ lái

1. Các yêu cầu đối với tổ lái

   1) Tất cả những ai trên tàu có nhiệm vụ trực ca hàng hải trên buồng lái đều là thành viên của tổ lái gồm SQTC, thuỷ thủ lái, thuỷ thủ cảnh giới. Khi cần thiết thuyền trưởng, hoa tiêu là những người trợ giúp cho tổ lái;

   2) SQTC là người phụ trách buồng lái và tổ lái cho đến khi rời ca trực;

   3) Tổ lái là một nhóm làm việc phối hợp chặt chẽ với nhau;

   4) Tổ lái còn có vai trò quan trọng trong việc duy trì liên lạc với buồng máy và các khu vực khác trên tàu;

   5) Nhiệm vụ phải được phân công rõ ràng và đúng đối tượng;

   6) Thành viên trong tổ phải xác nhận là họ đã hiểu rõ nhiệm vụ được phân công.

2. Phối hợp và thông tin

   1) Khả năng hoạt động hợp tác và trao đổi thông tin một cách có hiệu quả giữa thuyền viên với nhau trên tàu là hết sức quan trọng trong tình huống khẩn cấp cũng như trong các công việc thường xuyên trên biển hoặc khi tiếp cận cảng.

   2) Tổ lái cần có các kế hoạch ứng phó tình huống khẩn cấp bất ngờ ngắn gọn xác định quan hệ hỗ trợ giữa các thành viên và được tất cả thành viên trong tổ nắm vững. Điều đó sẽ giúp các thành viên dự liệu được những tình huống nguy hiểm và dễ nhận biết sự phát sinh các sai sót, từ đó có thể áp dụng các hành động hợp lý để ngăn chặn hậu quả xấu.

3. Chống mệt mỏi.

   Để chống mệt mỏi, Luật STCW quy định bắt buộc thành viên tổ lái phải có đủ thời gian nghỉ ngơi. Thời gian nghỉ ngơi của từng thành viên phải được 10 giờ trong vòng một ngày đêm 24 tiếng đồng hồ. Nếu thời gian nghỉ ngơi phải chia làm hai giai đoạn, thì mỗi giai đoạn phải nghỉ được 6 giờ. Tuy nhiên thời gian nghỉ ngơi tối thiểu 10 giờ có thể giảm xuống không dưới 6 giờ liên tục miễn là việc giảm thiểu đó không kéo dài vượt quá hai ngày và phải đảm bảo có đủ thời gian nghỉ ngơi không ít hơn 70 giờ trong 7 ngày. (Hướng dẫn chi tiết về vấn đề này có thể tham khảo trong tài liệu "International Shipboard Work Hour Limits" do IMO xuất bản).

Luật STCW cũng yêu cầu chính phủ phải quy định mức cồn trong máu tối đa 0,08% cho những người trong ca trực và cấm uống rượu 4 giờ trước khi bắt đầu ca trực.

4. Sử dụng tiếng Anh

Luật STCW yêu cầu SQTC phải biết đọc, viết và nói tiếng Anh ở mức độ là hiểu được hải đồ, các ấn phẩm hàng hải, các thông báo khí tượng, các bản tin liên quan đến an toàn và hoạt động của tàu, có thể thực hiện thông tin liên lạc với tàu khác và các trạm bờ. IMO đã xuất bản cuốn sổ tay *"Thuật ngữ hàng hải tiêu chuẩn"* (A handbook on Standard Marine Navigational Vocabulary - SMNV) và đang giới thiệu cuốn *"Các câu đàm thoại hàng hải tiêu chuẩn"* (Standard Marine Communication Phrases - SMCP).

5. Tổ lái và thuyền trưởng.

Cần phải xác định một cách rõ ràng trong hệ thống quản lý an toàn của công ty chỉ tàu rằng *thuyền trưởng có quyền tối hậu và có trách nhiệm đưa ra những quyết định về an toàn và ngăn ngừa ô nhiễm. Thuyền trưởng không bị ràng buộc bởi chủ tàu và người thuê tàu về những phán quyết của mình mang tính nghề nghiệp cần thiết cho an toàn hàng hải, đặc biệt là trong điều kiện thời tiết và biển cả xấu.*

Tổ lái phải hiểu rõ về những thông tin cần báo cáo thường xuyên cho thuyền trưởng và sự cần thiết phải làm việc đó và phải hiểu trong trường hợp nào cần phải gọi thuyền trưởng.

SQTC phải báo cáo thuyền trưởng ngay lập tức trong những trường hợp, nhưng không hạn chế, sau đây:

1) Đang gặp hoặc sắp gặp tầm nhìn xa hạn chế;
2) Điều kiện giao thông hoặc hoạt động của tàu khác gây nên sự lo ngại;
3) Khó khăn trong việc giữ hướng đi;
4) Ở thời điểm dự kiến đáng lẽ nhìn thấy lục địa, dấu hiệu hàng hải, đo được độ sâu nhưng thực tế không thực hiện được;
5) Đột nhiên nhìn thấy lục địa, dấu hiệu hàng hải, thay đổi độ sâu ngoài dự kiến;
6) Hỏng máy chính, hệ thống điều khiển từ xa máy chính, máy lái, thiết bị hàng hải thiết yếu, thiết bị báo động, chỉ báo;
7) Thiết bị vô tuyến hư hỏng;
8) Trong điều kiện thời tiết xấu, nếu nghi ngờ khả năng sóng gió gây hư hại;
9) Nếu tàu gặp phải trở ngại hàng hải như băng trôi, tài sản vô chủ...;
10) Bất cứ tình huống khẩn cấp và bất cứ sự nghi ngờ nào.
11) ...

Khi Thuyền trưởng lên đến buồng lái thì nên *tuyên bố giành quyền điều khiển buồng lái,* Cần phải hiểu rõ ràng và không nhầm lẫn rằng trong các trường hợp như vậy, quyền điều khiển buồng lái không còn thuộc về SQTC nữa.

6. Tổ lái và hoa tiêu.

Khi hoa tiêu lên buồng lái coi như hoa tiêu tạm thời tham gia vào tổ lái.

Cần phải chuẩn bị một kế hoạch trước khi đến vùng nước hoa tiêu và hết sức chú ý vai trò của nhân viên tổ lái.

Ngay khi Thuyền trưởng của tàu được quyền miễn lấy hoa tiêu đối với cảng thì cũng phải chuẩn bị kế hoạch một cách chi tiết và chu đáo.

Trong trường hợp tàu chỉ neo tạm thời, huỷ bỏ việc vào cảng thì cũng phải lập kế hoạch trước khi neo. Kế hoạch phải bao gồm việc nhận dạng hình dáng mục tiêu, cảnh quan chung quanh, và những biện pháp khẩn cấp trong trường hợp thiết bị hàng hải bị trục trặc hoặc tầm nhìn xa xấu bất thường...

Phiếu hoa tiêu phải được cập nhật. Phiếu phải có đủ nội dung về mớn nước, tốc độ của tàu mới nhất theo điều kiện chất xếp hàng hoá của tàu.

12.1.6 Thuyền viên mới và vấn đề làm quen việc

Theo Luật ISM và STCW đối với thuyền viên mới lên tàu cần phải làm quen tàu và làm quen công việc thuộc chức trách.

Những ai có liên quan trực tiếp trong việc điều khiển tàu như trực ca cần phải được giành một thời gian hợp lý để làm quen với các thiết bị mà họ sẽ sử dụng cũng như làm quen với tất cả các quy trình có liên quan.

Thuyền trưởng phải chỉ định thuyền viên đã thông hiểu công việc tiến hành huấn luyện trực tiếp bằng cách kèm cặp cho thuyền viên mới. Cũng có thể dùng các hình thức huấn luyện khác dựa trên các chương trình huấn luyện có sẵn trong tài liệu tự học, video, vi tính.

Thuyền viên mới phải được học và hiểu rõ hoạt động của các trang thiết bị dưới đây :

1. Đèn chiếu sáng trên buồng lái và trên boong.
2. Trang thiết bị khẩn cấp trong trường hợp hỏng máy chính.
3. Đèn hành hải và đèn tín hiệu, bao gồm đèn chiếu, đèn đánh tín hiệu...
4. Trang bị phát tín hiệu âm thanh bao gồm :
   - còi;
   - cồng chuông sa mù ;
5. Trang thiết bị an toàn gồm:
   - thiết bị cứu sinh, pháo hiệu, EPIRB, SART;
   - bảng điều khiển máy báo cháy;
   - trang bị phát tín hiệu báo động chung và cứu hỏa;
   - bơm sự cố, thiết bị kiểm soát thông gió, cửa kín nước;
6. Thiết bị thông tin trong nội bộ tàu gồm:
   - Bộ đàm xách tay;
   - hệ thống điện thoại "không pin";
   - hệ thống phát thanh công cộng;

2. Thiết bị thông tin với bên ngoài gồm:

- thiết bị VHF và GMDSS;

Hệ thống báo động trên buồng lái;

Máy đo sâu;

0. Hệ thống định vị hàng hải điện tử;

1. La bàn con quay/la bàn phản ảnh;

2. La bàn từ;

3. Thiết bị báo đông lệch hướng;

4. Rađa bao gồm ARPA;

5. Máy ghi tốc độ, quảng đường;

6. Thiết bị điều khiển máy và chân vịt;

7. Máy lái bao gồm lái tay, lái tự động cùng thiết bị thiết bị chuyển đổi khẩn cấp tự động...

8. Hệ thống tự động giữ đường đi (nếu có);

9. Hệ thống hiển thị và thông tin hải đồ điện tử và hệ thống hải đồ điện tử (ECDIS, ECS) (nếu có);

0. Hệ thống buồng lái tích hợp (nếu có);

1. Vị trí và cách sử dụng các dụng cụ buồng lái (như ống nhòm , cờ hiệu, dụng cụ khí tượng...);

2. Tủ hải đồ và ấn phẩm hàng hải;

2.2 Chức năng nhiệm vụ của Sĩ quan trực ca (SQTC)

2.2.1 Sĩ quan trực ca là người đại diện của thuyền trưởng trên buồng lái

Theo Bộ luật STCW thì SQTC là đại diện của thuyền trưởng trên buồng lái và là người chịu trách nhiệm đầu tiên, vào mọi lúc về an toàn hàng hải của tàu và chấp hành luật tránh va.

Là người đại diện của thuyền trưởng, SQTC phải là người phụ trách buồng lái do đó đứng đầu tổ lái trực ca cho đến khi giao ca.Tuân theo quy trình tác nghiệp tàu và mệnh lệnh thường trực của thuyền trưởng, SQTC phải đảm bảo đủ người trực buồng lái để duy trì an toàn mọi lúc trong mọi hoàn cảnh và điều kiện hàng hải.

2.2.2 Nhiệm vụ hàng đầu của sĩ quan trực ca

Để duy trì một ca trực hàng hải an toàn, nhiệm vụ hàng đầu của SQTC bao gồm trực ca hàng hải và trực canh vô tuyến GMDSS, cụ thể như sau:

- *Nhiệm vụ trực ca* của SQTC bao gồm duy trì cảnh giới, giám sát toàn bộ con tầu, phòng tránh đâm va theo luật tránh va quốc tế COLREGS, ghi nhật kí các hoạt động buồng lái, kiểm tra định kì các trang thiết bị hàng hải đang sử dụng. SQTC phải hiểu và phải có sẵn các quy trình giao ca và quy trình yêu cầu hỗ trợ trên buồng lái.
- *Nhiệm vụ hàng hải* của SQTC là phải thực thi kế hoạch hải trình một cách an toàn và kiểm soát tiến triển của hải trình phù hợp với kế hoạch hải trình.

3. Nhiệm vụ *trực canh vô tuyến GMDSS* : Thông tin vô tuyến thông qua GMDSS hiện nay trở thành một yếu tố quan trọng trong chức trách của SQTC. SQTC phải chịu trách nhiệm duy trì trực canh vô tuyến liên tục trên biển.Trong sự cố nguy cấp, một trong những sĩ quan có bằng cấp về GMDSS sẽ được chỉ định giữ trách nhiệm liên lạc vô tuyến điện. Trên tàu khách trong tình huống nguy cấp, sĩ quan này không đảm đương nhiệm vụ nào khác ngoài nhiệm vụ đó.

12.2.3 Các công việc bổ trợ nhiệm vụ hàng đầu

1.Kiểm soát tốc độ và hướng đi của tàu

SQTC cần phải thành thạo về các phương pháp và thực hành kiểm soát tốc độ và hướng đi của tàu, đặc tính điều động của tàu cũng như quán tính của tàu. SQTC không ngần ngại sử dụng lái, máy, tín hiệu âm thanh bất cứ lúc nào.

2.Ngăn ngừa ô nhiễm, báo cáo và các tình huống nguy cấp.

SQTC cần thật thành thạo các nghĩa vụ của tàu về ngăn ngừa ô nhiễm , các báo cáo và nghĩa vụ trong các tình huống nguy cấp.

3.SQTC cũng phải biết vị trí các trang thiết bị an toàn trên buồng lái và cách sử dụng chúng.

4.Ngoài ra SQTC phải thực hiện nhiều nhiệm vụ bổ trợ khác trên buồng lái như nhiệm vụ thông tin liên lạc thông thường, giám sát hàng hoá, giám sát và kiểm tra máy...

12.2.4 Luôn có mặt trên buồng lái

SQTC không được rời buồng lái. Tuy nhiên, ở loại buồng lái mà có buồng hải đồ ngăn cách riêng biệt thì SQTC có thể vào buồng hải đồ trong khoảng thời gian ngắn để thực hiện một số công việc hàng hải cần thiết nếu đảm bảo việc làm đó là an toàn.

12.3 Công việc trong khi ca trực

12.3.1 Duy trì cảnh giới

1. Chấp hành Luật tránh va COLREGS, phải duy trì sự cảnh giới thích hợp mọi lúc nhằm mục đích:

   1) Duy trì sự cảnh giới liên tục bằng mắt thường, bằng tai cũng như bằng tất cả các phương pháp sẵn có, chú ý tới tất cả những biến động có ý nghĩa đối với trạng thái hoạt động của tàu.

   2) Đánh giá một cách đầy đủ tình hình và nguy cơ đâm va, mắc cạn và những hiểm họa khác đối với hàng hải.

   3) Thám sát tàu thuyền và máy bay đang nguy cấp, người bị đắm, tàu, tàu thuyền vô chủ...và những hiểm họa hàng hải khác.

2. Tổ lái trực ca trên buồng lái phải hoàn toàn tập trung vào công việc cảnh giới. Thủy thủ lái đang lái không được coi như là đang cảnh giới, trừ khi đang lái trên tàu nhỏ từ vị trí đứng lái tầm nhìn chung quanh tàu không bị trở ngại.

3. Trên những tàu mà buồng lái kín hoàn toàn, thì thiết bị thu nhận âm thanh cần phải cho hoạt động liên tục và điều chỉnh chính xác để đảm bảo rằng từ buồng lái có thể nghe được tất cả những tín hiệu âm thanh trên mặt boong.

12.3.2 Trực ca một mình

Theo Luật STCW thì SQTC có thể trực ca một mình trên buồng lái ban ngày miễn là phải:

1. Đánh giá từng tình huống một cách thận trọng và khẳng định không còn nghi ngờ gì về an toàn khi thực hiện trực ca một mình.
2. Xem xét một cách toàn diện mọi yếu tố liên quan, bao gồm nhưng không giới hạn, các yếu tố sau đây :
   1) trạng thái thời tiết,
   2) tầm nhìn xa,
   3) mật độ giao thông,
   4) sự tiệm cận các chướng ngại nguy hiểm;
   5) sự chú ý cần thiết khi hàng hải trong hoặc gần khu vực phân luồng giao thông.
3. Sẵn sàng lực lượng hỗ trợ để có thể gọi lên buồng lái khi có tình huống thay đổi đòi hỏi.

12.3.3 Giám sát chung

SQTC cần phải nắm vững tình hình tổng quát trên tàu và hoạt động hằng ngày trên tàu. Điều đó có nghĩa là cần phải duy trì trực ca chung trên mặt boong để giám sát, ở những nơi có thể, người làm việc trên mặt boong, hàng hoá trên boong và trang thiết bị trên boong. Phải bố trí trực ca đặc biệt trên tàu tại những vùng biển nghi ngờ có hải tặc, khủng bố và cướp biển.

Khi có một số công việc được tiến hành gần anten ra đa, anten vô tuyến, các thiết bị phát tín hiệu âm thanh thì SQTC phải đặc biệt chú ý và phải có biển báo gắn ngay vị trí điều khiển của trang thiết bị.

12.3.4 Trực ca và quy tắc tránh va COLREGS

1. Đèn, bóng hiệu, thanh hiệu

   SQTC phải luôn luôn chấp hành quy tắc tránh va COLREGS. Chấp hành quy tắc tránh va phải được hiểu là không những phải quan tâm đến việc dẫn dắt con tàu mà còn phải trưng đèn hành trình và bóng hiệu chính xác sử dụng thanh hiệu và đèn hiệu đúng lúc.

   Chẳng hạn một chiếc tàu cố tình dừng máy thả trôi không có nghĩa là "tàu mất chủ động" theo như Điều 3(f) của COLREGS.

   Khi tiếp cận các tàu khác phải đặc biệt thận trọng. Các tàu đó có thể vô tình trưng ra các đèn hoặc bóng hiệu không chính xác; hoặc các đèn, bóng hiệu có thể bị cấu trúc tàu che khuất khi ta đến gần từ một phía nào đó. Trên những vùng biển có điều tiết giao thông như khu vực gần cảng hoặc khu vực phân luồng giao thông có thể dự kiến các chuyển động của một số loại tàu thuyền để chủ động phòng tránh.

2. Quan sát nguy cơ đâm va.

   Trong điều kiện thời tiết tốt, có thể dự đoán sớm nguy cơ đâm va bằng cách thường xuyên lấy hướng ngắm của con tàu mà ta đang tiếp cận. Hướng ngắm đó có thể đang biến đổi nhanh, chậm hay đang cố định không đổi, căn cứ vào sự biến đổi của hướng ngắm có thể xác định có khả năng đâm va hay không để có hành động tránh va kịp thời. Cần hết sức

thận trọng khi tiếp cận một tàu rất lớn, tàu đang lai dắt, tàu ở rất gần khi xác định nguy cơ đâm va. Bởi vì, trong trường hợp đó, đôi khi hướng ngắm thì biến đổi nhưng nguy cơ đâm va vẫn cứ tồn tại.

Trong điều kiện tầm nhìn xa hạn chế việc chấp hành quy tắc tránh va không phải là việc đơn giản, cần sử dụng ra đa và đặc biệt là thiết bị đồ giải tránh va điện tử để xác định nguy cơ đâm va, và quyết định hành động tránh va.

Để có thể sử dụng thành thạo các thiết bị nói trên, SQTC phải tranh thủ luyện tập thực hành trên ra đa trong điều kiện thời tiết sáng rõ khi có cơ hội thuận lợi.

3. Hành động tránh va.

Nói chung, áp dụng *hành động sớm và rõ rệt* khi phải tránh đâm va. Một khi đã hành động thì thì SQTC phải lập tức kiểm tra để đảm bảo chắc chắn rằng hành động đã có *hiệu quả mong muốn*.

Không được sử dụng VHF cho mục đích tránh đâm va.Vì trong những lúc cần hành động thì phải mất nhiều thời gian để tiếp xúc liên lạc, mặc khác những thoả thuận trên VHF rất dễ bị hiểu nhầm giữa đôi bên.

12.3.5 Khi hành hải trong vùng nước hạn chế

Nguyên tắc chung, khi chạy trong vùng này phải sử dụng hải đồ có tỷ lệ lớn, phải xác định vị trí với tần xuất liên tục. Liên tiếp nhận dạng địa hình và dấu hiệu hàng hải trước khi dùng chúng để xác định vị trí. Tận dụng mọi điều kiện để tiến hành xác định vị trí thị giác, ra đa và các phương pháp kiểm soát khác như phương pháp *vạch chuẩn song song (PI)*.

Khi chạy ven bờ SQTC phải biết "Sơ đồ phân luồng giao thông", "Hệ thống báo cáo từ tàu", cũng như "Dịch vụ kiểm soát giao thông tàu thuyền VTS" có thể tồn tại trên đường đi.

Nắm chắc mớn nước, điều kiện ổn tính , đặc tính quay trở của tàu, đó là những yêu cầu rất quan trọng. Khi tàu chạy vào vùng nước cạn hiện tượng sụt lái có thể gây ra ảnh hưởng xấu đến tính năng điều động của tàu làm tăng mớn nước của tàu. Hiệu ứng sụt lái tỷ lệ thuận với bình phương tốc độ của tàu, giảm tốc độ tàu sẽ làm giảm hiệu ứng sụt lái.

12.3.6 Kiểm soát ở vùng nước hoa tiêu

Trong vùng nước sử dụng hoa tiêu cũng phải kiểm soát chặt chẽ sự tiến triển của hành trình trên đường đi kế hoạch. Điều đó có nghĩa là cũng phải xác định vị trí liên tục đặc biệt là sau mỗi lần chuyển hướng, đồng thời cùng phải kiểm soát chân hoa tiêu dưới ki.

Phải kiểm tra việc chấp hành lệnh miệng của hoa tiêu để xác nhận rằng lệnh đó đã được thực hiện chính xác. Nghĩa là phải kiểm tra trực tiếp góc bẻ lái và đồng hồ đo vòng quay chân vịt khi có lệnh của hoa tiêu.

Khi thuyền trưởng rời buồng lái vì một lý do nào đó, SQTC phải trực tiếp giám sát công việc của hoa tiêu, làm rõ ý định của hoa tiêu mỗi khi có điều gì nghi ngờ về hành động và ý định của hoa tiêu. Khi không được giải thích rõ ràng, SQTC phải thông báo ngay lập tức cho thuyền trưởng trước khi thuyền trưởng trở lại buồng lái, khi cần thiết áp dụng hành động thích hợp. Nếu có điều gì không thống nhất với quyết định của hoa tiêu gây nên lo lắng thì yêu cầu hoa tiêu giải thích .

12.3.7 Khi neo

Ngay khi ném neo phải lấy ngay vị trí nơi neo vừa buông xuống và phải xác định ngay vòng tròn dao động của tàu trên cơ sở chiều dài của lin neo thả xuống. Có thể chọn các dấu hiệu hàng hải và chập tiêu để dễ kiểm tra vị trí tàu. Ngay sau khi ném neo phải bật các đèn neo hoặc bóng hiệu tương ứng.

Trong thời gian tàu neo SQTC phải duy trì thường xuyên việc kiểm tra vị trí tàu để kiểm soát không cho tàu trôi neo vào gần những nơi nguy hiểm hoặc các tàu kế bên.

Vẫn phải duy trì cảnh giới khi tàu neo và kiểm tra tình hình chung quanh tàu thường xuyên, đặc biệt là những khu vực có cướp biển.

Phải thông báo cho thuyền trưởng ngay lập tức khi phát hiện tàu bè neo hoặc tầm nhìn xa biến đổi bất thường.

12.3.8 Kiểm soát tốc độ và hướng đi, tính năng quay trở của tàu

1. Hiểu biết đặc tính các kiểu máy chính khác nhau

Để điều khiển máy chính một cách hiệu quả, SQTC phải làm quen sự vận hành máy chính từ trên buồng lái cũng như sự vận hành của cơ cấu chân vịt. SQTC cũng cần phải biết những hạn chế và đặc điểm kiểu máy chính tàu mình: máy diesel lai trực tiếp, diesel lai thông qua hộp số, máy tuabô điện hay tuabin khí... Nói chung các loại vừa kể đều phản ứng khá nhanh khi thay đổi tốc độ ; ngược lại, loại tuabin bánh răng thì phản ứng chậm hơn.

2. Sử dụng máy chính.

Để đảm bảo an toàn tàu, khi tình huống nguy cấp đòi hỏi, SQTC không nên ngần ngại trong việc sử dụng máy để thay đổi tốc độ tàu trong hành trình.

Khi có thể, nên thông báo kịp thời dự định thay đổi tốc độ máy cho buồng máy. Nếu tàu có lắp hệ thống điều khiển máy UMS thì từ buồng lái có thể trực tiếp điều khiển máy.

3. Tốc độ an toàn.

Tuân thủ quy tắc tránh va COLREGS, tàu lúc nào cũng phải chạy với tốc độ an toàn. Trong tầm nhìn xa hạn chế, tốc độ an toàn có nghĩa là cần phải giảm tốc độ chạy tàu để làm giảm *khoảng cách trớn* (tức khoảng cách mà con tàu trườn tới nhờ trớn [quán tính] sau khi cho dừng máy) tuỳ theo mức độ hạn chế của tầm nhìn xa. Khi gần băng trôi, tàu cũng cần phải chạy với tốc độ an toàn, nghĩa là tốc độ của tàu cũng phải thay đổi để tránh đâm va trong điều kiện tàu không thể thay đổi hướng.

4. Điều khiển bằng lái tay

Hệ thống điều khiển lái tàu nói chung bao gồm lái tay, ngoài ra hầu hết các thương thuyền hiện nay đều có kèm theo hệ thống lái tự động (Autopilot).

Trong những khu vực có mật độ giao thông đông đúc, hoặc khu vực tầm nhìn xa hạn chế, hoặc trong những tình huống tiềm ẩn nguy hiểm thì nên chuyển sang lái tay.

Khi con tàu chạy trong điều kiện sử dụng lái tự động thì điều đặc biệt nguy hiểm là để cho tình huống phát triển đến mức mà SQTC không có người hỗ trợ phải tự chuyển sang lái tay để xử lý tình huống nguy cấp làm gián đoạn sự cảnh giới cần thiết trên buồng lái. Vì vậy, khi sử dụng lái tự động, lúc nào cũng phải có thuỷ thủ lái sẵn sàng trên buồng lái để có thể chuyển sang lái tay kịp thời khi cần.

Việc chuyển đổi từ lái tay sang lái tự động hay ngược lại cần được thực hiện đúng lúc dưới sự giám sát của SQTC. Hệ thống lái tay cần được thử , kiểm tra sau khi sử dụng lái tự động trong thời gian dài.

5. Các dữ liệu về tính năng điều động của tàu.

Các dữ liệu về tính năng điều động của tàu có trong *Phiếu hoa tiêu* và trong *Bản Yết thị của buồng lái* mà tàu nào cũng có. Trên một số tàu còn có sổ tay dữ liệu về tính năng điều động của tàu. SQTC cần phải quen thuộc các dữ liệu đó.

Trong Phiếu hoa tiêu, ngoài những số liệu về mớn nước, chênh lệch mớn, còn phải ghi những đặc điểm riêng biệt tạm thời hay vĩnh cửu của tàu có ảnh hưởng đến tính năng điều động của tàu. Ví dụ, khi tới hết máy thì mũi tàu lệch trái, nhưng với tốc độ tới chậm thì mũi lệch phải...

12.3.9 Ghi nhật ký hàng hải và ghi chép những hoạt động trên buồng lái

1. Ghi nhật ký hàng hải

Nhật ký hàng hải là một văn kiện pháp lý của tàu, nó ghi chép lại những tư liệu, số liệu phản ảnh tình hình hoạt động vận tải, hàng hải của con tàu. Nó cũng đồng thời có tác dụng tích lũy tư liệu, số liệu, tổng hợp kinh nghiệm hàng hải.

Khi phát sinh sự cố hàng hải, nhật ký hàng hải là một trong các căn cứ pháp lý quan trọng có hiệu lực nhất để phân định trách nhiệm hải sự. Vì vậy sĩ quan hàng hải phải ghi nhật ký hàng hải một cách cẩn thận và có trách nhiệm, không được tùy tiện, cẩu thả.

Khi ghi nhật ký cần chú ý những điểm sau đây :

1) Phải do chính sĩ quan trực ca ghi. Dù tàu chạy biển hay neo đậu, sửa chữa, nhật ký hàng hải phải được ghi liên tục không gián đoạn. Thuyền trưởng phải luôn kiểm tra, giám sát việc ghi chép nhật ký.

2) Nội dung ghi phải ngắn gọn nhưng hoàn chỉnh, phản ảnh chính xác tình hình thực tế sao cho sau này, khi cần thiết, căn cứ vào ghi chép có thể lập lại toàn bộ hành trình trên hải đồ.

3) Nhật ký hàng hải phải được ghi bằng bút bi hoặc bút mực, không được ghi bằng bút chì. Chữ viết phải ngay ngắn nghiêm túc, hành văn phải ngắn gọn mạch lạc rõ ý, chữ viết tắt và ký hiệu phải thống nhất từ đầu đến cuối.

4) Mỗi quyển nhật ký đều phải có số hiệu, đánh số thứ tự trang, không được xé bỏ, dán ghép. Không được tẩy xóa, không được viết xen kẽ giữa hai dòng kẻ, không được chừa dòng kẻ trống giữa hai dòng chữ. Nếu cần phải sửa chữa một chỗ nào đó thì dùng bút gạch đỏ bằng một đường gạch tinh để cho chữ bị gạch vẫn có thể đọc được, rồi ghi nội dung sửa vào gần đó, người sửa phải ký tên gần chỗ gạch bỏ và chịu trách nhiệm.

5) Phải cố gắng ghi những số liệu thực tế, không được sao chép những số liệu ca trước, hoặc những số liệu do suy luận không có căn cứ.

6) Khi có hải sự, phải ghi chép đầy đủ tỉ mỉ, quá trình và thời gian, chi tiết của hải sự, những biện pháp xử lý, kết quả và phải giữ gìn cẩn thận để làm căn cứ phân định trách nhiệm.

7) Những lúc có hải sự, không để bất cứ ai xem nhật ký hàng hải trừ khi có ý kiến thuyền trưởng.

2. Các ghi chép khác

Ghi chép lại tất cả các hoạt động hàng hải và cả các sự cố trên buồng lái vào các sổ sách tương ứng là một việc rất quan trọng.

Các giấy tự ghi như giấy ghi hướng đi, giấy ghi độ sâu, giấy ghi NAVTEX... , cần được lưu giữ trong những kẹp hồ sơ riêng, có ghi chép ngày tháng có chữ kí của Thuyền trưởng. Chỉ được huỷ bỏ sau nhiều chuyến đi.

12.3.10 Kiểm tra định kì các thiết bị hàng hải

1. Khi bắt đầu công việc chuẩn bị đi biển phải tiến hành kiểm tra hoạt động của các thiết bị hàng hải. Trước khi vào cảng cũng cần phải kiểm tra các thiết bị này.
2. Sau nhiều ngày chạy trên đại dương và trước khi vào vùng ven biển cần phải kiểm tra tay chuông và tay lái của tàu.
3. Thử và kiểm tra hằng ngày các thiết bị hàng hải bao gồm các thiết bị sau đây:
   1) khi đang sử dụng lái tự động thì thử lái tay mỗi ca trực một lần;
   2) kiểm tra độ lệch của la bàn từ và la bàn con quay mỗi ca một lần khi có điều kiện, và kiểm tra sau mỗi lần đổi hướng đi;
   3) kiểm tra sự đồng bộ của các la bàn phản ảnh kể cả các la bàn lắp ngoài buồng lái, và lắp ở buồng lái khẩn cấp;
   4) Kiểm tra các thiết bị điện tử

      Kiểm tra thường xuyên các thiết bị điện tử đảm bảo chúng hoạt động bình thường và truyền thông tin chính xác đến các trang thiết bị buồng lái có liên quan.
   5) Kiểm tra việc chấp hành lệnh của thiết bị

      Kinh nghiệm thực tiễn cho thấy, SQTC cần phải tiến hành kiểm tra các lệnh đưa vào thiết bị có được chấp hành chính xác hay không, như góc lái trên máy lái, thiết bị chỉ báo vòng quay của máy chính...

12.3.11 Giao ca và nhận ca trực

1. Yêu cầu khi giao nhận ca
   1) SQTC không được bàn giao ca nếu thấy rằng sỹ quan nhận bàn giao ca không có đủ điều kiện, hoặc tạm thời không đủ điều kiện (như đau ốm, say rượu, say thuốc hoặc suy nhược) để đảm đương ca trực của mình một cách hiệu quả. Nếu có nghi ngờ về điều đó, phải xin ý kiến Thuyền trưởng.
   2) Sĩ quan giao ca cũng phải đảm bảo rằng tất cả thành viên còn lại của ca trực mới phải đủ sức khoẻ cho ca trực, đặc biệt thị giác phải bắt đầu quen với đêm tối.
   3) Trước khi bàn giao ca, sĩ quan giao ca phải xác định vị trí, xác nhận đường đi, hướng đi, tốc độ, cũng như trạng thái máy chính, các trang thiết bị hàng hải, lưu ý các chướng ngại lân cận...cho sĩ quan nhận ca. Giữa hai sĩ quan cũng nên trao đổi về tình hình an toàn hàng hoá, các điều bất thường trên tàu nếu có, và lưu ý cho sĩ quan nhận bàn giao về những mệnh lệnh của Thuyền trưởng .

4) Nếu SQTC đang tiến hành điều động hoặc thực hiện các hành động khác để tránh mối nguy hiểm vào thời điểm giao ca thì việc bàn giao ca phải để chậm lại cho đến khi công việc đó kết thúc.

5) Sỹ quan nhận bàn giao ca phải đảm bảo rằng thành viên trong ca trực của mình hoàn toàn có đầy đủ điều kiện thực thi nhiệm vụ .

6) Việc giao ca phải tiến hành nghiêm túc, người giao và người nhận phải có sự hợp tác chặt chẽ, hỗ trợ lẫn nhau.

7) Người nhận ca lên buồng lái ít nhất sớm 10 phút. Khi người nhận ca chưa lên buồng lái mặc dù đã đến giờ, người giao ca phải tiếp tục thừa hành nhiệm vụ cho đến khi người nhận ca có mặt.

8) Người nhận ca, sau khi nhận ca phải quan sát ngay mặt biển, chú ý tình hình tàu thuyền qua lại, tình hình sóng gió, nhận biết sớm những chuyển động của tàu thuyền khác, kiểm tra đèn hành trình (ban đêm). Tiếp theo đó bắt đầu xem xét hải đồ, nhật ký hàng hải.

2. Nội dụng giao nhận ca

Nội dung giao ca thường chú ý, nhưng không giới hạn, những điểm sau đây :

1) Vị trí tàu, tốc độ, hướng đi (theo la bàn con quay, la bàn chuẩn, la bàn lái). Tình hình hoạt động của các thiết bị hàng hải, độ lệch la bàn, góc chỉnh giạt gió, nước, tình hình mặt biển.

2) Xem và ký ngay sổ lệnh của Thuyền trưởng, xem cảnh báo hàng hải, động thái của tàu thuyền khác ở chung quanh. Đặc biệt phải lưu ý những tàu đối hướng hoặc cắt hướng cho người nhận ca.

3) Đèn hành trình tàu khác, tín hiệu, hải đăng, phao tiêu, những mục tiêu nổi bật trên lục địa, hải đảo...

4) Ống gió, bạt hầm hàng, nắp hầm hàng, tình hình hàng hóa xếp trên boong, tình hình an toàn chung trên tàu.

5) ...

12.3.12 Phối hợp và hỗ trợ

1. Phối hợp khi trực một người trên buồng lái

Như ở trên đã chỉ rõ, Nghị quyết IMO 285 yêu cầu SQTC phải "đảm bảo duy trì cảnh giới có hiệu quả" nhưng thừa nhận rằng " cũng có những trường hợp mà trong đó SQTC có thể cảnh giới một mình một cách an toàn vào ban ngày"

Tuy nhiên, khi SQTC thực hiện việc cảnh giới một mình thì khi cần, không được do dự yêu cầu sự hỗ trợ cho buồng lái, và với bất kỳ lý do nào khi mà SQTC đó không thể tập trung hoàn toàn vào việc cảnh giới và yêu cầu hổ trợ thì phải được đáp ứng ngay lập tức. Trong thực tế, khi phải bố trí SQTC cảnh giới một mình thì nên bố trí có người làm việc chung quanh gần buồng lái để khi cần có thể yêu cầu hỗ trợ ngay.

2. Yêu cầu thuyền trưởng hỗ trợ

Có nhiều trường hợp SQTC cần phải gọi Thuyền trưởng lên buồng lái vì, theo chỉ thị của thuyền trưởng (ghi trong Sổ lệnh đêm - Night order book)), ông ta cần có mặt trên buồng lái vào thời điểm mấu chốt, quan trọng nào đó.

Nói chung, SQTC phải báo cáo với Thuyền trưởng những gì theo lệnh thường trực của thuyền trưởng và theo chỉ thị đặc biệt của Thuyền trưởng.

Mặt khác, bản thân SQTC cảm thấy vào một hoàn cảnh nan giải, hoặc nghi ngờ nào đó, cần đến kinh nghiệm và sự lão luyện của Thuyền trưởng thì cũng không nên ngần ngại yêu cầu thuyền trưởng lên buồng lái (xem Những trường hợp cần gọi thuyền trưởng lên buồng lái - Đoạn 5. Mục 12.1.5).

Mỗi công ty chủ tàu có thể quy định và hướng dẫn các tình huống cần phải gọi Thuyền trưởng đưa vào quy trình tác nghiệp buồng lái cùng với các *lệnh thường trực* (Standing order), chỉ thị đặc biệt của thuyền trưởng.

12.3.13 Khi Thuyền trưởng lên buồng lái

Sau khi gọi Thuyền trưởng, trong khi chờ đợi, và bất chấp sự có mặt của Thuyền trưởng trên buồng lái, SQTC phải tiếp tục thực thi nghĩa vụ trực ca của mình trong ca trực, nghĩa là áp dụng hành động tương ứng để tránh các nguy cơ cho đến khi Thuyền trưởng *tuyên bố* nắm quyền điều khiển tàu. Việc Thuyền trưởng nắm quyền chỉ huy trên buồng lái phải được ghi vào nhật ký hàng hải. Sau khi Thuyền trưởng nắm quyền điều khiển tàu thì SQTC chuyển ngay sang vai trò trợ giúp nhưng vẫn còn trách nhiệm hành động như là thành viên tổ lái.

Thuyền trưởng nắm quyền điều khiển tàu có nghĩa là điều khiển chuyển động của tàu theo luật tránh va quốc tế, theo phân luồng giao thông, điều chỉnh hướng và tốc độ của tàu, giám sát an toàn của tàu, giám sát điều hành, phối hợp toàn bộ hoạt động của tổ lái.

SQTC tiếp tục trách nhiệm trên buồng lái bằng việc báo cáo các thông tin liên quan cho Thuyền trưởng , đảm bảo thuyền trưởng nghe được các thông tin đó. SQTC phải xác định vị trí tàu, báo cáo vị trí tàu cùng các thông tin liên quan cho thuyền trưởng. SQTC phải giám sát việc thực hiện lệnh lái, lệnh điều động máy, lắng nghe và truyền đạt các thông tin giữa bên trong và bên ngoài buồng lái, ghi chép những điều cần thiết vào nhật ký hàng hải và thực hiện những chỉ thị khác mà Thuyền trưởng yêu cầu.

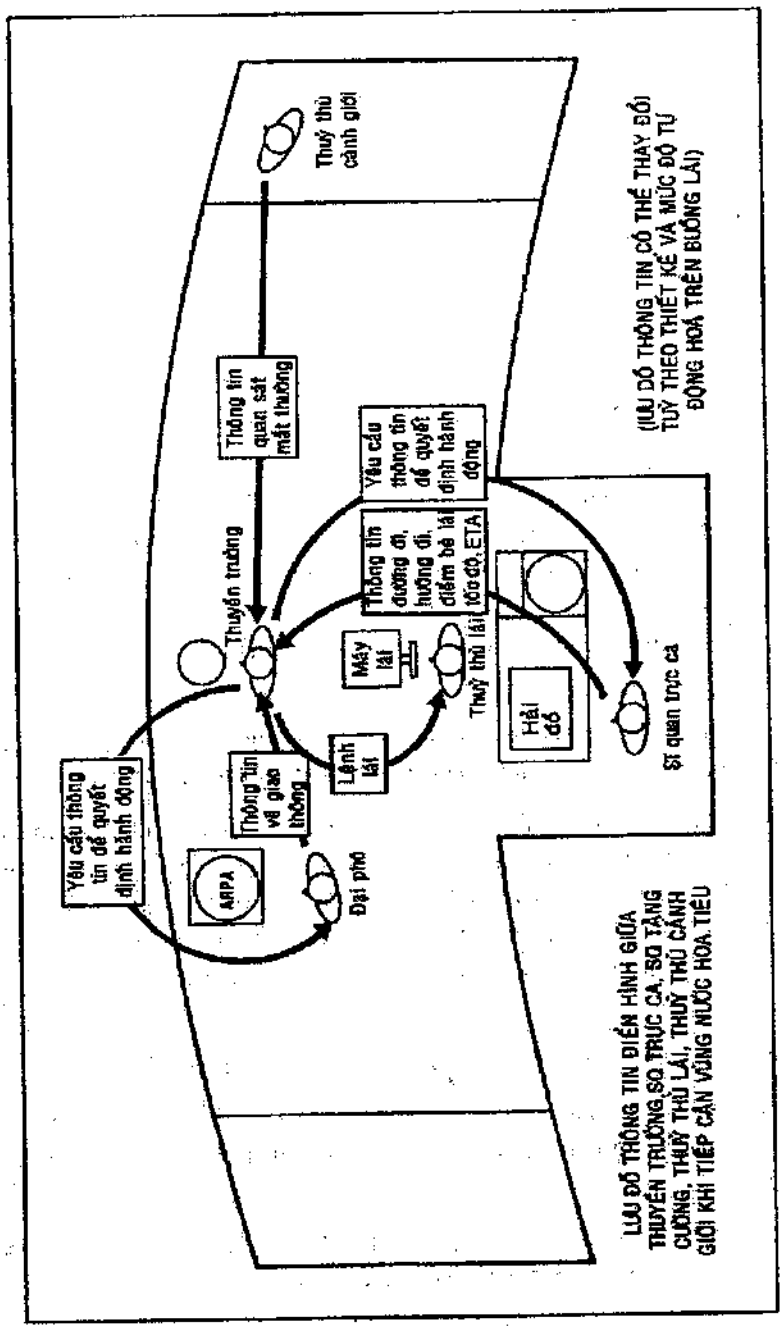
Thuỷ thủ cảnh giới và thuỷ thủ lái vẫn thực hiện các nhiệm vụ như trước đó.

Đôi khi thuyền trưởng thấy cần thiết, có bố trí *hai sĩ quan hàng hải* để hỗ trợ trên buồng lái trong đó có một SQTC. Trong trường hợp này thì nhiệm vụ của hai sĩ quan phải được thuyền trưởng phân công rõ ràng.

Việc Thuyền trưởng yêu cầu hai sĩ quan trợ giúp chứng tỏ rằng tàu đang ở trong tình huống có nhiều nguy cơ. Trong thực tiễn có thể bộc lộ những tình huống như sau:

1. Giới hạn vùng nước an toàn rất hẹp, cần phải duy trì sự theo dõi, giám sát đường đi thật cẩn thận.
2. "Chân hoa tiêu" dưới ki bị giảm.
3. Luồng giao thông đông đúc.
4. Tầm nhìn xa hạn chế, hoặc hỗn hợp các yếu tố trên.

5. Nói chung trong những trường hợp này Thuyền trưởng có thể tham khảo cách phân công như sau (tình huống cấp độ 3, xem đoạn 3 Mục 12.1.3):



Hình 12.01

1) Thuyền trưởng chỉ huy chung

2) SQTC thực hiện nhiệm vụ thường nhật của mình nghĩa là chịu trách nhiệm chung của ca trực bình thường.

3) Sĩ quan tăng cường có nhiệm vụ cung cấp cho Thuyền trưởng các thông tin về tình hình các mục tiêu trên luồng giao thông trên cơ sở quan sát ra đa đồng thời phụ giúp SQTC theo dõi

trên hải đồ, giúp cung cấp những thông tin trên hải đồ, xác nhận các chỉ thị quan trọng, truyền đạt thông tin giữa bên trong và bên ngoài buồng lái.

Dĩ nhiên không thể có một sự phân công cứng nhắc. Điều quan trọng cần ghi nhớ là mỗi thành viên trong tổ lái phải hiểu rõ vai trò, vị trí của mình đồng thời hiểu rõ vai trò vị trí của thành viên khác để tránh trùng lắp công việc và quan trọng hơn là không ỷ lại, bỏ sót công việc.

Sơ đồ trên hình 12.01 mô tả quy trình trao đổi thông tin giữa Thuyền trưởng và SQTC, Sĩ quan tăng cường, thuỷ thủ cảnh giới, thuỷ thủ lái khi tàu tiếp cận vùng nước hoa tiêu. Lưu đồ có thể thay đổi tuỳ theo thiết kế buồng lái, hệ thống tự động trên buồng lái... còn các kênh thông tin, chỉ thị mệnh lệnh thì không đổi.

13

HỆ THỐNG CỨU NẠN VÀ AN TOÀN HÀNG HẢI TOÀN CẦU – GMDSS

13.1 Kiến thức cơ bản về sóng radio

13.1.1 Một số thuật ngữ thiết yếu

Điện xoay chiều có dạng hình sin nên khi nó tạo ra điện từ trường truyền lan trong không gian cũng dao động dạng hình sin, gọi là *sóng vô tuyến* hay *sóng radio.*

- *Biên độ* của sóng là cường độ của nó tính từ điểm 0 đến đỉnh cao nhất của hình sin.
- *Tốc độ sóng vô tuyến* 3.10^8 mét/giây = 300.000 km/giây.
- *Chu kỳ* T của sóng là thời lượng để thực hiện một dao động hình sin, tức thời gian tính từ đỉnh sóng đến đỉnh sóng kế tiếp, tính bằng giây hoặc micro giây (1/1.000.000 giây)
- *Bước sóng* λ là khoảng cách mà sóng truyền lan trong một chu kỳ, lấy đơn vị là mét hoặc centimét
- *Tần số* f là số chu kỳ lập lại trong một đơn vị thời gian, đơn vị là Héc (*Hertz-Hz*).

  Một *Héc* là tần số dao động một chu kỳ trong một giây.

  Một kilô Héc (kHz) là tần số dao động 1.000 chu kỳ trong một giây.

  Một mega Héc (MHz) là tần số dao động 1.000.000 chu kỳ trong một giây.

  1 MHz = 1.000 KHz = 1.000.000 Hz

  Một Gega Héc (GHz) là tần số dao động 1.000.000.000 chu kỳ trong một giây.

  1 GHz = 1.000 MHz = 1.000.000 KHz

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{f} \text{ (mét)}$$

13.1.2 Phổ sóng radiô

Toàn bộ dải tần số bức xạ sóng điện từ gọi là *phổ điện từ* (Electromagnetic spectrum). Dải tần số thích hợp phát sóng radio gọi là *phổ radio* (Radio spectrum) nằm trong phạm vi từ 10 kHz đến 300.000 GHz được chia ra làm nhiều *băng tần* (Band) tập hợp trong bảng dưới đây.

Viết tắt	*Băng tần*	*Phạm vi tần số*	*Bước sóng*
AF	Audio frequency	20 Hz ~ 20.000 Hz	15.000km ~ 15 km
RF	Radio frequency	10 kHz ~ 300 GHz	30 km ~ 0,1 cm
VLF	Very Low frequency	10 kHz ~ 30 kHz	30 km ~ 10 km
LF	Low frequency	30 kHz ~ 300 kHz	10 km ~ 1 km

13

HỆ THỐNG CỨU NẠN VÀ AN TOÀN HÀNG HẢI TOÀN CẦU – GMDSS

13.1 Kiến thức cơ bản về sóng radio

13.1.1 Một số thuật ngữ thiết yếu

Điện xoay chiều có dạng hình sin nên khi nó tạo ra điện từ trường truyền lan trong không gian cũng dao động dạng hình sin, gọi là *sóng vô tuyến* hay *sóng radio.*

- *Biên độ* của sóng là cường độ của nó tính từ điểm 0 đến đỉnh cao nhất của hình sin.
- *Tốc độ sóng vô tuyến* 3.10^8 mét/giây = 300.000 km/giây.
- *Chu kỳ* T của sóng là thời lượng để thực hiện một dao động hình sin, tức thời gian tính từ đỉnh sóng đến đỉnh sóng kế tiếp, tính bằng giây hoặc micro giây (1/1.000.000 giây)
- *Bước sóng* λ là khoảng cách mà sóng truyền lan trong một chu kỳ, lấy đơn vị là mét hoặc centimét
- *Tần số* f là số chu kỳ lập lại trong một đơn vị thời gian, đơn vị là Héc (*Hertz-Hz*).

  Một *Héc* là tần số dao động một chu kỳ trong một giây.

  Một kilô Héc (kHz) là tần số dao động 1.000 chu kỳ trong một giây.

  Một mega Héc (MHz) là tần số dao động 1.000.000 chu kỳ trong một giây.

  1 MHz = 1.000 KHz = 1.000.000 Hz

  Một Gega Héc (GHz) là tần số dao động 1.000.000.000 chu kỳ trong một giây.

  1 GHz = 1.000 MHz = 1.000.000 KHz

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{f} \text{ (mét)}$$

13.1.2 Phổ sóng radiô

Toàn bộ dải tần số bức xạ sóng điện từ gọi là *phổ điện từ* (Electromagnetic spectrum). Dải tần số thích hợp phát sóng radio gọi là *phổ radio* (Radio spectrum) nằm trong phạm vi từ 10 kHz đến 300.000 GHz được chia ra làm nhiều *băng tần* (Band) tập hợp trong bảng dưới đây.

Viết tắt	*Băng tần*	*Phạm vi tần số*	*Bước sóng*
AF	Audio frequency	20 Hz ~ 20.000 Hz	15.000km ~ 15 km
RF	Radio frequency	10 kHz ~ 300 GHz	30 km ~ 0,1 cm
VLF	Very Low frequency	10 kHz ~ 30 kHz	30 km ~ 10 km
LF	Low frequency	30 kHz ~ 300 kHz	10 km ~ 1 km

trên hải đồ, giúp cung cấp những thông tin trên hải đồ, xác nhận các chỉ thị quan trọng, truyền đạt thông tin giữa bên trong và bên ngoài buồng lái.

Dĩ nhiên không thể có một sự phân công cứng nhắc. Điều quan trọng cần ghi nhớ là mỗi thành viên trong tổ lái phải hiểu rõ vai trò, vị trí của mình đồng thời hiểu rõ vai trò vị trí của thành viên khác để tránh trùng lắp công việc và quan trọng hơn là không ỷ lại, bỏ sót công việc.

Sơ đồ trên hình 12.01 mô tả quy trình trao đổi thông tin giữa Thuyền trưởng và SQTC, SĨ quan tăng cường, thuỷ thủ cảnh giới, thuỷ thủ lái khi tàu tiếp cận vùng nước hoa tiêu. Lưu đồ có thể thay đổi tuỳ theo thiết kế buồng lái, hệ thống tự động trên buồng lái... còn các kênh thông tin, chỉ thị mệnh lệnh thì không đổi.

MF	Medium frequency	300 kHz ~ 3000 kHz	1 km ~ 100 m
HF	High frequency	3 MHz ~ 30 MHz	100 m ~ 10 m
VHF	Very High frequency	30 MHz ~ 300 MHz	10 m ~ 1 m
UHF	Ultra High frequency	300 MHz ~ 3000 MHz	1 m ~ 10 cm
SHF	Super High frequency	3 GHz ~ 30 GHz	10 cm ~ 1 cm
EHF	Extreme High frequency	30 GHz ~ 300 GHz	1 cm ~ 0,1 cm
Heat and infrared	Nhiệt và tia hồng ngoại *	10^6 ~ $3{,}9\times10^8$ MHz	0.03 ~ $7{,}6\times10^{-5}$ cm
Visible spectrum	Ánh sáng nhìn thấy *	$3{,}9\times10^8$ ~ $7{,}9\times10^8$ MHz	$7{,}6\times10^{-5}$ ~ $3{,}8\times10^{-5}$ cm
Ultraviolet X-rays	Tia cực tím *	$7{,}9\times10^8$ ~ $2{,}3\times10^{10}$ MHz	$3{,}8\times10^{-5}$ ~ $1{,}3\times10^{-6}$ cm
X-Rays	Tia X-Ray *	$2{,}0\times10^9$ ~ $3{,}0\times10^{13}$ MHz	$1{,}5\times10^{-5}$ ~ $1{,}0\times10^{-9}$ cm
Gamma rays	Tia Gamma *	$2{,}3\times10^{12}$ ~ $3{,}0\times10^{14}$ MHz	$1{,}3\times10^{-8}$ ~ $1{,}0\times10^{-10}$ cm
Cosmic rays	Tia vũ trụ *	> $4{,}8\times10^{15}$ MHz	< $6{,}2\times10^{-12}$ cm

** - Các đại lượng gần đúng*

Sóng ngắn hơn 30 cm thường được gọi là *sóng siêu cực ngắn* (microwaves).

Trong phạm vi tần số từ 1GHz ~ 40 GHz), sóng radiô được chia thành các băng tần nhỏ hơn như sau,

- L-band: 1-2 GHz (1,000-2,000 MHz)
- S-band: 2-4 GHz (2,000-4,000 MHz
- C-band: 4-8 GHz (4,000-8,000 MHz)
- X-band: 8-12.5 GHz (8,000-12,500 MHz)
- Lower K-band: 12.5-18 GHz (12,500-18,000 MHz)
- Upper K-band: 26.5-40 GHz (26,500-40,000 MHz)

Hệ thống rađa hàng hải hoạt động ở băng S và băng X, còn tín hiệu các hệ thống vệ tinh hàng hải nằm trong băng L.

Băng K cần phải được chia nhỏ ra thành băng trên (Upper K-band) và băng dưới (Lower K-band) vì tần số cộng hưởng của hơi nước chiếm quảng giữa của băng này.

1.1.3 Tầng điện ly

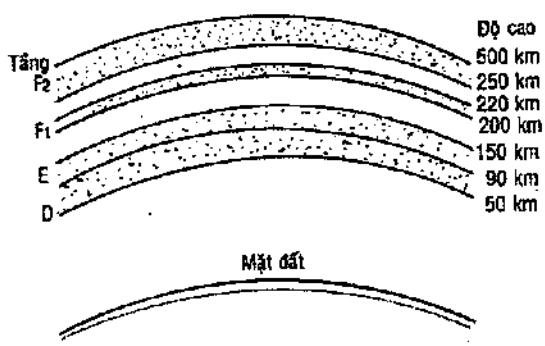
Bình thường, vì số lượng điện tử mang điện tích âm bằng số lượng proton (trong hạt nhân) mang điện tích dương trong nguyên tử, cho nên mỗi một nguyên tử trung hòa về điện.

Một nguyên tử hoặc một nhóm nguyên tử vì một nguyên nhân nào đó, tách đi một số điện tử hoặc kết hợp thêm một số điện tử làm cho nguyên tử đó mang điện tích dương hoặc âm. Ta gọi các nguyên tử mang điện tích âm hay dương đó là các *ion* (điện ly). Hiện tượng các nguyên tử hoặc một nhóm nguyên tử biến thành ion gọi là *ion hoá*.

Do nhiều tác động từ vũ trụ, trong không gian trên cao xa bề mặt trái đất luôn xảy ra hiện tượng ion hoá làm hình thành trên cao *tầng ion (tầng điện ly)*, gồm các ion dương và âm cùng các điện tử tự do bao bọc chung quanh trái đất. (Xem hình 4.01 Chương 4 - Khí tượng hàng hải).

Sau khi mặt trời lặn, các ion và điện tử kết hợp với nhau nhanh hơn số lượng mà chúng tách ra cho nên làm giảm hiện tượng ion hoá.

Do những đặc tính khác nhau ở các lớp khí quyển, căn cứ mức độ và tính chất của các lớp ion hoá người ta chia tầng ion ra nhiều lớp D, E và lớp F_1, F_2, ở các độ cao khác nhau, mỗi lớp có những đặc điểm phản xạ sóng vô tuyến khác nhau. Hình 13.01 cho thấy các tầng điện ly ở các độ cao khác nhau tồn tại ban ngày.



Hình 13.01

13.1.4 Phân cực

Sóng radio sản sinh ra trường điện và trường từ luôn luôn vuông góc với nhau, hướng của thành phần trường điện trong trường điện từ gọi là phân cực (Polarization) của sóng điện từ. Như vậy, nếu thành phần trường điện phân bố theo phương thẳng đứng thì gọi là *sóng phân cực đứng*, nếu theo phương ngang thì gọi là *sóng phân cực ngang*.

Sóng radio truyền lan trong không gian có thể phân cực theo bất cứ phương nào, khi nó truyền lan dọc bề mặt trái đất thì luôn luôn có phân cực ngang, vì trái đất, như một vật dẫn điện, làm "ngắn mạch" tất cả phân cực thẳng đứng.

13.1.5 Đặc tính phản xạ

Sóng vô tuyến khi truyền lan gặp bề mặt các vật thể thì nó phản xạ giống như sóng ánh sáng. Cường độ phản xạ của sóng phụ thuộc vào góc tới của sóng, tần số, đặc tính phản xạ của vật thể, tần số càng thấp thì tính xuyên thấu càng lớn. Ở độ sâu dưới mặt nước có thể thu nhận sóng vô tuyến tần số rất thấp.

Các vật thể như núi, cây đều có thể phản xạ sóng vô tuyến, tần số thấp thì tính phản xạ kém, nhưng phản xạ tốt khi nâng cao tần số.

Sóng vô tuyến có tần số lớn cũng có thể được phản xạ từ mưa, mây, đặc biệt là mây chứa mưa. Vật phản xạ chính trong không gian là tầng điện ly.

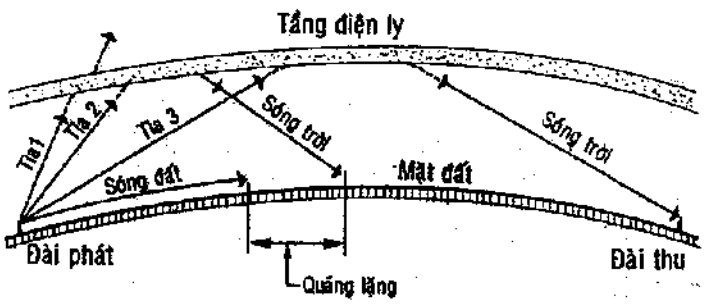
Sóng biến đổi pha sau khi phản xạ từ mặt đất, mức độ biến đổi pha phụ thuộc vào suất dẫn điện của trái đất và phân cực của sóng, có thể biến đổi pha đến 180^0 đối với sóng phân cực đứng phản xạ từ nước biển (coi như có suất dẫn lớn vô hạn).

Khi sóng trực tiếp (truyền thẳng trực tiếp từ máy phát đến máy thu) và sóng phản xạ cùng đến máy thu thì tín hiệu tổng hợp là tổng vectơ của cả hai, nếu cả hai cùng pha thì tín hiệu nhận được sẽ mạnh lên, nếu lệch pha thì tín hiệu nhận được sẽ yếu đi, nếu hai sóng tới có cùng biên độ mà lệch pha 180^0 thì chúng triệt tiêu lẫn nhau. Hiện tượng này gọi là sóng can nhiễu (wave interference).

13.1.6 Đặc tính khúc xạ

Đặc tính khúc xạ của sóng vô tuyến giống như sóng ánh sáng. Khi sóng truyền lan từ môi trường này sang môi trường khác có khối lượng riêng không giống nhau thì sóng đổi hướng truyền lan. Khi sóng truyền lan trong không gian, nguyên nhân chính gây ra khúc xạ sóng là do nhiệt độ, áp xuất, độ ẩm không khí thay đổi trong các lớp khí quyển khác nhau theo sự biến đổi độ cao trên mặt biển. Sự khúc xạ của sóng vô tuyến phụ thuộc vào tần số của sóng.

13.1.7 Sóng trời, sóng đất



Hình 13.02

Khi sóng vô tuyến phát đi từ một trạm phát trên trái đất, một phần truyền lan theo mặt đất (mặt biển) gọi là *sóng đất*, một phần truyền lan trực tiếp gọi là *sóng trực tiếp*, một phần truyền lan về phía tầng điện ly.

Sóng đi tới tầng điện ly bằng nhiều đường khác nhau với các góc độ khác nhau thì sóng phản xạ từ các tầng điện ly cũng truyền đi với những góc độ khác nhau. Xem hình 13.02, tia 1 bị khúc xạ ở tầng điện ly rồi đi thẳng vào vũ trụ. Tia 2 phản xạ trở về ở gần hơn, tia 3 thì phản xạ ở khoảng cách xa. Các sóng phản xạ từ tầng điện ly trở về trái đất gọi là *sóng trời*. Sóng trời còn có thể phản xạ vài lần giữa tầng điện ly và mặt đất làm cho sóng truyền lan rất xa.

Sóng trời chỉ có thể đến được máy thu ở một khoảng cách tối thiểu nào đó, khoảng cách tối thiểu đó gọi là khoảng cách lặng (Skip distance). Nếu sóng đất không vươn tới được khoảng cách lặng của sóng trời thì hình thành một "quãng lặng" (Skip zone), ở đó không có tín hiệu radio đến máy thu.

13.1.8 Các phương thức phát sóng radio

1. Sóng liên tục (sóng đẳng biên) (*CW*- Continuous Wave)

Là sóng được phát với tần số và biên độ cố định. Sóng CW không thể nghe được trừ khi phát ở tần số rất thấp nghe thành tiếng rít (hình 13.03a).

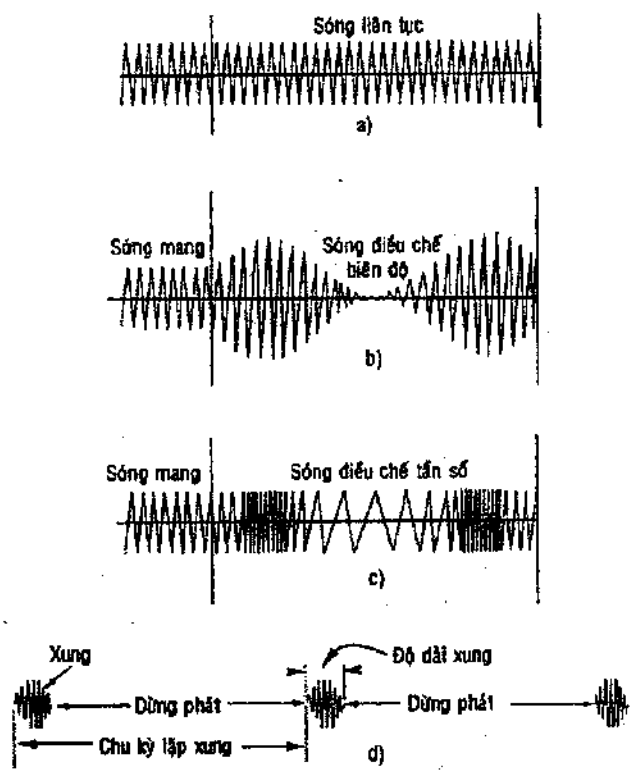
Thường sóng liên tục được *điều chế* thành những dạng sóng khác, còn bản thân sóng liên tục dùng làm *sóng mang*.

2. Sóng điều biên (*AM*-Amplitude Modulation)

Là loại sóng có biên độ được điều chế biến đổi theo âm tần như mô tả trên hình 13.03b. Tại máy thu, âm tần được tách ra khỏi sóng điều biên để trở về dạng cũ của no, có thể nghe được.

3. Sóng điều tần (*FM*- frequency modulation)

Là loại sóng có tần số được điều chế biến đổi theo biên độ của một tín hiệu nào đó, thường được dùng trong phát thanh FM thương mại hay trong kỹ thuật âm thanh của tivi. (Hình 13,03c).



Hình 13.03

4. Sóng xung (PM)

Là loại sóng được phát đi dưới dạng xung sóng mang ngắn, sau khi phát một xung thì dừng một thời lượng nhất định (chu kỳ lặp xung) rồi tiếp tục phát một xung khác (Hình 13.03d). Được sử dụng trong rađa và các lĩnh vực kỹ thuật khác.

13.1.9 Quy định các ký hiệu chế độ phát sóng

Mỗi một chế độ phát của máy phát sóng được quy định bởi 3 ký tự:

- Ký tự thứ nhất - loại điều chế sóng mang cơ bản
- Ký tự thứ hai - tính chất của tín hiệu điều chế sóng mang cơ bản
- Ký tự thứ ba - loại thông tin phát

Chi tiết như sau,

1. Ký tự thứ nhất

Chỉ ra dạng điều chế của sóng mang cơ bản, chia ra làm 3 nhóm, sử dụng một trong các ký tự trong 3 nhóm sau đây,

1) N – biểu thi sóng mang không điều chế

2) Các sóng mang sau đây được điều biên, trong đó,

A – sóng mang đa biên

H – sóng mang đơn biên, nguyên sóng

R – sóng mang đơn biên, có mức suy giảm hoặc biến thiên

J – sóng mang đơn biên, nén

B – sóng mang biên độc lập

C – sóng mang biên rớt

3) Sóng mang sau đây điều chế theo góc

F – sóng mang điều tần

G – sóng mang điều pha

D – sóng mang điều biên đồng thời điều chế theo góc hoặc theo một thứ tự quy định

4) Phát xung

P – xung không điều chế phát theo thứ tự

K – xung điều biên

L – xung điều chế độ rộng/tần số lặp

M – xung điều chế pha

Q – xung với sóng mang điều chế góc

V – dạng kết hợp các loại trên

2. Ký tự thứ hai

Chỉ ra tính chất của tín hiệu điều chế sóng mang. Sử dụng một trong các ký tự sau đây,

0 – tín hiệu không điều chế

1 – một kênh đơn chứa thông tin lượng hoá hoặc số hoá không dùng sóng mang phụ điều chế

2 – một kênh đơn chứa thông tin lượng hoá hoặc số hoá có dùng sóng mang phụ điều chế

3 – một kênh đơn có thông tin tương tự (analogue)

7 – hai hay nhiều kênh có thông tin lượng hoá hoặc số hoá

8 – hai hay nhiều kênh có thông tin tương tự (analogue)

9 – hệ thống phức hợp với một hoặc nhiều kênh chứa thông tin lượng hoá hoặc số hoá cùng với một hoặc nhiều kênh thông tin tương tự (analogue)

X – các trường hợp khác

3. Ký tự thứ ba

Chỉ ra loại tín hiệu phát đi, sử dụng một trong các ký tự sau đây,

N – phát không thông tin

A – phát điện báo – nhận bằng âm thanh

B – phát điện báo, nhận tự động

C – Facsimile

D – phát dữ liệu, đo lường từ xa, lệnh điều khiển từ xa

E – phát thoại

W – kết hợp các dạng trên

X – không thuộc các dạng trên

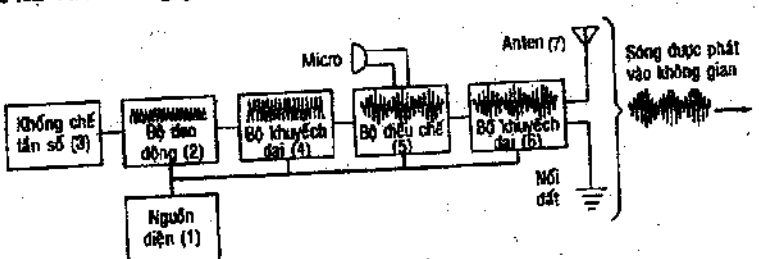
Thông tin liên lạc trong hàng hải sóng được phát đi dưới các dạng sau đây:

FIB, J3E, A1A, A3E, TLX, SSB, AM, H3E, F3E, DSC, J2B, G2B và CW. v...v.

13.1.10 Nguyên lý hoạt động cơ bản của máy phát sóng

Dưới đây miêu tả các bộ phận chính yếu của máy phát và nguyên lý khái quát về cơ chế hoạt động của nó, xem hình 13.04.

- Bộ phận nguồn điện cung cấp điện một chiều (1).
- Bộ dao động (2), chuyển điện một chiều sang dao động điện đẳng biên với tần số radio (gọi là sóng mang).
- Thiết bị kiểm soát tần số dao động (3) để biến đổi tần số của bộ dao động.
- Bộ phận khuyếch đại (4) để tăng công suất của bộ dao động.
- Một micro và một máy điều chế (5) để điều chế sóng mang biến đổi biên độ của nó theo âm tần. Âm tần là tần số dao động thấp có biên độ biến đổi theo âm thanh.
- Bộ khuyếch đại cuối cùng (6) để tăng công suất phát.
- Anten phát sóng (7), tại đây dao động có tần số sóng mang và biên độ biến đổi theo âm tần được bức xạ vào không gian.



Hình 13.04

13.1.11 Nguyên lý hoạt động cơ bản của máy thu sóng

Dưới đây là các bộ phận chính yếu của máy thu và nguyên lý khái quát về cơ chế hoạt động của nó, hình 13.05:

- Anten thu sóng (1).

  Sóng vô tuyến truyền trong không gian gặp anten, là một chất dẫn điện, sẽ sinh ra dòng điện với tần số vô tuyến trong đó. Đó là sóng mang có biên độ biến đổi theo âm tần.

- Bộ phận chọn tần số (2).

  Dùng để chọn thu một tần số (tần số sóng mang) trong nhiều tần số phát trong không gian.

- Bộ phận khuyếch đại (3).

  Để khuyếch đại tín hiệu yếu ớt mà anten thu được.

- Bộ phận tách sóng (4).

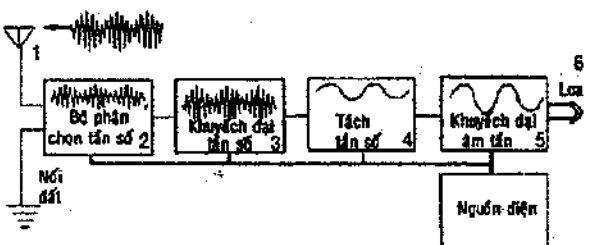
  Để tách âm tần (tín hiệu đặc trưng cho âm thanh) ra khỏi sóng mang. Âm tần là tần số thấp có thể nghe được.

- Bộ phận khuyếch đại âm tần (5).

  Để tăng công suất sóng âm tần.

- Loa (6).

  Dùng để nghe âm tần (tiếng nói hay tín hiệu).



Hình 13.05

3.2 Hệ thống cứu nạn và an toàn hàng hải toàn cầu GMDSS

3.2.1 Giới thiệu tổng quát

Đại hội đồng IMO trong phiên họp năm 1979 xem xét lại toàn bộ thực trạng cấu trúc của hệ thống thông tin liên lạc cứu nạn và an toàn lúc bấy giờ, trên cơ sở những thành tựu của cuộc cách mạng khoa học kỹ thuật thông tin và liên lạc của thế giới, đã quyết định thiết lập một hệ thống báo nạn và an toàn mới, bao gồm cấu trúc lại hạ tầng phối hợp tìm kiếm và cứu nạn toàn cầu gọi là " *Hệ thống cứu nạn và an toàn hàng hải toàn cầu*" (Global Maritime Distress and Safety System – GMDSS) nhằm mục đích kiểm soát và cải tiến một cách cơ bản và có ý nghĩa về an toàn cho sinh mệnh con người khi hoạt động hàng hải trên biển.

Bắt đầu từ 1 tháng 2 năm 1999 tất cả các tàu khách, tàu hàng có dung tải 300 GT và lớn hơn đóng mới sau ngày 1 tháng 2 năm 1995 chạy tuyến quốc tế phải hoàn tất trang bị các thiết bị theo yêu cầu của các nghị quyết sửa đổi và bổ sung SOLAS 1974 (IMO) cùng với Bộ luật vô tuyến điện sửa đổi của Hiệp hội liên lạc viễn thông Quốc tế (International Telecommunication Union - ITU).

13.2.2 Chức năng chung của hệ thống

Khái niệm cơ bản của hệ thống báo nạn và an toàn hàng hải GMDSS là *nhà chức trách tìm kiếm và cứu nạn trên bờ và các hoạt động hàng hải lân cận của con tàu, hoặc con người đang lâm nạn phải được báo động một cách nhanh chóng tai nạn để họ có thể hỗ trợ trong việc phối hợp các hoạt động tìm kiếm và cứu nạn một cách ít chậm trễ nhất.* Hệ thống còn cung cấp cách thức liên lạc và ban bố khẩn cấp và an toàn các thông tin về an toàn hàng hải (các cảnh báo hàng hải và khí tượng, và các dự báo cũng như các thông tin khẩn cấp và an toàn). Nói một cách khác, mỗi tàu, bất kể khu vực hoạt động, phải thực hiện chức năng liên lạc rất thiết thực cho an toàn bản thân con tàu của họ và các tàu khác cùng hoạt động trong khu vực.

Các Chính phủ tham gia Công ước 1974, Sửa đổi về liên lạc vô tuyến GMDSS phải cam kết sẵn sàng các thiết bị trên bờ tương ứng cho các dịch vụ liên lạc vô tuyến trong không gian và trên lục địa, theo như khuyến cáo của IMO, tất cả các tàu khi ở trên biển phải có khả năng:

1. Truyền phát các báo động cứu nạn từ tàu đến bờ (tàu/bờ) bằng ít nhất hai cách riêng biệt và độc lập, mỗi cách dùng một dịch vụ liên lạc vô tuyến khác nhau;
2. Tiếp nhận được các báo động cứu nạn từ bờ đến tàu (bờ/tàu);
3. Truyền phát và tiếp nhận các báo động cứu nạn;
4. Truyền phát và tiếp nhận các liên lạc phối hợp tìm kiến và cấp cứu;
5. Truyền phát và tiếp nhận các liên lạc hiện trường;
6. Truyền phát và tiếp nhận các tín hiệu xác định vị trí;
7. Truyền phát và tiếp nhận các thông tin an toàn hàng hải;
8. Truyền phát và tiếp nhận các liên lạc vô tuyến chung từ các hệ thống hoặc mạng lưới radio đặt trên bờ;
9. Truyền phát và tiếp nhận các liên lạc từ tàu đến tàu (buồng lái/buồng lái)

13.2.3 Trang bị và hoạt động của toàn bộ hệ thống

1. Cấu trúc chung của hệ thống

Để đảm bảo thực hiện các chức năng nói trên, toàn bộ hệ thống GMDSS được tổ chức thành một mạng thống nhất bao gồm các thiết bị và hệ thống nhỏ, chia thành các phân đoạn trên lục địa và phân đoạn trong không gian phối hợp với các trang bị trên tàu. Tóm tắt như sau, xem hình 13.06.

1) Mạng lưới quốc gia và quốc tế (1)

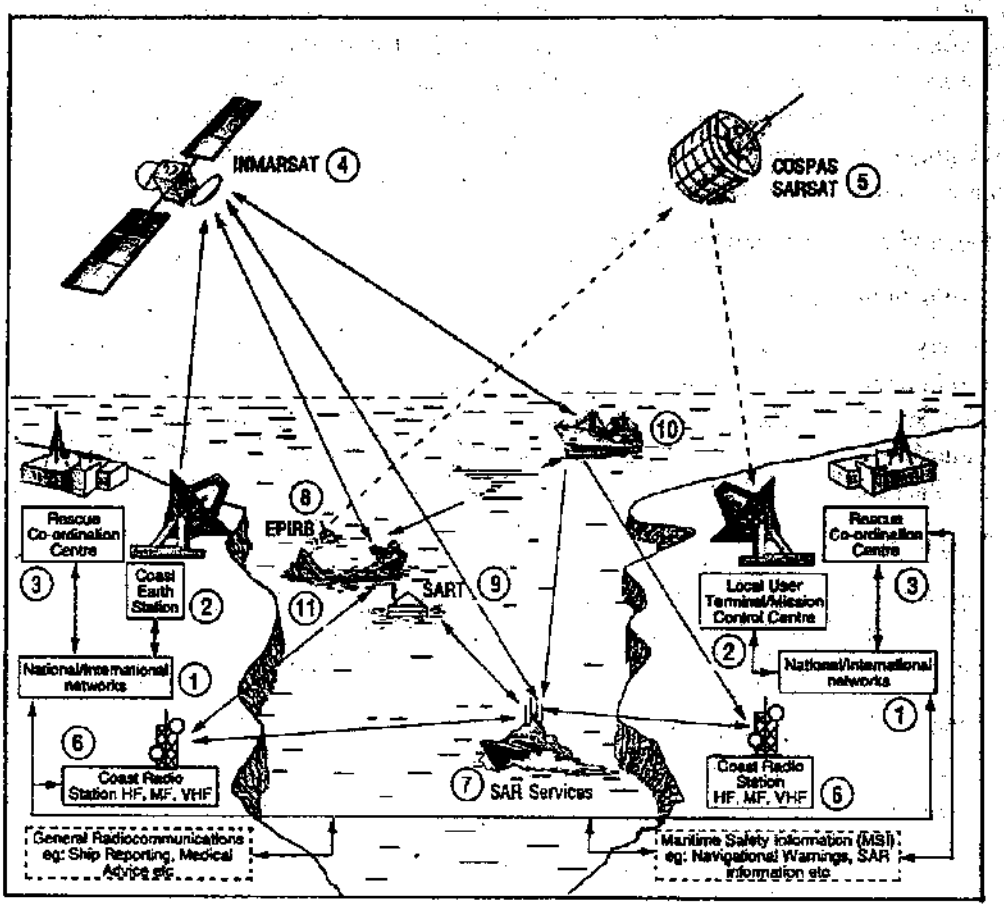
2) Các trạm mặt đất, các đầu mối trung tâm kiểm soát địa phương (2)

3) Các trung tâm phối hợp cứu nạn (3), liên kết thành mạng lưới thông tin an toàn hàng hải toàn cầu (bao gồm các cảnh báo hàng hải, thông tin tìm kiếm và cứu nạn , dịch vụ y tế...)

4) Hệ thống INMARSAT (4), hệ thống COSPAS SARSAT (5)

5) Các trạm MF, HF, và VHF bờ biển (6)

6) Các tàu dịch vụ tìm kiếm và cứu nạn (7)



Hình 13.06

7) Các thiết bị trên tàu gồm radio MF, HF, VHF các thiết bị NAVTEX, EPIRB (8), SART (9).

9) Các tàu hàng hải ở gần tàu bị nạn (10) cũng nằm trong hệ thống tìm kiếm và cứu nạn.

2. Khái quát hoạt động an toàn và cứu nạn trên biển, xem hình 13.06.

Giả sử có một một tàu (11) trên biển lâm nạn, đầu tiên từ tàu các *tín hiệu cấp cứu* lập tức được thuyền trưởng tàu bị nạn truyền phát đi thông qua các thiết bị vô tuyến trên tàu, đồng thời các tín hiệu đó cũng sẽ được hệ thống EPIRB (8) tự động phát đi (nếu tàu chẳng may bị đắm). Ngay lập tức các tín hiệu này sẽ được INMARSAT (4), COSPAS SARSAT (5) cùng các tàu hành hải lân cận (10) và các trạm HF,MF, VHF (6) trên bờ gần đó nhất tiếp nhận.

Đến lượt mình, hệ thống INMART, COSPAS SARSAS và các tàu lân cận lập tức truyền phát tín hiệu cấp cứu mà mình tiếp nhận được về các trạm mặt đất (2) và các trung tâm kiểm soát địa phương (3) và tất cả các tàu hành hải lân cận (10). Các tàu lân cận (10) còn có nhiệm vụ truyền phát lại các thông tin này vào không trung cho tất cả các tàu, trạm có thể thu nhận được.

Như vậy, trong một khoảng thời gian rất ngắn, không chậm trễ, một hệ thống liên lạc toàn cầu, hoặc ít nhất là trong một khu vực nhất định đã được lưu thông (kết nối thông tin), các trung tâm tìm kiếm và cứu nạn (3) bắt đầu khởi động và triển khai ngay công việc tìm kiếm và cứu nạn bằng cách gửi đi lập tức các tàu dịch vụ SAR (7) ra hiện trường tai nạn. Trong các tín hiệu cấp cứu từ tàu hoặc EPIRB đều có thông báo vị trí tàu bị nạn, còn các thiết bị SART phát các tín hiệu nhận dạng giúp tàu dịch vụ SAR, các tàu lân cận tiếp cận nhanh chóng tàu bị nạn và thực hành cấp cứu.

13.2.4 Phân vùng và yêu cầu trang thiết bị

1. Phân vùng biển

Nhận thấy rằng mỗi một thành phần khác nhau trong hệ thống GMDSS có những hạn chế riêng biệt nhất định tuỳ theo khu vực địa lý cũng như nghiệp vụ mà nó cung cấp, Công ước SOLAS, Sửa đổi (Xem Chương 6 của SOLAS – Yêu cầu trang bị thiết bị) đã quy định các các yêu cầu thiết bị phải được trang bị cho tàu theo phân vùng hoạt động khác nhau của tàu. Cụ thể như sau,

1) Vùng biển A1

Là vùng biển trong phạm vi phủ sóng vô tuyến điện thoại của ít nhất một trạm VHF bờ biển, trong đó có sẵn hoạt động thông tin báo động DSC liên tục, có thể được quy định bởi một Chính phủ thành viên.

2) Vùng biển A2

Là vùng biển, trừ vùng biển A1, nằm trong phạm vi phủ sóng vô tuyến điện thoại của ít nhất một trạm MF bờ biển, trong đó có sẵn hoạt động thông tin báo động DSC liên tục, có thể được quy định bởi một chính phủ thành viên.

3) Vùng biển A3

Là vùng biển, trừ vùng biển A1 và A2, nằm trong phạm vi phủ sóng vô tuyến điện thoại của một vệ tinh địa tĩnh INMARSAT, trong đó có sẵn hoạt động thông tin báo động liên tục.

4) Vùng biển A4

Là vùng biển nằm ngoài các vùng biển A1, A2, A3.

2. Tóm tắt các chi tiết hoạt động trong từng vùng

Vùng biển	*Khoảng cách*	*Radio*	*Tần số*	*EPIRB*	*Xuống cấp cứu*
A1 – trong tầm xa trạm VHF bờ biển	Phụ thuộc chiều cao của anten trạm VHF bờ, khoảng 20–50 h.lý	VHF	156,525 MHz (Ch 70) cho DSC, hoặc 156,8 MHz (Ch 16) RT	Cả L-Band (1,6 GHz) hoặc 406 MHz COSPAS-SARSAT hoặc VHF EPIRB	9 GHz SART VHF cầm tay Ch 16 và một tần số khác
A2 – trong tầm xa trạm MF bờ biển	Khoảng 50–400 hải lý	MF VHF	Giống như trên, cộng, 2187,5 kHz DSC 2182 kHz RT 2174,5 kHz NBDP	L-Band (1,6 GHz) hoặc 406 MHz COSPAS-SARSAT	giống như trên

			518 kHz NAVTEX		
A3 – trong tầm xa vệ tinh địa tĩnh (như INMARSAT)	Từ 70^0N ~ 70^0S	HF hoặc vệ tinh MF VHF	Giống như trên, cộng với báo động 1,5-1,6 GHz hoặc như A1 và A2 cộng tần số HF	L-Band (1,6 GHz) hoặc 406 MHz COSPAS-SARSAT	giống như trên
A4 – khu vực khác (ngoài tầm xa của INMARSAT)	Bắc 70^0N Nam 70^0S	HF MF VHF		406 MHz COSPAS-SARSAT	giống như trên

3. Yêu cầu tối thiểu thiết bị GMDSS trên tàu

Các yêu cầu này áp dụng cho tất cả các tàu và tàu hàng có tổng dung tải từ 300 tấn trở lên.

Thiết bị	*Vùng biển A1*	*Vùng biển A2*	*Vùng biển A3*	*Vùng biển A4*
VHF sử dụng DSC có thể phát và thu thông tin cấp cứu trên kênh (70) tần số 156,525 MHz, trực liên tục trên kênh 70, vô tuyến điện thoại trên kênh 6, 13, 16.	x	x	x	x
SART có khả năng hoạt động trên dải tần 9 GHz (1 cho tàu dưới 500 GRT, 2 cho trên 500 GRT)	x	x	x	x
NAVTEX	A	A	A	A
EGC Receivers	B	B	B	B
EPIRB 4.6 MHz hoặc 1.6 GHz	x	x	x	C
VHF Portable cho xuồng cấp cứu (2 cho tàu dưới 500 GRT, 3 cho trên 500 GRT)	x	x	x	x
MF R/T + DSC		x	x	x
Cộng với,				
Inmasat –A, B hoặc C			x hoặc	
HF R/T +DSC and Telex			x	x

Trong bảng,

A - Chỉ yêu cầu khi hoạt động ở vùng có dịch vụ NAVTEX;

B - Chỉ yêu cầu khi hoạt động ở vùng không có dịch vụ NAVTEX, thiết bị thu EGC bao gồm trong thiết bị Inmarsat C;

C - 406 MHz COSPAS-SARSAT EPIRB.

4. Các biện pháp đảm bảo sự sẵn sàng của thiết bị trên tàu

Điều 15 của SOLAS GMDSS quy định 3 phương pháp bảo dưỡng để đảm bảo thiết bị sẵn sàng hoạt động trên tàu:

1) Bảo dưỡng thiết bị điện tử trên biển: yêu cầu trên tàu phải có một sĩ quan vô tuyến/điện tử đủ năng lực, có giấy chứng nhận vô tuyến/điện tử GMDSS (Radio-Electronic Certificate) cấp 1 hoặc cấp 2, cùng các phụ tùng và bản hướng dẫn thích hợp cho thiết bị.

2) Trang bị đúp một số thiết bị.

3) Bảo dưỡng trên bờ.

Tàu chạy trên các hành trình thuộc vùng biển A1 và A2 yêu cầu phải áp dụng ít nhất một trong ba phương pháp bảo dưỡng nói trên. Tàu chạy trên các hành trình thuộc vùng biển A3 và A4 phải áp dụng *ít nhất hai biện pháp gồm trang bị đúp cùng một trong hai biện pháp bảo dưỡng trên biển hoặc bảo dưỡng trên bờ.*

Ở vùng A3 trang bị đúp như sau:

- Hai bộ VHF hoàn chỉnh (bao gồm DSC) và
- Hai hệ thống Inmarsat C hoàn chỉnh và một hệ thống MF hoặc,
- Một hệ thống Inmarsat C hoàn chỉnh và một hệ thống MF/HF hoàn chỉnh (bao gồm máy thu DSC và thiết bị NBDF)

5. Giấy chứng nhận khả năng chuyên môn

Có 3 loại giấy chứng nhận,

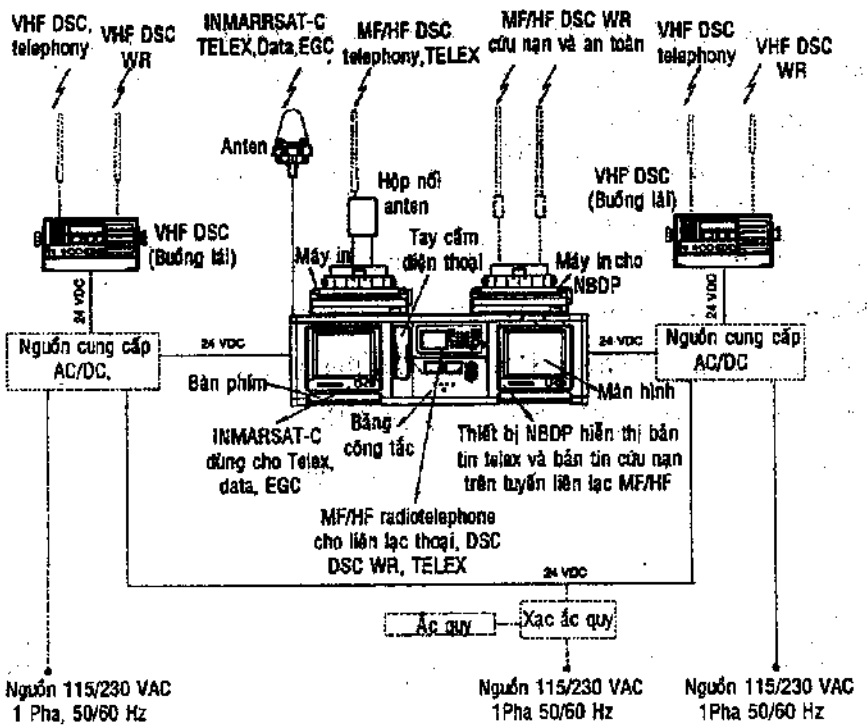
- First Class Radio-Electronic Certificate;
- Second Class Radio-Electronic Certificate; and
- GMDSS General Operator's Certificate (GOC, cho sĩ quan hàng hải)

Hình 13.07 là sơ đồ khối mô tả thiết bị liên lạc GMDSS cơ bản lắp đặt trên tàu chạy vùng biển A1, A2, A3.

13.2.5 Một số thuật ngữ và chữ viết tắt thường gặp khi sử dụng GMDSS

1. *Liên lạc từ tàu-đến-tàu* (Bridge-to bridge) là thông tin liên lạc giữa các tàu từ các vị trí mà tàu đang hành hải bình thường;
2. *Trực canh liên tục* (continuous watch) là trực canh liên tục không gián đoạn trừ khoảng thời gian ngắt quảng ngắn khi khả năng thu tín hiệu của tàu bị ảnh hưởng xấu hoặc bị ngắt do tàu đang thực hiện liên lạc hoặc khi thiết bị đang được bảo dưỡng hay kiểm tra định kỳ;
3. *Gọi chọn số (DSC* – Digital selective call) là kỹ thuật sử dụng mã số cho phép một trạm vô tuyến có khả năng thiết lập liên lạc và truyền thông tin với một trạm hoặc nhóm các trạm khác phù hợp với các khuyến nghị của Uỷ ban tư vấn radio quốc tế (CCIR);
4. *Liên lạc vô tuyến tổng quát* (General radio communication), nghĩa là kênh trao đổi thông tin chung mà không phải là các bản tin về cấp cứu, khẩn cấp và an toàn được thực hiện bằng vô tuyến;
5. *INMARSAT* là tổ chức vệ tinh hàng hải quốc tế (International Mobile Satellite Organization);
6. *NAVTEX* – là nghiệp vụ phát phối hợp và thu tự động các thông tin an toàn hàng hải trên tần số 518 kHz bằng phương pháp điện báo in trực tiếp dải tần hẹp bằng tiếng Anh.

Sơ đồ khối thiết bị liên lạc hệ thống
GMDSS lắp trên tàu cho vùng biển A1, A2, A3



Hình 13.07

. *Thông tin an toàn hàng hải* (MSI - Maritime Safety Information) là các cảnh báo về hàng hải và khí tượng, các dự báo khí tượng và các bản tin liên quan an toàn khẩn cấp truyền phát cho tàu.

COSPAS-SARSAS system, là hệ thống tìm kiếm và cứu nạn dựa trên các vệ tinh quỹ đạo thấp và gần địa cực; là dịch vụ dựa vào vệ tinh quỹ đạo địa cực thu nhận và chuyển tiếp các báo động cấp cứu từ các EPIRB vệ tinh (S.EPIRB) và cung cấp vị trí của nó;

. *MCC* – (Mission Control Centre), là một bộ phận trên mặt đất của hệ thống COSPAS-SARSAS tiếp nhận các thông tin báo động và chuyển tiếp đến mạng lưới liên lạc, các trung tâm tìm kiếm và cứu nạn hoặc các MCC khác;

. *Mã nhận dạng GMDSS* (GMDSS Identities) là mã số nhận dạng dịch vụ hàng hải di động, hô hiệu của tàu, số sê-ri và mã số nhận dạng Inmarsat, có thể được phát đi bằng thiết bị trên tàu để nhận dạng tàu;

MMSI - (Maritime Mobile Service Identity) Mã nhận dạng dịch vụ di động hàng hải;

ARCC - (Associated Rescue Co-ordination Centre) Trung tâm liên hợp phối hợp cấp cứu;

CES – (Coast Earth Station) *trạm bờ mặt đất*, là trạm đặt trên bờ biển thuộc dịch vụ vệ tinh cố định, đôi khi thuộc dịch vụ vệ tinh di động hàng hải; nó hoạt động như là trạm trên mặt đất (LES – Land Earth Station) dùng cho thông tin trên lục địa.

15. *SES* – (Ship Earth Station), là một *trạm tàu mặt đất* trong dịch vụ vệ tinh di động – vệ tinh đặt trên một chiếc tàu không neo cố định nhưng không phải là trạm xuống cấp cứu;

16. *Coast radio station* – trạm bờ biển trong dịch vụ vô tuyến di động hàng hải

17. *EPIRB* – (Emergency Position Indicating Radio Beacon), một trạm dịch vụ di động đặt trên tàu dùng để truyền phát và báo vị trí tai nạn hỗ trợ cho tìm kiếm và cứu nạn;

18. *EGC* – (Enhanced Group Calling)

19. *NBDP* – (Narow-Band Direct-Printing), in trực tiếp dải tần hẹp được sử dụng trong Navtex và telex qua vô tuyến.

20. *RCC* – Rescue Cordinate Centre – Tram phối hợp cứu nạn

21. Traffic (Distress traffic) - lưu thông, giao lưu (lưu thông cứu nạn)

13.3 Thông tin liên lạc bằng hệ thống GMDSS - Các thủ tục giành cho tàu

Các thủ tục tác nghiệp liên lạc DSC trên MF, HF và VHF

(Các nội dung dưới đây trích từ Rec. Hiệp Hội Viễn thông Quốc tế ITU RM.541-5)

Giới thiệu,

Các thủ tục liên lạc DSC trên MF và VHF được giải thích trong phần 13.3.1 đến phần 13.3.5 dưới đây.

Các thủ tục liên lạc trên HF, nói chung giống như trên MF, VHF. Xem xét khi thực hiện liên lạc trên HF trong những điều kiện đặc biệt được giải thích trong phần 13.3.6 dưới đây.

13.3.1 Cứu nạn (Distress)

1. Phát báo động cứu nạn DSC (Transmission of DSC Distress Alert)

Báo động cứu nạn phải được phát đi nếu theo quan điểm của Thuyền trưởng, con tàu, người hoặc những người trên tàu bị lâm nạn cần sự giúp đỡ ngay lập tức.

Một báo động cứu nạn DSC cố gắng bao gồm vị trí tàu cuối cùng và thời gian (UTC) khi nó còn giá trị. Vị trí và thời gian có thể được xác định một cách tự động trong thiết bị hàng hải hoặc có thể được cài đặt bằng tay.

Báo động cứu nạn DSC được phát như sau:

- Điều hưởng máy phát về kênh cứu nạn DSC (2187,5 kHz trên MF, kênh 70 trên VHF)
- Nếu thời gian cho phép, gõ vào hoặc chọn trên bàn phím thiết bị DSC:
  - *tính chất của tai nạn;*
  - *vị trí tàu cuối cùng (kinh vĩ độ);*
  - *thời gian (UTC) khi vị trí còn giá trị;*
  - *loại hình liên lạc cứu nạn tiếp theo (thoại vô tuyến);*

theo hướng dẫn của nhà chế tạo thiết bị DSC

(xem các ví dụ phần cuối chương này).

- Phát báo động cứu nạn

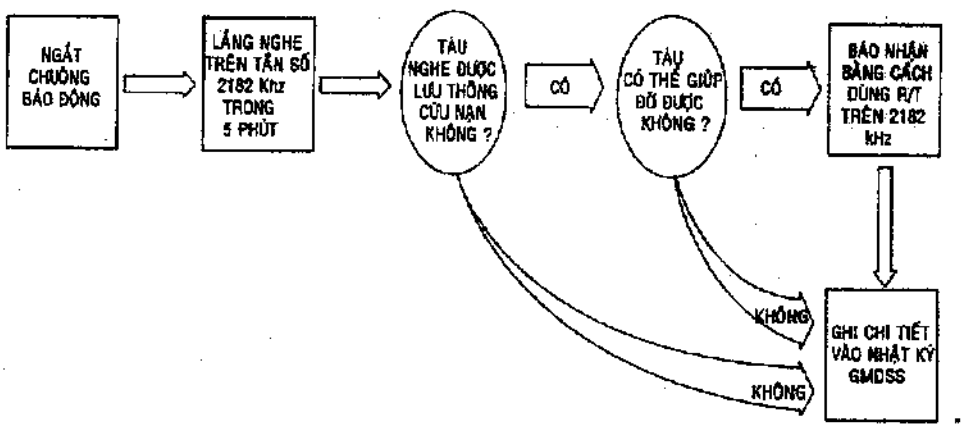
- Chuẩn bị lưu thông cứu nạn tiếp theo bằng cách điều hưởng máy phát và máy thu thoại vô tuyến về kênh lưu thông cứu nạn trên cùng băng tần, tức băng tần 2182 kHz trên MF, kênh 16 trên VHF, trong khi chờ *báo nhận* cứu nạn DSC.

2. Báo nhận đã nhận một báo động cứu nạn DSC (Acknowledgement of DSC Distress Alert)

Báo nhận đã nhận một báo động cứu nạn chỉ thực hiện bởi trạm bờ biển.

Chỉ khi, nếu hầu như không có trạm nào khác báo nhận báo động cứu nạn, và báo động cứu nạn vẫn tiếp tục phát, thì tàu phải *báo nhận báo động cứu nạn* bằng cách dùng DSC, để kết thúc cuộc gọi. Sau đó, tàu phải thông báo cho một trạm bờ biển hoặc một trạm mặt đất bằng bất cứ phương pháp nào hiện có, thực hiện theo sơ đồ chảy hình 13.08.

Các tàu báo nhận báo động cứu nạn từ một tàu khác, nếu tàu đang ở trong khu vực bao phủ một hoặc nhiều trạm bờ biển, phải lập lại ngay lập tức nhiều lần báo động cứu nạn đã được báo nhận để cho trạm bờ biển có thời gian báo nhận báo động cấp cứu sớm nhất.



Hình 13.08

Một tàu nhận được báo động cứu nạn từ tàu khác phải:

- Chuẩn bị thu nhận liên lạc cứu nạn tiếp theo bằng cách điều hưởng máy thu thoại vô tuyến về tần số *lưu thông cứu nạn* trong cùng giải tần đã thu nhận báo động cứu nạn, tức là tần số 2182 kHz trên MF, kênh 16 trên VHF.
- Báo nhận đã thu nhận báo động cứu nạn bằng cách phát nội dung dưới đây qua thoại vô tuyến trên tần số *lưu thông cứu nạn* trong cùng băng tần đã thu nhận báo động cứu nạn, tức là tần số 2182 kHz trên MF, kênh 16 trên VHF:
  - *"MAYDAY"*
  - *9 chữ số nhận dạng của tàu lâm nạn, lập lại 3 lần;*
  - *"this is"*
  - *9 chữ số nhận dạng hoặc hô hiệu hoặc cách nhận dạng khác của tàu mình, lập lại 3 lần;*
  - *" RECEIVED MAY DAY"*

3. Lưu thông cứu nạn (Distress traffic)

- Sau khi thu nhận sự báo nhận cứu nạn DSC, tàu lâm nạn phải bắt đầu lưu thông cứu nạn bằng thoại vô tuyến trên tần số lưu thông cứu nạn (2182 kHz trên MF, kênh 16 trên VHF) như sau:
  - *"MAYDAY";*
  - *"this is";*
  - *9 chữ số nhận dạng hoặc hô hiệu hoặc cách nhận dạng khác của tàu mình;*
  - *vị trí của tàu nếu chưa bao gồm trong báo động cứu nạn DSC;*
  - *tính chất cứu nạn và yêu cầu giúp đỡ;*
  - *những thông tin khác có thể hỗ trợ cho cấp cứu.*

4. Phát báo động chuyển tiếp cứu nạn DSC (Transmition of DSC Distress Relay Alert)

Một tàu biết tàu khác đang lâm nạn phải phát chuyển tiếp cứu nạn DSC nếu:

- *tàu đang lâm nạn không thể tự phát báo động cứu nạn;*
- *Thuyền trưởng của tàu thấy cần phải tiếp tục hỗ trợ.*

Báo động chuyển tiếp cứu nạn được phát như sau:

- Điều hưởng máy phát về kênh cứu nạn DSC (2187,5 kHz trên MF, kênh 70 trên VHF)
- Chọn phương thức cuộc gọi chuyển tiếp cứu nạn trên thiết bị DSC;
- Gõ vào hoặc chọn trên bàn phím thiết bị DSC nội dung như sau:
  - *All Ship Call hoặc 9 chữ số nhận dạng của trạm bờ biển thích hợp*
  - *9 chữ số nhận dạng của tàu đang lâm nạn, nếu biết;*
  - *tính chất của cứu nạn;*
  - *vị trí muộn nhất của tàu lâm nạn, nếu biết;*
  - *thời gian (UTC) mà vị trí tàu có giá trị; (nếu biết);*
  - *loại hình của liên lạc cứu nạn tiếp theo (thoại vô tuyến)*
- Phát cuộc gọi chuyển tiếp cứu nạn.

5. Báo nhận thu báo động chuyển tiếp cứu nạn DSC từ trạm bờ biển (Acknowledgement of a DSC Distress Relay Alert Received from Coast Station)

Sau khi thu và báo nhận báo động cứu nạn DSC, thông thường, trạm bờ biển phát lại thông tin thu nhận được như là một cuộc gọi chuyển tiếp cho tất cả các tàu, các tàu trong một vùng địa lý riêng biệt, một nhóm tàu hay là một tàu riêng biệt.

Các tàu nhận được cuộc gọi chuyển tiếp cứu nạn từ trạm bờ biển phải báo nhận việc thu nhận cuộc gọi bằng thoại vô tuyến trên kênh lưu thông cứu nạn trong cùng băng tần đã thu nhận báo động cứu nạn, tức là tần số 2182 kHz trên MF, kênh 16 trên VHF.

Báo nhận của tàu được phát như sau:

- *"MAYDAY"*

- *9 chữ số nhận dạng hoặc hô hiệu hoặc cách nhận dạng khác của trạm bờ biển;*
- *"this is"*
- *chữ số hoặc hô hiệu hoặc cách nhận dạng khác của tàu ta;*
- *" RECEIVED MAYDAY"*

. Báo nhận báo động chuyển tiếp cứu nạn DSC thu được từ tàu khác (Acknowledgement of a DSC Distress Relay Alert Received from another Ship)

Tàu thu được báo động chuyển tiếp cứu nạn từ tàu khác phải thực hiện theo trình tự báo nhận báo động cứu nạn, tức là theo Mục 13.3.1/2. ở trên.

1) KHÔNG GỬI BÁO NHẬN DSC. Có thể, giả sử một cuộc gọi DSC đã phải được nghe và báo nhận bởi trạm bờ biển, nhưng báo nhận do nó phát có thể nằm ngoài tầm tiếp nhận của tàu ta. Nếu một báo động cứu nạn DSC tiếp theo được nghe từ cùng một nguồn, mà tàu bị nạn, không nghi ngờ gì nữa, nằm ở lân cận tàu ta, thì sự báo nhận DSC phải được gửi đi để kết thúc cuộc gọi và thông báo cho một Trung tâm Phối hợp Tìm và Cứu.

2) Nếu như rõ ràng là con tàu hoặc người bị nạn không ở khu vực lân cận, và/hoặc có phương tiện khác ở vị trí tốt hơn để trợ giúp, thì phải tránh việc liên lạc không cần thiết có thể gây nhiễu các hoạt động tìm và cứu.

3) Tàu phải thiết lập liên lạc với trạm kiểm soát cứu nạn để khi cần có thể trực tiếp hỗ trợ thích hợp.

3.3.2 Khẩn cấp (Urgency)

. Các bước phát bản tin khẩn cấp (Transmission of Urgency Message)

Phát các bản tin khẩn cấp phải thực hiện theo hai bước:

1) Tuyên bố bản tin khẩn cấp

Việc tuyên bố được thực hiện bằng cách phát cuộc gọi khẩn cấp trên kênh gọi cứu nạn DSC (2187,5 kHz trên MF, kênh 70 trên VHF).

2) Phát bản tin khẩn cấp

Bản tin khẩn cấp được phát trên kênh lưu thông cứu nạn (2182 kHz trên MF, kênh 16 trên VHF).

Cuộc gọi khẩn cấp DSC có thể được phát cho tất cả các trạm hoặc tới một trạm riêng biệt. Tần số phát bản tin khẩn cấp bao gồm trong cuộc gọi khẩn cấp DSC.

2. Thực hành phát bản tin khẩn cấp được thực hiện như sau:

1) Tuyên bố bản tin khẩn cấp

a) Điều hưởng máy phát về kênh gọi cứu nạn DSC (2187,5 kHz trên MF, kênh 70 trên VHF);

b) Gõ vào hoặc chọn trên bàn phím thiết bị DSC:

- *All ship call hoặc 9 chữ số nhận dạng trạm bờ biển riêng biệt;*
- *loại cuộc gọi (khẩn cấp)*

- *tần số hoặc kênh mà bản tin khẩn cấp được phát đi*
- *loại hình liên lạc mà bản tin khẩn cấp phát đi (thoại vô tuyến)*

theo hướng dẫn của nhà chế tạo thiết bị DSC.

c) Phát cuộc gọi khẩn cấp DSC

2) Phát bản tin khẩn cấp

a) Điều hưởng máy phát về tần số hoặc kênh chỉ định trong cuộc gọi khẩn cấp DSC;

b) Phát bản tin khẩn cấp như sau:

- *"PAN PAN" lập lại 3 lần;*
- *"ALL STATIONS" hoặc trạm được gọi, lập lại 3 lần;*
- *" this is"*
- *9 số nhận dạng và hô hiệu hoặc cách nhận dạng khác của tàu ta;*
- *nội dung của bản tin khẩn cấp*

3. Nhận bản tin khẩn cấp (Reception of Urgency Message)

Các tàu nhận được cuộc gọi khẩn cấp DSC trong đó tuyên bố bản tin khẩn cấp phát cho tất cả các tàu KHÔNG CẦN phải báo nhận đã thu cuộc gọi DSC, nhưng phải điều hưởng máy thu thoại vô tuyến về tần số chỉ định cho cuộc gọi và nghe bản tin khẩn cấp.

13.3.3 An toàn (Safety)

1. Phát bản tin an toàn (Transmission of Safety Message)

Phát bản tin an toàn được thực hiện theo hai bước:

1) Tuyên bố bản tin an toàn

Tuyên bố bản tin an toàn được thực hiện bằng cách phát cuộc gọi an toàn DSC trên kênh gọi cứu nạn DSC (2187,5 kHz trên MF, kênh 70 trên VHF);

2) Phát bản tin an toàn

Bản tin an toàn thông thường được phát trên kênh lưu thông cứu nạn và an toàn trong cùng băng tần phát cuộc gọi DSC tức là 2182 kHz MF, kênh 16 VHF.

Cuộc gọi an toàn DSC có thể phát cho tất cả các tàu, tất cả các tàu trong một vùng địa lý riêng biệt, hoặc một trạm riêng biệt.

Tần số phát bản tin an toàn bao gồm trong cuộc gọi DSC.

2. Thực hành phát ban tin an toàn được thực hiện như sau:

1) Tuyên bố bản tin an toàn

a) Điều hưởng máy phát về kênh gọi cứu nạn DSC (2187,5 kHz trên MF, kênh 70 trên VHF);

b) Chọn định dạng gọi tương ứng trên thiết bị DSC (tất cả các tàu, gọi vùng, hoặc gọi riêng biệt)

c) Gõ vào hoặc chọn trên bàn phím thiết bị DSC:

- *vùng riêng biệt hoặc 9 chữ số nhận dạng trạm bờ biển riêng biệt, nếu thích hợp;*
- *loại cuộc gọi (an toàn)*
- *tần số hoặc kênh mà bản tin an toàn được phát đi*
- *loại hình liên lạc mà bản tin an toàn phát đi (thoại vô tuyến)*

theo hướng dẫn của nhà chế tạo thiết bị DSC.

d) Phát cuộc gọi an toàn DSC.

2) Phát bản tin an toàn

a) Điều hưởng máy phát về tần số hoặc kênh chỉ định trong cuộc gọi an toàn DSC;

b) Phát bản tin an toàn như sau:

- *"SECURITÉ" lập lại 3 lần;*
- *"ALL STATIONS" hoặc trạm được gọi, lập lại 3 lần;*
- *" this is"*
- *9 số nhận dạng và hô hiệu hoặc cách nhận dạng khác của tàu ta;*
- *nội dung của bản tin an toàn.*

Nhận bản tin an toàn (Reception of Safety Message)

Các tàu nhận cuộc gọi an toàn DSC trong đó tuyên bố bản tin an toàn phát cho tất cả các tàu KHÔNG CẦN phải báo nhận đã thu cuộc gọi DSC, nhưng phải điều hưởng máy thu thoại vô tuyến về tần số chỉ định cho cuộc gọi và nghe bản tin an toàn.

3.3.4 Thông tấn công cộng (Public Corespondence)

Các kênh DSC cho thông tấn công cộng

1) VHF

Kênh DSC VHF 70 được sử dụng cho DSC mục đích báo nạn và an toàn đồng thời cho DSC thông tấn công cộng.

2) MF

Các kênh DSC quốc tế và quốc gia tách riêng khỏi kênh gọi cứu nạn và an toàn 2187,5 kHz được sử dụng cho gọi DSC thông tấn công cộng.

Các tàu gọi trạm bờ biển bằng DSC trên MF cho thông tấn công cộng tốt nhất sử dụng kênh DSC quốc gia của trạm bờ biển.

Các kênh DSC quốc tế cho thông tấn công cộng, về nguyên tắc chung, có thể sử dụng giữa tàu và các trạm bờ của các quốc gia khác nhau. Các tàu phát tần số 2189,5 kHz và thu ở tần số 2177 kHz.

Phát cuộc gọi DSC cho thông tấn công cộng đến trạm bờ và các tàu khác.

Cuộc gọi DSC cho thông tấn công cộng đến trạm bờ và tàu khác được phát như sau:

a) Điều hưởng máy phát về kênh DSC tương ứng;

b) Chọn định dạng cho cuộc gọi một trạm riêng biệt trên thiết bị DSC;

c) Gõ vào hoặc chọn trên bàn phím thiết bị DSC:

- *9 chữ số nhận dạng của trạm được chọn;*
- *loại hình gọi (routine)*
- *loại liên lạc tiếp theo (thoại vô tuyến thông thường)*
- *tần số làm việc được đề nghị nếu gọi tàu khác. Việc đề nghị một tần số làm việc không cần thiết phải bao gồm trong trong cuộc gọi trạm bờ biển; trạm bờ chỉ thị kênh làm việc trống khi họ báo nhận liên lạc DSC;*

theo hướng dẫn của nhà chế tạo thiết bị DSC.

d) Phát cuộc gọi DSC.

3. Lập lại một cuộc gọi (Repeating a Call)

Một Cuộc gọi DSC thông tấn công cộng có thể lập lại trên cùng hoặc khác kênh DSC nếu không nhận được báo nhận trong vòng 5 phút.

Cuộc gọi tiếp theo có thể hoãn lại ít nhất 15 phút, nếu vẫn không nhận được báo nhận.

4. Báo nhận *cuộc gọi* đã thu được và chuẩn bị cho việc *Tiếp nhận Lưu thông*.
(Acknowledgement of a received Call and Preparation for Reception of the Traffic)

Sau khi thu nhận cuộc gọi DSC từ đài bờ biển hoặc một tàu khác, việc báo nhận DSC được phát đi như sau:

a) Điều hưởng máy phát về tần số phát của kênh DSC vừa nhận được cuộc gọi;

b) Chọn định dạng báo nhận trên thiết bị DSC;

c) Phát báo nhận cho biết tàu có thể hay không thể liên lạc theo như đề nghị qua cuộc gọi (kiểu liên lạc và tần số làm việc);

d) Nếu liên lạc được theo như chỉ định thì điều hưởng máy phát và máy thu thoại vô tuyến về kênh làm việc chỉ định và chuẩn bị thu nhận lưu thông;

5. Tiếp nhận việc báo nhận và hành động tiếp theo (Reception of Acknowledgement and further Action)

Khi tiếp nhận một báo nhận chỉ rõ trạm gọi có thể thu nhận lưu thông thì chuẩn bị phát lưu thông như sau:

a) Điều hưởng máy phát và máy thu về kênh làm việc đã chỉ định;

b) Bắt đầu liên lạc trên kênh làm việc theo nội dung:

- *9 chữ số nhận dạng hoặc hô hiệu hoặc cách nhận dạng khác của trạm gọi*
- *" this is";*
- *9 chữ số nhận dạng hoặc hô hiệu hoặc cách nhận dạng khác của tàu ta.*

Trong trường hợp trạm bờ cho biết trạm bờ không thể thu lưu thông ngay lập tức, thì bình thường tàu có thể gọi lại một thời gian ngắn sau đó.

Trong trường hợp một tàu khi hồi đáp một cuộc gọi đến tàu khác, thu nhận một báo nhận chỉ rõ rằng tàu khác không thể thu nhận lưu thông ngay lập tức thì tàu khác đó sẽ phát cuộc gọi đến tàu gọi khi đã sẵn sàng thu nhận lưu thông.

13.3.5 Thử thiết bị dùng cho cứu nạn và an toàn

Càng tránh được việc thử gọi cứu nạn và an toàn DSC riêng biệt trên tần số 2187,5 kHz càng tốt bằng cách áp dụng một cách thử khác.

Tránh thử phát gọi VHF DSC kênh 70.

Gọi thử có thể phát bằng trạm tàu và được báo nhận bởi trạm bờ được gọi. Thông thường thì không có liên lạc tiếp theo giữa hai trạm.

Một cuộc gọi thử đến trạm bờ được phát như sau:

. Điều hưởng máy phát về tần số gọi cứu nạn và an toàn DSC 2187,5;

. Gõ bàn phím hoặc chọn định dạng cho cuộc gọi thử trên thiết bị DSC theo hướng dẫn của nhà chế tạo thiết bị DSC;

. Gõ bàn phím 9 chữ số của trạm bờ biển sẽ được gọi;

. Phát cuộc gọi sau khi kiểm tra càng kỹ càng tốt rằng không có cuộc gọi nào trên cùng tần số;

. Chờ báo nhận.

3.3.6 Điều kiện đặc biệt và thủ tục liên lạc DSC trên HF

Thủ tục liên lạc DSC trên HF tương tự như thủ tục liên lạc trên MF/VHF tương ứng, chỉ thêm một số điểm được trình bày trong các Mục 13.3.6 /1.–5. dưới đây.

Chỉ đề cập đến những điều kiện đặc biệt trình bày ở các 13.3.6/1. đến 13.3.6/5. khi thiết lập liên lạc DSC trên HF.

. Báo nạn (Distress)

1) Phát báo động cứu nạn DSC

Báo động cứu nạn DSC phải được gửi đến trạm bờ biển – ví dụ vùng biển A3 và A4 trên HF, trên HF và/hoặc trên VHF đến các tàu khác lân cận.

Báo động cứu nạn phải cố gắng bao gồm vị trí tàu cuối cùng và thời gian (UTC) vị trí còn giá trị. Nếu vị trí tàu và thời gian không được đưa vào một cách tự động từ các thiết bị hàng hải thì nó phải được đưa vào bằng tay.

Báo động cứu nạn từ tàu đến bờ:

(1) Chọn băng sóng HF

Cần phải xem xét đặc tính truyền lan của sóng vô tuyến HF vào một mùa cụ thể và thời gian trong ngày khi chọn băng sóng HF để phát báo động cứu nạn DSC.

Một nguyên tắc chung, trong nhiều trường hợp, kênh cứu nạn DSC trên băng sóng hàng hải 8MHz (8414,5 kHz) là sự lựa chọn đầu tiên thích hợp.

Việc phát báo động DSC trên một băng HF trở lên, thông thường sẽ làm cho các trạm bờ tăng thêm khả năng thu nhận một cách hiệu quả.

Báo động cứu nạn DSC có thể được phát trên vài băng HF bằng hai cách sau đây:

a) Hoặc bằng cách phát báo động cứu nạn DSC trên băng HF và đợi vài phút để nhận được báo nhận bởi trạm bờ biển;

Nếu trong vòng 3 phút không thu được báo nhận thì lập lại quá trình đó bằng cách phát báo động cứu nạn DSC trên một băng HF thích hợp khác v.v...

b) Hoặc bằng cách phát báo động cứu nạn DSC trên một vài băng HF, không dừng hoặc dừng rất ngắn giữa các cuộc gọi, không cần đợi báo nhận giữa các cuộc gọi.

Khuyến nghị theo thủ tục ở mục a) trong mọi trường hợp, nếu có thời gian làm như vậy; điều đó sẽ giúp cho việc chọn băng sóng HF thích hợp dễ dàng hơn để bắt đầu việc liên lạc tiếp theo với trạm bờ trên kênh lưu thông cứu nạn tương ứng.

(2) Phát báo động DSC

a) Điều hưởng máy phát về kênh cứu nạn HF DSC (4207,5; 6312; 8414,5; 12577; 16804,5 kHz) đã chọn.

(*Chú ý*: Một số máy phát HF hàng hải phải được điều hưởng đến tần số thấp hơn 1700 Hz so với tần số DSC đã cho ở trên để phát báo động DSC trên tần số chính xác)

b) Nhập bằng bàn phím theo hướng dẫn hoặc chọn các thông tin hiện có trên bàn phím thiết bị như trình bày ở Mục 13.3.1/1.)

c) Phát báo động cứu nạn DSC

Chú ý: Báo động cứu nạn từ tàu đến tàu bình thường có thể tiến hành trên MF và/hoặc VHF theo các thủ tục phát báo động cứu nạn DSC trên MF/VHF (trình bày ở phần 13.3.1/1.). Trong trường hợp đặc biệt, ví dụ trong vùng nhiệt đới, việc phát báo động cứu nạn DSC, ngoài báo động từ tàu đến bờ, có thể phát báo động từ tàu đến tàu cũng hữu ích.

2) Chuẩn bị cho lưu thông cứu nạn tiếp theo

Sau khi phát báo động cứu nạn DSC trên kênh cứu nạn DSC thích hợp (HF, MF và/hoặc VHF) phải chuẩn bị ngay cho lưu thông cứu nạn tiếp theo bằng cách điều hưởng thiết bị liên lạc vô tuyến (HF, MH, và/hoặc VHF thích hợp) về (các) kênh lưu thông cứu nạn tương ứng.

Nếu phương pháp ở mục b) trình bày trong 13.3.6/1./1) ở trên đã được áp dụng để phát báo động cứu nạn DSC trên một số băng HF, thì:

- *xem xét xem băng sóng HF nào đã thu được một cách có kết quả báo nhận từ trạm bờ.*
- *nếu việc báo nhận thu được trên hơn một băng HF thì bắt đầu phát lưu thông báo nạn trên một trong các băng đó, nếu không có phản hồi từ trạm bờ thì phải lần lượt dùng các băng sóng khác,*

Các tần số lưu thông cứu nạn gồm:

HF					
Điện thoại	4125	6215	8291	12290	16420 kHz
Telex	4177,5	6268	83765	12520	16695 kHz
MF					
Điện thoại	2182 kHz				

Telex	2174,5 kHz
VHF	Kênh 16 (156,800 MHz)

3) Thực hành lưu thông cứu nạn

Các thủ tục được trình bày ở Mục 13.3.1/3.) được áp dụng khi thực hành lưu thông cứu nạn trên MF/HF bằng thoại vô tuyến.

Các thủ tục sau đây được áp dụng trong trường hợp thực hành lưu thông cứu nạn trên MF/HF bằng telex vô tuyến.

Phương thức FEC (Forward Error Correcting) được áp dụng trừ khi có yêu cầu đặc biệt khác phải làm.

Tất cả bản tin phải có tiêu đề ở trước bằng:

- CR (at least one Cariage Return)
- LF (Line Feed)
- One letter shift
- tín hiệu cứu nạn " MAYDAY"

Tàu lâm nạn phải bắt đầu lưu thông telex cứu nạn trên kênh lưu thông telex cứu nạn như sau;

- *CR, LF, letter shift*
- *tín hiệu cứu nạn "MAYDAY"*
- *từ " this is"*
- *9 chữ số nhận dạng và hô hiệu hoặc cách nhận dạng khác của tàu;*
- *vị trí của tàu nếu không bao gồm trong báo động cứu nạn DSC;*
- *tính chất cứu nạn;*
- *bất kỳ thông tin khác có thể hỗ trợ cho việc cấp cứu.*

4) Hành động của tàu khác sau khi nhận được báo động cứu nạn DSC trên HF

Một tàu nhận được báo động cứu nạn DSC trên HF từ một tàu khác KHÔNG CẦN phải báo nhận báo động mà phải:

(1) Trực canh để thu nhận báo nhận cứu nạn từ trạm bờ.

(2) Trong khi chờ thu nhận báo nhận cứu nạn từ trạm bờ:

Chuẩn bị tiếp nhận liên lạc cứu nạn tiếp theo bằng cách điều hưởng thiết bị liên lạc vô tuyến HF (máy phát và máy thu) về kênh lưu thông cứu nạn thích hợp trên cùng băng HF mà với băng HF đó đã thu được báo động cứu nạn DSC, tham khảo các điều kiện sau đây:

a) Nếu trong báo động DSC chỉ định rõ thể thức thoại vô tuyến thì thiết bị liên lạc vô tuyến phải được điều hưởng về kênh lưu thông cứu nạn thoại vô tuyến trên băng HF liên quan;

b) Nếu trong báo động DSC chỉ định thể thức telex thì thiết bị liên lạc vô tuyến phải được điều hưởng về kênh lưu thông cứu nạn radiotelex trên băng HF liên quan. Tàu có khả năng làm như vậy phải trực canh thêm kênh cứu nạn thoại vô tuyến tương ứng.

c) Nếu thu được báo động cứu nạn DSC trên quá một băng HF thì thiết bị liên lạc vô tuyến phải được điều hưởng về kênh lưu thông cứu nạn tương ứng trên băng HF có xét tới đó là băng tốt nhất trong thực tế. Nếu thu được một cách rất hiệu quả báo động cứu nạn DSC trên băng 8 MHz, thì trong nhiều trường hợp, băng này là băng lựa chọn đầu tiên thích hợp.

(3) Nếu không nhận được lưu thông cứu nạn trên kênh HF trong vòng 1 hoặc 2 phút thì điều hưởng thiết bị liên lạc vô tuyến HF về kênh lưu thông cứu nạn thích hợp trên một băng HF khác được coi như thích ứng trong trường hợp thực tế.

(4) Nếu không thu được báo nhận cứu nạn DSC từ trạm bờ trong vòng 3 phút và không có liên lạc cứu nạn thực hiện giữa trạm bờ và tàu lâm nạn thì:

a) Phát báo động chuyển tiếp cứu nạn DSC;

b) Thông báo cho trung tâm phối hợp cấp cứu bằng liên lạc vô tuyến thích hợp.

5) Phát báo động chuyển tiếp cứu nạn DSC (Transmission the DSC Distress Relay Alert)

Trong trường hợp xét thấy thích hợp báo động chuyển tiếp cứu nạn DSC:

a) Xem xét tình huống thực tế, quyết định phát báo động chuyển tiếp cứu nạn DSC trên tần số nào trên các băng (MF, VHF, HF), có xem xét tới báo động tàu đến tàu (MF,VHF) và báo động tàu đến bờ;

b) Điều hưởng máy phát về kênh cứu nạn DSC tương ứng, theo các thủ tục trình bày trên mục 13.3.6/.1/1) ở trên.

c) Theo hướng dẫn, gõ phím hoặc chọn định dạng cuộc gọi và các thông tin thích hợp trên bàn phím thiết bị DSC như trình bày trong Mục 13.3.1/4.

d) Phát báo động chuyển tiếp cứu nạn DSC.

6) Thu báo nhận báo động chuyển tiếp cứu nạn từ trạm bờ

Các tàu thu được một báo động chuyển tiếp cứu nạn từ trạm bờ trên HF phát đến các tàu trong một khu vực riêng biệt, KHÔNG CẦN phải báo nhận việc tiếp nhận báo động chuyển tiếp bằng DSC nhưng phải phải báo nhận bằng thoại vô tuyến trên kênh lưu thông cứu nạn điện thoại trên cùng các băng tần đã thu nhận được báo động chuyển tiếp cứu nạn DSC.

2. Khẩn cấp

Bản tin khẩn cấp trên HF, bình thường phải phát cho,

- hoặc tất cả các tàu nằm trong một khu vực địa lý đặc biệt;
- hoặc cho một trạm bờ riêng biệt.

Tuyên bố một bản tin khẩn cấp được thực hiện bằng cách phát đi một cuộc gọi DSC loại khẩn cấp trên một kênh cứu nạn DSC tương ứng.

Việc phát đi một bản tin khẩn cấp trên HF phải được thực hiện bằng thoại vô tuyến hoặc telex vô tuyến trên kênh lưu thông cứu nạn DSC tương ứng trong cùng băng tần mà tuyên bố bản tin khẩn cấp được phát đi.

1) Phát tuyên bố một bản tin khẩn cấp trên HF

- Chọn băng HF được coi là thích hợp nhất, có xét tới đặc tính truyền lan của sóng HF vào mùa thực tế và thời gian trong ngày, băng tần 8 MHz, trong nhiều trường hợp, được coi như là lựa chọn đầu tiên.
- Điều hưởng máy phát HF về kênh cứu nạn DSC trong băng HF đã chọn;
- Gõ bàn phím hoặc chọn định dạng cuộc gọi cho, hoặc là cuộc gọi theo khu vực địa lý hoặc cuộc gọi riêng biệt trên thiết bị DSC thích hợp;
- Trong trường hợp gọi cho khu vực thì gõ bàn phím theo nhưng đặc điểm khu vực địa lý tương ứng.
- Theo chỉ dẫn, gõ bàn phím hoặc chọn các thông tin tương ứng trên bàn phím thiết bị DSC như trình bày ở Mục 13.3.2/1. bao gồm loại hình liên lạc mà trong đó bản tin khẩn cấp được phát đi (thoại vô tuyến hoặc telex vô tuyến).
- Nếu cuộc gọi DSC được gửi tới một trạm bờ riêng biệt, hãy đợi sự báo nhận của trạm bờ đó. Nếu không thu được báo nhận trong vài phút thì lập lại cuộc gọi DSC trên một tần số HF khác được cho là thích hợp.

2) Phát bản tin khẩn cấp và hành động tiếp theo

- Điều hưởng máy phát HF về kênh lưu thông cứu nạn (điện thoại, hoặc telex) được chỉ định trong tuyên bố DSC.
- Nếu như bản tin khẩn cấp được phát đi bằng thoại vô tuyến thì theo các thủ tục trình bày ở Mục 13.3.2/1.
- Nếu bản tin khẩn cấp được phát đi bằng telex vô tuyến thì áp dụng các thủ tục sau đây:
  - Sử dụng phương thức FEC (Forword Error Correcting), trừ khi bản tin được gửi đến một trạm đơn đã biết số nhận dạng telex vô tuyến của nó.
  - Bắt đầu bản tin telex như sau:
- *CR, LF, letter shift*
- *tín hiệu khẩn cấp "PAN PAN"*
- *từ "this is"*
- *9 chữ số nhận dạng của tàu và hô hiệu hoặc cách nhận dạng khác của tàu.*
- *nội dung bản tin khẩn cấp.*

Báo nhận và phát một bản tin khẩn cấp được gửi đến các tàu trang bị HF trong một khu vực đặc biệt, có thể được lập lại trên một số băng HF nhận thấy rằng nó phù hợp với tình hình thực tế.

3) Nhận một bản tin khẩn cấp

Các tàu nhận một cuộc gọi khẩn cấp DSC được tuyên bố trên một bản tin khẩn cấp không cần phải báo nhận việc đã thu cuộc gọi DSC nhưng phải điều hưởng máy thu liên lạc vô tuyến đến tần số và phương thức liên lạc chỉ định trong cuộc gọi DSC để thu bản tin.

3. An toàn

Thủ tục để phát một tuyên bố an toàn DSC và phát một bản tin an toàn giống như mục 13.3.6/2. trừ khi:

- tuyên bố DSC, áp dụng cho SAFETY;
- trong bản tin an toàn, áp dụng tín hiệu an toàn " SECURITÉ" mà không sử dụng tín hiệu khẩn cấp "PAN PAN".

4. Thông tấn công cộng trên HF (Public Correspondence on HF)

Các thủ tục liên lạc DSC cho thông tấn công cộng trên HF cũng giống như cho MF.

Phải xem xét đặc tính truyền sóng khi tiến hành liên lạc DSC trên HF.

Các kênh DSC HF quốc tế và quốc gia khác với các kệnh DSC sử dụng cho mục đích cứu nạn và an toàn được áp dụng cho DSC thông tấn công cộng.

Các tàu gọi trạm bờ HF bằng DSC thông tấn công cộng tốt nhất sử dụng các kênh gọi DSC của quốc gia tram bờ.

5. Thử thiết bị dùng cho khẩn cấp và an toàn trên HF

Các thủ tục thử thiết bị tại tàu dùng cho các cuộc gọi cứu nạn, khẩn cấp và an toàn trên HF bằng cách phát tín hiệu gọi thử DSC trên kênh cứu nạn HF DSC cùng giống như thử tần số cứu nạn MF DSC 2187,5 kHz.

13.4 Các hệ thống liên lạc áp dụng trên toàn cầu

13.4.1 Liên lạc xuyên lục địa (Terrestrial Communication)

1. Dịch vụ liên lạc tầm xa

Sử dụng HF cung cấp dịch vụ liên lạc tầm xa theo hai chiều từ tàu đến bờ và từ bờ đến tàu. Trong khu vực bao phủ bởi INMARSAT có thể sử dụng nó như giải pháp thay thế cho liên lạc vệ tinh và bên ngoài khu vực đó, nó chỉ có khả năng cung cấp các dịch vụ liên lạc tầm xa. Tần số trong băng 4, 6, 8, 12, 16 MHz được sử dụng cho dịch vụ này.

Gọi chọn số DSC tạo thành cơ sở cho liên lạc báo động cứu nạn và an toàn. Liên lạc cứu nạn và an toàn tiếp theo DSC có thể được thực hiện bằng thoại vô tuyến hoặc " in trực tiếp giải tần hẹp" (NBDP).

2. Dịch vụ tầm trung bình

Một dịch vụ tầm trung bình cung cấp trên tần số trong băng 2 MHz. Tần số 2187 kHz liên lạc trên các hướng từ tàu đến bờ, từ tàu đến tàu, từ bờ đến tàu được sử dụng cho báo động cứu nạn và cuộc gọi an toàn dùng DSC, còn tần số 2182 kHz được sử dụng cho lưu thông cứu nạn và an toàn bằng thoại vô tuyến bao gồm liên lạc cho phối hợp tìm cứu SAR và liên lạc hiện trường (on-sence). Tần số 2174,5 kHz được sử dụng cho telex vô tuyến (NBDP) và lưu thông cứu nạn và an toàn.

3. Dịch vụ tầm ngắn

VHF cung cấp dịch vụ tầm ngắn trên các tần số:

a. 156,525 MHz (kênh 70) cho các báo động cứu nạn và cuộc gọi an toàn dùng DSC, và

b. 157,8 MHz (kênh 16) cho lưu thông cứu nạn và an toàn bằng thoại vô tuyến bao gồm liên lạc cho phối hợp tìm cứu SAR và liên lạc hiện trường.

13.4.2 Liên lạc vệ tinh

Liên lạc vệ tinh là một thành phần đặc biệt quan trọng trong GMDSS.

Hệ thống INMARSAT sử dụng các vệ tinh địa tĩnh, hoạt động trên các băng tần 1,5 và 1,6 GHz cung cấp cho các tàu có lắp Trạm Tàu Mặt đất (Ship Earth Stations - SES) biện pháp báo động và khả năng liên lạc hai chiều sử dụng telex vô tuyến và thoại vô tuyến. Các EPIRB vệ tinh băng L được sử dụng để báo động. Hệ thống INMARSAT SafetyNET được sử dụng để phát thanh các thông tin an toàn hàng hải (MSI) đến các khu vực không phủ hệ thống NAVTEX.

Một hệ thống vệ tinh quỹ đạo cực COSPAS-SARSAT hoạt động trên băng tần 406 – 406,1 MHz và sử dụng EPIRB vệ tinh 406 MHz cung cấp một trong những giải pháp chính cho báo động cứu nạn và xác định vị trí của cuộc gọi cứu nạn trong hệ thống GMDSS.

1. Hệ thống vệ tinh hàng hải INMARSAT

Hệ thống vệ tinh hàng hải có 3 phân đoạn chính: phân đoạn trong không gian INMARSAT, các trạm bờ mặt đất (Coast Earth Station – CES) nằm trong Hiệp ước INMARSAT và các trạm tàu mặt đất (SES).

Hệ thống INMARSAT cung cấp cho tàu trên biển một phương thức liên lạc hiện đại cùng loại và chất lượng giống như các thiết bị có trên bờ. Các thiết bị SES tại tàu cung cấp các khả năng gọi trực tiếp, nối tự động không chậm trễ bằng cách sử dụng liên lạc đa mã chất lượng cao. các máy in từ xa (teleprinter), màn hình hiển thị (VDU) điện thoại, cũng như các máy facsimile, thiết bị dữ liệu (data equipment) phục vụ như là các thiết bị ngoại vi cho SES.

Nơi điều khiển hệ thống là Trung tâm Kiểm soát Hoạt động (OCC) đặt tại văn phòng chính INMARSAT tại Vương quốc Anh. OCC nối đến các trung tâm kiểm soát vệ tinh của các tổ chức cho thuê dịch vụ vệ tinh ở các quốc gia.

1) Phân đoạn không gian.

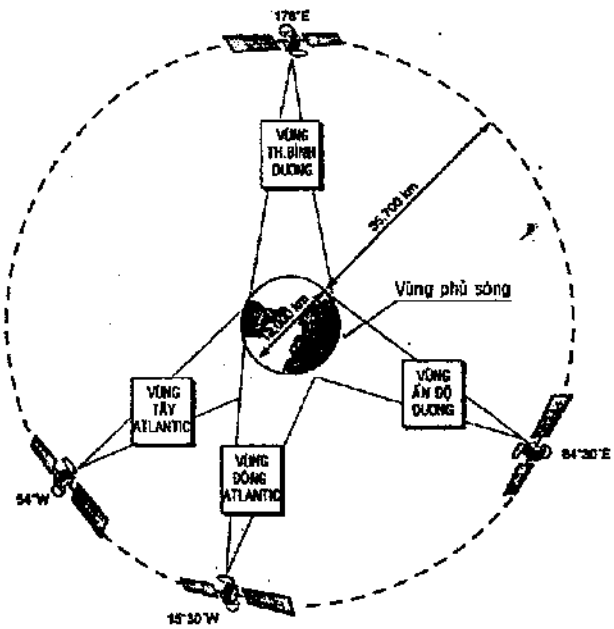
Phân đoạn không gian của hệ thống bao gồm 4 vệ tinh liên lạc và các vệ tinh dự phòng trên quỹ đạo có thể được sử dụng nếu thấy cần.

Các vệ tinh được phóng lên quỹ đạo địa tĩnh, trên quỹ đạo mỗi vệ tinh chuyển động chính xác cùng tốc độ với chuyển động quay của trái đất và duy trì đúng một vị trí tương đối trên xích đạo trái đất, ở vị trí này anten trên trái đất đều có thể duy trì liên lạc với vệ tinh. Các vệ tinh điều khiển bởi Trung tâm kiểm soát vệ tinh (SCC).

Mỗi một vệ tinh có một vùng bao phủ, đó là một vùng trên bề mặt trái đất (gồm biển và lục địa) mà ở đó một anten di động hoặc cố định có thể liên lạc theo đường ngắm bằng mắt (line-of-sight) với vệ tinh. Hình 13.09 cho thấy 4 vệ tinh trên không gian và vùng bao phủ của nó tương ứng với 4 khu vực đại dương.

- Khu vực Đại tây dương – Đông (AOR – East)

- Khu vực Đại tây dương – Tây (AOR – West)
- Khu vực Ấn độ dương (IOR)
- Khu vực Thái bình dương (POR)



Hình 13.09

2) Phân đoạn mặt đất

Phân đoạn trên mặt đất gồm có các trạm bờ mặt đất (CES) của hệ thống toàn cầu, các trạm phối hợp mạng lưới (NCS) và Trung tâm điều hành mạng lưới (NOC).

Trạm bờ mặt đất CES cung cấp sự kết nối giữa các vệ tinh và mạng lưới liên lạc viễn thông quốc gia/quốc tế. Các anten lớn được sử dụng bởi các CES để liên lạc với vệ tinh cho từng vùng biển có thể đồng thời tác nghiệp với nhiều cuộc gọi một lúc đến và đi từ CES.

Mỗi một hệ thống liên lạc INMARSAT có một mạng lưới CES riêng của mình.

Mỗi một trạm bờ mặt đất CES cung cấp sự kết nối giữa các vệ tinh và mạng lưới liên lạc viễn thông.

3) Các trạm tàu mặt đất *(Ship earth station -SES)*

Yêu cầu của chương IV Công ước SOLAS 1974 có thể được thoả mãn bởi một trạm tàu mặt đất SES liên lạc hai chiều như là INMARRSAT Standard –A và Standard – C cùng với sự phát triển của INMARSAT –B và M.

a) Standard- A

Trạm tàu mặt đất SES của INMARSAT Standard –A gồm có hai phần, một phần thiết bị đặt trên cao, một phần thiết bị đặt trên boong. Phần trên cao gồm có một anten parabol đường kính 0,8~1,2 mét đặt trên giá phẳng và ổn định sao cho nó luôn hướng về phía vệ tinh

mặc dù tàu chuyển động bổ, lắc, quay, trên đó có các trang bị phụ trợ như bộ khuyếch đại công suất băng L, bộ khuyếch đại tạp âm thấp...Phần trên boong gồm có thiết bị điều khiển anten, các thiết bị điện tử liên lạc dùng vào việc phát và thu, thiết bị tín hiệu, điện thoại và telex, máy vi tính, với VDU, bàn phím, máy in và modem.

b) Standard - C

Trạm tàu mặt đất SES Standarrd – C rất nhỏ gọn, trọng lượng nhẹ được thiết kế cho liên lạc bản tin hai chiều. Nhưng SES standard – C không thể dùng cho liên lạc điện thoại vô tuyến, chúng hoạt động với 600 bit/s và cung cấp đường vào hệ thống telex/teletex quốc tế, dịch vụ e.mail và cơ sở dữ liệu máy tính. Thiết bị với kích thước nhỏ gọn, sử dụng ít điện năng này thường được lắp ráp trên các tàu nhỏ.

Ngoài ra, SES Standard – C có thể sử dụng như là một thiết bị dự phòng cho SES Standard – A trên các tàu lớn và cùng có thể làm thiết bị thu phát cố định hoặc xách tay trên tàu hoặc trên xuồng cấp cứu.

c) INMARSAT – B

INMARSAT – B cung cấp các dịch vụ liên lạc chủ yếu, đáng tin cậy và chất lượng cao, gồm có bốn mạng lưới liên lạc độc lập (các vùng đại dương vệ tinh), mỗi hệ thống có một vệ tinh hoạt động, một trạm mặt đất di động (Mobile Earth Station - MES), một trạm phối hợp mạng lưới (Network Co-Odination Station - NCS) và các trạm lục địa mặt đất (Land Earth Station - LES), các trạm lục địa mặt đất cung cấp lối vào các mạng lưới liên lạc mặt đất quốc tế. NSC cung cấp chức năng quản lý toàn bộ mạng lưới bao gồm việc phân chia dịch vụ liên lạc điện thoại và dữ liệu, đồng thời đảm bảo những cuộc gọi cứu nạn phải được chuyển bằng LES. Còn CES thì thực hiện sự phân chia kênh cho tất cả các cuộc gọi telex INMARSAT – B.

2. Dịch vụ INMARSAT

1) Máy thu SES cuộc gọi EGC (Enhanced Group Call SES Receiver)

Máy thu SES EGS INMARSAT là một máy thu kênh đơn với bộ xử lý và máy in bản tin chuyên dụng. Nó được thiết kế trực canh liên tục để nhận bản tin INMARSAT SafetyNET MSI và bản tin thương mại...Một EGC có khả năng phụ trợ cho SES Standard – A và Standard – C để cung cấp việc trực canh chuyên dụng hoặc hoạt động như một máy thu độc lập với anten riêng.
Một máy thu INMARSAT SafetyNET phải được lắp cho tất cả các tàu vượt qua vùng phủ dịch vụ NAVTEX quốc tế theo yêu cầu của chương IV SOLAS 1974 (Sửa đổi 1988).

2) Báo động cứu nạn từ tàu- đến-bờ (Ship to shore distress alerting)

Hệ thống INMARSAT cung cấp ưu tiên lối vào các kênh liên lạc vệ tinh trong tình huống khẩn cấp. Mỗi trạm tàu mặt đất SES có khả năng khởi động một bản tin " yêu cầu " ưu tiên cho cứu nạn. Bất kỳ một bản tin "yêu cầu" chỉ thị ưu tiên cho cứu nạn được báo nhận một cách tự động tại CES và một kênh vệ tinh được phân công ngay lập tức. Nếu tất cả các kênh vệ tinh đều đang bận thì một trong các kênh đó sẽ phải được "làm rỗng" (pre-emptied) và giành riêng để xác định ngay vị trí SES đã chỉ thị cuộc gọi ưu tiên cứu nạn. Quá trình của các cuộc gọi như vậy là hoàn toàn tự động và không có sự can thiệp của con người. Tuy nhiên, các nhân viên tại CES được thông báo bằng báo động âm thanh/ thị giác để sẵn sàng thu nhận và chuyển tiếp bản tin ưu tiên cứu nạn.

Để đảm bảo xử lý chính xác "các yêu cầu ưu tiên", các trạm phối hợp mạng lưới (NCS) ở mỗi khu vực đại dương giám sát một cách tự động quá trình các cuộc gọi như vậy bằng tất cả các trạm bờ biển (CES) trong khu vực đó. Trong trường hợp phát hiện có sự bất thường nào đó trong quá trình thì NCS áp dụng hành động thích hợp để thiết lập sự kết nối từ đầu-đến-cuối. Ngoài ra NCS giám sát còn kiểm tra đặc điểm nhận dạng trong các bản tin ưu tiên cứu nạn và thu nhận một cách tự động các cuộc gọi nếu như phát hiện đặc điểm nhận dạng của một CES nào đó không hoạt động (điều đó có thể xảy ra nếu như có sai sót về vận hành trên tàu đang lâm nạn).

Việc bắt đầu một bản tin ưu tiên cứu nạn trên hầu hết các trạm tàu mặt đất (SES) được thuyền viên trên tàu thực hiện một cách đơn giản bằng ấn nút " **distress button**" hoặc các mã trên SES. Khi cho nút này hoạt động thì thiết bị sẽ tự động phát ngay lập tức bản tin ưu tiên cứu nạn, thiết lập sự kết nối tự động một cách trực tiếp và đảm bảo đến nhà chức trách cấp cứu đủ thẩm quyền. Điều này giúp tránh những sai sót do người điều khiển khi chọn hay gõ bàn phím các số telex hoặc điện thoại trong điều kiện khẩn cấp. Việc thiết lập sự kết nối từ đầu-đến-cuối được thực hiện hoàn toàn tự động trong quy trình phát bản tin ưu tiên cứu nạn chỉ diễn ra trong vài giây.

Ngoài chức năng báo động-cứu nạn tự động như trình bày ở trên, INMARSAT trang bị cho tàu còn có thể kết nối với bất cứ trạm phối hợp cứu nạn RCC tuỳ chọn theo một thủ tục gọi thông thường bằng cách chọn các các số gọi điện thoại/telex quốc tế hoàn chỉnh.

3) Báo động cứu nạn bờ-đến-tàu không có INMARSAT SafetyNET

Báo động cứu nạn bờ-đến-tàu cho một nhóm tàu có INMARSAT-A, -B, -C SES nhưng không có thiết bị INMARSAT SafetyNET có thể thực hiện theo thể thức như sau:

a) " Gọi tất cả các tàu" – gọi tất cả các tàu cần lưu ý trong khu vực đại dương. Tuy nhiên, cần chú ý rằng, vì vùng bao phủ của vệ tinh địa tĩnh rất lớn cho nên kiểu báo động như vậy không hiệu quả lắm, mặc dù trường hợp này có thể là trường hợp cá biệt.

b) " Cuộc gọi theo vùng địa lý" – gọi các tàu đang hành hải trong một khu vực địa lý giới hạn. Vùng phủ sóng của mỗi vệ tinh được phân chia ra các khu vực nhỏ hơn được giới hạn trên cơ sở các NAVAREA, mỗi một vùng như vậy có mã số vùng riêng gồm hai chữ số duy nhất. SES sẽ nhận ra các mã số đó và thu cuộc gọi vùng một cách tự động chỉ khi người vận hành SES cài đặt mã số chính xác. Hệ thống yêu cầu người vận hành phải nhập mã số bằng tay khi đi vào vùng tương ứng.

c) "Cuộc gọi nhóm cho các tàu lựa chọn" – dịch vụ này cung cấp cho một số SES trong "thể thức hỗ trợ người vận hành" cho phép báo động đến một nhóm tàu xác định trước. Dịch vụ này rất hữu ích cho báo động, ví dụ, cho thiết bị SAR.

Trừ khi SES không lưu thông trên mạng, SES tiếp nhận được tất cả các bản tin gửi đến không có thứ tự ưu tiên. Nhưng một SES tiêu chuẩn đòi hỏi phải có thiết bị báo động trên buồng lái để báo động các cuộc gọi bờ-đến-tàu ưu tiên cao.

4) Báo động cứu nạn bờ-đến-tàu với INMARSAT SafetyNET

Máy thu EGC có thể là một bộ phận cấu thành của SES hoặc cũng có thể là một thiết bị riêng hoàn toàn. Trong cả hai trường hợp, máy thu EGC đều thực hiện tốt chức năng EGC đảm bảo khả năng cao trong việc thu nhận các bản tin báo động cứu nạn bờ-đến-tàu. Khi thu

được một bản tin ưu tiên cứu nạn thì máy sẽ báo bằng tín hiệu âm thanh, chỉ dừng khi tắt bằng tay.

Muốn vào EGC SafetyNET thông qua trung tâm phối hợp cứu nạn RCC cần phải thực hiện các thủ tục cần thiết giống như là báo động cứu nạn bờ-đến-tàu đối với SES tiêu chuẩn. Một số RCC có thể không có khả năng nhận được sự kết nối mặt đất đến một trạm bờ mặt đất CES, thì phải lắp đặt Inmarsat SES tại RCC. Nhờ đó RCC có thể phát báo động cứu nạn thông qua SES đến các trạm bờ mặt đất CES, tại đó báo động cứu nạn sẽ được chuyển tiếp bằng cách phát thanh qua hệ thống Inmarsat SafetyNET.

5) Liên lạc phối hợp tìm và cứu (SAR)

Để phối hợp và kiểm soát hoạt động tìm và cứu SAR, RCC cần phải thiết lập liên lạc với tàu lâm nạn cũng như với các đơn vị tham gia vào hoạt động này. Phương pháp và phương thức liên lạc (mặt đất, vệ tinh, điện thoại telex) được áp dụng phải tuỳ theo khả năng hiện có trên tàu lâm nạn cũng như khả năng của các tàu hỗ trợ. Trên các tàu trang bị một phần hoặc trang bị hoàn chỉnh đầu mối vệ tinh đều phát huy sự tiện lợi cho hệ thống Inmarsat liên lạc nhanh, tin cậy kể cả việc thu nhận MSI.

Trong GMDSS, sự kết nối tin cậy giữa các RCC là rất quan trọng, một RCC có thể thu được một bản tin cứu nạn cách xa hàng ngàn hải lý, tại đó cần sự trợ giúp, nhưng RCC này không thích hợp để hỗ trợ cần thiết. Trong trường hợp đó, sự chuyển tiếp nhanh chóng bản tin cứu nạn này đến một RCC thích hợp khác có khả năng thực tế để hỗ trợ. Để tăng tốc độ liên lạc giữa RCC-đến -RCC, một số trạm RCC có lắp đặt SES có khả năng thiết lập liên lạc qua hệ thống Inmarsat. Một thiết bị như vậy rất hữu ích cho việc kết nối đường dài cho các tổ chức tìm và cứu SAR.

6) Liên lạc tìm và cứu (SAR) tại hiện trường

Liên lạc tại hiện trường là các liên lạc giữa tàu lâm nạn và các tàu trợ giúp, giữa tàu SAR và chỉ huy hiện trường (On-sene Commander) hoặc lực lượng phối hợp tìm kiếm trên mặt biển. Các liên lạc này phần lớn là các liên lạc tầm ngắn thường thực hiện trên tần số cứu nạn và an toàn VHF và MF trong hệ thống GMDSS. Tuy nhiên các tầu có trang bị INMARSAT SES, nếu cần, có thể dùng liên lạc qua vệ tinh, coi như là một cách bổ sung cho VHF, MF.

7) EPIRB vệ tinh băng tần L (L-Band Satellite EPIRBs)

EPIRB (Emergency Position Indicating Radio Beacon) là một phao tiêu vô tuyến chỉ báo vị trí khẩn cấp thông qua vệ tinh INMARSAT. Báo động cứu nạn do EPIRB phát đi được vệ tinh Inmarsat thu nhận chuyển tiếp đến những thiết bị thu chuyên dụng đặt tại bốn trạm bờ mặt đất CES nằm trên các khu vực đại dương. Người ta dự định đặt thêm bốn trạm CES nữa như là những trạm đúp bao phủ khu vực đông và tây Đại tây dương. Mỗi một CES được nối đến các cơ quan chức trách cứu nạn quốc gia. Mỗi một cơ quan chức trách tự xử lý các tình huống khẩn cấp hoặc chuyển các thông tin đến một RCC thích hợp, thông thường thì một RCC gần nguồn báo động cứu nạn nhất là thích hợp để tiến hành các hành động phối hợp cứu nạn.

EPIRB kết nối với vị trí được xác định bằng hệ thống định vị toàn cầu GPS thông qua hệ thống liên lạc Inmarsat của công nghệ vệ tinh địa tĩnh. Việc sử dụng vệ tinh địa tĩnh làm tăng rất nhanh tốc độ chuyển tiếp báo động cứu nạn vì không cần mất thời gian chờ đợi vệ tinh xuất hiện trên chân trời.

Máy phát EPIRB sử dụng băng tần L cho liên lạc cứu nạn hàng hải vì băng tần này không bị ảnh hưởng của điều kiện khí tượng và không bị nhiễu từ người sử dụng băng tần L khác.

Tín hiệu cấp cứu trong EPIRB được khởi động bằng tay hoặc tự động khi nó được thả nổi tự do trong nước, bản tin mà nó phát đi ít nhất phải bao gồm số nhận dạng, vị trí và thời gian báo động.

Tín hiệu từ EPIRB phát đi được hai trạm bờ mặt đất CES trong khu vực đại dương thu được. Mỗi một một khu vực đại dương đều có thiết bị đúp 100% để đề phòng một trạm CES nào đó bị trục trặc.

Sau khi CES thu được, tín hiệu được chuyển đi ngay lập tức một cách tự động đến Trung tâm phối hợp cứu nạn hàng hải MRCC. Thời gian từ khi phát báo động cứu nạn đến khi trung tâm MRCC thu được trong phạm vi 5 phút, có khi chỉ dưới 2 phút.

EPIRB "nổi tự do" có các tính năng sau đây:

- Vị trí xác định bằng GPS có độ chính xác trong khoảng 200 mét;
- khởi động tự động khi rời khỏi giá và nổi tự do trong nước;
- khởi động và nhập thông tin tự động từ buồng lái của tàu;
- có thể chọn thêm bộ phản hồi rađa cho tìm và cứu;
- có thể lựa chọn thêm phao xác định vị trí 121,5 MHz;
- đèn chớp chu kỳ chậm cường độ mạnh.

Nội dung bản tin cứu nạn trong EPIRB như sau:

- Mã số hệ thống (Unique Beacon Identity)
- Vị trí (kinh, vĩ độ);
- Thời gian cập nhật theo vị trí;
- Tính chất tai nạn
- Hướng đi;
- Tốc độ;
- Thời gian khởi động

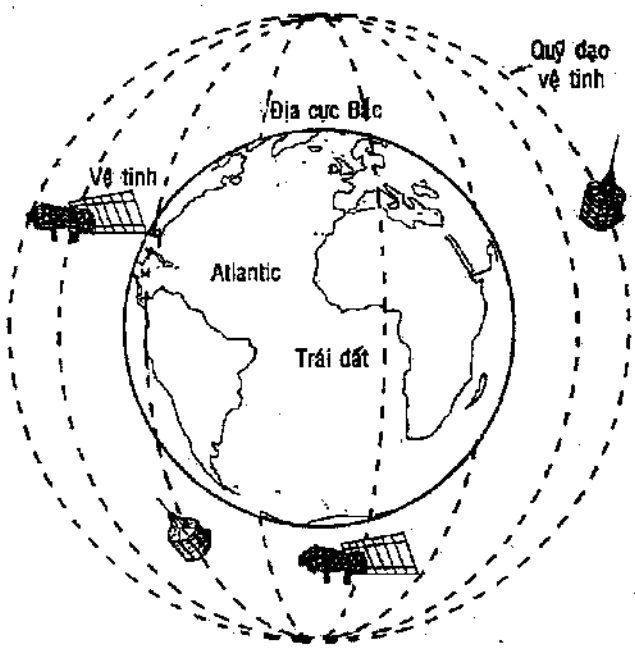
EPIRB nặng chừng 5 kg, có thể xách tay mang theo vào xuồng cứu sinh hoặc phao bè tự thổi.

Trên tàu, có thể lắp trên buồng lái một màn hình biểu thị trạng thái và số đọc vị trí trên EPIRB. Trong trường hợp khẩn cấp phải thông qua mã ngắn trên bàn phím để khởi động bản tin báo động bao gồm các thông tin bổ sung về tính chất tai nạn.

Sau khi khởi động, EPIRB sẽ phát liên tục trong 48 giờ nếu không có can thiệp bằng tay cho dừng phát.

3. Hệ thống COSPAS-SARSAT

1) Khái niệm cơ bản của COSPAS-SARSAT, xem hình 13.10.



Hình 13.10

COSPAS-SARSAT (COSPAS: Space System for Search of Distress and Vessels. SARSAT: Search and Rescue Satellite-Aided Tracking) là một hệ thống tìm và cứu với sự hỗ trợ của vệ tinh được thiết kế để xác định vị trí các phao báo nạn phát tần số 121,5 MHz hoặc 406 MHz. Đó là một hệ thống liên kết được xây dựng bởi Canada, Pháp, Mỹ và Nga.

COSPAS-SARSAT có khả năng giám sát và xác định vị trí các tín hiệu cứu nạn toàn cầu trên cơ sở các vệ tinh có độ cao thấp trên các quỹ đạo đi qua gần các địa cực. Nó đã phát huy hiệu quả rất tốt trong các cuộc tìm và cứu SAR trên khắp thế giới.

Trừ các tàu hoạt động trong vùng A1, A2, và A3 phải trang bị EPIRB vệ tinh băng tần L như là một giải pháp thay thế, thì tất cả các tàu SOLAS phải được trang bị EPIRB vệ tinh 406 MHz trong hệ thống COSPAS-SARSAT.

Các tín hiệu phát từ các EPIRB được phát hiện bởi các vệ tinh quỹ đạo địa cực với thiết bị thu và xử lý thích hợp của hệ thống COSPAS-SARSAT. Các tín hiệu này lập tức được chuyển tiếp về mặt đất cho máy thu của trạm đầu mối địa phương (LUT) để thực hiện việc xác định vị trí của EPIRB. Tiếp theo một báo động cùng với các thông tin về vị trí tai nạn và các thông tin khác được chuyển tiếp đến trung tâm điều khiển sự vụ (MCC – Mission Control Centre) của quốc gia hoặc các MCC khác hoặc nhà chức trách SAR thích hợp để bắt đầu hoạt động SAR.

Các EPIRB hiện nay sử dụng hai tần số, 121,5 MHz (tần số khẩn cấp cho hàng hải/ hàng không quốc tế) và băng tần 406,0~406,1 MHz. Tần số 406 MHz tốt hơn về độ chính xác xác định vị trí. Việc xác định vị trí của EPIRB được thực hiện bằng nguyên lý dịch chuyển Doppler. Để tối ưu việc xác định vị trí các phao tiêu người ta sử dụng các vệ tinh quỹ đạo địa cực độ cao thấp. Cấu hình của hệ thống vệ tinh bình thường bao gồm 4 vệ tinh, 2 vệ tinh cho COSPAS và hai vệ tinh cho SARSAT (Hình 13.10).

2) Các EPIRB vệ tinh

a) EPIRB 121,5 MHz

EPIRB 121,5 đã được sử dụng rộng rải trên máy bay và trên tàu thuỷ, nó phải thoả mãn những tính năng kỹ thuật quốc gia trên cơ sở tiêu chuẩn của Tổ chức hàng không dân dụng quốc tế (ICAO).

b) EPIRB 406 MHz

Sự phát triển của EPIRB vệ tinh 406 MHz đã khắc phục được nhược điểm của EPIRB 121,5 MHz. Loại mới này được thiết kế đặc biệt cho việc xác định vị trí bằng Doppler, gồm có các đặc tính như sau:

- độ chính xác xác định vị trí và các giải pháp chống nhiễu đã được cải thiện;
- gia tăng tính năng của hệ thống, tức là có thể thu và xử lý đồng thời các tín hiệu từ các phao tiêu trong tầm nhìn của vệ tinh phát đi.
- bao phủ toàn cầu
- một số nhận dạng duy nhất cho mỗi phao và
- bao gồm cả các thông tin cứu nạn.

Hầu hết các EPIRB hiện nay đều được khuyến cáo chế tạo với hai tần số, mặc dù tần số 121,5 MHz là không bắt buộc. Nó thích hợp trang bị cho các đơn vị SAR và cho sự giám sát bởi máy bay.

Tuỳ theo loại trang bị cho máy bay, tàu thuỷ, lục địa mà EPIRB được thiết kế hoạt động tự động hoặc bằng tay hoặc cả hai.

EPIRB phải được đăng ký số sê-ri cùng các thông tin liên quan khác trong cơ sở dữ liệu. Có thể tham khảo các trung tâm đăng ký trong ALRS tập 5.

3) Bộ hồi đáp radar tìm và cứu SART

SART (Search and Rescue Radar Transponder) là phương tiện chính để cho hệ thống GMDSS có thể xác định được vị trí của tàu lâm nạn.
SART hoạt động trên băng tần 9 MHz, nghĩa là nó chỉ hồi đáp tín hiệu đối với radar băng tần X (X-band, 3cm) sử dụng cho tàu biển và cho máy bay, không thể nhìn thấy tín hiệu của nó trên radar S-band (10cm). SART được thiết kế có thể cầm tay để sử dụng trên tàu hoặc cũng có thể trang bị trên phương tiện cấp cứu, lắp cố định trên tàu, trên phương tiện cấp cứu hoặc hoạt động khi nổi tự do. Nó cũng có thể phối hợp với EPIRB nổi tự do.

Đặc tính kỹ thuật và hoạt động của SART

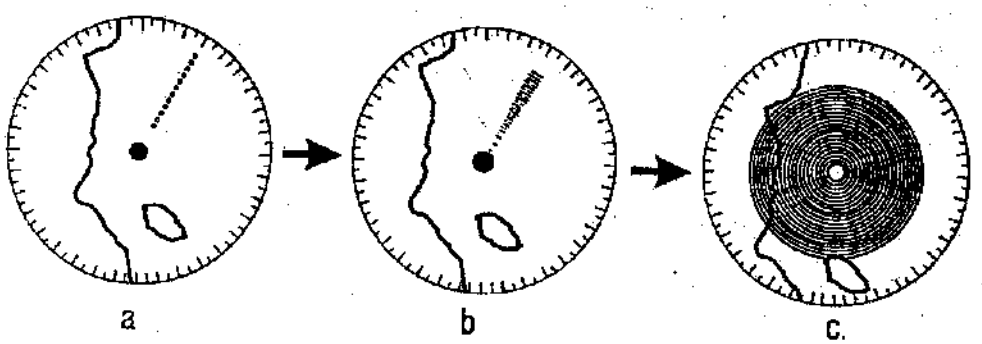
Khi hoạt động trong tình huống cứu nạn, SART nhận được tín hiệu 9MHz của radar thì SART kích phát tín hiệu tần số quét, các tín hiệu này hiển thị trên màn hình rada thành mã 12 đốm sáng xuất phát từ vị trí của SART hướng về tâm quét màn hình như mô tả trên hình 13.11a, khoảng cách giữa các đốm sáng là 0,6 hải lý. Để phân biệt tín hiệu phản hồi từ SART và các tín hiệu khác, tốt nhất phải cho rada hoạt động ở tầm xa 6 đến 12 hải lý. Khi phương tiện cấp cứu tiếp cận đến cách SART một hải lý thì các đốm sáng biến thành các cung sáng như hình 13.11b, khi SART ở gần thì nó trở thành các vòng tròn đồng tâm như hình 13.11c, điều đó cảnh báo rằng phương tiện cấp cứu phải giảm tốc độ. Những rada phát

tần số dưới 5 MHz tiếp thu tín hiệu SART rất yếu, cần phải dùng băng tần trung bình mới đủ bắt tín hiệu SART. Cần tham khảo chỉ dẫn trong sổ tay hướng dẫn sử dụng rađa để chọn băng tần đúng cho nghiệp vụ này.

SART còn có tín hiệu cảnh báo thị giác và thính giác khi nó hoạt động để báo cho người ứng cứu khi nó phản hồi rađa.

SART phải có pin đủ dung lượng hoạt động 96 giờ trong tình trạng sẵn sàng và ít nhất 8 giờ tiếp theo cho việc phát phản hồi rađa.

SART có máy thu độ nhạy cao để thám sát những xung mạnh từ rađa với tầm xa lớn hơn tầm xa mà các rađa có thể thu được phản hồi yếu từ nó, vì vậy, tầm xa hoạt động giới hạn phụ thuộc vào đường truyền sóng phản hồi.



Hình 13.11

Có ba yếu tố ảnh hưởng đến tầm xa mà màn hình radar có thể phát hiện được tín hiệu phản hồi:

a) Chủng loại rađa đang sử dụng, độ nhạy của anten, độ cao của anten, tính năng bộ thu của radar . Radar sử dụng máy thu băng tần quá hẹp (rađa hoạt động ở tầm xa ngắn) có thể làm giảm độ sáng của các đốm sáng cho nên không thấy được tín hiệu SART ở tầm xa nhỏ.

b) Điều kiện thời tiết

Mặt biển phẳng lặng sẽ ảnh hưởng đến đặc tính hoạt động của SART vì sóng rađa bị phản xạ từ mặt biển và truyền lan nhiều đường.

Sóng lớn có thể làm tăng cao tầm sa tiếp thu của rađa và cả của SART, đôi khi, nếu cả hai đều bị sóng dồi lên cao hơn; tuy nhiên tín hiệu cũng có thể tín hiệu bị che chắn nếu SART rơi xuống đáy sóng.

Sử dụng hợp lý các nút chống nhiễu biển và nhiễu mưa tuỳ theo kinh nghiệm sử dụng rađa của thuyền trưởng có thể hỗ trợ cho việc phát hiện tín hiệu SART tốt hơn.

c) Lắp SART lên xuống cấp cứu

Theo khuyến cáo của IMO, tiêu chuẩn kỹ thuật cho SART yêu cầu tầm hoạt động của nó ít nhất 5 hải lý cho SART lắp ở độ cao 1 mét trên mặt biển trên sơ sở giả thiết radar

tàu đặt ở độ cao 15 mét trên mặt biển. Hãy kiểm tra đảm bảo rằng SART đã được đặt ở độ cao 1 mét.

Trên cơ sở thử nghiệm với anten của SART đặt ở độ cao 1 mét trên mặt biển với các tư thế khác nhau sẽ làm thay đổi tầm xa hoạt động của nó,

i. SART đặt nằm trên sàn phao bè cứu nạn: tầm xa 1,8 hải lý

ii. SART để đứng trên sàn phao bè cứu nạn: tầm xa 2,5 hải lý

iii. SART nổi trên mặt nước: tầm xa 2,0 hải lý

Không nên đặt SART và thiết bị góc phản xạ rađa trên cùng một phao bè cứu nạn vì bộ góc phản xạ có thể gây trở ngại cho hoạt động của SART.

Một thiết bị SART nếu đặt hợp lý trên tàu trong điều kiện thời tiết trung bình thì rađa của một tàu lớn có thể phát hiện ở tầm xa chừng 10 hải lý, SART đặt tồi mà hoạt động bên trong phao bè cứu nạn hoặc nổi trên mặt nước thì tầm xa phát hiện có khi chỉ khá hơn tầm xa của một tàu cá nhỏ phát hiện bằng rađa.

13.5 Liên lạc cứu nạn và báo động sai

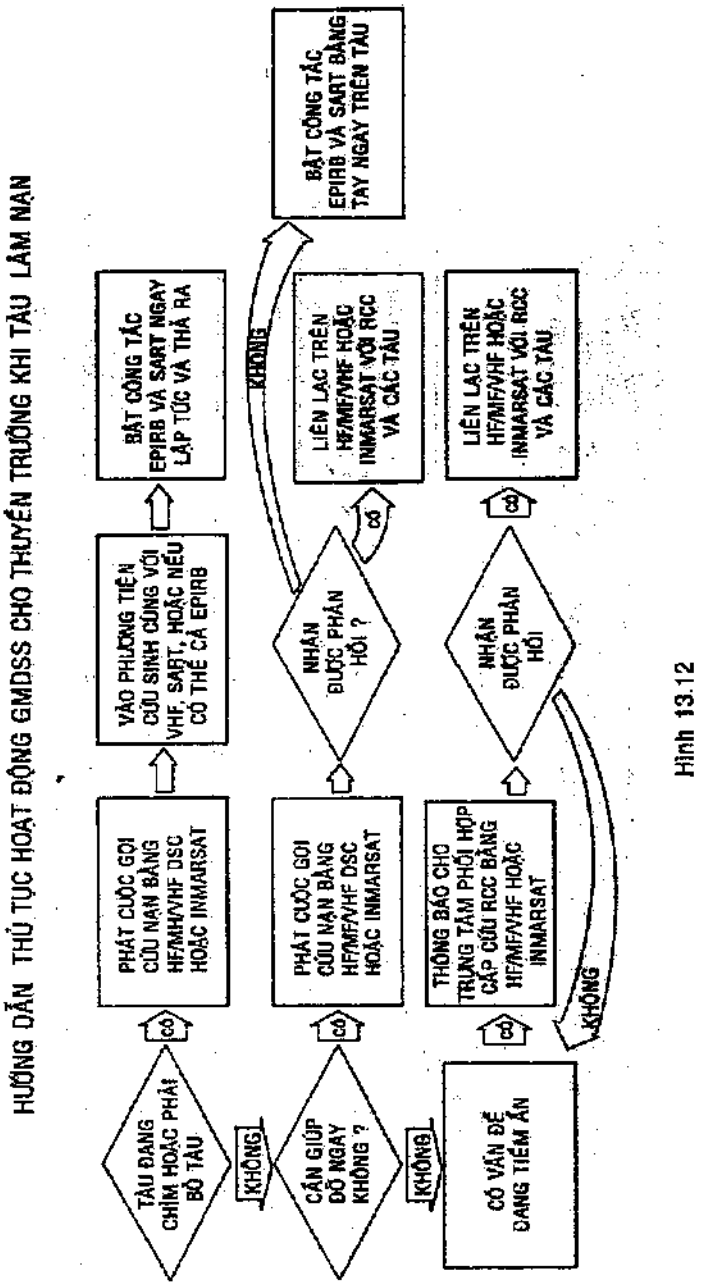
13.5.1 Liên lạc cứu nạn khi tàu lâm nạn

Sau khi thiết bị GMDSS đã được lắp ráp lên tàu, cần phải hướng dẫn người sử dụng các kỹ năng vận hành cần thiết, đặc biệt là các *thủ tục* vận hành. Yêu cầu người sử dụng phải có kiến thức đầy đủ về hệ thống GMDSS, trong đó đặc biệt chú ý về hậu quả của ***báo động sai***. Để tránh việc phát báo động sai, hàng ngày thử thiết bị GMDSS phải được giám sát trực tiếp của người phụ trách thông tin liên lạc của tàu.

Sơ đồ hình 13.12 chỉ ra các thủ tục chuẩn cho việc phát các bản tin cứu nạn trong trường hợp lâm nạn. Sơ đồ này nên được đặt ở vị trí chỉ huy của thuyền trưởng hoặc ở ngay thiết bị GMDSS.

1. EPIRB phải được thả nổi tự do và khởi động tự động nếu không mang được vào phương tiện cấp cứu .
2. Nếu thấy cần, các tàu có thể dùng bất cứ biện pháp nào thích hợp để báo động cho tàu khác.
3. Các điều nói ở trên không có ý loại trừ bất cứu biện pháp sẵn có nào khác để báo động cứu nạn.

LIÊN LẠC CỨU NẠN BẰNG VÔ TUYẾN			
	DSC	THOẠI RADIO	RELEX RADIO
VHF	Kênh 70	Kênh 16	
MF	2187,5 kHz	2182 kHz	2174,5 kHz
HF4	4207,5 kHz	4125 kHz	4177,5 kHz
HF6	6312 kHz	6215 kHz	6268 kHz
HF8	8414,5 kHz	8291 kHz	8376,5 kHz
HF12	12577 kHz	12290 kHz	12520 kHz
HF16	16804,5 kHz	16420 kHz	16695 kHz

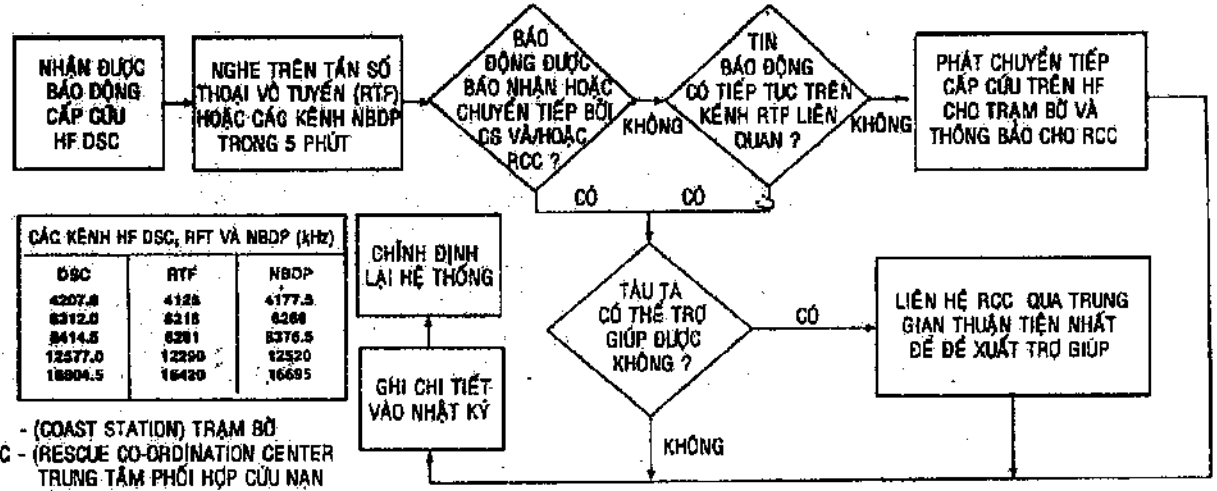


Hình 13.12

13.5.2 Xử lý của thuyền trưởng khi nghe báo động cứu nạn

1. Khi nghe thấy báo động cứu nạn trên HF DSC, xem sơ đồ chảy hình 13.13 (theo IAMSAR Manual 2003)
2. Khi nghe thấy báo động cứu nạn trên VHF/MF DSC, xem sơ đồ chảy hình 13.14 (theo IAMSAR Manual 2003)

HÀNH ĐỘNG CỦA CÁC TÀU NGAY SAU KHI NHẬN ĐƯỢC BÁO ĐỘNG CỨU NẠN HF DSC

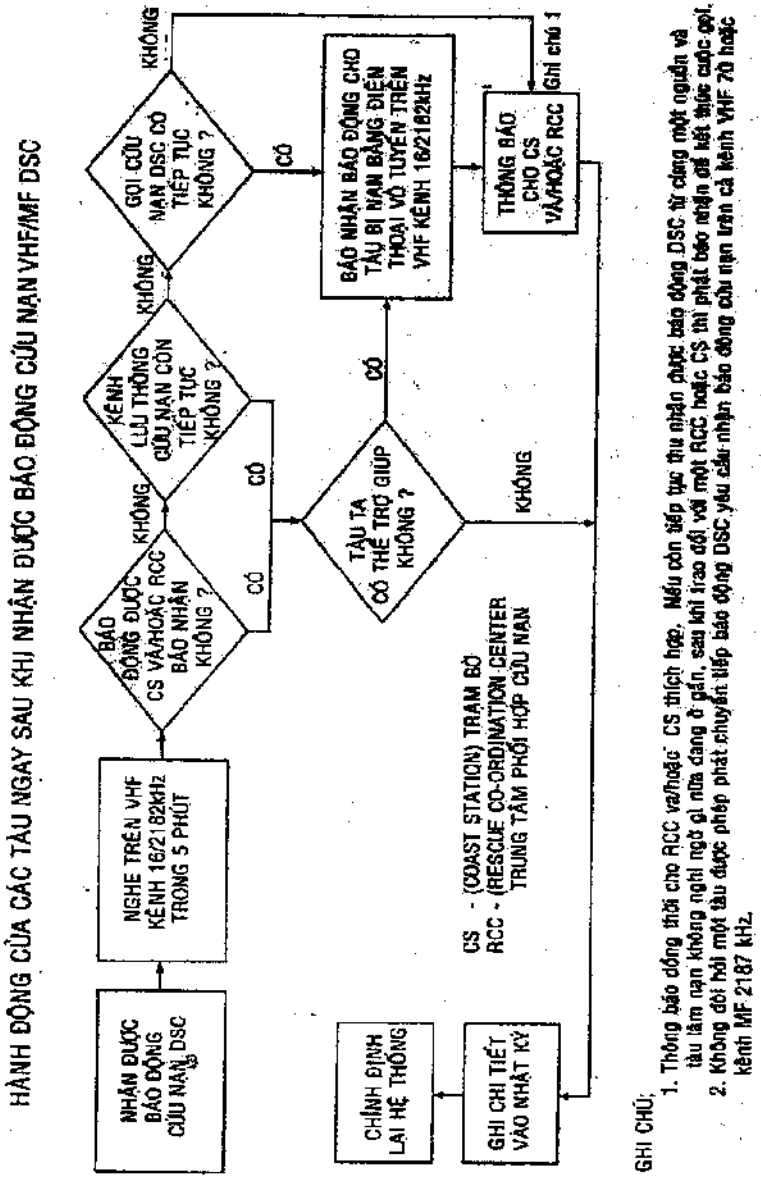


CS - (COAST STATION) TRẠM BỜ
RCC - (RESCUE CO-ORDINATION CENTER TRUNG TÂM PHỐI HỢP CỨU NẠN
RTF - RADIO TELEPHONY FREQUENCY TẦN SỐ THOẠI VÔ TUYẾN

GHI CHÚ:

1. Nếu như chắc chắn tàu hoặc người bị nạn không ở gần và/hoặc các phương tiện khác không ở vị trí tốt nhất để hỗ trợ thì tránh những thông tiện liên lạc không cần thiết vì có thể gây nhiễu các hoạt động tìm và cứu.
2. Tàu có thể thiết lập thông tin liên lạc trực tiếp với trạm đang kiểm soát cứu nạn để đề xuất sự giúp đỡ khi cần và phù hợp.

Hình 13.13



Hình 13.14

3.5.3 Ví dụ các bản tin cứu nạn, khẩn cấp và an toàn tiêu chuẩn

. Bản tin cứu nạn tiêu chuẩn

Ngay sau khi tiếp nhận được báo nhận Báo động Lâm nạn DSC, tàu lâm nạn sẽ bắt đầu phát bản tin báo nạn trên một trong những tần số báo nạn quốc tế như kênh 16 VHF hoặc tần số 2182 kHz (nếu không điều khiển tự động) như sau:

Ví dụ mẫu:

MAYDAY

-THIS IS TWO-ONE-ONE-TWO-THREE-NINE-SIX-EIGHT-ZERO

MOTOR VESSEL "BIRTE" CALL SIGN DELTA ALPHA MIKE KILO

(repeat 3 times)

- POSITION SIX TWO DEGREES ONE ONE DECIMAL EIGHT

MINUTES NORTH

- ZERO ZERO SEVEN DEGREES FOUR FOUR MINUTES EAST

- 2129 UTC

I AM ON FIRE AFTER EXPLOSION

- I REQUIRE FIRE FIGHTING ASSISTANCE

- SMOKE NOT TOXIC . OVER

[MAYDAY
ĐÂY LÀ HAI- MỘT- MỘT- HAI- BA - CHÍN- SÁU -TÁM- KHÔNG
TÀU "BERTE" , HÔ HIỆU DELTA ALPHA MIKE KILO (Lập lại 3 lần)
VỊ TRÍ SÁU HAI ĐỘ MỘT MỘT PHẢY TÁM PHÚT BẮC
KHÔNG KHÔNG BẢY ĐỘ BỐN BỐN PHÚT ĐÔNG
Giờ UTC 2129
TÔI BỊ CHÁY SAU KHI BỊ NỔ
TÔI YÊU CẦU HỖ TRỢ CHỐNG CHÁY
KHÓI KHÔNG ĐỘC HẠI , HẾT]

2. Tính chất tại nạn

Trong các bản tin cứu nạn phải nói rõ một trong 9 tính chất tai nạn sau đây:

1) Fire or Explosion (Cháy hoặc nổ)

2) Flooding (Nước vào tàu)

3) Collision (Đâm va)

4) Grounding (Mắc cạn)

5) Listing and in a danger of capsizing (Nghiêng và đang trong tình trạng nguy hiểm sắp lật)

6) Sinking (Đắm, chìm)

7) Desabled and adrift (Hỏng tàu và thả trôi)

8) Undesignated distress (Tai nạn không xác định)

9) Abandoning ship (Bỏ tàu)

3. Bản tin khẩn cấp tiêu chuẩn

Sau khi phát Gọi Khẩn cấp DSC, bật máy phát sang kênh 16 VHF hoặc tần số 2182 kHz (nếu không điều khiển tự động) và bắt đầu phát bản tin khẩn cấp như sau:

Ví dụ mẫu:

PAN-PAN PAN-PAN PAN-PAN

ALL STATIONS ALL STATIONS ALL STATIONS

- THIS IS TWO-ONE-ONE-TWO-THREE-NINE-SIX-EIGHT-ZERO

MOTOR VESSEL "BIRTE" CALL SIGN DELTA ALPHA MIKE KILO

- POSITION SIX TWO DEGREES ONE ONE DECIMAL EIGHT MINUTES NORTH ZERO ZERO SEVEN DEGREES FOUR FOUR MINUTES EAST
- I HAVE PROBLEMS WITH ENGINES
- I REQUIRE TUG ASSISTANCE OUT

[PAN-PAN PAN-PAN PAN-PAN
TẤT CẢ CÁC TRẠM TẤT CẢ CÁC TRẠM TẤT CẢ CÁC TRẠM
- ĐÂY LÀ HAI- MỘT- MỘT- HAI- BA - CHÍN- SÁU -TÁM- KHÔNG
- TÀU "BERTE" , HÔ HIỆU DELTA ALPHA MIKE KILO
- VỊ TRÍ SÁU HAI ĐỘ MỘT MỘT PHẨY TÁM PHÚT BẮC
- KHÔNG KHÔNG BẢY ĐỘ BỐN BỐN PHÚT ĐÔNG
- MÁY CỦA TÔI CÓ TRỤC TRẶC

TÔI YÊU CẦU HỖ TRỢ , HẾT]

4) Bản tin an toàn tiêu chuẩn

Sau khi phát Gọi Khẩn cấp DSC, bật máy phát sang kênh 16 VHF hoặc tần số 2182 kHz (nếu không điều khiển tự động) và bắt đầu phát bản tin an toàn như sau:

Ví dụ mẫu,

SECURITE SECURITE SECURITE

ALL SHIPS ALL SHIIPS ALL SHIPS IN AREA PETER REEF

-THIS IS TWO-ONE-ONE-TWO- THREE-NINE-SIX-EIGHT-ZERO

MOTOR VESSEL "BIRTE" CALL SIGN DELTA ALPHA MIKE KILO

- DANGEROUS WRECK LOCATED IN POSITION TWO NAUTICAL MILES SOUTH OF PETER REEF. OVER

[SECURITE SECURITE SECURITE
TẤT CẢ CÁC TÀU, TẤT CẢ CÁC TÀU , TẤT CẢ CÁC TÀU
TRONG KHU VỰC PETER REEF
- ĐÂY LÀ HAI- MỘT- MỘT- HAI- BA - CHÍN- SÁU -TÁM- KHÔNG
- TÀU "BERTE" , HÔ HIỆU DELTA ALPHA MIKE KILO

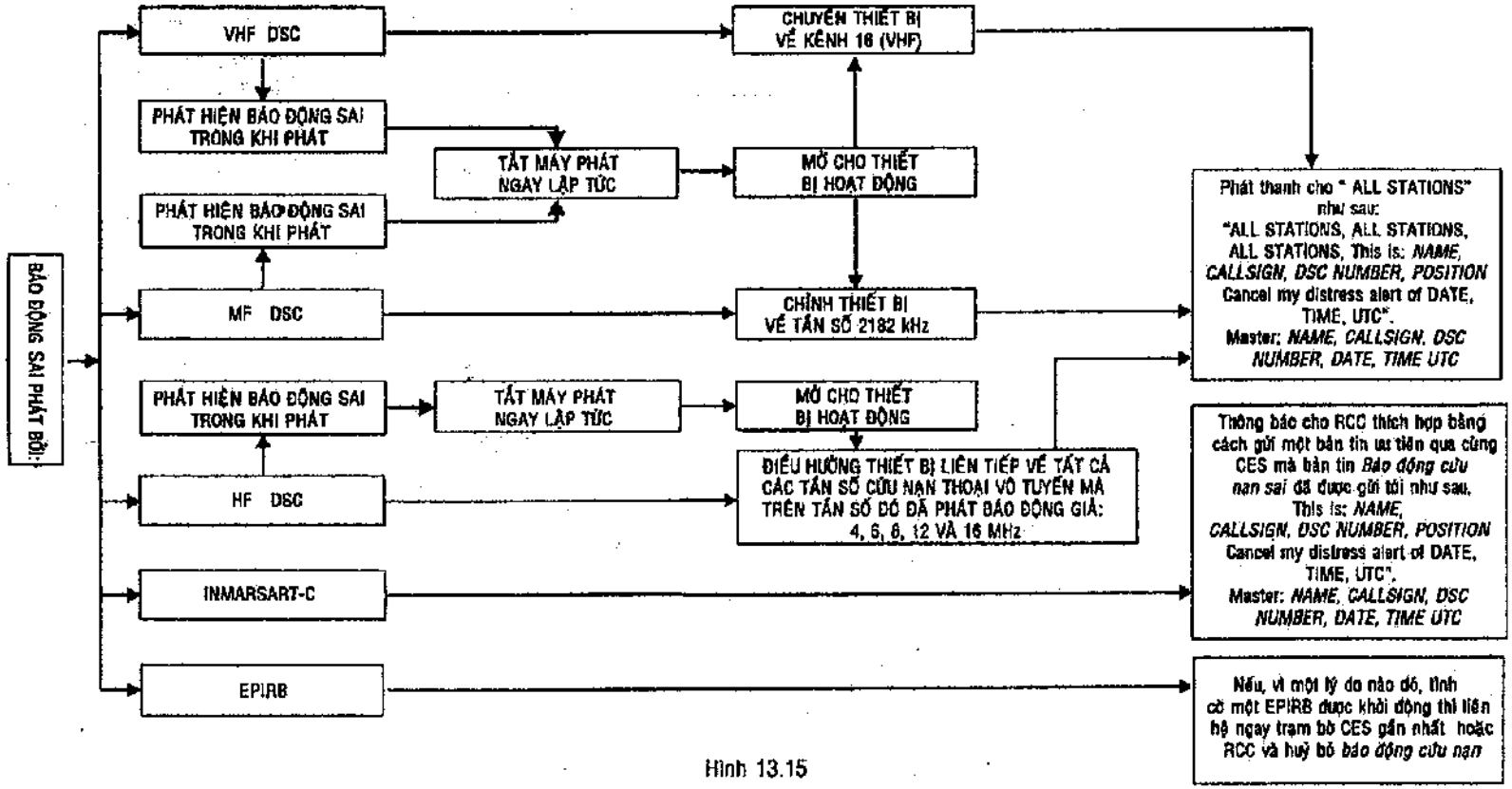
-TÀU ĐẮM NGUY HIỂM Ở VỊ TRÍ PHÍA NAM PETER REEF HAI HẢI LÝ, HẾT]

13.5.4 Huỷ bỏ báo động sai

Báo động sai là báo động gây nên bởi sự sự nhầm lẫn, không chủ ý, người sử dụng trong khi điều khiển thiết bị GMDSS vô tình ấn vào nút phát báo động. Một báo động sai có thể bị nhầm lẫn với báo động tình huống khẩn cấp thật mà hậu quả là các lực lượng *tìm và cứu* có thể đã chuyển tiếp báo động và sẵn sàng phản ứng như là một báo động thật.

Hầu hết các báo động sai đều do sai sót của con người, khi phát hiện sai sót phải tiến hành sửa sai bằng cách gửi thông báo huỷ bỏ báo động lên hệ thống thông tin liên lạc. Sơ đồ chảy hình 13.15 hướng dẫn áp dụng trong trường hợp biết là một báo báo động sai đã được phát đi.

THỦ TỤC HUỶ BỎ BÁO ĐỘNG CỨU NẠN SAI



Hình 13.15

13.6 NAVTEX

13.6.1 Dịch vụ NAVTEX

Dịch vụ NAVTEX cấu thành một bộ phận tổ hợp của hệ thống GMDSS và dịch vụ cảnh báo hàng hải toàn cầu (WWNWS – World Wide Navigatianal Warning Service), có chức năng phát bằng tiếng Anh cho những người đi biển trên toàn cầu các cảnh báo hàng hải đã được cập nhật cùng các bản tin khẩn cấp và cứu nạn từ bờ đến tàu.

Nghiệp vụ WWNWS toàn cầu do INMARSAT cung cấp theo phân vùng NAVAREAS của IMO (Hình 13.16) . Từ lâu các bản tin phát trên các vùng biển này được phát trên HF bằng tín hiệu morse. Tuy nhiên theo quy định mới của IMO, trên tàu không cần có điện báo viên sử dụng morse. Vì vậy, dịch vụ này vẫn tiếp tục được phát đi một cách tự động cho các tàu chạy trên vùng biển A3 và A4 của GMDSS và được thu bằng NAVTEX dùng máy in trực tiếp băng thông hẹp (NBDP) đặt trên tàu.

NAVTEX sử dụng tần số đơn 518 kHz với FSK (Frequency Shift Kying) trên sóng mang FM. Tần số 518 kHz của máy phát NAVTEX là sóng trung truyền lan theo sóng bề mặt (sóng đất) phát trên toàn cầu, cho nên tầm xa của nó phải được khống chế một cách nghiêm ngặt. Nếu một máy NAVTEX thu được tín hiệu hai máy phát gần nhau thì xảy ra hiện tượng can nhiễu làm mất dữ liệu. Để ngăn chặn hiện tượng này xảy ra, người ta sử dụng kỹ thuật TDM (Time Divison Multiplex) cho tần số sóng mang. Mỗi một NAVAREA phát theo chu trình so le trên 4 nhóm máy phát. Sơ đồ ma trận như mô tả trên hình 13.17 thể hiện chu trình phát NAVTEX TDM toàn cầu. Mỗi một nhóm máy phát gồm có 6 máy phát, mỗi máy phát phát 10 phút và lập lại sau chu trình 4 giờ. Ma trận này chỉ giành cho phát các thông tin hàng hải thường xuyên và các dữ liệu đáng chú ý. Còn các bản tin cứu nạn và cảnh báo quan trọng thì phát ngay khi thu nhận được.

13.6.2 Máy thu NAVTEX

Một máy thu được thiết kế sao cho nó có khả năng chọn bản tin để in ra, như vậy tất cả các bản tin sẽ được thu không loại trừ bản tin cứu nạn. Các bản tin được in ra quyết định ở mã kỹ thuật (B_1, B_2, B_3, B_4), các mã kỹ thuật này có trên tiêu đề của bản tin hoặc do người sử dụng máy lựa chọn.

Mã B_1 dùng cho người sử dụng chọn khu vực NAVAREAS

Các để mục lựa chọn ở Mã B_2 để chỉ các bản tin khác nhau và cho phép người sử dụng có thể từ chối các dữ liệu mà người sử dụng không cần để tiết kiệm giấy in. Có các chữ cái biểu thị để mục lựa chọn bao gồm:

A - Navigational warning* (Cảnh báo hàng hải)

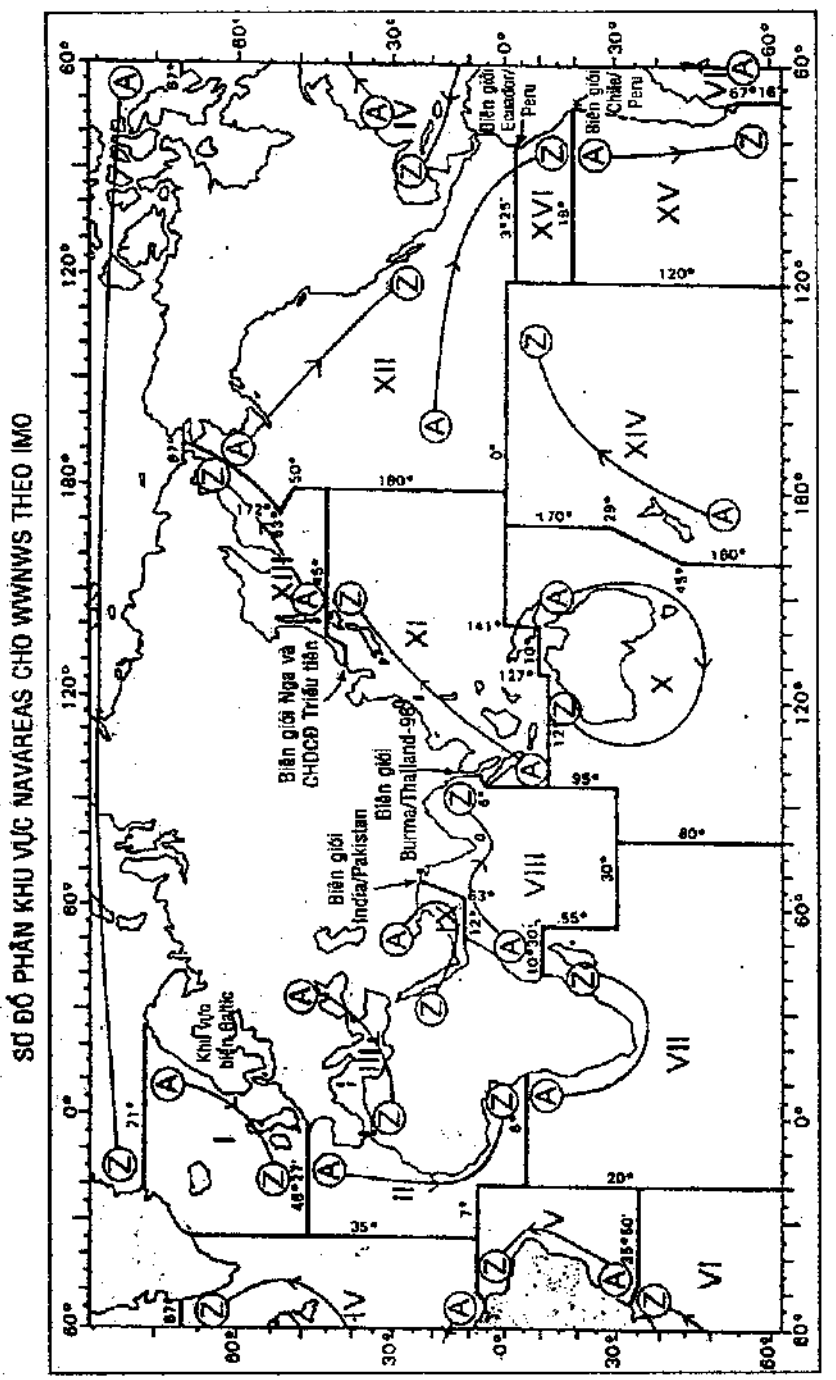
B - Meteorological warning (Cảnh báo khí tượng)

C - Ice report (Thông báo về băng)

D - Search and Rescue Information (Thông tin về tìm kiếm và cấp cứu)

E - Meteorological forcasts (Dự báo khí tượng)

F - Pilot service messages (Bản tin cho dịch vụ hoa tiêu)



Hình 13.16

G - DECCA message (Bản tin cho Decca)

H - LORAN-C messages (Bản tin cho Loran-C)

I - OMEGA messages (Bản tin cho Omega)

J - SATNAV messages (Bản tin cho Satnav)

K - Other electronic navaid messages (Bản tin cho công cụ trợ hàng khác)

L - Navigation warnings addtional to Letter A* (Các cảnh báo hàng hải bổ sung cho A*)

(* - dấu hiệu biểu thị các bản tin mà máy thu bắt buộc phải nhận không thể từ chối)

Các mã B_3, B_4 biểu thị số hiệu các bản tin phát từ 00 đến 99. Số 00 biểu thị một bản tin sẽ được tất cả các máy thu in ra trong phạm vi các trạm phát. Số này được giành cho báo động cứu nạn.

CHU TRÌNH PHÁT SÓNG CỦA CÁC ĐÀI PHÁT TRONG MỘT KHU VỰC NAVAREA

						CÁC CHỮ CÁI NHẬN DẠNG MÁY PHÁT (B_3)																	
CHU TRÌNH THỜI GIAN (UTC)						Nhóm 1						Nhóm 2						Nhóm 3						Nhóm 4					
00	04	08	12	16	20	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
.10	–	–	–	–	–																								
.30	–	–	–	–	–																								
.30	–	–	–	–	–																								
.40	–	–	–	–	–																								
.50	–	–	–	–	–																								
01	05	09	13	17	21																								
.10	–	–	–	–	–																								
.20	–	–	–	–	–																								
.30	–	–	–	–	–																								
.40	–	–	–	–	–																								
.50	–	–	–	–	–																								
02	06	10	14	18	22																								
.10	–	–	–	–	–																								
.20	–	–	–	–	–																								
.30	–	–	–	–	–																								
.40	–	–	–	–	–																								
.50	–	–	–	–	–																								
03	07	11	15	19	23																								
.10	–	–	–	–	–																								
.20	–	–	–	–	–																								
.30	–	–	–	–	–																								
.40	–	–	–	–	–																								
.50	–	–	–	–	–																								
04	08	12	16	20	24																								

Hình 13.17

14

HỆ THỐNG NHẬN DẠNG TỰ ĐỘNG AIS

14.1 Mục đích việc lắp đặt thiết bị nhận dạng tự động AIS (Automatic Identification Systems)

Theo Quy định 19 đoạn 2.4 Chương V của SOLAS 1974 (IMO), đã sửa đổi, yêu cầu tất cả các tàu 300 tấn dung tích trở lên chạy tuyến quốc tế, tất cả tàu hàng 500 tấn dung tích trở lên chạy tuyến quốc tế và tất cả các tàu khách không kể kích thước phải lắp đặt hệ thống nhận dạng tự động (AIS). IMO cũng đã đưa ra khuyến cáo về một lộ trình lắp đặt AIS trên các tàu chỉ định từ nay đến 2008. Đến nay đã có nhiều tàu lắp đặt thiết bị AIS.

Mục đích của việc lắp đạt AIS trên tàu là để trao đổi thông tin giữa tàu với tàu và giữa tàu với bờ nhằm nâng cao an ninh, an toàn hàng hải và bảo vệ môi trường biển. AIS có thể hỗ trợ việc nhận dạng tàu, hỗ trợ truy theo mục tiêu, đơn giản hoá việc trao đổi thông tin (tức là làm giảm những báo cáo từ tàu bằng khẩu ngữ) và cung cấp thêm thông tin để hỗ trợ việc nhận biết tình huống chung quanh.

Nói chung, các dữ liệu thu thập qua thiết bị AIS giúp cải tiến chất lượng thông tin cho sĩ quan trực ca trên buồng lái và cho các trạm kiểm soát trên bờ. Không những chất lượng thông tin được cải tiến mà số lượng thông tin cũng tăng lên rất phong phú.

Sĩ quan trực ca phải làm việc nhiều với AIS nghĩa là phải cung cấp thông tin cho các tàu khác đồng thời cũng thu nhận liên tục thông tin từ tàu khác.

Để có thể cung cấp thông tin hữu ích cho các đối tượng khác nhau, Sĩ quan trực ca phải thực hiện một số công việc nhất định theo yêu cầu. Hướng dẫn của IMO đã liệt kê một số công việc (nêu ở phần tiếp theo dưới đây) mà sĩ quan trực ca phải cam kết thực hiện vì lợi ích của các tàu có trang bị AIS. Các dữ liệu của AIS cung cấp trở thành những thông tin bổ trợ rất hữu ích cho các thông tin từ các hệ thống hàng hải khác (bao gồm rađa), vì vậy nó là công cụ giúp gia tăng nhận biết tình hình giao thông chung quanh tàu mình.

14.2 Hoạt động của thiết bị AIS .

14.2.1 Chức năng của thiết bị

Mỗi một thiết bị AIS trên tàu có các chức năng (Hình 14.01):

1. Phát liên tục các dữ liệu của tàu mình cho các tàu khác và cho các trạm VTS trên bờ;
2. Tiếp nhận liên tục các dữ liệu của các tàu khác và các trạm VTS trên bờ phát ra;
3. Hiển thị các dữ liệu ấy trên màn hình đồ hoạ của máy.

Trước đây khi chưa có AIS trên tàu, các dữ liệu nói trên chỉ có thể được cung cấp thông qua các trung tâm dịch vụ lưu thông tàu thuyền (VTS), còn bây giờ thì chúng được cung cấp trực tiếp cho mỗi tàu vào bất cứ lúc nào từ các tàu thông qua thiết bị AIS lắp đặt trên mỗi tàu.

14

HỆ THỐNG NHẬN DẠNG TỰ ĐỘNG AIS

14.1 Mục đích việc lắp đặt thiết bị nhận dạng tự động AIS (Automatic Identification Systems)

Theo Quy định 19 đoạn 2.4 Chương V của SOLAS 1974 (IMO), đã sửa đổi, yêu cầu tất cả các tàu 300 tấn dung tích trở lên chạy tuyến quốc tế, tất cả tàu hàng 500 tấn dung tích trở lên chạy tuyến quốc tế và tất cả các tàu khách không kể kích thước phải lắp đặt hệ thống nhận dạng tự động (AIS). IMO cũng đã đưa ra khuyến cáo về một lộ trình lắp đặt AIS trên các tàu chỉ định từ nay đến 2008. Đến nay đã có nhiều tàu lắp đặt thiết bị AIS.

Mục đích của việc lắp đạt AIS trên tàu là để trao đổi thông tin giữa tàu với tàu và giữa tàu với bờ nhằm nâng cao an ninh, an toàn hàng hải và bảo vệ môi trường biển. AIS có thể hỗ trợ việc nhận dạng tàu, hỗ trợ truy theo mục tiêu, đơn giản hoá việc trao đổi thông tin (tức là làm giảm những báo cáo từ tàu bằng khẩu ngữ) và cung cấp thêm thông tin để hỗ trợ việc nhận biết tình huống chung quanh.

Nói chung, các dữ liệu thu thập qua thiết bị AIS giúp cải tiến chất lượng thông tin cho sĩ quan trực ca trên buồng lái và cho các trạm kiểm soát trên bờ. Không những chất lượng thông tin được cải tiến mà số lượng thông tin cũng tăng lên rất phong phú.

Sĩ quan trực ca phải làm việc nhiều với AIS nghĩa là phải cung cấp thông tin cho các tàu khác đồng thời cũng thu nhận liên tục thông tin từ tàu khác.

Để có thể cung cấp thông tin hữu ích cho các đối tượng khác nhau, Sĩ quan trực ca phải thực hiện một số công việc nhất định theo yêu cầu. Hướng dẫn của IMO đã liệt kê một số công việc (nêu ở phần tiếp theo dưới đây) mà sĩ quan trực ca phải cam kết thực hiện vì lợi ích của các tàu có trang bị AIS. Các dữ liệu của AIS cung cấp trở thành những thông tin bổ trợ rất hữu ích cho các thông tin từ các hệ thống hàng hải khác (bao gồm rađa), vì vậy nó là công cụ giúp gia tăng nhận biết tình hình giao thông chung quanh tàu mình.

14.2 Hoạt động của thiết bị AIS .

14.2.1 Chức năng của thiết bị

Mỗi một thiết bị AIS trên tàu có các chức năng (Hình 14.01):

1. Phát liên tục các dữ liệu của tàu mình cho các tàu khác và cho các trạm VTS trên bờ;
2. Tiếp nhận liên tục các dữ liệu của các tàu khác và các trạm VTS trên bờ phát ra;
3. Hiển thị các dữ liệu ấy trên màn hình đồ hoạ của máy.

Trước đây khi chưa có AIS trên tàu, các dữ liệu nói trên chỉ có thể được cung cấp thông qua các trung tâm dịch vụ lưu thông tàu thuyền (VTS), còn bây giờ thì chúng được cung cấp trực tiếp cho mỗi tàu vào bất cứ lúc nào từ các tàu thông qua thiết bị AIS lắp đặt trên mỗi tàu.

K - Other electronic navaid messages (Bản tin cho công cụ trợ hàng khác)

L - Navigation warnings addtional to Letter A* (Các cảnh báo hàng hải bổ sung cho A*)

(* - dấu hiệu biểu thị các bản tin mà máy thu bắt buộc phải nhận không thể từ chối)

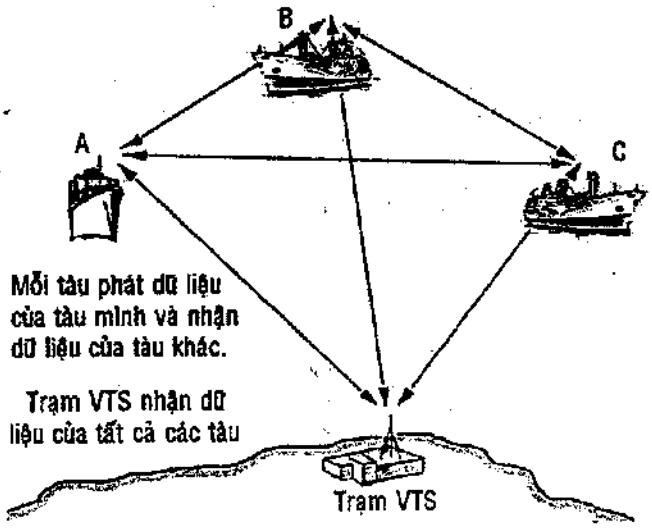
Các mã B_3, B_4 biểu thị số hiệu các bản tin phát từ 00 đến 99. Số 00 biểu thị một bản tin sẽ được tất cả các máy thu in ra trong phạm vi các trạm phát. Số này được giành cho báo động cứu nạn.

CHU TRÌNH PHÁT SÓNG CỦA CÁC ĐÀI PHÁT TRONG MỘT KHU VỰC NAVAREA

							CÁC CHỮ CÁI NHẬN DẠNG MÁY PHÁT (B_4)															
CHU TRÌNH THỜI GIAN (UTC)							Nhóm 1						Nhóm 2						Nhóm 3						Nhóm 4					
00	04	08	12	16	20		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
.10	–	–	–	–	–																									
.20	–	–	–	–	–																									
.30	–	–	–	–	–																									
.40	–	–	–	–	–																									
.50	–	–	–	–	–																									
01	05	09	13	17	21																									
.10	–	–	–	–	–																									
.30	–	–	–	–	–																									
.30	–	–	–	–	–																									
.40	–	–	–	–	–																									
.50	–	–	–	–	–																									
02	06	10	14	18	22																									
.10	–	–	–	–	–																									
.20	–	–	–	–	–																									
.30	–	–	–	–	–																									
.40	–	–	–	–	–																									
.50	–	–	–	–	–																									
03	07	11	15	19	23																									
.10	–	–	–	–	–																									
.20	–	–	–	–	–																									
.30	–	–	–	–	–																									
.40	–	–	–	–	–																									
.50	–	–	–	–	–																									
04	08	12	16	20	24																									

Hình 13.17

Với các thông tin này, ta có thể gọi bất cứ tàu nào qua điện thoại vô tuyến VHF bằng tên của nó hoặc thậm chí bằng một cách gọi nào đó khá mơ hồ chẳng hạn " tàu đang rời mạn trái của tôi" mà không sợ bị nhầm lẫn. Ta cũng có thể gọi trực tiếp qua thiết bị GMDSS, hoặc cũng có thể nhận hoặc phát đi các bản tin về an toàn ngắn bằng thư điện tử (e.mail).



Hình 14.01

4.2.2 Nguyên tắc hoạt động cơ bản

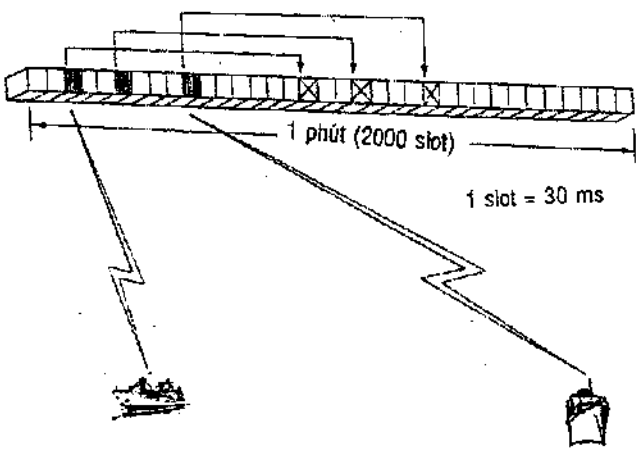
Hệ thống tự động nhận dạng AIS của tàu đóng vai trò như một bộ phản xạ (transponder) vận hành trên băng tần VHF hàng hải.

Mỗi hệ thống AIS bao gồm một máy phát VHF, hai máy thu TDMA VHF một máy thu VHF DSC (gọi chọn số) hoạt động trên hai kênh VHF riêng (AIS1 – 161,975 MHz và AIS2 - 162, 025MHz). Mặc dù trên thực tế chỉ cần một kênh vô tuyến, nhưng mỗi một trạm đều có thể phát và thu hai kênh vô tuyến nhằm mục đích chống nhiễu và cho phép kênh sóng được dịch chuyển để không mất liên lạc với tàu khác. Ở những khu vực không có các kênh sóng này thì AIS có thể tự động chuyển sang các kênh thay thế bằng các bản tin từ các thiết bị trên bờ.

Theo yêu cầu của IMO về tiêu chuẩn tính năng của AIS lắp trên tàu thì khả năng phát báo cần thiết của nó tối thiểu là 2000 khe phát (slot) trong một phút (Hình 14.02). Tuy nhiên, theo tiêu chuẩn kỹ thuật của ITU thì AIS phải cung cấp được 4500 khe phát trong một phút (nghĩa là nó có thể phát 4500 báo cáo trong một phút). Như vậy thực tế, tiêu chuẩn kỹ thuật của máy cao hơn yêu cầu của IMO rất nhiều. AIS cập nhật thông tin 2 giây một lần.

Mỗi trạm AIS đều tự quyết định khe phát (slot) của mình trên cơ sở dữ liệu kết nối luồng thông tin quá khứ (traffic history) và các nhận biết về hành động tương lai của các trạm khác. Một chu trình phát báo của một trạm AIS trùng khớp với một trong 2000 khe phát được thiết lập trong một phút. Các trạm AIS đồng bộ lẫn nhau một cách liên tục để tránh trùng lặp khe phát. Khe phát được chọn của mỗi một trạm AIS là ngẫu nhiên và kéo dài trong một thời lượng xác định. Khi một trạm thay đổi khe phát dự định thì nó sẽ thông báo trước vị trí mới của khe và thời lượng cho vị trí đó. Bằng cách đó các trạm mới, bao gồm các trạm bỗng nhiên xuất hiện, tiếp cận với các tàu khác trong tầm phủ sóng vô tuyến đều được các tàu này thu được tín hiệu của chúng.

Nhờ ứng dụng công nghệ SOTDMA (Self-Organizising Time Division Multiple Access) trong thiết bị AIS cho phép thiết bị hoạt động quá tải 400 đến 500% thông qua giải pháp chen khe phát và còn cung cấp gần như 100% năng lực liên thông cho các tàu trong phạm vi 8 đến 10 hải lý theo phương thức giữa tàu và tàu. Trong trường hợp hệ thống bị quá tải thì chỉ có những mục tiêu ở xa mới bị rớt sóng, và giành quyền ưu tiên trước hết cho các mục tiêu gần và các mục tiêu đó cũng đáng chú ý hơn trong hoạt động của hệ thống giữa tàu và tàu. Trên thực tế, khả năng của thiết bị gần như không giới hạn, cho phép một số lượng lớn các tàu đồng thời cung cấp thông tin lẫn nhau.



Hình 14.02

Tầm với của hệ thống có thể thám sát các tàu nằm trong phạm vi tầm xa của VHF/MF, thực tế, nó phụ thuộc vào chiều cao của anten. Sự truyền lan của sóng AIS tốt hơn sóng rađa vì có bước sóng dài hơn, cũng vì vậy mà sóng có thể "nhìn thấy" những chỗ khuất của bờ biển hoặc ở tận phía sau các hải đảo không cao lắm. Thông thường thì tầm với đạt đến khoảng 20 đến 30 hải lý tuỳ độ cao của anten. Với sự hỗ trợ của các trạm lắp đặt trên bờ, tầm phủ sóng giữa tàu với VTS có thể tăng lên đáng kể.

Các thông tin từ thiết bị AIS của tàu được phát đi liên tục và tự động không cần sự can thiệp của Sĩ quan trực ca. Các trạm AIS trên bờ cần cập nhật thông tin từ một chiếc tàu riêng biệt nào đó thì dùng phương pháp "sàn lọc" tàu đó, hoặc bằng giải pháp thay thế, "tuyển" tất cả các tàu trong khu vực.

Thiết bị AIS có thể tương thích với hệ thống gọi chọn số (DSC), cho phép các hệ thống GMDSS trên bờ thiết lập các kênh hoạt động AIS với giá thành không cao lắm để nhận dạng và truy theo các tàu có trang bị AIS. Nó cũng được dự định thay thế các hệ thống phản xạ DSC hiện tại để thoả mãn tần suất phát rất cao của thiết bị và đảm bảo sự hoạt động tin cậy giữa tàu và tàu.

Thiết bị AIS còn có một đường dây thông tin điện tử hàng hải tiêu chuẩn (IEC 61162/NMEA0183) nối với hệ thống màn hình và các hệ thống cảm biến trên tàu, tiếp nhận các thông tin về vị trí và thời gian được cung cấp từ máy thu hệ thống vệ tinh hàng hải toàn cầu (chẳng hạn GPS) và máy thu vi phân tần số trung GNSS để hiển thị chính xác vị trí tàu ven bờ và vùng nước nội hải. Hướng mũi tàu và hướng đi qua đáy biển (COG) cũng như tốc

độ qua đáy biển (SOG) của tàu đều có thể được các tàu đó cung cấp qua kênh thông tin cho các tàu có trang bị AIS.

Khi sử dụng màn hình đồ hoạ thích hợp, thiết bị AIS của tàu có thể cung cấp các thông tin nhanh chóng và tự động bằng cách tính toán điểm tiếp cận nhất (CPA) và thời gian tiếp cận nhất (TCPA) từ các thông tin về vị trí do các tàu khác phát đi.

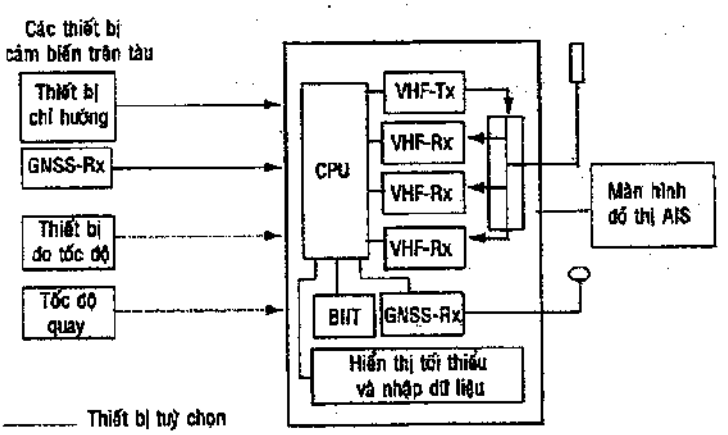
Ngoài ra AIS còn cung cấp các thông tin khác như tốc độ vòng quay trở (ROT), góc nghiêng, bổ và chúi, ETA của tàu.

4.3 Các bộ phận chính cấu thành và chủng loại AIS

4.3.1 Các bộ phận chính cấu thành

Nói chung, cấu tạo AIS của tàu gồm có (Hình 14.03):

- Anten
- Một máy phát VHF
- Hai máy thu VHF đa kênh
- Một máy thu VHF kênh 70 để quản lý kênh
- Một bộ xử lý trung tâm (CPU)
- Một máy thu hệ thống xác định vị trí điện tử, GNSS để xác định thời gian
- Giao diện cho thiết bị đo hướng, đo tốc độ và các cảm biến khác của tàu
- Giao diện cho RADAR/ARPA, hải đồ điện tử và hệ thống hiển thị hải đồ điện tử và thông tin (ECD/ECDIS) và hệ thống hàng hải tích hợp (INS)
- Bộ thử kết nối BIIT
- Thiết bị hiển thị tối thiểu và thiết bị nhập dữ liệu



Hình 14.03

4.3.2 Kết nối với các thiết bị hỗ trợ hàng hải khác

AIS có thể được kết nối với một màn chỉ báo phụ ngoại vi chẳng hạn một màn hình đồ hoạ loại lớn hoặc một hệ thống hàng hải như rađa hoặc hải đồ điện tử.

2. AIS cũng có thể kết nối với một thiết bị hàng hải xách tay ngoại vi do hoa tiêu mang lên tàu, hiển thị các mục tiêu cần thiết cho công tác hoa tiêu.

3. AIS nối với thiết bị ngoại vi liên lạc tầm xa (nhờ AIS có giao diện hai chiều để kết nối)

14.3.3 Chủng loại AIS

Theo khuyến cáo M1371-1 của ITU-R, có các loại AIS sau đây:

1. Loại A là thiết bị di động đặt trên tàu thoả mãn yêu cầu của IMO như trình bày ở trên.

2. Loại B cũng là thiết bị di động dùng cho tàu nhưng không cần thiết đáp ứng hoàn toàn theo yêu cầu của IMO như loại A. IEC đã bắt đầu dự thảo tiêu chuẩn cho giấy chứng nhận Loại B, có thể sẽ hoàn thành vào 2005-2006. Loại B cũng gần giống như loại A trừ các thông tin sau đây không cần thiết phát đi:

   - Tần suất phát báo thấp hơn loại A
   - Không phát số hiệu IMO và hô hiệu
   - Không phát ETA và cảng tới
   - Không phát trạng thái hàng hải
   - Chỉ thu nhận mà không phát bản tin an toàn
   - Không phát tốc độ quay tàu
   - Không phát mớn nước tàu.

   Hiện nay AIS loại B chưa được sản xuất.

14.4 Thông tin phát đi từ hệ thống AIS của tàu

14.4.1 Các loại thông tin do AIS phát đi

Thông tin mà thiết bị AIS của tàu phát đi có thể chia làm 3 loại khác nhau như sau:

1. Các thông tin cố định (tĩnh), chúng được cài đặt vào máy sau khi lắp ráp máy lên tàu, chỉ thay đổi khi đổi tên tàu, hoặc tàu trải qua sự hoán cải rất lớn;

2. Thông tin động, ngoại trừ thông tin về "trạng thái hàng hải", các thông tin này được tự động cập nhật thông qua các bộ cảm biến nối vào AIS;

3. Thông tin có liên quan đến hành trình được đưa vào thiết bị bằng tay và cập nhật cũng bằng tay suốt hành trình.

Bảng 1 dưới đây thống kê chi tiết các thông tin phát từ tàu vừa nói ở trên:

Bảng 1

Loại thông tin	*Tạo thông tin, loại và số lượng thông tin*
Tĩnh	
MMSI	Cài đặt vào máy sau khi lắp đặt. Phải chỉnh khi thay đổi chủ tàu.
Hộ hiệu và tên tàu	Cài đặt vào máy sau khi lắp đặt. Phải chỉnh khi thay đổi chủ tàu.
Số IMO	Cài đặt vào máy sau khi lắp đặt.
Chiều dài và chiều rộng của tàu	Cài đặt vào máy sau khi lắp đặt hoặc sau khi

	hoán cải.
Loại tàu	Chọn thuật ngữ thích hợp trong danh mục trước khi lắp đặt.
Vị trí lắp đặt anten	Cài đặt vào máy sau khi lắp đặt và khi có thay đổi.
Động	
Vị trí tàu có chỉ báo độ chính xác và trạng thái toàn vẹn	Cập nhật tự động từ bộ cảm biến vị trí nối với AIS. Chỉ báo độ chính xác khoảng 10 mét
Thời gian tương ứng với vị trí theo giờ UTC	Cập nhật tự động từ bộ cảm biến chính của tàu nối vào AIS
Hướng đi qua đáy (COG)	Cập nhật tự động từ bộ cảm biến chính của tàu nối vào AIS. Thông tin này có thể không có.
Tốc độ qua đáy (SOG)	Cập nhật tự động từ bộ cảm biến chính của tàu nối vào AIS. Thông tin này có thể không có.
Hướng mũi	Cập nhật tự động từ bộ cảm biến hướng mũi tàu nối vào AIS.
Trạng thái hàng hải	Thông tin về trạng thái hàng hải phải do SQTC cài đặt vào máy bằng tay và thay đổi khi cần, ví dụ: - Chạy bằng máy (underway by engines) - Đang neo (at anchor) - Mất chủ động (not under command - NUC) - Hạn chế khả năng điều động (restricted in ability to manoeuvre - RIATM) - Buộc phao - (moored) - Hạn chế mớn nước sâu (constrained by draught) - Mắc cạn (aground) - Đang đánh cá (engaged in fishing) - Đang chạy bằng buồm (underway by sail) Trong thực tế, vì tất cả những vấn đề kể trên đều có liên quan đến COLREGs, cho nên bất cứ sự thay đổi nào cũng phải đồng thời thay đổi đèn và dấu hiệu tương ứng
Tốc độ quay tàu (ROT)	Cập nhật tự động từ bộ cảm biến ROT của tàu hoặc từ la bàn con quay. Thông tin này có thể không có
Liên quan đế hành trình	
Mớn nước của tàu	Cài đặt bằng tay khi hành trình bắt đầu, sử dụng mớn nước cực đại và thay đổi khi cần (chẳng hạn

	mớn nước bơm bỏ balát trước khi vào cảng).
Hàng nguy hiểm (chủng loại)	Cài đặt bằng tay vào máy khi hành trình bắt đầu, xác nhận có hay không có hàng nguy hiểm trên tàu, với các ký hiệu: - DG (Dangerous goods) Hàng nguy hiểm - HS (Harmful substances) Chất độc hại - MP (Marine pollutants) Chất ô nhiễm hàng hải Không cần thiết phải ghi số lượng.
Cảng tới và ETA	Cài đặt bằng tay khi hành trình bắt đầu và cập nhật khi cần
Kế hoạch chạy tàu (các điểm hẹn)	Cài đặt bằng tay khi hành trình bắt đầu theo diễn giải của thuyền trưởng, cập nhật khi cần.
Các bản tin ngắn liên quan đến an toàn	Cài đặt bằng tay các bản tin ngắn theo mẫu tự do nhằm tới một địa chỉ riêng biệt (MMSI) hoặc phát cho tất cả các tàu và các trạm bờ.

2. Tần suất cập nhật thông tin

Các dữ liệu được gửi đi một cách tự động theo các tần suất cập nhật khác nhau:

- Các thông tin động phụ thuộc vào sự biến đổi của tốc độ và hướng đi (Bảng 2)

- Các dữ liệu tĩnh và các dữ liệu liên quan đến hành trình phát 6 phút một lần hoặc theo yêu cầu (Thiết bị AIS tự động phản hồi không cần hành động của người sử dụng)

Bảng 2

Trạng thái tàu	*Gián cách thời gian phát báo tổng quát*
Tàu đang neo	3 phút
Tàu chạy 0-14 nơ	12 giây
Tàu chạy 0-14 nơ và đang đổi hướng	4 giây
Tàu chạy 14-23 nơ	6 giây
Tàu chạy 14-24 nơ và đang đổi hướng	2 giây
Tầu chạy > 23 nơ	3 giây
Tàu chạy > 23 nơ và đang đổi hướng	2 giây

14.4.2 Bản tin về an toàn hàng hải

Các bản tin ngắn liên quan đến an toàn là những bản tin minh ngữ theo mẫu cố định hay tự do được phát đi theo địa chỉ nhất định (MMSI) hoặc phát cho cả khu vực. Nội dung bản tin có thể đề cập đến an toàn hàng hải, chẳng hạn nhìn thấy băng trôi hoặc một cái phao tiêu không còn ở tại vị trí của nó. Bản tin cần viết càng ngắn càng tốt. Thiết bị AIS cho phép một bản tin chỉ chứa 158 chữ , nhưng nội dung ngắn hợn càng dễ phát đi.

Bản tin ngắn về an toàn hàng hải bằng AIS chỉ là một phương pháp bổ trợ để phát thông tin an toàn hàng hải. Mặc dù không thể xem nhẹ tầm quan trọng của cách phát này, nhưng trong khi dùng nó thì vẫn cần phải phát bản tin an toàn bằng GMDSS.

Sĩ quan hàng hải phải đảm bảo cho hiển thị và xem xét các thông tin an toàn hàng hải phát từ các mục tiêu khác, đồng thời phải phát đi các thông tin về an toàn hàng hải khi cần.

Các bản tin an toàn hàng hải như thông báo băng trôi, vật vô chủ hoặc các vấn đề có đe doạ trực tiếp đến an toàn hàng hải, thông thường có thể liên lạc đàm thoại qua VHF . Tuy nhiên, cũng có thể áp dụng phương pháp bổ trợ phát minh ngữ qua AIS.

14.5 Vận hành và ứng dụng AIS trên tàu

Hình 14.04 là thiết bị chỉ báo bằng màn hình của AIS.

14.5.1 Những điều cần chú ý khi sử dụng AIS trên tàu

Tổ chức hàng hải quốc tế IMO khuyến cáo, trước khi sử dụng hệ thống AIS trên tàu, người sử dụng phải hiểu biết đầy đủ những hướng dẫn của IMO và phải thành thạo việc vận hành thiết bị, hiểu cặn kẽ những dữ liệu hiển thị trên máy đồng thời đặc biệt lưu ý những vấn đề sau đây:

- Không phải tất cả các tàu đều có lắp AIS
- Sĩ quan trực ca phải biết những tàu khác có thể không được lắp AIS.
- Ngay cả những tàu có lắp thiết bị AIS theo quy định bắt buộc cũng có thể đang tắt máy.

Mặc dù, theo quy định của IMO đến 1 tháng 7 năm 2008 tất cả các tàu SOLAS đều phải lắp thiết bị AIS, tuy nhiên sĩ quan hàng hải không những phải thành thạo vận hành và hiểu biết các dữ liệu do máy cung cấp mà còn phải hành động như thiết bị đó có thể không hiện hữu trên các tàu khác ngay cả những tàu chắc chắn có lắp AIS.

Phải cho thiết bị AIS hoạt động khi tàu chạy hoặc neo đậu.

Nếu thuyền trưởng cho rằng tiếp tục cho AIS hoạt động có thể làm tổn hại đến an toàn và an ninh của tàu mình thì có thể tắt AIS. Đó là trường hợp biết tàu mình đang chạy trong khu vực có cướp biển vũ trang hoạt động. Những quyết định đó cần ghi vào nhật ký hàng hải và ghi rõ lý do hành động như vậy. Thuyền trưởng phải cho thiết bị AIS hoạt động trở lại ngay sau khi nhận thấy nguy hiểm đã qua.

Khi tắt AIS thì các dữ liệu tĩnh và các dữ liệu liên quan đến hành trình vẫn còn lưu lại trong máy.

Việc khởi động lại AIS được thực hiện bằng cách bật công tắc nguồn. Các dữ liệu của tàu ta sẽ được phát đi sau hai phút.

Trong cảng, việc vận hành AIS thực hiện theo nội quy của cảng.

Sĩ quan hàng hải phải hiểu rằng, thông tin do thiết bị AIS cung cấp không phải là một bức tranh đầy đủ về tình hình thực tế chung quanh tàu.

Cũng cần nhấn mạnh, nếu từ thiết bị AIS của tàu phát đi những thông tin sai sót thì điều đó sẽ chứa đựng nguy cơ không an toàn cho tàu khác. Sĩ quan hàng hải phải chịu trách nhiệm những thông tin mà mình cho nhập vào máy và những thông tin đưa vào qua các bộ cảm biến.

Người sử dụng cần phải hiểu nếu các bộ cảm biến được hiệu chuẩn kém (đặc biệt các các bộ cảm biến tốc độ, hướng mũi) thì máy sẽ phát đi những thông tin không chính xác. Những

thông tin không chính xác này sẽ hiển thị trên AIS ở buồng lái của các tàu khác, có thể dẫn tới sự nhầm lẫn nguy hiểm.

Nếu trên tàu không có các bộ cảm biến hoặc các bộ cảm biến (chẳng hạn la bàn con quay) không cung cấp dữ liệu thì máy AIS sẽ tự động phát dữ liệu "không có".

14.5.2 Nhập dữ liệu bằng tay

Sĩ quan hàng hải trực ca phải nhập bằng tay các dữ liệu sau đây khi bắt đầu hành trình:

- Mớn nước của tàu.
- Hàng nguy hiểm
- Cảng tới, ETA
- Kế hoạch chạy tàu (các điểm hẹn)
- Trạng thái hàng hải chính xác.
- Các bản tin ngắn về an toàn hàng hải

14.5.3 Kiểm tra thông tin

Phải đảm bảo rằng các thông tin tĩnh của tàu mình là đúng và phải cập nhật, SQTC phải kiểm tra các dữ liệu nhập vào ít nhất một chuyến một lần, hoặc một tháng một lần, chọn thời gian ngắn hơn.

Các dữ liệu chỉ được thay đổi khi được phép của Thuyền trưởng.

Sĩ qua trực ca phải kiểm tra định kỳ các thông tin động sau đây:

1. Vị trí tàu cho theo WGS84.
2. Tốc độ qua đáy biển
3. Thông tin qua các bộ cảm biến

Sau khi cho máy hoạt động việc thử kết nối tự động (BIIT) cũng được thực hiện. Trong trường hợp AIS hoạt động không đúng thì có tín hiệu báo động và máy sẽ ngừng phát.

Tuy nhiên chất lượng và độ chính xác của các dữ liệu lấy từ các bộ cảm biến của tàu đưa vào AIS không thể thử bằng mạch BIIT trước khi nó được phát đến các tàu khác và trạm bờ. Vì vậy, tàu phải thực hiện việc kiểm tra thường xuyên trong suốt hành trình để đảm bảo độ chính xác các thông tin phát đi. Khi đi gần bờ cần tăng cường chu kỳ các lần kiểm tra đó.

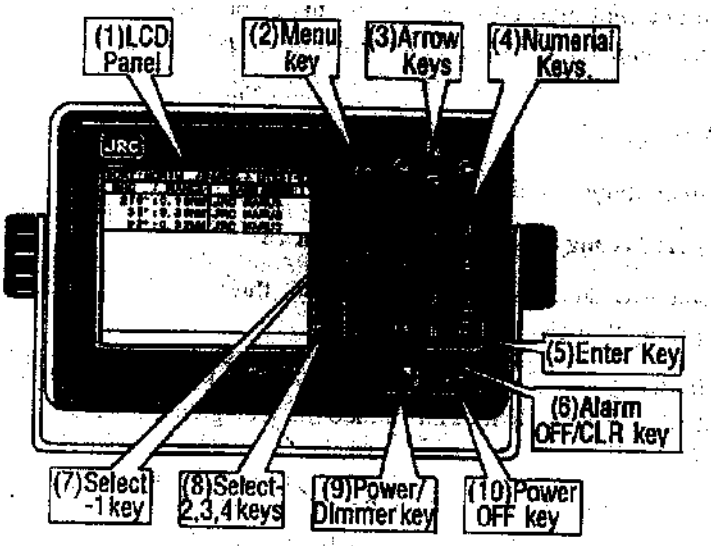
14.5.4 Hiển thị dữ liệu trên AIS

Các dữ liệu do AIS cung cấp được hiển thị trên màn hình tối thiểu hoặc màn hình đồ họa.

1. Màn hình tối thiểu

Màn hình chỉ báo tối thiểu cung cấp không dưới 3 dòng dữ liệu bao gồm hướng ngắm, khoảng cách và tên của một chiếc tàu lựa chọn. Các dữ liệu khác của tàu có thể hiển thị dữ liệu theo cách cuốn ngang, riêng hướng ngắm và khoảng cách thì không cuốn ngang. Còn cách cuốn dọc thì hiển thị các tàu khác mà AIS nhận được thông tin của chúng. Hình 14.04 là màn hình của AIS (JHS-180 , JRC Nhật)

2. Màn hình đồ họa



Hình 14.04

Khi thông tin AIS được hiển thị bằng màn hình đồ hoạ thì phải hiển thị các loại mục tiêu sau:

1) Mục tiêu tĩnh (mục tiêu ngủ) (Sleeping target))

Một mục tiêu tĩnh chỉ biểu thị sự hiện diện một chiếc tàu có trang bị AIS trong một khu vực quan tâm. Không có một thông tin nào khác trên mục tiêu tĩnh trước khi khởi động nó để tránh quá tải thông tin.

2) Mục tiêu kích hoạt (Activated target)

Nếu SQTC muốn biết nhiều hơn về chuyển động của một chiếc tàu thì đơn giản là kích hoạt mục tiêu ngủ, các dữ liệu sau đây hiển thị ngay lập tức sau khi khởi động:

- Một vector (tốc độ và hướng đi qua đáy)
- Hướng mũi tàu
- Tốc độ quay (ROT- nếu có) để chỉ báo sự biến đổi hướng đi thực tế

3) Mục tiêu chọn (Selected target)

Nếu SQTC muốn biết những thông tin chi tiết hơn một mục tiêu nào đó (mục tiêu tĩnh và mục tiêu động) thì có thể chọn mục tiêu đó. Các dữ liệu thu nhận được cùng với CPA, TCPA sẽ hiển thị trên cửa sổ theo thứ tự chữ và số.

Trạng thái hàng hải đặc biệt cũng được hiển thị theo thứ tự chữ và số, không hiển thị trực tiếp cùng với mục tiêu.

4) Mục tiêu nguy hiểm (Dangerous target)

Nếu một mục tiêu trên AIS (động hay tĩnh) được tính toán vượt qua giới hạn CPA và TCPA cài đặt trước thì chúng được phân loại và hiển thị trở thành mục tiêu nguy hiểm và thiết bị AIS sẽ phát tín hiệu báo động.

5) Mất mục tiêu (Loss target)

Nếu tín hiệu của một mục tiêu AIS nào đó nằm trong khoảng cách cài đặt trước mà máy không thu nhận được thì trên màn hình sẽ xuất hiện ký hiệu mục tiêu bị mất và phát tín hiệu báo động.

6) Dấu hiệu (Symbol)

SQTC phải quen thuộc các dấu hiệu trên màn hình đồ hoạ

14.5.5 Sử dụng AIS trong tình huống tránh đâm va

Khả năng của AIS được thừa nhận như là một thiết bị tránh va, có thể điều đó sẽ được khuyến nghị trong thời gian tới.

Tuy nhiên, hiện nay có thể dùng thông tin của AIS để hỗ trợ cho việc ra quyết định tránh va. Khi sử dụng AIS cho mục đích tránh va theo thể thức giữa tàu và tàu cần phải ghi nhớ những điều sau đây:

1. AIS chỉ cung cấp nguồn thông tin hàng hải phụ trợ, nó chỉ hỗ trợ mà không thay thế cho các hệ thống hỗ trợ hàng hải khác như rađa, theo đuổi mục tiêu và VTS.
2. Việc sử dụng AIS không loại bỏ trách nhiệm của Sĩ quan trực ca tuân thủ thường xuyên Luật tránh va.

   Khi một tàu được phát hiện, AIS có thể hỗ trợ trong việc theo đuổi nó như là một mục tiêu. Bằng cách giám sát thông tin do mục tiêu đó phát ra ta cũng có thể giám sát hành động của nó. Chẳng hạn, khi mục tiêu thay đổi hướng đi hoặc hoặc hướng mũi thì nó hiển thị ngay lập tức.

   AIS có thể giúp nhận dạng mục tiêu bằng tên, hô hiệu loại tàu, hoặc trạng thái hàng hải của tàu lạ.

   Sĩ quan hàng hải không được chỉ dựa vào thông tin trên AIS mà phải vận dụng các thông tin khác liên quan đến an toàn có sẵn trên buồng lái.

   Việc sử dụng AIS không có ảnh hưởng gì đến việc cấu thành của ca trực hàng hải. Ca trực hàng hải vẫn xác định theo Công ước STCW.

14.5.6 AIS và hoạt động của VTS

1. Thông tin AIS gián tiếp

   Các trạm VTS có thể phát đi thông tin về các tàu không lắp đặt AIS. Trạm VTS chỉ theo dõi các tàu đó nhờ trạm rađa của VTS và phát qua AIS trên các tàu có lắp AIS. Phải phân biệt rõ ràng bất cứ mục tiêu AIS gián tiếp nào được phát đi từ VTS. Cần đặc biệt thận trọng khi sử dụng thông tin được chuyển tiếp thông qua bên thứ ba. Độ chính xác của các mục tiêu này có thể không hoàn toàn giống như các mục tiêu thu trực tiếp, nội dung của nó không đủ.

2. Bản tin minh ngữ

   Trung tâm VTS có thể phát đi các bản tin ngắn cho một tàu hoặc cho tất cả các tàu hoặc cho các tàu nằm trong một khoảng cách nhất định hoặc một khu vực đặt biệt nào đó, chẳng hạn:

   - Cảnh báo hàng hải (khu vực),
   - Thông tin về quản lý luồng giao thông,

- Thông tin về quản lý cảng.

Người điều khiển trạm VTS có thể yêu cầu, bằng bản tin minh ngữ, người điều khiển AIS trên tàu phải xác nhận một điều gì đó.

Lưu ý rằng trạm VTS phải liên tục đàm thoại qua VHF. Không được xem nhẹ tầm quan trọng của liên lạc khẩu ngữ. Liên lạc bằng khẩu ngữ quan trọng vì làm cho người điều khiển VTS có thể:

- Đánh giá khả năng liên lạc bằng hội thoại của tàu,
- Việc thiết lập đường dây liên lạc hội thoại có thể cần thiết trong tình huống hiểm nghèo.

14.5.7 Hệ thống báo cáo bắt buộc của tàu

AIS đóng một vai trò rất lớn trong hệ thống báo cáo của tàu. Các thông tin cần thiết cho Chính quyền hành chính vùng ven bờ bao gồm các dữ liệu tĩnh và động có liên quan đến hành trình của tàu được AIS cung cấp một cách tự động.

14.5.8 Thiết bị AIS trong tác nghiệp tìm kiếm và cứu nạn (SAR)

AIS có thể được ứng dụng trong tác nghiệp tìm kiếm và cứu nạn, đặc biệt khi tác nghiệp có liên quan đến máy bay trực thăng và tìm trên mặt nước. AIS cho phép hiển thị trực tiếp vị trí của tàu bị nạn trên màn hình rađa, ECS/ECDIS hỗ trợ cho việc tìm kiếm trên các tàu/canô SAR. Đối với tàu bị nạn không có trang bị AIS thì *Nhóm phối hợp hiện trường* (OSC) có thể tạo các mục tiêu AIS gián tiếp để thực hiện SAR.

14.5.9 Hỗ trợ hàng hải

Khi lắp ráp AIS cho các thiết bị trợ hàng cố định hoặc trôi nổi có chọn lọc thì nó có thể cung cấp cho người sử dụng các dữ liệu như:

- Vị trí
- Trạng thái
- Các dữ liệu về dòng chảy và thuỷ triều
- Thời tiết và tầm nhìn xa

14.5.10 AIS trong hệ thống thông tin tổng thể

AIS đóng một vai trò nhất định trong hệ thống thông tin hàng hải quốc tế tổng thể, giúp chính quyền hành chính kiểm soát tất cả các tàu trong khu vực mà họ quan tâm và giám sát các tàu chở hàng nguy hiểm.

Hệ thống AIS là một thiết bị mới mẻ đối với tất cả sĩ quan hàng hải. Tìm hiểu hoạt động của AIS cũng như sử dụng nó một cách đúng đắn, hiệu quả, khai thác hết các chức năng của nó là yêu cầu bức thiết của tất cả sĩ quan hàng hải.

15

LA BÀN TỪ

15.1 Cấu tạo la bàn từ

Nói chung trên tàu đều sử dụng la bàn từ nước, dùng kim nam châm thả trong nước để chỉ hướng. Các loại la bàn từ dùng trên tàu đều có cấu tạo gần giống nhau. Một la bàn từ hoàn chỉnh gồm có hai bộ phận chính: chậu la bàn và chân đế la bàn.

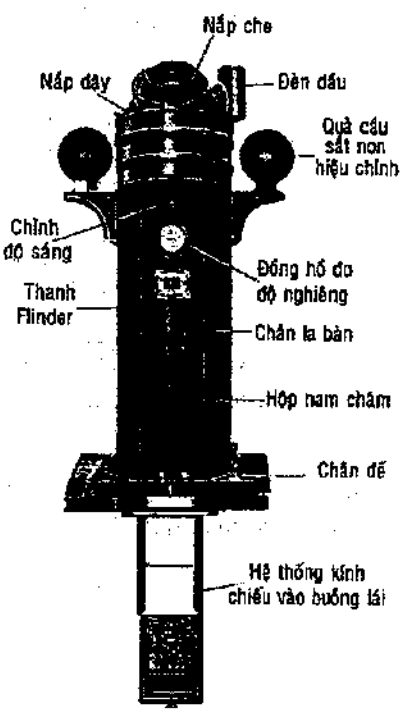
Tùy theo vị trí lắp đặt và phạm vi sử dụng, la bàn từ trên tàu thường có mấy loại sau đây:

15.1.1 Các loại la bàn từ dùng trên tàu

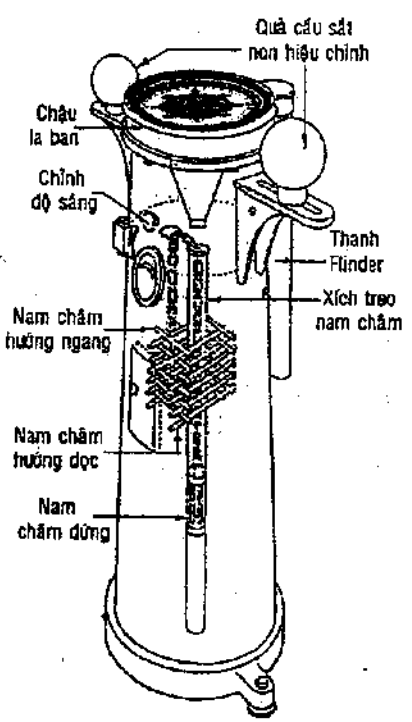
1. La bàn chuẩn

Lắp đặt lộ thiên trên nóc buồng lái dùng để chỉ hướng đi của tàu và đo hướng ngắm của mục tiêu. Vì lắp trên nóc buồng lái, ít chịu ảnh hưởng của sắt thép trên tàu, độ lệch tương đối nhỏ nên gọi là *la bàn chuẩn*. Hình 15.01 và 15.02 mô tả hình thức bên ngoài và bên trong của la bàn chuẩn.

2. *La bàn lái* lắp đặt trong buồng lái chuyên dùng để chỉ hướng lái. Hiện nay có nhiều tàu dùng mặt phản ảnh của la bàn con quay để lái, đồng thời dùng thiết bị phản chiếu la bàn chuẩn từ nóc buồng lái xuống buồng lái như mô tả ở hình 15.01, để đối chiếu với la bàn con quay.



Hình 15.01



Hình 15.02

15

LA BÀN TỪ

15.1 Cấu tạo la bàn từ

Nói chung trên tàu đều sử dụng la bàn từ nước, dùng kim nam châm thả trong nước để chỉ hướng. Các loại la bàn từ dùng trên tàu đều có cấu tạo gần giống nhau. Một la bàn từ hoàn chỉnh gồm có hai bộ phận chính: chậu la bàn và chân đế la bàn.

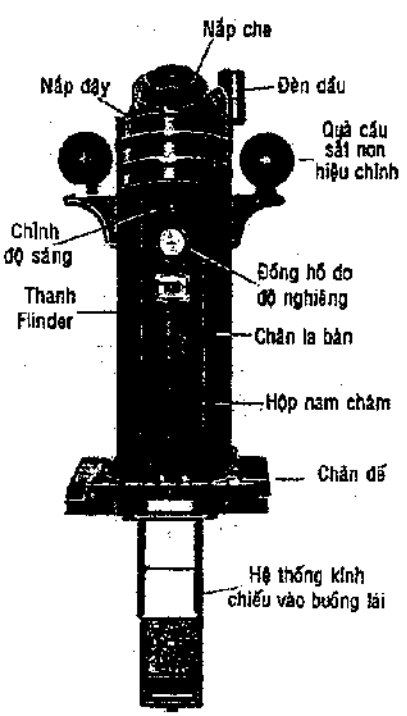
Tùy theo vị trí lắp đặt và phạm vi sử dụng, la bàn từ trên tàu thường có mấy loại sau đây:

15.1.1 Các loại la bàn từ dùng trên tàu

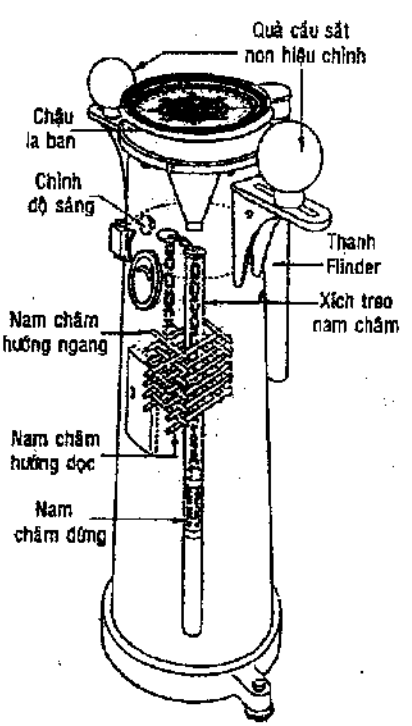
1. La bàn chuẩn

Lắp đặt lộ thiên trên nóc buồng lái dùng để chỉ hướng đi của tàu và đo hướng ngắm của mục tiêu. Vì lắp trên nóc buồng lái, ít chịu ảnh hưởng của sắt thép trên tàu, độ lệch tương đối nhỏ nên gọi là *la bàn chuẩn*. Hình 15.01 và 15.02 mô tả hình thức bên ngoài và bên trong của la bàn chuẩn.

2. *La bàn lái* lắp đặt trong buồng lái chuyên dùng để chỉ hướng lái. Hiện nay có nhiều tàu dùng mặt phản ảnh của la bàn con quay để lái, đồng thời dùng thiết bị phản chiếu la bàn chuẩn từ nóc buồng lái xuống buồng lái như mô tả ở hình 15.01, để đối chiếu với la bàn con quay.



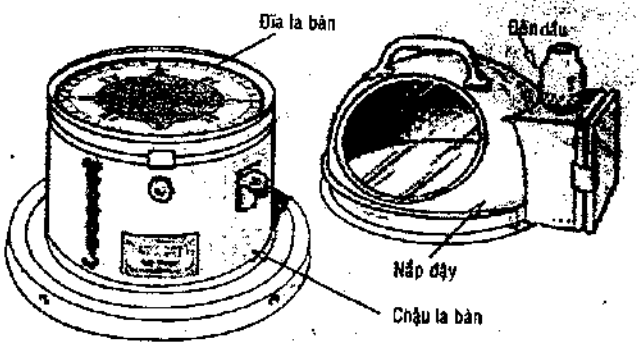
Hình 15.01



Hình 15.02

3. *La bàn từ sự cố* lắp gần tay lái sự cố dùng để lái khi sử dụng máy lái sự cố. Hiện nay nhiều tàu đều sử dụng mặt phản ảnh của la bàn con quay làm la bàn sự cố.

4. *La bàn xuồng cứu sinh* là một loại la bàn từ nhỏ trang bị cho xuồng cứu sinh có giá đỡ và có đèn dầu kèm theo, dầu trong đèn sử dụng được 10 tiếng đồng hồ, xem hình 15.03.



Hình 15.03

15.1.2 Cấu tạo la bàn từ

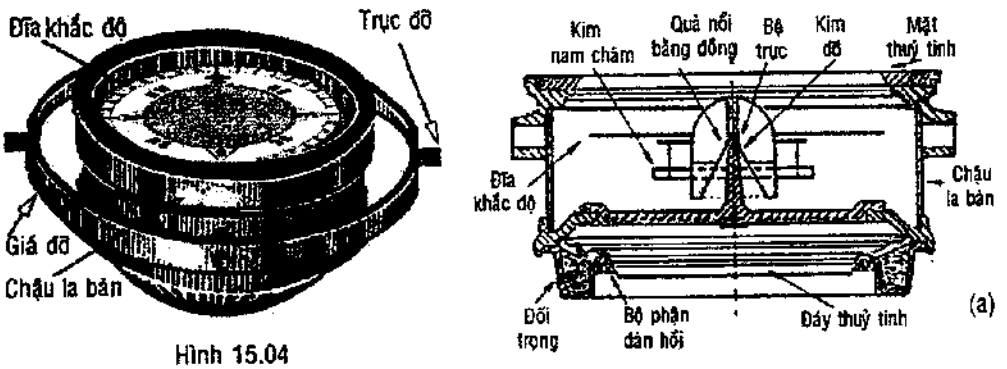
1. Chân la bàn, xem hình 15.01 và 15.02.

   Chân đế la bàn dùng để đỡ chậu la bàn và chứa các thanh nam châm dùng để hiệu chỉnh độ lệch , được chế tạo bằng loại vật liệu phi từ tính. Hai bên trái và phải của chân đế có hai quả cầu sắt non, đặt trên hai vai la bàn, dùng để khử một phần độ lệch la bàn, tâm của hai quả cầu này và kim nam châm trong la bàn nằm trên cùng một mặt phẳng. Trên đỉnh chân la bàn có nắp la bàn làm bằng đồng có cửa ở phía trước và phía sau, bên trong có đặt một đèn dầu để sử dụng phòng khi hỏng đèn điện... Bên trong, ngay đường tâm, phía dưới chậu la bàn có một ống đồng thẳng đứng, dùng để lắp thanh nam châm đứng khử độ lệch nghiêng, trong đó có bộ phận điều chỉnh nâng hạ thanh nam châm bằng dây xích. Ở ngay phía trước chân la bàn lắp một ống đồng trong đó lắp một thanh sắt non dùng để khử độ lệch do ống khói và các trụ thẳng đứng sinh ra gọi là thanh flinder. Trong chân la bàn lắp một bóng đèn điện có bộ phận điều chỉnh độ sáng và công tắc đặt ở bên ngoài. Phần phía dưới chân có cửa, trong đó đặt giá đỡ gồm nhiều lỗ ngang để đặt các thanh nam châm khử độ lệch.

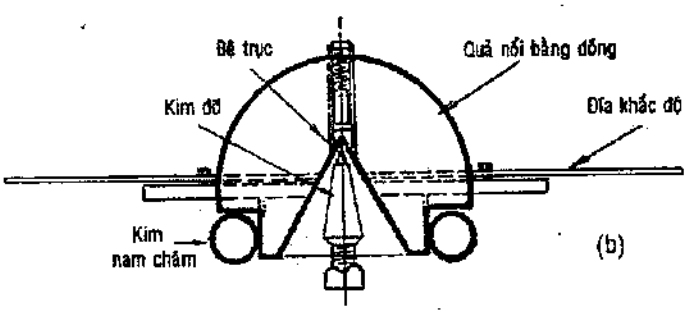
2. Chậu la bàn

   Hình 15.04, 15.05 mô tả hình dáng bên ngoài và bên trong của chậu. Chậu la bàn gồm có các bộ phận đĩa khắc độ (đĩa la bàn), kim nam châm, quả nổi bằng đồng, bệ trục; 5. trụ đỡ, chậu, mặt thủy tinh đáy, bộ phận đàn hồi, vật đối trọng. Đĩa khắc độ gắn với kim nam châm và và phao nổi đặt trên trụ đỡ và ngâm trong dung dịch lỏng, gồm cồn trộn với nước cất, chứa trong *chậu la bàn*. Đĩa la bàn quay tự do quanh trụ đỡ và chịu tác động của từ trường trái đất, ổn định theo hướng Bắc Nam của từ trường trái đất và chỉ ra hướng bắc địa từ .

Toàn bộ chậu la bàn được đặt trên một giá đỡ chuyển động tự do để giữ cho la bàn luôn luôn cân bằng khi tàu thuyền lắc bổ. Chậu và giá đỡ la bàn cùng được đặt trên chân la bàn, trong đó chứa tất cả những gì cần thiết để điều chỉnh, chiếu sáng la bàn.



Hình 15.04



Hình 15.05

15.1.3 Phương pháp kiểm tra độ chính xác công việc lắp đặt la bàn từ

Cách kiểm tra độ chính xác của việc lắp đặt la bàn như sau, cho tàu ở trạng thái cân bằng, dùng biểu xích ngắm vạch chuẩn la bàn (là vạch cố định trên chậu la bàn biểu thị hướng mũi tàu) xuyên qua đường trung tâm của cột cần cẩu phía trước, chúng nằm trên cùng một đường thẳng có nghĩa là la bàn đã đặt chính xác. Nếu chúng không nằm trên cùng một đường thẳng thì phải điều chỉnh bằng cách tháo vít cố định chân la bàn, quay chân la bàn qua lại cho đến khi ngắm vạch chuẩn la bàn và đường trung tâm của tàu qua cột cần cẩu nằm trên cùng một đường thẳng mới thôi, sau đó xiết chặt vít cố định. Trong trường hợp cột cần cẩu của tàu là hình chữ môn hoặc chữ nhân thì dùng phương pháp sử dụng biểu xích đo góc mạn của đường trung tâm hai chân cột cần cẩu. Nếu góc mạn của hai chân cột bằng nhau thì la bàn nằm ở vị trí chính xác, nếu không, phải tiến hành điều chỉnh.

15.1.4 Cách thử độ nhạy của la bàn

Tàu cặp cầu cố định, các thiết bị trên tàu và các thiết bị cơ giới trên bờ ở gần tàu cũng không hoạt động, ghi lại chính xác hướng đi la bàn trên vạch chuẩn của la bàn. Dùng một thỏi nam châm nhỏ đưa vào gần chậu la bàn để hút kim nam châm la bàn (đĩa la bàn) lệch khỏi vị trí cân bằng của nó về phía trái hoặc phía phải độ chừng 2 đến 3^0, sau đó đưa thỏi nam châm ra xa, quan sát xem đĩa la bàn có trở về lại vị trí cũ không, độ lệch cho phép không quá $0^0,2$ so với hướng đi ban đầu. Nếu hướng đi lúc này không phù hợp với hướng đi ghi lại trước đó, lệch quá $0^0,2$, thì có nghĩa là độ nhạy của la bàn kém, có thể là bệ đỡ của đĩa có ma sát lớn.

15.1.5 Cách khử bọt khí trong chậu la bàn

Bọt khí trong chậu la bàn ảnh hưởng đến độ chính xác đối với hướng đi và phương vị của la bàn, cho nên nếu xuất hiện bọt khí trong chậu la bàn cần phải khử bỏ.

Cách làm đơn giản như sau, đặt nghiêng chậu la bàn sao cho lỗ thông chậu la bàn xoay lên trên, dùng tuốc-nơ-vít mở nắp lỗ, lắc nhẹ chậu la bàn cho bọt khí trong chậu thoát ra lỗ thông, sau đó cho thêm nước vào cho đầy chậu rồi đóng nắp lỗ.

Dung dịch của la bàn gồm 45% cồn và 55% nước cất. Trước khi cho thêm dung dịch vào, để đảm bảo dung dịch cũ không bị hư, cần phải rút một ít dung dịch cũ ra trộn với dung dịch mới, nếu sau khi trộn mà nước vẫn trong không bị vẩn đục, không biến màu thế là tốt, và có thể cho thêm dung dịch mới vào chậu.

15.2 Độ lệch của la bàn từ

15.2.1 Nguyên nhân độ lệch

Nguyên vật liệu đóng tàu thuyền hiện đại bằng sắt thép, vật liệu sắt thép trên tàu bị nhiễm từ và trở thành vật mang từ tính.

Thép cứng sau khi nhiễm từ thì giữ nguyên từ tính, trong một thời gian dài từ tính đó không biến đổi theo sự biến đổi của từ trường trái đất gọi là *sắt từ vĩnh cửu*.

Nhưng đối với sắt non (mềm), khi từ trường trái đất biến đổi thì từ tính của chúng cũng biến đổi theo ngay lập tức, sự biến đổi từ tính của sắt non phụ thuộc vào cường độ từ trường trái đất và vị trí tương đối của chúng trong từ trường trái đất. Các vật liệu loại này gọi là *sắt từ cảm ứng*.

Sự tồn tại của từ trường do các loại sắt vĩnh cửu và sắt từ cảm ứng sinh ra ảnh hưởng đến la bàn từ gây ra độ lệch của la bàn từ. Nói cách khác, la bàn từ không những chịu ảnh hưởng của địa từ làm cho kim la bàn chỉ đúng hướng bắc địa từ, mà còn chịu ảnh hưởng của từ trường của các loại sắt từ trên tàu làm cho kim la bàn không chỉ đúng *hướng bắc địa từ*, mà chỉ lệch khỏi hướng bắc địa từ một góc độ nào đó. Hướng bắc địa từ dưới ảnh hưởng của sắt thép đóng tàu gọi là *hướng bắc la bàn*.

Bằng phương pháp toán học có thể tính tất cả các lực từ trường của sắt từ vĩnh cửu và sắt từ cảm ứng tác dụng lên đĩa la bàn, xin không nhắc lại các công thức và phương pháp tính toán phức tạp đó ở đây.

Góc lệch giữa *hướng bắc địa từ* và *hướng bắc la bàn* gọi là *độ lệch la bàn* (xem Chương 2 - Hàng hải suy tính). Khi độ lệch la bàn quá lớn hoặc không ổn định thì la bàn không còn sử dụng được nữa vì thiếu chính xác, cần phải tiến hành hiệu chỉnh.

Sau khi hiệu chỉnh vẫn còn tồn tại một giá trị độ lệch nào đó gọi là *độ lệch còn lại*. Độ lệch còn lại cần được xác định và lập thành *Bảng độ lệch la bàn* dùng để hiệu chỉnh hướng đi và phương vị la bàn trong khi thực hành hàng hải.

15.2.2 Những trường hợp cần phải hiệu chỉnh độ lệch la bàn từ

Trong những trường hợp sau đây cần phải hiệu chỉnh lại độ lệch la bàn từ :

1. Tàu sau khi đóng mới hoặc sau khi sửa chữa.
2. Tàu sau khi bị chấn động mạnh như va chạm, mắc cạn, bị pháo kích...
3. Thay đổi vị trí lắp đặt la bàn.

4. Độ lệch của la bàn chuẩn vượt quá 3^0, la bàn lái vượt quá 5^0.

5. Tàu nằm cố định tại một hướng nào đó trên một tháng.

6. Sau khi chuyên chở một khối lượng sắt thép lớn.

7. Tốt nhất mỗi con tàu hàng năm tiến hành hiệu chỉnh độ lệch một lần.

15.2.3 Nguyên lý hiệu chỉnh độ lệch la bàn từ

Nguyên lý đơn giản của việc khử độ lệch ra bàn từ là dùng các thanh nam châm vĩnh cữu hay sắt từ cảm ứng (sắt non) tạo ra các lực cùng giá trị và ngược chiều với các lực gây ra độ lệch la bàn để khử bỏ ảnh hưởng của các lực đó.

Độ lệch do sắt từ vĩnh cữu tạo ra cần phải được khử bằng các nam châm vĩnh cữu, còn độ lệch do sắt từ cảm ứng tạo ra thì khử bằng sắt non. Cụ thể hơn, muốn triệt tiêu ảnh hưởng của từ lực vĩnh cữu nằm ngang đối với la bàn phải sử dụng nam châm hiệu chỉnh ngang; muốn tiệt tiêu ảnh hưởng của từ lực cảm ứng ngang đối với la bàn phải dùng sắt non nằm ngang (quả cầu sắt non).

Tương tự, muốn khử ảnh hưởng của từ lực vĩnh cữu thẳng đứng đối với la bàn phải sử dụng nam châm hiệu chỉnh thẳng đứng; muốn khử ảnh hưởng của từ lực cảm ứng thẳng đứng đối với la bàn phải dùng sắt non thẳng đứng.

Hai quả cầu sắt non ở hai bên, thanh sắt non trong ống đồng ở phía trước cũng như tất cả các thanh nam châm đặt trong chân la bàn đều dùng để khử các loại từ lực sinh ra độ lệch khác nhau. Sau khi điều chỉnh để khử độ lệch , tất cả các loại sắt non và nam châm khử đó cần phải được cố định, không được tùy tiện dịch chuyển hay va chạm.

Khi tàu ở trạng thái cân bằng, từ lực do sắt từ trên tàu sinh ra có thể chia làm hai thành phần: thành phần nằm ngang và thành phần thẳng đứng. Thành phần thẳng đứng của từ lực không ảnh hưởng gì đến độ lệch của la bàn từ, chỉ có thành phần nằm ngang của từ lực mới sinh ra độ lệch. Tuy nhiên khi tàu giữ ở trạng thái nghiêng ngang hoặc nghiêng dọc thì sẽ tạo ra một thành phần lực nằm ngang mới tác dụng vào la bàn làm cho độ lệch biến đổi, loại độ lệch sinh ra khi tàu nghiêng gọi là *độ lệch nghiêng*. Không kể độ lệch nghiêng là do sắt từ vĩnh cữu sinh ra hay sắt từ cảm ứng sinh ra, đều phải dùng sắt từ thẳng đứng để khử nó, thanh sắt từ đặt trong trung tâm chân la bàn chính là để khử độ lệch nghiêng, nó được điều chỉnh độ cao bằng một sợi dây xích nhỏ.

Theo như hình 15.02, tóm tắt tác dụng của các loại nam châm và sắt từ để hiệu chỉnh độ lệch như sau:

1. Nam châm khử độ lệch nghiêng đặt trong ống thẳng đứng ngay đường tâm của chân đế la bàn.

2. Nam châm vĩnh cữu lắp trên giá đặt theo chiều dọc tàu khử độ lệch bán vòng B.

3. Nam châm vĩnh cữu lắp ttrên giá đặt theo chiều ngang tàu khử độ lệch bán vòng C.

4. Sắt từ cảm ứng thẳng đứng (sắt non) -thanh Flinder - đặt trong ống lắp bên ngoài chân đế la bàn.

5. Hai quả cầu sắt từ cảm ứng (sắt non) đặt hai bên chậu la bàn khử độ lệch phần tư vòng.

15.3 Các bước thực hành khử độ lệch la bàn từ

Nói chung việc hiệu chỉnh độ lệch la bàn đều do kỹ thuật viên chuyên môn tiến hành. Tuy nhiên nếu điều kiện cho phép, Thuyền trưởng với sự giúp đỡ của sĩ quan cũng có thể tiến hành hiệu chỉnh độ lệch.

Nếu là tàu đóng mới, đầu tiên đặt hai quả cầu sắt non vào vị trí giữa của hai vai ngang. Thanh flinder có độ dài bằng độ dài của thanh flinder của la bàn tàu cùng cỡ. Nếu tàu cũ thì không nên động đến chúng.

15.3.1 Công tác chuẩn bị trước khi tiến hành hiệu chỉnh độ lệch

Để cho việc hiệu chỉnh độ lệch thuận lợi, trước khi tiến hành phải chuẩn bị các việc sau đây:

1. Kiểm tra độ nhạy của đĩa la bàn.
2. Khử bọt không khí nếu có.
3. Kiểm tra dụng cụ hiệu chỉnh, các thanh nam châm dự bị phải được đánh dấu chính xác, các quả cầu hoặc thanh flinder có bị từ hoá hay không, nếu bị từ hoá thì phải đi trui lại thành sắt non.
4. Kiểm tra trạng thái của tàu, tàu phải ở trạng thái đi biển, giữ cho tàu cân bằng, các vật di động phải được cố định, cần cẩu phải được xếp ở trạng thái đi biển.
5. Lập phương án tiến hành hiệu chỉnh, dự tính khu vực hiệu chỉnh, chọn chập tiêu, tuần tự thay đổi hướng đi, chọn thời tiết tốt.
6. Phân công người phối hợp, chuẩn bị các mẫu ghi chép, treo cờ chữ mã hiệu quốc tế OQ.

15.3.2 Các bước tiến hành hiệu chỉnh

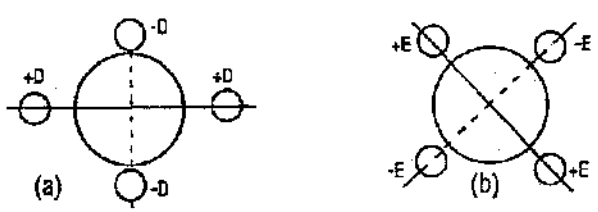
Bảng dưới đây tổng hợp khái quát các thành phần của độ lệch la bàn từ. Hình 14.07 là các đồ thị tổng hợp các thành phần của độ lệch la bàn.

TỔNG HỢP ĐỘ LỆCH LA BÀN TỪ VÀ CÁCH ĐIỀU CHỈNH

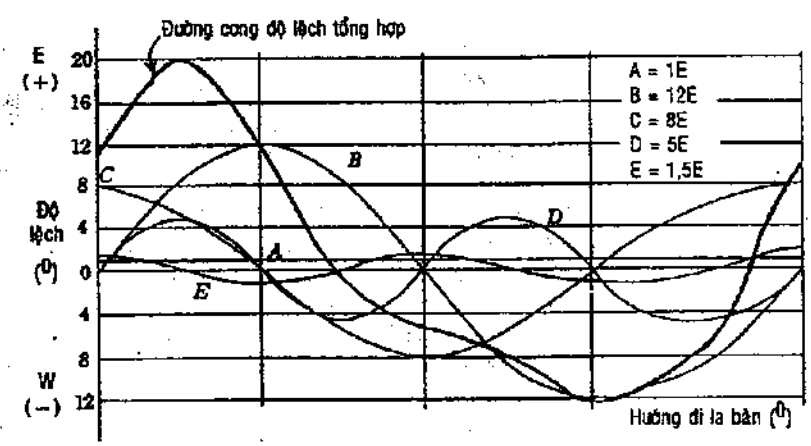
Hệ số	*Loại đường cong*	*Hướng đi la bàn có độ lệch max.*	*Nguyên nhân độ lệch*	*Công cụ hiệu chỉnh cho độ lệch này*	*Hướng đi địa từ hoặc hướng đi la bàn tiến hành hiệu chỉnh*
A	Hằng số	Giống nhau trên mọi hướng	- Sai số tính toán (do con người). - Sai số lắp đặt, sai số chỉnh định biểu xích đo. - Từ trường không đối xứng của sắt non mặt phẳng ngang.	- Kiểm tra phương pháp và tính toán. - Kiểm tra chỉnh định biểu xích. - Lắp cẩn thận sắt non cảm ứng.	Bất cứ hướng nào
B	Bán vòng, sin(CC)	90^0 270^0	-Thành phần dọc tàu của từ trường vĩnh cửu. -Từ trường cảm ứng của sắt non thẳng đứng không đối xứng trước và sau la bàn.	-Nam châm B chiều dọc tàu. -Thanh Flinder (trước hoặc sau).	90^0 hoặc 270^0
C	Bán vòng cos(CC)	000^0 180^0	- Thành phần ngang của từ trường vĩnh cửu. - Từ trường cảm ứng của sắt non không đối xứng bên trái và phải la bàn.	-Nam châm C chiều ngang tàu. -Thanh Flinder (trái hoặc phải).	000^0 hoặc 180^0

D	Phần tư vòng sin2(CC)	045^0 135^0 225^0 315^0	Từ trường cảm ứng của sắt non mặt phẳng ngang đối xứng.	Quả cầu sắt non trên trục tương ứng. -Chiều ngang tàu cho (+D). - Chiều dọc tàu cho (-D) (xem hình 15.06a)	045^0 , 135^0, 225^0 , 315^0
E	Phần tư vòng Cos2(CC)	000^0 090^0 180^0 270^0	Từ trường cảm ứng của sắt non mặt phẳng ngang không đối xứng.	Quả cầu sắt non trên trục tương ứng. -(Bên trái phía trước- bên phải phía sau cho +E) -(Bên phải phía trước- bên trái phía sau cho -E) (xem hình 15.06b)	000^0 , 090^0, 180^0 , 270^0
Nghi-êng	-Dao động đi lắc và bổ. -Độ lệch khi nghiêng cố định	000^0(lắc) 090^0(lắc) 180^0(bổ) 270^0(bổ)	Biến đổi từ trường cảm ứng hoặc vĩnh cửu trong la bàn trên mặt nằm ngang do tàu lắc và bổ.	Nam châm khử nghiêng (phải chỉnh lại khi thay đổi vĩ độ)	090^0 hoặc 270^0 bên đĩa la bàn bị đim. 000^0 hoặc 180^0 khi lắc

ĐỘ LỆCH LA BÀN TỪ d = A+Bsin(CC)+Ccos(CC)+Dsin2(CC)+Ecos2(CC) (CC - Hướng đi la bàn)



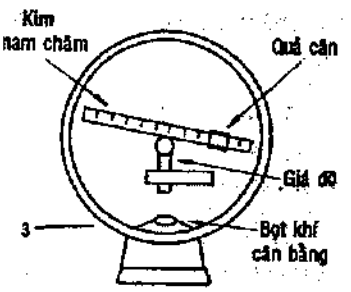
Hình 15.06



Hình 15.07

1. Phương pháp hiệu chỉnh độ lệch nghiêng

1) Đồng hồ đo thành phần thẳng đứng của lực địa từ



Hình 15.08

Khi hiệu chỉnh độ lệch nghiêng, thông thường sử dụng đồng hồ Kôlong (hay đồng hồ Kelvin). Đồng hồ Kôlong là một loại đồng hồ đo *thành phần thẳng đứng* Z của lực địa từ . Kết cấu của nó mô tả trên hình 15.08, trong đó chủ yếu gồm một kim nam châm ở giữa kim đặt gối lên trên dao đỡ. Trên kim nam châm có đánh dấu thang tỷ lệ và có một vật nặng trượt trên thước. Khi vật nặng đặt tại trung tâm thanh nam châm đồng thời đặt đồng hồ Kôlong tại một nơi không có thành phần địa từ thẳng đứng thì kim nam châm cân bằng. Khi có tác dụng của thành phần thẳng đứng của địa từ thì đầu chỉ bắc kim nam châm lệch nghiêng, nếu chỉnh vật nặng về một hướng nào đó sẽ làm cho kim nam châm trở lại cân bằng. Số đọc được trên thước tại vật nặng biểu thị thành phần thẳng đứng Z của địa từ.

2) Điều chỉnh độ lệch nghiêng bằng đồng hồ Kôlong

a) Đầu tiên đem máy đo nghiêng đặt trên bờ, nơi không có tác dụng của từ trường tàu, cách mặt đất 1m, để cho đầu bắc của kim chỉ hướng bắc, chỉnh cho máy đo nghiêng thật cân bằng, sau đó từ từ chỉnh quả cân, sao cho kim nam châm ở vị trí cân bằng, ghi lại vị trí n chỗ quả cân trên thước tỷ lệ.

b) Mang thước đo nghiêng trở lại tàu, lấy giá trị n'=λn, đối với la bàn chuẩn lấy λ=0,9; la bàn lái lấy λ=0,8. Đặt quả cân tại vị trí n'.

c) Cho tàu cân bằng mũi lái, chạy theo *hướng đi la bàn đông* hoặc *tây*, lấy chậu la bàn ra khỏi chân đế, đặt đồng hồ đo nghiêng lên vị trí của chậu trên chân đế la bàn sao cho độ cao của nó bằng vị trí độ cao của kim la bàn trong chậu la bàn.

d) Điều chỉnh độ cao của nam châm hiệu chỉnh thẳng đứng trong hộp la bàn cho đến khi kim nam châm trong đồng hồ đo nghiêng cân bằng. Lấy đồng hồ đo nghiêng xuống, đặt chậu la bàn lên vị trí cũ. Độ lệch nghiêng đã được điều chỉnh xong.

3) Điều chỉnh độ lệch nghiêng trong điều kiện không có đồng hồ Kôlong.

Khi không có đồng hồ đo nghiêng trên tàu thì dùng *phương pháp sóng lắc* để điều chỉnh độ lệch nghiêng. Cho tàu chạy trong điều kiện sóng khá lớn, tàu chạy theo hướng Bắc địa từ hoặc hướng Nam địa từ, lúc này đĩa la bàn dao động. Điều chỉnh độ cao của nam châm hiệu chỉnh thẳng đứng trong hộp cho đến khi biên độ dao động của đĩa la bàn nhỏ nhất, coi như độ lệch nghiêng đã được khử bỏ. Cũng bằng cách như vậy, trong hành trình của tàu khi nhận thấy đĩa la bàn dao động quá lớn không đọc số được thì cũng áp dụng phương pháp tương tự để giảm biên độ dao động của đĩa la bàn.

2. Hiệu chỉnh độ lệch bán vòng

1) Các bước tiến hành

Dùng phương pháp Ê-ri để hiệu chỉnh độ lệch bán vòng: đầu tiên cho tàu chạy theo hướng đi địa từ bất kỳ, đo độ lệch la bàn, khử hết độ lệch này; sau đó cho tàu chạy hướng địa từ ngược lại, đo độ lệch một lần nữa, khử một nửa độ lệch đó, chừa lại một nửa. Phương pháp cụ thể ví dụ như sau:

a) Chẳng hạn, đầu tiên cho tàu chạy hướng đi địa từ N (000^0), đo độ lệch trên hướng đi này được độ lệch d_N, đặt thanh nam châm theo chiều ngang vào hộp nam châm, hoặc điều chỉnh nam châm ngang (điều chỉnh khoảng cách đến đĩa la bàn) có sẵn trong hộp cho đến khi $d_N = 0$.

b) Cho tàu quay đến hướng đi địa từ E (090^0), đo độ lệch d_E , đặt thanh nam châm theo chiều dọc vào hộp nam châm, hoặc điều chỉnh nam châm dọc (điều chỉnh khoảng cách đến đĩa la bàn) có sẵn trong hộp cho đến khi $d_E = 0$.

c) Tiếp tục cho tàu đổi hướng địa từ S (180^0), đo độ lệch d_S , điều chỉnh nam châm ngang (điều chỉnh khoảng cách đến đĩa la bàn) khử 1/2 độ lệch d_S , giữ lại một nửa d_S, như vậy lực sắt từ vĩnh cữu Q đã được khử.

d) Quay tàu chạy theo hướng địa từ W (270^0), đo độ lệch d_W , điều chỉnh nam châm dọc khử 1/2 độ lệch d_W, giữ lại một nửa, như vậy, lực sắt từ vĩnh cữu P đã được khử.

Vì hướng của lực gây độ lệch không chịu ảnh hưởng của hướng đi , cho nên khi áp dụng phương pháp Ê-ri để hiệu chỉnh độ lệch không cần chú ý thứ tự của các hướng. Dựa vào hoàn cảnh thực tế, có thể bắt đầu từ bất cứ hướng đi nào, quay tàu theo thuận kim hay nghịch kim đồng đồ đều được.

2) Cách đặt hoặc dịch chuyển các thanh nam châm trong khi hiệu chỉnh độ lệch bán vòng cần nhớ các nguyên tắc sau:

a) Đặt nam châm ngang và dọc (khử lần đầu)

- Độ lệch E thì đặt cực đỏ (bắc) của nam châm chỉ về phía đông;
- Độ lệch W thì đặt cực đỏ (bắc) của nam châm chỉ về phía tây;

b) Dịch chuyển nam châm

- Độ lệch E, nếu cực đỏ của nam châm đang chỉ về hướng đông thì dịch lên trên;
- Độ lệch E, nếu cực đỏ của nam châm đang chỉ về hướng tây thì dịch xuống dưới;
- Độ lệch W, nếu cực đỏ của nam châm đang chỉ về hướng đông thì dịch xuống dưới;
- Độ lệch W, nếu cực đỏ của nam châm đang chỉ về hướng tây thì dịch lên trên;

3. Hiệu chỉnh độ lệch phần tư vòng

Giống như cách khử độ lệch bán vòng, bằng phương pháp Ê-ri khử độ lệch phần tư vòng, tiến hành trên hai hướng đi vuông góc với nhau.

1) Các bước tiến hành, ví dụ:
a) Cho tàu chạy trên hướng đi địa từ NE (45^0), đo độ lệch d_{NE}, điều chỉnh hai quả cầu (dịch chuyển ra vào) để khử hết độ lệch d_{NE}.

b) Cho tàu quay thêm 90^0, ổn định trên hướng SE (135^0), đo độ lệch d_{SE}, điều chỉnh quả cầu khử 1/2 d_{SE}, giữ một nửa. Như vậy đã khử bỏ độ lệch phần tư vòng.

Việc hiệu chỉnh độ lệch phần tư vòng kết thúc ở đây. Bước 1) và 2) ở trên có thể tiến hành ở một trong hai cặp hướng đi địa từ NE và SE hoặc NW và SW, miễn là hai hướng trong cặp cách nhau 90^0.

2) Cách dịch chuyển quả cầu khi hiệu chỉnh độ lệch phần tư vòng.

- Ở hướng đi địa từ NE và SW, nếu đo độ lệch phần tư vòng có dấu E (+) thì dịch chuyển quả cầu vào gần chậu la bàn, nếu độ lệch có dấu W (-) thì dịch chuyển quả cầu ra xa chậu la bàn.
- Ở hướng đi địa từ SE và NW thì ngược với trường hợp ở trên, nếu đo độ lệch phần tư vòng có dấu E (+) thì dịch chuyển quả cầu ra xa chậu la bàn, nếu độ lệch có dấu W (-) thì dịch chuyển quả cầu vào gần chậu la bàn.

4. Ghi lại vị trí các thanh nam châm và quả cầu khử, cố định chúng tại vị trí đã điều chỉnh.

15.3.3 Tính hệ số độ lệch và lập bảng độ lệch la bàn từ

Khi hiệu chỉnh độ lệch không bao giờ có thể khử bỏ hết tất cả độ lệch, trên 8 hướng vẫn tồn tại độ lệch còn lại. Có thể cho quay tàu một lần nữa để xác định độ lệch còn lại. Thông thường độ lệch còn lại không lớn quá 5^0 là có thể chấp nhận. Lấy độ lệch còn lại trên 8 hướng để tính hệ số độ lệch.

1. Cách tính hệ số độ lệch

Độ lệch còn lại trên 8 hướng đi la bàn CC là: d_N, d_{NE}, d_E, d_{SE}, d_S, d_{SW}, d_W, d_{NW}. Thay vào công thức độ lệch cơ bản:

$$d=A+B\sin(CC)+C\cos(CC)+D\sin2(CC)+E\cos2(CC)$$

ta nhận được 8 phương trình như sau:

$$d_N = A + C + E$$

$$d_{NE} = A + B\sin45^0 + C\cos45^0 + D$$

$$d_E = A + B - E$$

$$d_{SE} = A + B\sin135^0 + C\cos135^0 - D$$

$$d_S = A - C + E$$

$$d_{SW} = A + B\sin225^0 + C\cos225^0 + D$$

$$d_W = A - B - E$$

$$d_{NW} = A + B\sin315^0 + C\cos315^0 - D$$

Giải hệ thống phương trình trên được 5 hệ số độ lệch:

$$A = \frac{d_N + d_{NE} + d_E + d_{SE} + d_S + d_{SW} + d_W + d_{NW}}{8} = \frac{\Sigma d}{8}$$

$$B = \frac{(d_E - d_W) + (d_{NE} - d_{SW})\sin45^0 + (d_{NE} - d_{NW})\sin45^0}{4}$$

$$C = \frac{(d_N - d_S) + (d_{NE} - d_{SW})\sin45^0 + (d_{NE} - d_{NW})\sin(-45^0)}{4}$$

$$D = \frac{(d_{NE} + d_{SW}) - (d_{SE} + d_{NW})}{4}$$

$$E = \frac{(d_N + d_S) - (d_E + d_W)}{4}$$

Tính toán 5 hệ số nói trên. Dưới đây là một ví dụ tính toán bằng biểu mẫu.

Mẫu tính hệ số độ lệch la bàn từ

CC	I		II	III	IV		V		VI	VII	VIII	IX	X	
	d	CC	d	1/2(I+II)	1/2(I-II)	Số nhân	IVx Số nhân	Số nhân	IVx Số nhân	2 ô trên của III	2 ô dưới của III	1/2(VII+VIII)	1/2(VII-VIII)	
N	-0,3	S	+0,1	-0,1	-0,2	0	0	1	-0,2	-0,1	+0,1	0	-0,1	=E
NE	+0,2	SW	+0,8	+0,5	-0,3	S_{45}	-0,21	S45	-0,21	+0,5	-0,5	0	+0,5	=D
E	-0,2	W	+0,4	+0,1	-0,3	1	-0,3	0	0		Σ			
SE	-0,6	NW	-0,4	-0,5	-0,1	S_{45}	-0,07	-S45	+0,07		1/2 Σ	0		=A
Kiểm tra II+IV=I						+		+	+0,07					
						-		-	-0,41		Kiểm tra IX+X=VII			
						Σ	-0,58	Σ	-0,34					
					B =	1/2 Σ	-0,26	1/2 Σ	-0,17	= C				

2. Lập bảng độ lệch la bàn từ

Sau khi tính các hệ số A, B, C, D, E, thay chúng vào công thức, tính độ lệch d trên các hướng khác nhau. Thông thường bảng độ lệch sử dụng trên buồng lái (theo yêu cầu của SOLAS) được tính cho các hướng đi cách nhau 10^0 hoặc 15^0 (xem Phần độ lệch la bàn từ trong Chương 2 - Hàng hải suy tính)

15.3.4 Tóm tắt cách điều động tàu để hiệu chỉnh độ lệch

Việc khử độ lệch la bàn theo phương pháp vừa trình bày ở trên dùng cho các tàu sau khi đóng mới hoặc sau khi sửa chữa lớn. Trong điều kiện của tàu, nếu không có các kỹ thuật viên chuyên điều chỉnh độ lệch, Thuyền trưởng của tàu có thể tiến hành hiệu chỉnh độ lệch theo các bước tóm tắt như sau:

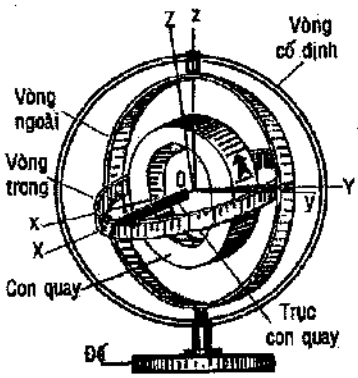
1. Cho tàu chạy hướng đi 000^0 , dùng hướng la bàn con quay đối chiếu. Điều chỉnh nam châm chỉnh nghiêng (nam châm thẳng đứng ở giữa chân đế la bàn) cho đến khi đĩa la bàn dao động nhỏ nhất.
2. Chuyển sang hướng đi 90^0, đợi ổn định trên hướng đi 90^0 ít nhất 2 phút, thêm vào hoặc lấy bớt hoặc dịch chuyển nam châm B nằm dọc tàu, khử bỏ HẾT độ lệch.
3. Chuyển sang hướng đi 180^0, đợi ổn định 2 phút, thêm vào hoặc lấy bớt hoặc dịch chuyển nam châm C nằm ngang tàu, khử bỏ HẾT độ lệch.
4. Chuyển sang hướng đi 270^0, đợi ổn định 2 phút, dịch chuyển nam châm B, khử một nửa độ lệch.
5. Chuyển sang hướng đi 000^0, đợi ổn định 2 phút, dịch chuyển nam châm C khử bỏ một nửa độ lệch.

16

LA BÀN CON QUAY

16.1 Con quay tự do và các đặc tính

16.1.1 Con quay tự do



Hình 16.01 16.01

Cấu tạo của con quay tự do gồm có con quay, giá đỡ trong, giá đỡ ngoài và đế. Trục của con quay gọi là trục chính. Con quay thí nghiệm có 3 trục tự do, trục OX là trục quay của bản thân con quay, trục thứ hai là trục OY gắn liền với giá đỡ trong và trục thứ 3, trục OZ gắn liền với giá đỡ ngoài. Ngoài việc quay quanh trục chính OX con quay còn có thể quay tự do quanh trục OY và OZ. Nhờ có kết cấu như thế, trục chính con quay có thể chỉ bất cứ hướng nào trong không gian. Giao điểm O của 3 trục là tâm của con quay tự do và cũng là trọng tâm của nó. Con quay gồm 3 trục tự do không bị tác dụng của bất cứ ngoại lực nào gọi là con quay tự do (free gyroscope), hình 16.01.

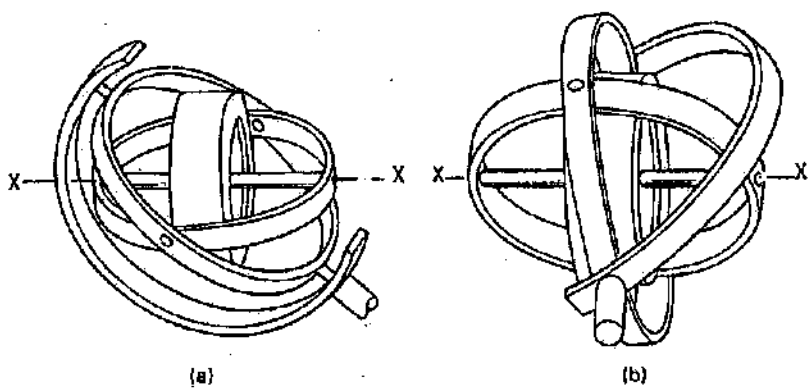
Con quay quay quanh trục với vận tốc góc $\overline{\omega}$, mômem quán tính J, thì mômen động lượng $\overline{H}$ có thể diễn đạt như sau,

$$\overline{H} = J\overline{\omega}$$

Mômen động lượng là một vectơ, hướng của nó phụ thuộc hướng của vận tốc góc $\overline{\omega}$, nếu người quan sát nhìn theo hướng trục của con quay, khi con quay quay theo chiều ngược kim đồng hồ thì chiều dương của mômen động lượng chỉ về phía người quan sát.

16.1.2 Đặc tính của con quay tự do

1. Đặc tính định hướng của con quay tự do



Hình 16.02

6. Chuyển sang hướng đi 45^0, đợi ổn định 2 phút, dịch chuyển hai quả cầu gần vào hoặc xa ra ngoài để khử độ lệch phần tư vòng sao cho độ lệch còn lại nhỏ nhất.
7. Chuyển hướng đi 135^0, đợi ổn định 2 phút, dịch chuyển hai quả cầu khử một nửa độ lệch.
8. Cố định và ghi lại vị trí của các thanh nam châm, sắt non đã điều chỉnh. Cho tàu quay lại trên 8 hướng cách nhau 45^0, xác định độ lệch còn lại và lập bảng độ lệch như hướng dẫn ở Chương Hàng hải cơ bản.

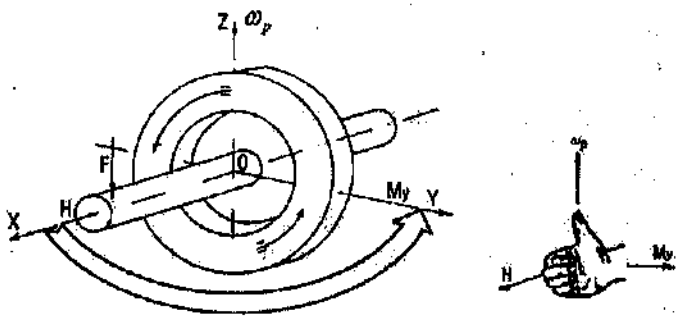
Đối với la bàn lái, muốn khử độ lệch, đầu tiên phải đối chiếu với la bàn chuẩn để xác định độ lệch của nó, sau đó tiến hành khử độ lệch giống như la bàn chuẩn.

Khi con quay quay với tốc độ cao, với điều kiện không có mômen ngoại lực nào tác dụng, nếu ta xoay giá đỡ thì trục chính XX con quay không quay theo giá đỡ mà vẫn giữ nguyên hướng chỉ trong không gian, như mô tả trên hình 16.02a vàb, hiện tượng đó gọi là đặc tính định hướng của con quay, hay quán tính con quay (Gyroscopic inertia).

2. Đặc tính tiến động (Gyroscopic precession)

Khi con quay quay với tốc độ cao, mômen động lượng H của con quay chỉ theo chiều dương của trục OX, cho một ngoại lực F cố định tác dụng theo chiều từ trên xuống thẳng đứng lên đầu trục con quay, thì mômen ngoại lực M_y chỉ theo chiều dương trục OY, lúc này con quay không quay quanh trục OY mà quay quanh trục OZ theo hướng sao cho mômen động lượng H tiến về phía mômen ngoại lực M_y theo đường ngắn nhất, như hình 16.03. Dễ nhận thấy, nếu ngoại lực tác dụng lên trên đầu trục từ dưới lên thì đầu trục con quay quay theo hướng ngược lại với trường hợp trên. Hiện tượng này gọi là đặc tính tiến động của con quay tự do.

Có thể tóm tắt đặc tính tiến động của con quay tự do như sau: con quay tự do ba chiều, khi



Hình 16.03

quay với một tốc độ cao, cho tác dụng một mômen ngoại lực cố định vuông góc với hướng trục chính thì đầu véctơ mômen động lượng $\overline{H}$ sẽ tiến động về đầu mômen ngoại lực theo đường ngắn nhất, tốc độ quay quanh trục gọi là tốc độ góc tiến động, ký hiệu là ω_p, trục mà con quay tiến động gọi là trục tiến động.

Theo như hình 16.03, ba thành phần tốc độ góc tiến động ω_p, mômen động lượng $\overline{H}$ và mômen ngoại lực M vuông góc với nhau (có thể xác định hướng của chúng bằng quy tắc bàn tay phải như hình 16.03), có nghĩa là hướng tốc độ góc tiến động phụ thuộc vào hướng của mômen ngoại lực và hướng của mômen động lượng. Tốc độ góc tiến động tính như sau,

$$\omega_p = \frac{M}{H}$$

Qua công thức nhận xét thấy, khi mômen động lượng H cố định không đổi thì tốc độ góc tiến động ω_p tỷ lệ thuận với mômen ngoại lực M, khi mômen ngoại lực M cố định thì tốc độ góc tiến động ω_p tỷ lệ nghịch với mômen động lượng H. Bình thường mômen động lượng là một hằng số cố định, nếu như không có mômen ngoại lực nào tác động vào nó (M=0) thì tốc độ tiến động ω_p=0, có nghĩa là trục chính con quay không biến đổi trong không gian, thể hiện tính định hướng của con quay tự do. Nếu có một mômen ngoại lực cố định tác dụng liên tục

vào con quay thì con quay sẽ tiến động liên tục với tốc độ góc ω_p, trục chính con quay biến đổi hướng liên tục trong không gian.

Từ kết cấu của con quay tự do biết rằng, bất kỳ mômen ngoại lực nào tác dụng lên con quay đều có thể chia thành hai thành phần nằm trên trục OY và trục OZ, cho nên có thể viết tốc độ góc tiến động như sau,

$$\omega_{px} = \frac{M_y}{H}$$

$$-\omega_{py} = \frac{M_x}{H}$$

Trên đây là hai công thức tiến động của con quay tự do. Chú ý rằng chiều dương của mômen động lượng H trùng với chiều dương của trục OX, nếu H chỉ theo chiều âm của OX thì H mang dấu (-). M_x và M_y là hai mômen thành phần theo chiều (+) của OY và OZ. Công thức thứ hai ở trên có dấu (-) vì thành phần mômen ngoại lực tác dụng lên trục OZ làm phát sinh tốc độ tiến động theo chiều (-) của trục OY.

16.2. Phương trình chuyển động của con quay tự do

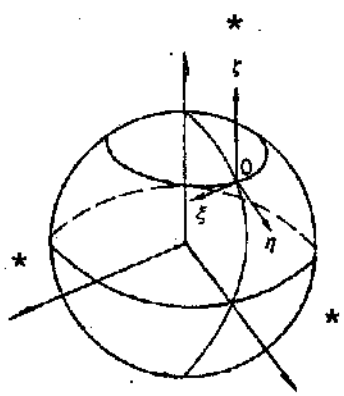
16.2.1 Các loại hệ tọa độ khảo sát con quay

Muốn khảo sát chuyển động của con quay phải khảo sát trạng thái chuyển động của trục chính và vị trí của nó trong không gian, thường sử dụng ba hệ toạ độ sau đây:

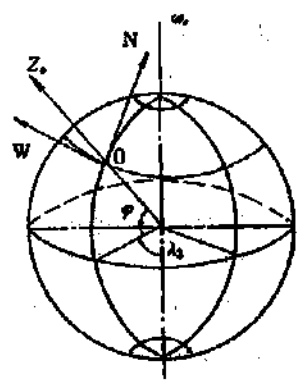
1. Hệ toạ độ quán tính $O\xi\eta\zeta$

   Hệ toạ độ quán tính là hệ toạ độ tương đối với không gian cố định, điểm gốc O lấy tại một điển trên bề mặt trái đất, ba trục toạ độ $O\xi, O\eta, O\zeta$ chỉ ba ngôi sao trong không gian, vuông góc theo quy tắc bàn tay phải. Cho dù trái đất tự quay hoặc chuyển động theo hoàng đạo hoặc vị trí điểm gốc O trên trái đất thay đổi, hướng của ba trục vẫn không đổi; thông thường hệ tọa độ này không vẽ ra giấy, xem hình 16.04.

2. Hệ toạ độ địa lý ONWZ$_o$



Hình 16.04



Hình 16.05

Hệ toạ độ địa lý gắn liền với trái đất, các trục vuông góc theo quy tắc bàn tay phải, điểm gốc O lấy tại trung tâm hình học của con quay theo như hình 16.05. Trục ON trùng với đường tiếp tuyến tại điểm O trên vòng tròn kinh tuyến, hướng chỉ về hướng bắc của trái đất mang dấu (+), trục OW trùng với đường tiếp tuyến tại điểm O của vĩ tuyến, chỉ về hướng tây của trái đất mang dấu (+), trục OZ_o đi qua tâm trái đất chỉ về hướng thiên đỉnh mang dấu (+), tức trùng với đường dây dọi tại điểm O.

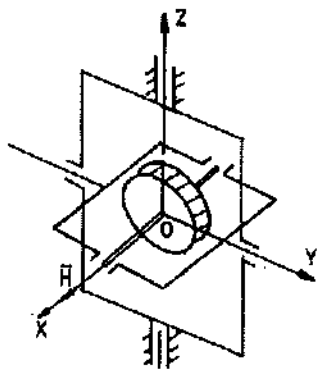
Hệ toạ độ này cùng chuyển động theo trái đất, con tàu chuyển động trên mặt đất thì hệ toạ độ cũng chuyển động theo, ở những vị trí địa lý khác nhau, hướng của ba trục toạ độ chỉ các hướng khác nhau trong không gian. Như vậy hệ toạ độ địa lý biểu thị chuyển động theo của trái đất và con tàu.

3. Hệ toạ độ con quay OXYZ

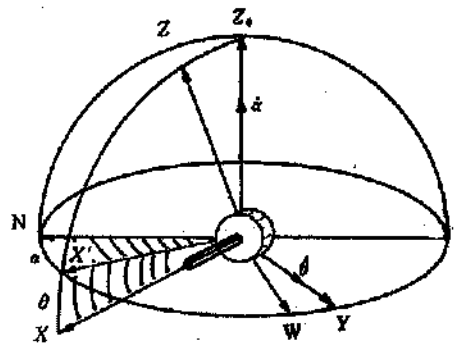
Như trên đã trình bày, hệ toạ độ con quay gắn liền với các vòng đỡ trong con quay và tuân thủ quy tắc bàn tay phải theo như hình 16.06.

Nghiên cứu chuyển động của con quay là nghiên cứu quy luật chuyển động của trục chính OX của con quay. Phương pháp nghiên cứu là khảo sát sự chuyển động tuyệt đối của hệ toạ độ con quay OXYZ tương đối với hệ toạ độ quán tính $O\xi\eta\zeta$. Cũng có thể khảo sát hệ toạ độ con quay OXYZ chuyển động tương đối với hệ toạ độ địa lý $ONWZ_o$ cộng thêm chuyển động theo của $ONWZ_o$ tương đối với $O\xi\eta\zeta$. La bàn con quay dùng trong hàng hải sử dụng phương pháp phân tích thứ hai.

Vị trí trục chính OX đối với $ONWZ_o$ được xác định bằng góc phương vị (Azimuth angle) α, và góc độ cao (Tilt angle) θ, theo như hình 16.07.



Hình 16.06



Hình 16.07

Giả sử ban đầu hai hệ toạ độ OXYZ và $ONWZ_o$ trùng nhau, sau đó trục con quay quay quanh OZ với tốc độ góc $\dot{\alpha}$ khiến trục chính (trên ON) quay đến OX' một góc α, trục chính lệch tây mang dấu (+), lệch đông mang dấu (-). Đồng thời, trục chính con quay lại quay quanh trục OY với tốc độ góc $\dot{\theta}$ khiến trục chính quay một góc θ từ OX' đến OX, OX nằm dưới mặt phẳng θ mang dấu (+), ngược lại, dấu (-).

16.2.2 Phương trình chuyển động của con quay thí nghiệm

Nghiên cứu sự chuyển động của con quay thực chất là khảo sát sự chuyển động tiến động của con quay dưới tác dụng của mômen ngoại lực, đó là sự chuyển đông tuyệt đối trong không gian quán tính tương đối. Giả sử thành phần hình chiếu của tốc độ góc tuyệt đối của con quay trên trục OY và OZ là ω_{py} và ω_{pz}, căn cứ công thức tiến động của con quay có thể viết phương trình chuyển động của con quay như sau,

$$H\omega_{pz} = M_y$$

$$-H\omega_{py} = M_z$$

Trong hai phương trình trên, ω_{py} và ω_{pz} là tốc độ góc bao gồm tốc độ góc chuyển động tương đối của con quay đối với hệ toạ độ địa lý và tốc độ góc chuyển động theo của hệ tọa độ địa lý đối với chuyển động của trái đất và chuyển động của con tàu. Vậy,

$$\omega_{py} = \omega_{py\ (\text{tương đối})} + \omega_{py\ (\text{theo})}$$

$$\omega_{pz} = \omega_{pz\ (\text{tương đối})} + \omega_{pz\ (\text{theo})}$$

Cho nên phương trình chuyển động của con quay có thể viết lại như sau,

$$H\{\omega_{pz\ (\text{tương đối})} + \omega_{pz\ (\text{theo})}\} = M_y$$

$$-H\{\omega_{py\ (\text{tương đối})} + \omega_{py\ (\text{theo})}\} = M_z$$

Biết rằng, $\omega_{py\ (\text{tương đối})} = \dot{\theta}$

$$\omega_{pz\ (\text{tương đối})} = \dot{\alpha}\cos\theta$$

Vì α và θ là các góc rất nhỏ nên $\cos\theta = 1$, phương trình chuyển động của con quay có thể viết thành,

$$H\{\dot{\alpha} + \omega_{pz\ (\text{theo})}\} = M_y$$

$$-H\{\dot{\theta} + \omega_{py\ (\text{theo})}\} = M_z$$

Cặp đẳng thức trên là dạng phương trình tổng quát của con quay thí nghiệm, trong đó nếu biết $\omega_{py\ (\text{theo})}$, $\omega_{pz\ (\text{theo})}$, M_y, M_z, thay chúng vào và giải phương trình để tìm ra quy luật biến thiên của góc phương vị α và góc độ cao θ, tức là quy luật chuyển động tương đối đối với hệ toạ độ địa lý của trục chính con quay dưới tác dụng của mômen ngoại lực. Để thiết kế la bàn con quay chỉ đúng hướng bắc thật sử dụng trong hàng hải cần áp dụng quy luật này.

16.3 Chuyển động biểu kiến của con quay tự do trên trái đất

16.3.1 Chuyển động biểu kiến của trục chính con quay tự do

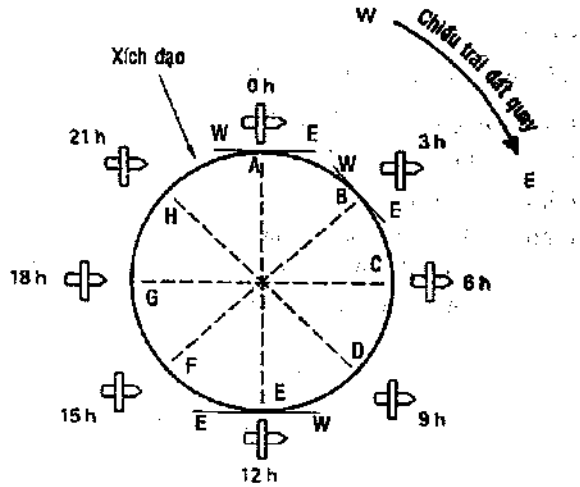
1. Con quay tự do đặt trên xích đạo

Đặt con quay trên xích đạo bắt đầu từ vị trí A (Hình 16.08), mômen động lượng trục chính H nằm trên mặt phẳng chỉ hướng E, khi trái đất quay, con quay vẫn chỉ theo một hướng trong không gian, khi trái đất quay đến vị trí B (3 giờ), thì trục chính con quay nâng cao lên một

góc θ (tương đối với mặt phẳng chân trời trên trái đất), khi trái đất quay hết một vòng, qua 24 giờ, trục con quay trở về vị trí A ban đầu, trục chính lại chỉ đúng hướng E.

2. Con quay đặt đúng bắc cực

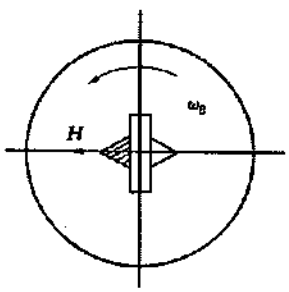
Con quay đặt ngay bắc cực trên mặt phẳng ngang chỉ một hướng nào đó theo như hình 16.09, trái đất tự quay nhưng trục con quay vẫn chỉ cố định vào hướng đặt ban đầu, người quan sát nhận thấy trục con quay quay theo chiều ngược với chiều tự quay của trái đất, trong 24 giờ quay 360^0.



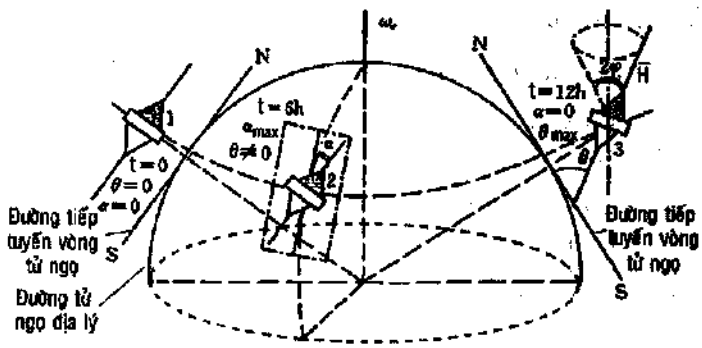
Hình 16.08

3. Con quay đặt ở vị trí bất kỳ ở bắc bán cầu

Đầu tiên đặt con quay trên mặt phẳng ngang và chỉ hướng bắc (N) tại vị trí 1 hình 16.10. Trái đất quay quanh trục P_NP_S đến vị trí 2 thì trục con quay không còn chỉ hướng bắc mặc dù trục con quay vẫn giữ song song với trục ở vị trí thứ nhất. Lúc này trục con quay lệch khỏi đường kinh tuyến về phía đông một góc α và lệch khỏi mặt phẳng ngang một góc θ. Tiếp tục quan sát ta nhận thấy α và θ biến đổi liên tục. Qua 6 giờ α đạt giá trị cực đại, qua 12 giờ θ đạt giá trị cực đại. Qua 24 giờ, trục con quay thực hiện hoàn chỉnh chuyển động theo quỹ đạo hình phễu và trở về vị trí ban đầu.



Hình 16.09



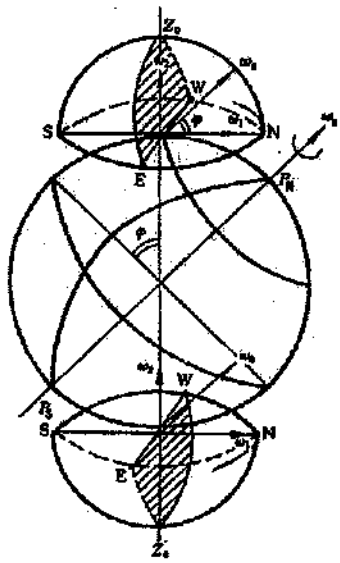
Hình 16.10

16.3.2 Tốc độ góc của trái đất tự quay và các thành phần của nó

Trái đất quay quanh trục P_NP_S với tốc độ góc ω_e hết 23 giờ 56 phút 4,1 giây (86 164,1s), cho nên $\omega_e = 2\pi/86\ 164{,}1 = 7{,}292 \times 10^{-5}$ rad/s. Bởi vì tốc độ góc của tất cả các điểm trên trái đất như nhau và bằng ω_e, có thể chia ω_e ra hai thành phần như hình 16.11: ω_1 trên mặt phẳng ngang và chỉ hướng bắc gọi là thành phần nằm ngang của tốc độ góc tự quay của trái đất và ω_2 thẳng đứng nằm trong mặt phẳng vòng kinh tuyến chỉ về thiên đỉnh gọi là thành phần thẳng đứng của tốc độ góc tự quay của trái đất. Giả sử đặt con quay tại vị trí có vĩ độ φ, có thể viết hai thành phần này như sau:

$$\omega_1 = \omega_e \cos\varphi$$

$$\omega_2 = \omega_e \sin\varphi$$



Hình 16.11

Theo như hình vẽ, thành phần ω_1 biểu thị tốc độ góc của của chuyển động mặt phẳng ngang quay quanh trục NS khi trái đất tự quay, phía đông hạ thấp và phía tây nâng cao lên phía trên. Thành phần ω_2 biểu thị tốc độ góc của chuyển động mặt phẳng vòng kinh tuyến quay quanh trục AZ_o, tại vĩ độ bắc, đầu phía bắc quay từ đông sang tây.

Nếu phân tích trường hợp ở nam bán cầu ta nhận thấy thành phần ω_1 vẫn chỉ hướng bắc, ω_2 chỉ vào tâm trái đất theo chiều dây dọi, điều đó có nghĩa là ở nam bán cầu, quy luật chuyển động của mặt phẳng vòng kinh tuyến là đầu phía bắc lệch từ tây sang đông.

16.3.3 Quy luật chuyển động biểu kiến của trục con quay tự do

Người quan sát không thể nào nhận thấy chuyển động của của mặt phẳng vòng kinh tuyến và chuyển động của mặt phẳng ngang của trái đất theo các thành phần tốc độ góc ω_1 và ω_2, thực tế chỉ nhìn thấy chuyển động biểu kiến của trục chính con quay. Có thể phân tích chuyển động biểu kiến này như sau:

1. Chuyển động biểu kiến của trục chính con quay tự do tương đối với mặt phẳng vòng kinh tuyến địa lý

   Ở bắc bán cầu, trục chính con quay đặt trên mặt phẳng ngang nằm trong mặt phẳng vòng kinh tuyến, vì mặt phẳng vòng kinh tuyến quay quanh trục AZ_o với tốc độ góc ω_2 cho nên đầu trục chính con quay cũng quay quanh AZ_o nhưng với tốc độ góc $-\omega_2$ từ tây sang đông theo như hình 16.12. Biết mômen động lượng H, vậy vận tốc dài của chuyển động đầu mút con quay là $V_2 = H\omega_2$. Ở nam bán cầu, chuyển động biểu kiến của đầu mút trục chính con quay lệch về phía đông. Khi không thay đổi vĩ độ thì tốc độ dài V_2 không biến đổi.

2. Chuyển động biểu kiến của trục chính con quay tự do tương đối với mặt phẳng ngang

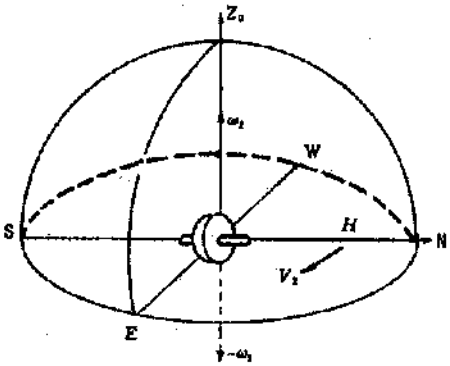
   Thành phần nằm ngang ω_1 của tốc độ góc tự quay của trái đất làm cho mặt phẳng ngang quay quanh trục NS của trái đất, chuyển động này làm phát sinh chuyển động biểu kiến của đầu trục con quay. Tuy nhiên, lúc này chuyển động biểu kiến của trục chính con quay không

những có liên quan đến ω_1 mà còn liên quan đến góc kẹp α giữa trục chính con quay và trục NS. Khi góc $\alpha = 0$ thì trục chính không có chuyển động biểu kiến, chỉ khi hình thành góc α mới phát sinh chuyển động biểu kiến như hình 16.13. Khi trục chính lệch về phía đông trục NS một góc α thì tốc độ góc thành phần của ω_1 trên trục OX và OY của con quay là,

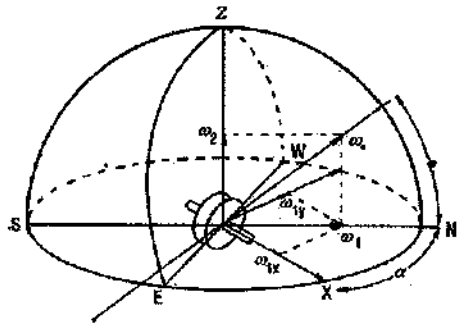
$$\omega_{1x} = \omega_1 \cos\alpha$$

$$\omega_{1y} = \omega_1 \sin\alpha$$

Trong hai biểu thức trên, ω_{1x} trùng hướng trục OX nên không gây ra chuyển động biểu kiến theo độ cao, nên không cần xét tới.



Hình 16.12



Hình 16.13

Thành phần ω_{1y} là tốc độ góc chuyển động của mặt phẳng ngang quanh trục chính con quay nằm ngang. Khi trục chính lệch về phía đông thì ω_{1y} chỉ chiều dương trục OY khiến mặt phẳng ngang phía bắc OY hạ xuống, phía nam nâng lên. Người quan sát không thể nhìn thấy chuyển động này mà chỉ nhìn thấy con quay chuyển động biểu kiến quanh OY với tốc độ góc là $-\omega_{1y}$ làm cho trục con quay nâng cao lên. Cùng cách như vậy có thể phân tích khi trục chính lệch về phía tây làm cho trục chính phát sinh chuyển động biểu kiến hạ thấp xuống. Trục chính nâng lên hoặc hạ xuống với tốc độ dài là,

$$V_1 = H\omega_1 \sin\alpha \approx H\omega_1\alpha \quad (\text{khi } \alpha \text{ rất nhỏ thì } \sin\alpha \approx \alpha)$$

$$V_1 = H\omega_e \cos\varphi \cdot \alpha$$

Nhận xét rằng, V_1 không những là hàm số của vĩ độ φ mà còn là hàm số của α.

16.4 Biến con quay tự do thành la bàn con quay

16.4.1 Tóm tắt nguyên nhân trục chính con quay tự do không ổn định chỉ hướng bắc

Trong các phân tích ở các mục trên nhận thấy, do ảnh hưởng của thành phần ω_2 của tốc độ góc tự quay của trái đất và thành phần ω_{1y} - hình chiếu của ω_1 trên trục OY – làm cho trục chính con quay tự do phát sinh chuyển động biểu kiến cho nên không thể dùng con quay tự do trực tiếp làm la bàn chỉ hướng trong hàng hải. Phân tích hai thành phần này để xem đâu là nguyên nhân ảnh hưởng chủ yếu làm cho trục chính không chỉ đúng hướng bắc.

Thay $\omega_1 = \omega_e \cos\varphi$ vào công thức $\omega_{1y} = \omega_1 \sin\alpha$, vì α rất bé, lấy $\sin\alpha \approx \alpha$, nên có thể viết,

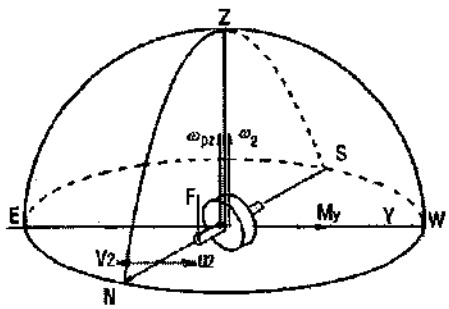
$$\omega_{1y} = \omega_e \cos\varphi \cdot \alpha$$

Thành phần tốc độ góc ω_{1y} này khiến cho trục chính con quay nâng cao khi lệch khỏi mặt phẳng vòng kinh tuyến một góc α về bên đông, hoặc hạ xuống khi lệch về bên tây. Ảnh hưởng này chỉ phát sinh khi $\alpha \neq 0$, nếu tìm cách làm sao cho góc phương vị α=0, tức là trục chính con quay luôn nằm trong mặt phẳng vòng kinh tuyến và chỉ đúng hướng bắc thì có thể triệt tiêu ảnh hưởng của thành phần ω_{1y}.

Sở dĩ trục chính con quay tự do lệch khỏi mặt phẳng vòng kinh tuyến là do sự tồn tại của thành phần tốc độ góc $\omega_2 = \omega_e \sin\varphi$, nó khiến cho trục chính con quay lệch về bên đông khi ở bắc bán cầu và lệch về bên tây khi ở nam bán cầu, ảnh hưởng này chỉ mất đi khi con quay đặt ở xích đạo ($\varphi = 0$).

16.4.2 Nguyên tắc cơ bản để khắc phục ảnh hưởng của thành phần ω_2 con quay tự do

Người ta dùng đặc tính tiến động của con quay tự do để khắc phục ảnh hưởng của thành phần ω_2 biến con quay tự do thành la bàn con quay.



Hình 16.14

Giả sử cho một mômen ngoại lực M_y tác dụng lên trục nằm ngang, con quay tự do sẽ tiến động quanh trục OZ với tốc độ góc ω_{pz}. Với tốc độ góc tiến động đó làm cho đầu trục chính con quay phát sinh tốc độ dài u_2 tiến động về phía tây. Như vậy, để biến con quay tự do thành la bàn con quay, trục chính ổn định chỉ đúng hướng bắc thật phải thoả mãn điều kiện (xem hình 16.14),

$$\omega_{pz} = \omega_2 \quad \text{hoặc } u_2 = V_2$$

Nói một cách khác, nếu tốc độ góc tiến động của con quay tự do bằng thành phần tốc độ góc tự quay của trái đất trên trục OZ thì trục con quay ổn định trong mặt phẳng vòng kinh tuyến, con quay tự do biến thành la bàn con quay.

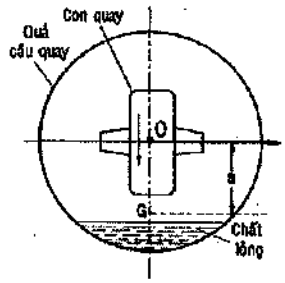
16.4.3 Các phương pháp biến con quay tự do thành la bàn con quay

Vì mục đích biến con quay tự do thành la bàn con quay, cần phải cho một mômen ngoại lực tác dụng vào con quay và khống chế chuyển động của con quay. Hiện nay về nguyên tắc các la bàn con quay dùng cho hàng hải trực tiếp dùng tác dụng của trọng lực trái đất để khống chế mômen ngoại lực M_y (Controlling moment of the gravity). Một loại la bàn con quay kiểu khác không dùng trực tiếp trọng lực trái đất tạo mômen khống chế mà dùng con lắc điện từ để không chế mômen ngoại lực (Electro-magnetic controlling gyrocompass).

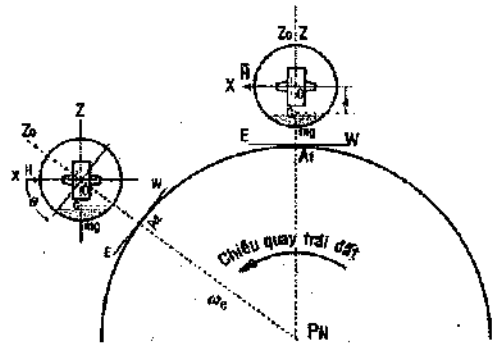
Trong thực tiễn áp dụng hai phương pháp dùng trọng lực không chế mômen ngoại lực. Phương pháp thứ nhất là hạ trọng tâm của con quay theo chiều OZ làm cho trọng tâm G của con quay không nằm đúng điểm O của giá đỡ, la bàn con quay loại này gọi là la bàn con quay con lắc (

Pendulous gyrocompass). Phương pháp thứ hai dùng bình chất lỏng thông nhau gắn với con quay để khống chế mômen trọng lực, gồm có la bàn con quay bình chất lỏng thông nhau và la bàn con quay dùng bình thuỷ ngân (Mercury ballistic gyrocompass).

16.4.4 La bàn con quay dùng con lắc cơ học



Hình 16.15



Hình 16.16

Đây là kiểu la bàn con quay hạ trọng tâm dùng nguyên lý con lắc cơ học để khống chế mômen trọng lực. Phương pháp này được sử dụng rộng rãi trong la bàn con quay Anchütz, có thể lấy kiểu la bàn này làm ví dụ. Bộ phân nhạy cảm (chỉ hướng bắc) là một quả cầu kín gọi là quả cầu con quay. Quả cầu được thả nổi trong chất lỏng đặc biệt và chuyển động tự do trong đó. Khi chế tạo người ta làm cho trọng tâm G của quả cầu thấp hơn tâm hình học O của nó 7~8mm như mô tả ở hình 16.15. Do hạ trong tâm, quả cầu quay trở nên như một con lắc cơ học. Sau khi hạ trọng tâm thì chuyển động của nó trên trái đất ra sao ? Hình 16.16 mô tả chuyển động của con quay hạ trọng tâm đặt tại một điểm trên xích đạo quan sát từ bắc cực. Đầu tiên, con quay đặt nằm ngang, trọng tâm G và tâm hình học O nằm trên cùng đường đường thẳng đứng (đường dây dọi), trục chính hướng đông. Ở thời điểm t_1, tại vị trí A_1 trong không gian, trọng lực mg của quả cầu tác dụng lên tâm hình học O của quả cầu quay, mômen trọng lực bằng không, con quay không chịu bất cứ mômen ngoại lực nào tác dụng và không phát sinh tiến động. Qua thời điểm t_2, do trái đất tự quay con quay hạ trọng tâm nằm ở vị trí A_2 trong không gian, lúc này tuy tư thế của trục chính con quay trong không gian không biến đổi nhưng so với trái đất thì đã nâng cao lên một góc θ, trọng tâm của quả cầu quay không còn nằm trên đường thẳng với O, khiến trọng lực mg của quả cầu quay tạo ra mômen M_y đối với điểm O, M_y chỉ về hướng dương trục OY (trong trường hợp này, hướng trục OY chỉ về hướng bắc).

$$M_y = mga\sin\theta$$

Trong đó, m - khối lượng của con quay, g - gia tốc trọng trường, a - khoảng cách GO, Đặt M=mga và gọi M là mômen lắc lớn nhất, đồng thời với góc θ rất nhỏ dùng θ thay cho $\sin\theta$, vì trục chính nâng cao lên trên mặt phẳng ngang cho nên θ lấy dấu (-), biểu thức trên có thể viết,

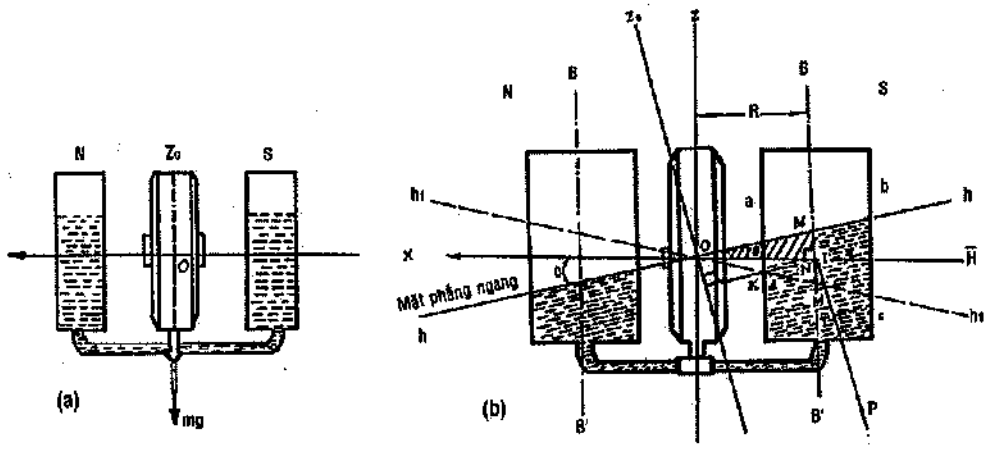
$$M_y = -M\theta$$

Biểu thức cho thấy rằng, khi trục chính con quay cao hơn mặt phẳng ngang, θ mang dấu (-), mômen trọng lực M_y chỉ theo chiều dương của OY, ngược lại khi trục chính thấp hơn mặt phẳng ngang thì θ mang dấu(+), mômen trọng lực M_y chỉ theo chiều âm của OY.

Dưới tác dụng của mômen trọng lực M_y trục quả cầu quay OX từ hướng đông tiến động quanh trục OZ về chiều dương trục OY, phương vị của trục chính ban đầu 90^0 chỉ hướng đông dần dần giảm xuống để tiếp cận mặt phẳng vòng kinh tuyến chỉ hướng bắc. Cùng cách phân tích như vậy, khi ban đầu đặt trục chính con quay hướng tây, dưới tác dụng của mômen trọng lực, trục con quay cũng tiến động về hướng chính bắc. Từ đây có thể kết luận, con quay hạ trọng tâm có đặc tính trục chính luôn tìm về hướng bắc.

16.4.5 Khống chế mômen trọng lực trong la bàn con quay bình chất lỏng thông nhau

La bàn con quay nhãn hiệu Sperry thường áp dụng phương pháp bình thông nhau tạo ra sự khống chế mômen trọng lực , trên hai đầu bắc nam của con quay cân bằng người ta lắp hai bình thông nhau bằng đường ống chứa chất lỏng (thuỷ ngân hoặc dầu đặc biệt theo như hình 16.17a). Điểm nối của bình thông nhau với vỏ ngoài của con quay nằm trên trục OZ của con quay. Khi trục chính con quay nằm ngang thì lượng chất lỏng trong hai bình bắc, nam ngang nhau, lúc này trọng tâm của bình thông nhau cùng chất lỏng trùng với trọng tâm của con quay (loại la bàn này trọng tâm của con quay trùng với tâm hình học của nó), không có ngoại lực nào tác dụng lên con quay.



Hình 16.17

Khi trục chính của con quay bị nghiêng thì chất lỏng bên bình cao sẽ chảy qua bình thấp khiến cho bình thấp chứa nhiều chất lỏng hơn, phần chất lỏng vượt trội này tạo nên một mômen trọng lực M_y tác dụng theo trục OY như hình 16.17b. Trên hình, hh là mặt phẳng ngang tại vị trí con quay, mômen động lượng H của con quay chỉ về hướng âm của trục OX (đầu nam). OX và hh hình thành góc kẹp θ, qua OY kẽ mặt phẳng h_1h_1 cũng hình thành với trục OX một góc kẹp θ, phần dung tích chất lỏng nằm trong hình abcd chính là lượng chất lỏng vượt trội. Giả sử khoảng cách từ đường tâm bình BB' đến OZ là R, diện tích mặt cắt của bình là S, khối lượng riêng của chất lỏng là ρ, g là gia tốc trọng trường, thì trọng lực vượt trội của chất lỏng là,

$$P = 2RS\rho g \operatorname{tg}\theta$$

Khoảng cách trọng tâm của khối lượng chất lỏng đến điểm O của con quay là $K = R\cos\theta$. Vì vậy mômen trọng lực hiệu chỉnh M_y tính như sau,

$$M_y = 2R^2 S\rho g \sin\theta$$

Trong đó, với một loại chất lỏng xác định thì $2R^2S\rho g = M$ là một hằng số , θ bé, có thể thay θ cho $\sin\theta$. Vậy,

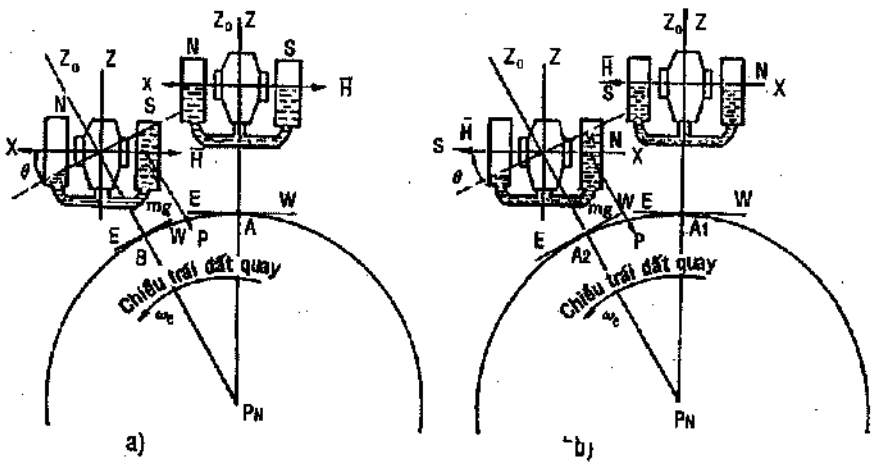
$$M_y = M\theta$$

Phân tích biểu thức này, nhận thấy, khi trục chính con quay cao hơn mặt phẳng ngang, θ mang dấu (-) mômen M_y chỉ về chiều âm của OY. Trục chính thấp hơn mặt phẳng ngang, ngược lại θ (+), M_y chỉ về chiều (+) của OY. So sánh với kiểu la bàn hạ trong tâm, khi góc θ như nhau thì mômen trọng lực khống chế của labàn con quay bình thông nhau và mômen trọng lực khống chế của la bàn con quay hạ trọng tâm ngược chiều nhau.

Chuyển động của con quay có gắn bình chất lỏng thông nhau như sau:

Giả sử ở thời điểm t_1 đặt con quay tại vị trí A trong không gian, trục toạ độ OX nằm ngang, chiều dương chỉ hướng đông, mômen động lượng $\overline{H}$ chỉ hướng tây như hình 16.18a, lúc này dung tích chất lỏng ngang bằng trong hai bình thông nhau bắc nam, trọng tâm của bình cùng chất lỏng và trong tâm của con quay trùng nhau, không có mômen ngoại lực nào tác dụng lên con quay, con quay không phát sinh tiến động. Ở thời điểm t_2, trái đất tự quay mang con quay theo đến vị trí B, lúc này trục OX của con quay nâng cao lên khỏi mặt phẳng ngang một góc θ khiến phát sinh mômen trọng lực M_y do chênh lệch chất lỏng trong hai bình, M_y chỉ theo chiều âm của OY, khiến mômen động lượng $\overline{H}$ quay quanh trục OZ tiến động về phía âm trục OY (chiều âm trục OY hướng về phía cực nam của trái đất), trục OX từ từ tiến động về mặt phẳng vòng kinh tuyến chỉ hướng bắc.

Cùng cách phân tích như vậy, nếu ở thời điểm t_1 trục con quay đặt hướng về phía tây, hình 16.18b, thì dễ nhận thấy, giống như trường hợp trên, mômen động lượng $\overline{H}$ chỉ về phía nam, còn trục chính OX thì tìm về hướng bắc. Từ đó, nhận thấy la bàn con quay bình thông nhau giống như la bàn con quay hạ trọng tâm đều có khả năng tự động tìm về hướng bắc.



Hình 16.18

Trong hai phương pháp biến con quay tự do thành la bàn con quay nói trên, tuy các thiết bị dùng để tạo mômen trọng lực khống chế có khác nhau nhưng đều giống nhau ở chỗ mômen khống chế có được đều do tác dụng của trọng lực khi trục chính và mặt phẳng nằm ngang tạo

thành một góc θ, tuy nhiên, chúng ngược chiều nhau. Để cho trục chính con quay có cùng hướng tiến động phải thiết kế sao cho mômen động lượng $\overline{H}$ của chúng chỉ theo hai hướng ngược nhau. Chính vì vậy, *mômen động lượng $\overline{H}$ của la bàn con quay hạ trọng tâm chỉ hướng bắc*, còn *mômen động lượng $\overline{H}$ của la bàn con quay bình thông nhau thì chỉ hướng nam.*

16.4.6 Dao động đẳng biên của la ban con quay con lắc cơ học

1. Bản chất vật lý của quy luật chuyển động của trục chính con quay

Hai loại la bàn con quay hạ trọng tâm và bình thông nhau đều dùng nguyên tắc con lắc cơ học để tạo mômen không chế nên gọi chung là la bàn con quay con lắc. Bỏ qua phân tích bằng toán học, có thể tóm tắt bản chất vật lý của quy luật chuyển động của trục chính con quay kiểu con lắc như sau.

Để khảo sát chuyển động của đầu mút bắc trục chính con quay cần phân tích tốc độ dài phát sinh tại đầu mút trục chính.

Lấy loại la bàn con quay hạ trong tâm đặt ở vĩ độ bắc, với trục chính không trùng với mặt phẳng vòng kinh tuyến làm ví dụ, tốc độ góc ảnh hưởng đến góc độ cao θ và góc phương vị α gồm ba loại:

$$\omega_{1y} = \omega_1 \sin\alpha \approx \omega_1\alpha$$

$$\omega_2$$

$$\omega_{pz} = -\frac{M\theta}{H}$$

Ba loại tốc độ góc trên tạo ra tốc độ dài của đầu mút trục chính như sau:

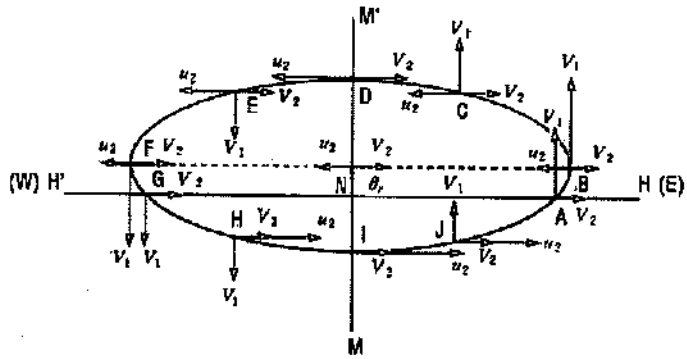
1) Thành phần $\omega_1\alpha$ khiến trục chính vừa rời khỏi mặt phẳng vòng kinh tuyến lập tức bị nâng lên hoặc hạ xuống với tốc độ dài $V_1 = H\omega_1\alpha$. Ở một vĩ độ nhất định giá trị và hướng của V_1 phụ thuộc vào giá trị và hướng của α. Khi α=0 thì V_1=0, α tăng thì V_1 tăng, α giảm V_1 giảm theo. Khi đầu bắc của trục chính lệch khỏi mặt phẳng vòng kinh tuyến về bên đông thì V_1 tăng, lệch bên tây V_1 giảm.

2) Thành phần ω_2 khiến trục chính tiến động lệch khỏi mặt phẳng vòng kinh tuyến, tốc độ dài là $V_2 = H\omega_2$. Với vĩ độ φ xác định, V_2 cố định không biến đổi. Ở vĩ độ bắc, trục chính lệch về bên đông với tốc độ dài V_2, ở vĩ độ nam trục chính lệch bên tây cũng với tốc độ dài V_2.

3) Do tác dụng của trọng lực con lắc, khi đầu mút bắc rời khỏi mặt phẳng ngang thì sinh ra mômen trọng lực M làm cho trục chính con quay tiến động quanh trục OZ với tốc độ góc ω_{pz} và tốc độ dài của đầu mút $u_2 = M\theta$. Khi $\theta = 0$, thì u_2=0; θ tăng lên, u_2 tăng lên; θ giảm thì u_2 cũng giảm theo. Khi đầu mút bắc của trục chính lệch lên trên mặt phẳng ngang (θ có dấu âm) thì nó tiến động về bên tây, ngược lại, lệch xuống dưới thì nó tiến động về bên đông.

Bằng cách phân tích tác dụng của các loại tốc độ dài tiến động V_1, V_2 và u_2 lên đầu mút bắc của trục chính con quay ở các vị trí khác nhau lần lượt từ vị trí A đến B ... theo như hình 16.19, nhận thấy quỹ đạo của đầu mút trục chính vẽ thành một hình elip, tạo thành dao động

đẳng biên trong không gian. Dao động này kéo dài liên tục quanh hướng bắc mà không chỉ hướng bắc. Cùng phương pháp như vậy, phân tích chuyển động của trục chính la bàn con quay bình thông nhau cũng có kết quả tương tự.



Hình 16.19

2. Quỹ đạo chuyển của động dao động đẳng biên của con quay có những đặc điểm như sau,

1) Quỹ đạo hình elip có dạng bẹt. Từ $e=\theta_o/\alpha_o$ biết rằng, ở vĩ độ xác định, e biến đổi từ 1/20~1/30, cho nên trục dài của elip rất dài, trục ngắn rất ngắn, tức góc phương vị biến thiên rất lớn, còn góc độ cao biến thiên nhỏ. Suy ra, nếu ảnh hưởng của mômen gây nhiễu trên trục đứng con quay khiến cho góc độ cao θ phát sinh sai số 1^0 thì góc phương vị α xuất hiện sai số 20^0~30^0; ngược lại, nếu mômen gây nhiễu trên trục ngang khiến cho góc phương vị α phát sinh sai số 1^0 thì góc độ cao θ chỉ xuất hiện sai số $1/20^0$~$1/30^0$. Từ đó nhận thấy rằng, tìm cách giảm ảnh hưởng mômen gây nhiễu trên trục thẳng đứng là một trong những biện pháp nâng cao độ chính xác chỉ hướng của la bàn.

2) Biết chu kỳ T của chuyển động elip (gọi là chu kỳ dao động đẳng biên hoặc chu kỳ dao động không ngăn trở),

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{H}{M\omega_e \cos\varphi}}$$

là thời gian cần thiết để đầu mút trục chính thực hiện một vòng chuyển động trên elip. T là một tham số đặc trưng quan trọng của la bàn con quay, phụ thuộc vào H, M và vĩ độ φ nơi đặt la bàn, nó không liên quan gì với vị trí chỉ hướng ban đầu của đầu mút trục chính. Để triệt tiêu sai số xung kích loại I (trình bày ở phần sau), trên vĩ độ thiết kế của la bàn con quay người ta lấy T_o =84,4 phút. Sau khi xác định các tham số của la bàn con quay thì T sẽ biến thiên, là hàm số của vĩ độ φ.

Ví dụ vĩ độ thiết kế là 60^0 thì quan hệ hàm số của T và φ như sau:

φ	0^0	20^0	40^0	50^0	60^0	70^0
T (phút)	59,2	61,5	68	74,5	84,4	102,4

3) Vị trí ổn định của trục chính la bàn con quay

Vị trí ổn định của trục chính la bàn con quay là ở tại tâm của elíp dao động. Chỉ cần trục chính rời khỏi vị trí này thì nó lại chuyển động liên tục theo quỹ đạo hình elip. Để ổn định có hai điều kiện:

a) Thứ nhất, trục chính phải nằm trong mặt phẳng vòng kinh tuyến, tốc độ dài lên xuống V_1=0, tức là $H\omega_1\alpha = 0$, do đó $\alpha_r = 0$.

b) Thứ hai, trên vĩ độ bắc, tốc độ tiến động hướng tây u_2=-V_2, tức là $M\theta = -H\omega_2$.

do đó $$\theta_r = -\frac{H\omega_2}{M}$$

Nếu thoả mãn hai điều kiện trên, thì trục chính con quay ổn định trong mặt phẳng vòng kinh tuyến ở góc độ cao θ_r trên mặt phẳng ngang. H, M cùng tốc độ góc tự quay của trái đất ω_e là các đại lượng đã xác định, còn lại θ_r là hàm số của vĩ độ φ tại vị trí con tàu. Có thể lấy một loại la bàn hạ trọng tâm làm ví dụ quan hệ hàm số giữa θ_r và φ :

φ	0^0	20^0	40^0	60^0	80^0
θ_r (phút góc)	0'	2'	3,8'	5,1'	5,8'

16.4.7 Tạo dao động tắt dần của la bàn con quay con lắc

1. Biến dao động đẳng biên của con quay thành dao động tắt dần

Để cho trục con quay cuối cùng ổn định trên hướng bắc phải làm sao biến dao động đẳng biên của đầu mút trục chính trở thành dao động tắt dần. Việc đó được thực hiện bằng một thiết bị "ngăn trở", thiết bị này có tác dụng thu nhỏ dần góc phương vị α và góc độ cao θ theo cùng một tỷ lệ cho đến khi trục chính ổn định chỉ hướng bắc, sau đó cho dù dưới một tác động nào khiến trục chính rời hướng bắc thì nó cũng tự dao động giảm dần để ổn định lại trên hướng bắc.

Như đã trình bày ở trên, dao động đẳng biên của dầu mút trục chính con quay phát sinh là do tác động của 3 tốc độ dài V_1,V_2, u_2, để buộc dao động này trở nên "tắt dần" cần tăng thêm một thiết bị để tạo ra "mômen ngăn trở" làm phát sinh tiến động phụ gọi là "tiến động ngăn trở". Tiến động ngăn trở phải thoả mãn yêu cầu, khi trục chính con quay đang tiến động về vị trí ổn định thì tiến động ngăn trở giúp tăng nhanh tốc độ tiến động của trục chính; khi trục chính tiến động rời vị trí ổn định thì tiến động ngăn trở buộc tốc độ tiến động của trục chính chậm lại. Dưới tác dụng của tiến động ngăn trở khiến cho trục chính nhanh chóng ổn định tại vị trí chỉ hướng bắc.

Có hai phương pháp tạo mômen ngăn trở, phương pháp ngăn trở trục ngang và phương pháp ngăn trở trục đứng.

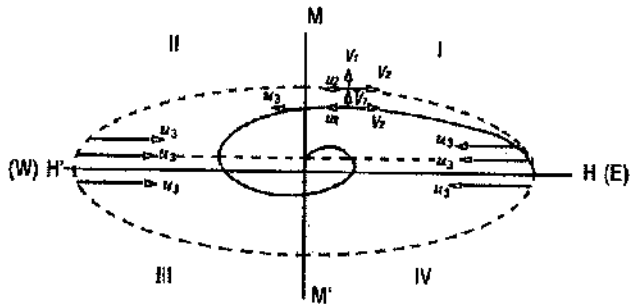
2. Phương pháp ngăn trở trục ngang

Ở phương pháp này, thiết bị ngăn trở tạo ra mômen ngăn trở tác dụng lên trục ngang OY của con quay, dưới tác dụng của mômen này khiến cho trục chính con quay tiến động quanh trục OZ, tốc độ dài tiến động biểu thị bằng u_3.

Để có tác dụng ngăn trở, u_3 phải được thiết kế sao cho nó luôn luôn hướng về mặt phẳng vòng kinh tuyến (Hình 16.20), khi trục chính lệch về bên tây mặt phẳng vòng kinh tuyến thì u_3 phải hướng đông, và ngược lại, khi trục chính lệch về bên đông mặt phẳng vòng kinh tuyến thì u_3 phải đổi hướng tây. Ở góc phần tư toạ độ I và III, u_3 làm cho trục chính tăng nhanh tốc độ trở về mặt phẳng kinh tuyến khiến độ cao θ giảm nhỏ dần, khi trục chính về đến mặt phẳng kinh tuyến thì góc độ cao θ nhỏ hơn góc độ cao của trục chính ở cùng vị trí đó trong trường

hợp dao động dao động đẳng biên. Ở góc phần tư toạ độ II và IV thì u_3 có tác dụng làm suy yếu tốc độ của trục chính rời khỏi mặt phẳng kinh tuyến làm cho góc phương vị α giảm nhỏ, nghĩa là khi trục chính tiến động đến mặt phẳng ngang thì góc phương vị α nhỏ hơn góc phương vị của trục chính ở cùng vị trí trong trường hợp dao động đẳng biên. Cứ tiếp tục như vậy, các góc θ và α đều giảm dần làm cho dao động đẳng biên biến thành dao động tắt dần cho đến khi đầu mút trục chính con quay ổn định tại vị trí ổn định của nó.

Trong phương pháp này tốc độ dài u_3 có tác dụng làm rút ngắn trục dài của elip dao động cho nên còn gọi là *phương pháp ngăn trở trục dài*, được áp dụng cho la bàn con quay hạ trọng tâm.



Hình 16.20

3. Phương pháp ngăn trở trục đứng

Phương pháp này dùng thiết bị ngăn trở tạo ra mômen ngăn trở tác dụng lên trục đứng OZ của hệ toạ độ con quay, khiến cho trục chính con quay phát sinh tiến động ngăn trở quanh trục OY, tốc độ dài tiến động cũng biểu thị bằng u_3 (Hình 16.21)

Để có dao động tắt dần phải thiết kế sao cho u_3 luôn hướng về mặt phẳng nằm ngang, khi trục chính lệch lên trên mặt phẳng ngang thì u_3 phải hướng xuống dưới, khi trục chính lệch phía dưới mặt phẳng ngang thì u_3 phải hướng lên trên. Cùng giống như cách phân tích nêu ở phương pháp ở trên, ở góc toạ độ I và III thì u_3 làm cho tốc độ chuyển động của trục chính rời khỏi mặt phẳng ngang bị chậm lại khiến θ giảm nhỏ dần, và ở góc toạ độ II và IV thì u_3 lại làm tăng nhanh tốc độ trục chính trở về mặt phẳng ngang khiến α giảm nhỏ dần. Cuối cùng dao động đẳng biên biến thành dao động tắt dần cho đến khi đầu mút trục chính con quay ổn định tại vị trí ổn định của nó. Trong phương pháp này, mômen ngăn trở tác dụng lên trục đứng của con quay cho nên còn gọi là *phương pháp ngăn trở trục ngắn*, được áp dụng trong la bàn con quay bình chất lỏng thông nhau.

4. Thiết bị ngăn trở la bàn con quay hạ trọng tâm

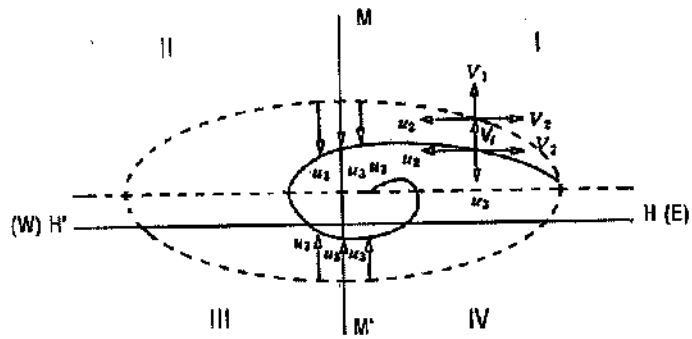
1) Cấu tạo của thiết bị ngăn trở

Để tạo mômen ngăn trở gây nên tiến động ngăn trở sao cho dao động đẳng biên của trục chính con quay biến thành dao động tắt dần phải dùng thiết bị ngăn trở.

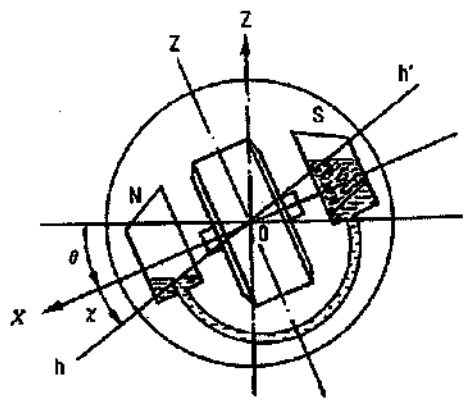
Đối với quả cầu quay (còn gọi là quả cầu nhạy cảm) của la bàn con quay hạ trọng tâm, thì trọng tâm của quả cầu được thiết kế sao cho trọng tâm của nó thấp hơn tâm hình học của quả cầu, trong quả cầu lắp hai con quay bằng môtơ điện (còn gọi là la bàn con quay hai con lắc).

Loại này áp dụng phương pháp ngăn trở trục ngang, dùng thiết bị ngăn trở chất lỏng lắp trong quả cầu nhạy cảm để tạo mômen ngăn trở. La bàn con quay Anchütz sử dụng giải pháp này.

Thiết bị ngăn trở chất lỏng gồm hai bình nhỏ thông nhau bằng các ống nhỏ đã được tính toán, trong bình chứa một loại dầu có độ nhớt cao, trên đỉnh của hai bình nối với nhau bằng ống nhỏ để thông hơi. Hai bình được lắp ở hai đầu bắc nam của quả cầu đối xứng qua trục OY của quả cầu quay, xem hình 16.22 (trong hình chỉ vẽ một môtơ, không vẽ ống thông hơi). Khi quả cầu quay rời khỏi vị trí ổn định của nó thì trục chính phát sinh góc độ cao θ khiến cho chất lỏng trong bình, theo nguyên tắc thông nhau, chảy qua từ bình cao xuống bình thấp.



Hình 16.21



Hình 16.22

Tuy nhiên, trong khi thiết kế kết cấu của thiết bị ngăn trở, các thông số như kích thước của bình, đường kính và chiều dài của ống nối và đặc biệt là độ nhớt của chất lỏng đã được tính toán sao cho tốc độ chảy của chất lỏng giữa hai bình có một thời gian trễ nhất định. Dưới tác dụng thời trễ khiến cho chất lỏng chênh lệch giữa hai bình, ở bình cao hơn vẫn còn giữ lại nhiều chất lỏng hơn khi trục chính đã lệch khỏi mặt phẳng ngang một góc độ cao θ khiến cho chất lỏng chênh lệch tạo ra mômen ngăn trở quanh trục OY. Khi thiết kế, thời gian trễ phải được tính toán sao cho giá trị cực đại của mômen ngăn trở vượt trước 90^0 giá trị cực đại của mômen con lắc của con quay. Tức là khi góc θ lớn nhất, mômen con lắc lớn nhất thì mômen ngăn trở phải bằng không. Khi góc θ bằng không đồng thời trục chính lệch bên đông góc phương vị α lớn nhất, mômen dao động lắc bằng không, thì mômen ngăn trở phải đạt giá trị cực đại đồng thời chỉ theo chiều âm của trục OY (phía đông). Nhờ tác dụng của thiết bị

ngăn trở cho nên khi la bàn con quay bắt dầu hoạt động, cho dù trục chính con quay nằm ở vị trí nào đi nữa thì sau một thời gian, trục chính cũng tìm về vị trí ổn định.

Bằng phương pháp phân tích toán học có thể chứng minh (ở đây không chứng minh) vị trí ổn định của trục chính con quay như sau:

$$\alpha_r = 0$$

$$\theta_r = \frac{H\omega_2}{M - C}$$

Trong đó, M - Mômen ngăn trở cực đại, C- hệ số chuyển đổi

Từ hai công thức của vị trí ổn định trên cho thấy, ở vị trí tĩnh tại vĩ độ bắc, vị trí ổn định của trục chính quả cầu quay kiểu con quay con lắc đôi (hạ trọng tâm) với thiết bị ngăn trở bằng bình chất lỏng là tại mặt phẳng kinh độ ($\alpha_r = 0$) và nâng cao lên phía trên mặt phẳng ngang một góc θ_r (hình 16.20).

2) Xác định thời gian ổn định của la bàn con quay

Để xác định thời gian ổn định, cần định nghĩa vài chỉ số sau đây:

a) Chỉ số tắt dần f (còn gọi là chỉ số ngăn trở) biểu thị mức độ giảm dần của góc phương vị trục chính con quay, a_1, a_2, a_3,. a_n, a_{n+1} là góc phương vị trong mỗi chu kỳ dao động tắt dần, lần lượt một lần lệch đông, kế tiếp một lần lệch tây,

$$f = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{\alpha_3}{\alpha_4} = \cdots = \frac{\alpha_n}{\alpha_{n+1}}$$

thông thường chỉ số tắt dần f nằm trong khoảng 2,5 ~ 4.

b) Chu kỳ ngăn trở (chu kỳ dao động tắt dần) T_D

Là thời gian cần thiết để trục chính con quay thực hiện một dao động ngăn trở khi con quay dao động tắt dần. Nếu tần số góc dao động ngăn trở của trục chính là n_1, thì T_D viết như sau,

$$T_D = \frac{2\pi}{n_1}$$

T_D là một chỉ số có liên quan đến kết cấu của la bàn và vĩ độ đặt la bàn. Tại một vĩ độ xác định chu kỳ ngăn trở T_D lớn hơn chu kỳ dao động đẳng biên.

Trên cơ sở phân tích các chuyển động của la bàn con quay, nhận thấy rằng từ lúc khởi động cho đến khi la bàn ổn định phải mất một khoảng thời gian nhất định. Trong lĩnh vực hàng hải thời gian ổn định này tính từ khi khởi động la bàn cho đến khi la bàn chỉ hướng với độ chính xác $\pm 1^0$.

Giả sử một la bàn hai con quay có thiết bị ngăn trở bằng bình thông nhau chất lỏng có chỉ số tắt dần f=3, chu kỳ ngăn trở T_D=90 phút. Nếu ở thời điểm ban đầu trục chính lệch đông góc phương vị lớn nhất $\alpha_1 = 180^0$, thì qua nửa chu kỳ ngăn trở $T_D/2$ = 45 phút thì trục chính đã chuyển động lệch tây đến góc phương vị $\alpha_2 = 180^0/3 = 60^0$. Qua nửa chu kỳ 45 phút tiếp theo thì trục chính lại chuyển động lệch đông đến góc phương vị $\alpha_3 = 60^0/3 = 20^0$. Trục

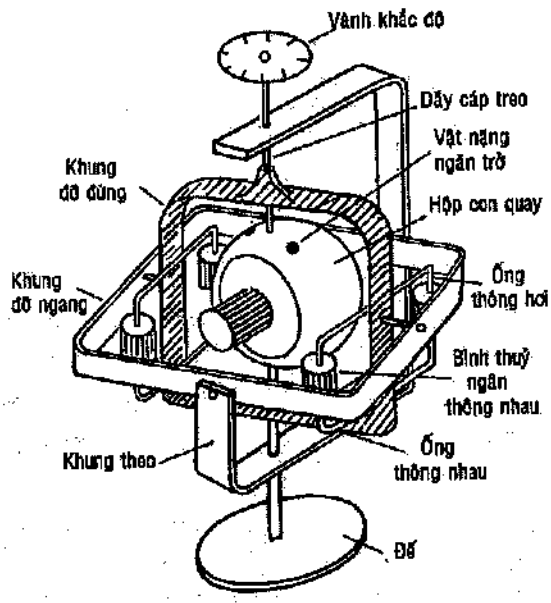
chính chuyển động tổng cộng qua 5 lần nửa chu kỳ tức là $5 \times T_D/2 = 3$ giờ 45 phút thì góc phương vị $\alpha_6 \approx 0{,}75^0$; đến đây, độ chính xác chỉ hướng của la bàn đã đạt yêu cầu. Có thể nói, bình thường để la bàn con quay có thể chỉ hướng đúng thì thời gian ổn định cần chừng 4 giờ. Dĩ nhiên là vị trí ban đầu của trục chính con quay đặt ở vị trí mà góc phương vị và góc độ cao lệch không lớn lắm thì thời gian ổn định của la bàn được rút ngắn đáng kể.

5. Thiết bị ngăn trở của la bàn con quay bình thông nhau chất lỏng

La bàn con quay bình thông nhau chất lỏng dùng phương pháp vật nặng tạo mômen ngăn trở trên trục thẳng đứng của con quay để biến dao động đẳng biên thành dao động tắt dần.

1) Kết cấu

Theo hình 16.23, một con quay đặt trong hộp la bàn quay với tốc độ cao quanh trục OX, mômen động lượng H chỉ về chiều âm của trục OX. Hộp con quay thông qua ổ đỡ trên khung đỡ thẳng đứng tạo thành trục thẳng đứng OZ, hộp con quay cùng với con quay quay quanh trục thẳng đứng tạo chuyển động theo phương vị. Khung đỡ thẳng đứng đặt trên ổ đỡ hai bên đông tây của khung đỡ nằm ngang hình thành trục OY nằm ngang, hộp con quay cùng con quay quay quanh trục này để hình thành chuyển động theo chiều cao. Trên đỉnh của giá đỡ có vành khắc độ nối cứng với hộp con quay để chỉ phương vị và hướng đi của tàu. Bình thông nhau chất lỏng gắn cứng với khung đỡ thẳng đứng, mỗi bên đông và tây gắn hai bình chất lỏng và nối ống thông nhau, trên đỉnh mỗi cặp bình có ống nối thông hơi. Hai vật nặng ngăn trở được tính toán thích hợp gắn ở hai bên đông tây trên hộp con quay.



Hình 16.23

2) Tạo dao động tắt dần

Khi khung thẳng đứng quay quanh trục OY làm cho trục chính phát sinh góc độ cao thì chất dầu trong bình cao hơn sẽ chảy về bình thấp hơn, phần dầu vượt trội trong bình hình thành mômen hiệu chỉnh trọng lực trên trục OY khiến trục con quay tiến động, như đã nói ở Mục 16.1.6 trên đây. Nhờ hai vật nặng ngăn trở gắn ở hai bên đông tây, khi trục con quay chuyển động lệch khỏi mặt phẳng nằm ngang hình thành góc độ cao θ thì vật nặng ngăn trở sẽ tạo ra thành phần mômen ngăn trở trên trục OZ, dưới tác dụng của mômen ngăn trở này, trục con quay tiến động theo quỹ đạo tắt dần để về vị trí ổn định.

Có thể chứng minh bằng phân tích toán học học (không cần chứng minh ở đây) vị trí ổn định của trục chính con quay được diễn đạt như sau:

$$\alpha_r = -\frac{M_D}{M} tg\varphi$$

$$\theta_r = -\frac{H\omega_2}{M}$$

Trong đó, M mômen ngăn trở, M_D – Mômen ngăn trở cực đại.

Trong hai công thức trên, $\alpha_r \neq 0$ chứng tỏ trục chính la bàn con quay bình thông nhau chất lỏng không nằm trong mặt phẳng kinh tuyến mà lệch khỏi mặt phẳng này một góc α_r, lệch khỏi mặt phẳng ngang góc độ cao θ_r.

$\alpha_r = -\frac{M_D}{M} tg\varphi$ được gọi là sai số vĩ độ (xem hình 16.21).

3) Thời gian ổn định của la bàn con quay bình chất lỏng thông nhau

Chu kỳ ngăn trở (chu kỳ dao động tắt dần) T_D

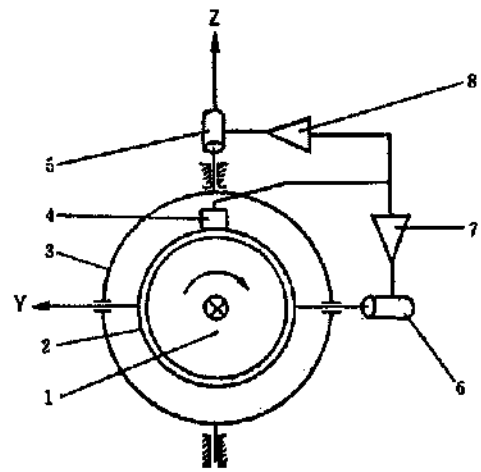
$$T_D = \frac{2\pi}{n_1} = \frac{4\pi H}{\sqrt{4MH\omega_1 - M_D^2}}$$

Trong đó, n_1 – tần số dao động qua lại của trục chính con quay

T_D bao giờ cũng lớn hơn chu kỳ dao động dắng biên T. Bình thường ở vĩ độ 0^0~70^0, thì chu kỳ ổn định T_D của la bàn con quay bình chất lỏng thông nhau nằm trong phạm vi 60~120 phút.

16.4.8 Nguyên lý la bàn con quay khống chế bằng điện từ

Chỗ khác nhau cơ bản của la bàn con quay khống chế bằng điện từ (Electro-magnetic torqued gyrocompass hoặc Electro-magnetic controlling gyrocompass) so với la bàn con quay con lắc ở chỗ phương pháp tạo ra mômen ngoại lực. Trong hệ thống la bàn con quay khống chế bằng điện từ, mômen ngoại lực cho con quay do thiết bị khống chế điện từ tạo ra.



Hình 16.24

Nguyên lý cơ bản của la bàn con quay khống chế điện từ được mô tả trên hình 16.24, bộ phận nhạy cảm là một con quay (1) (con quay đơn) cân bằng tự do, mômen động lượng H chỉ chiều dương của trục OX, hộp con quay (2) hình cầu tròn. Trên đỉnh của hộp con quay gắn một bộ cảm biến điện từ (4) để nhận tín hiệu điện cảm ứng phản ánh góc kẹp giữa trục chính con quay và mặt phẳng ngang, trên trục đứng và trục ngang mỗi nơi gắn một thiết bị tạo mômen (5) và (6). Giữa bộ cảm biến điện từ và thiết bị tạo mômen đều nối qua mạch khuếch đại (7) và (8).

Khi la bàn con quay bắt đầu hoạt động, trục chính con quay quay quanh trục ngang khiến trục chính lệch khỏi mặt phẳng ngang một góc θ thì bộ cảm biến cũng bị nghiêng đi một góc θ, tín hiệu điện đưa ra từ bộ cảm biến tỷ lệ thuận với góc θ và dấu của nó phụ thuộc vào θ lệch lên trên hay dưới mặt phẳng ngang. Tín hiệu điện từ bộ cảm biến đi qua hai đường:

Đường thứ nhất, tín hiệu qua mạch khuyếch đại mặt phẳng ngang (8) đưa đến bộ phận tạo mômen mặt phẳng ngang (5) tạo ra mômen khống chế bằng điện từ M_y trên trục ngang. Đường thứ hai, tín hiệu qua mạch khuyếch đại mặt phương vị (còn gọi khuyếch đại trục đứng), từ đó đưa đến bộ phận tạo mômen ngăn trở M_z trên trục đứng.

Giống như hai vật nặng tạo mômen ngăn trở trong la bàn con quay dùng bình chất lỏng thông nhau nói trên, ở loại la bàn con quay khống chế bằng điện từ, chỉ có mômen M_z tạo ra thành phần mômen ngăn trở trên trục OZ, dưới tác dụng của mômen ngăn trở này, trục con quay tiến động theo quỹ đạo tắt dần để về vị trí ổn định.

Bằng phương pháp phân tích toán học có thể chứng minh (ở đây không chứng minh) vị trí ổn định của trục chính con quay như sau:

$$\alpha_r = -\frac{K_z}{K_y} tg\varphi$$

$$\theta_r = -\frac{H\omega_z}{K_y}$$

Trong đó α_r biểu thị sai số vĩ độ của la bàn con quay khống chế bằng điện từ.

16.5 Sai số của la bàn con quay và cách trừ khử

Vì một nguyên nhân nào đó, chẳng hạn do phương pháp ngăn trở, trạng thái chuyển động của tàu, làm cho trục chính con quay lệch khỏi hướng bắc thật hình thành góc kẹp giữa trục chính và mặt phẳng kinh tuyến gọi là sai số la bàn con quay. Các sai số này có những quy luật biến đổi nhất định có thể xác định được bằng phân tích toán học. Để nâng cao độ chính xác chỉ hướng, các sai số này cần phải được trừ khử và hiệu chỉnh bằng các phương pháp khác nhau.

16.5.1 Sai số vĩ độ

Như trên đây đã chỉ rõ, trong loại la bàn con quay dùng phương pháp ngăn trở trục đứng, khi trục chính con quay ổn định nó không nằm trong mặt phẳng kinh tuyến mà lệch khỏi mặt phẳng kinh tuyến một góc, đó là sai số vĩ độ (Latitude error) ký hiêu $\alpha_{r\varphi}$,

$$\alpha_{r\varphi} = -\frac{M_D}{M} tg\varphi$$

$\alpha_{r\varphi}$ tỷ lệ thuận với tgφ, ở bắc vĩ độ $\alpha_{r\varphi}$ có dấu (-), tức sai số đông; ở nam bán cầu có dấu (+), tức sai số tây.

Có hai phương pháp khử sai số vĩ độ:

1. Phương pháp bù ngoại

   Còn gọi là phương pháp bù cơ học, dùng kết cấu cơ học, căn cứ vào góc $\alpha_{r\varphi}$ điều chỉnh đường chuẩn cơ bản của la bàn con quay, hoặc điều chỉnh đĩa khắc độ chỉ hướng sao cho sai số được khử ngay khi đọc số la bàn. Sau khi áp dụng phương pháp này, vẫn còn tồn tại sai số với góc độ nhỏ.

2. Phương pháp bù nội

Còn gọi là phương pháp bù điện học hoặc bù mômen, dùng một thiết bị điện tạo ra tín hiệu điện biến thiên theo quy luật sai số vĩ độ thông qua cơ cấu tạo mômen bù tác động vào chuyển động con quay sao cho trục chính quay ngược trở về mặt phẳng kinh tuyến làm triệt tiêu sai số vĩ độ.

Trong thực tiễn cũng có hai phương pháp tạo mômen bù nội, mômen bù trên trục OZ và mômen bù trên trục OY.

Đối với la bàn con quay bình chất lỏng thông nhau, ví dụ loại la bàn con quay MK37, áp dụng loại thiết bị tạo mômen bù trên trục đứng OZ.

Loại la bàn khống chế bằng điện từ thường dụng thiết bị tạo mômen bù trên trục ngang OY.

Các la bàn con quay hiện đại thường kết hợp khử sai số vĩ độ kết hợp trong cơ cấu khử sai số tốc độ.

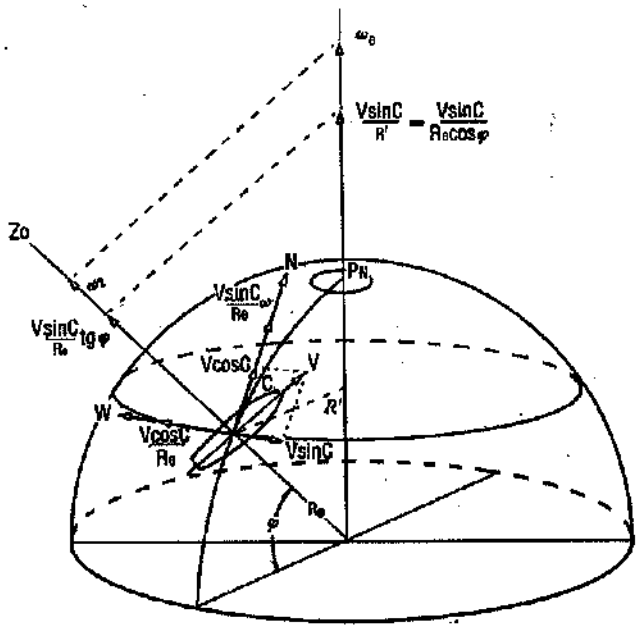
16.5.2 Sai số tốc độ

Phương vị ổn định của trục chính con quay khi tàu chạy với tốc độ đều so với phương vị ổn định của trục chính khi tốc độ tàu bằng không lệch nhau một góc phương vị gọi là sai số tốc độ (Speed error).

1. Ảnh hưởng của tốc độ tàu đến la bàn con quay

Giả sử tàu ở vĩ độ bắc, chạy với tốc độ đều V và với hướng đi cố định C, xem hình 16.25, chia tốc độ V ra hai thành phần trên hệ toạ độ địa lý ONWZ$_o$: tốc độ dài hướng bắc V_N chuyển động theo vòng kinh tuyến và tốc độ dài hướng đông V_E chuyển động theo vòng vĩ tuyến.

$$V_N = V\cos C$$



Hình 16.25

$$V_E = V\sin C$$

Thành phần V_N làm thay đổi vĩ độ của la bàn con quay tương tự như con quay chuyển động trên vòng kinh tuyến quanh tâm trái đất với tốc độ góc $\frac{V_N}{R_E}$ (R_E – bán kính trái đất) hướng theo theo chiều dương của trục OW. Thành phần V_E làm thay đổi kinh độ của la bàn con quay tương đương la bàn con quay chuyển động theo vòng vĩ tuyến với tốc độ góc $\frac{V_E}{R_e \cos\varphi}$, hướng chỉ bắc cực song song với trục trái đất. Hình chiếu của $\frac{V_E}{R_e \cos\varphi}$ trên trục ON và OZ của hệ toạ độ địa lý $ONWZ_o$ như sau,

$$\frac{V_E}{R_e \cos\varphi} \cdot \cos\varphi = \frac{V_E}{R_e}$$

$$\frac{V_E}{R_e \cos\varphi} \cdot \sin\varphi = \frac{V_E}{R_e} tg\varphi$$

Nếu tính gộp tốc độ góc tự quay của trái đất ω_e cùng tốc độ góc của chuyển động của tàu vào chuyển động theo của của hệ toạ độ địa lý $OWNZ_o$ thì 3 thành phần tốc độ góc trên 3 trục như sau,

$$\omega_N = \omega_1 + \frac{V_E}{R_e}$$

$$\omega_W = \frac{V_N}{R_e}$$

$$\omega_{Zo} = \omega_2 + \frac{V_E}{R_e} tg\varphi$$

Hình 16.26 mô tả chuyển động theo của la bàn con quay. Rõ ràng là chuyển động theo của la bàn con quay trên con tàu đang chạy so với chuyển động theo khi nó đặt cố định trên bờ là không giống nhau vì vậy khi tàu có tốc độ đều với các giá trị khác nhau thì vị trí ổn định của trục chính của con quay cũng không giống nhau.

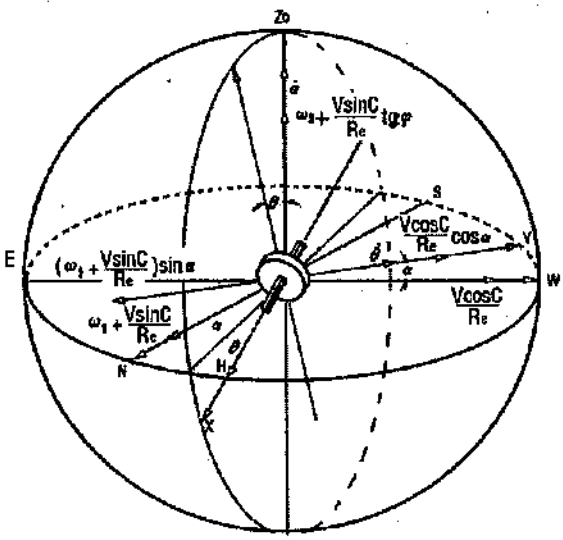
2. Công thức sai số tốc độ

1) Sai số tốc độ của la bàn con quay đôi kiểu con lắc (hạ trọng tâm)

Theo hình 16.26, hệ toạ độ của la bàn con quay OXYZ chuyển động tương đối với hệ toạ độ địa lý $ONWZ_o$ như sau, nó quay một góc quanh trục OZ_o góc α với tốc độ góc là $\dot{\alpha}$, quanh trục OY một góc θ với tốc độ góc $\dot{\theta}$. Vậy thành phần tốc độ góc ω_{py} và ω_{pz} chuyển động tuyệt đối của trục chính con quay trên trục OY và OZ của hệ tọa độ la bàn tương đối với không gian vũ trụ như sau,

$$\omega_{py} = \dot{\theta} + \frac{V_N}{R_e} \cos\alpha - (\omega_1 + \frac{V_E}{R_e}) \sin\alpha$$

$$\omega_{pz} = \dot{\alpha} + \omega_2 + \frac{V_E}{R_e} tg\varphi$$



Hình 16.26

Bằng cách kết hợp với phương trình cơ bản của con quay với chuyển động của quả cầu quay dưới ảnh hưởng của tốc độ và hướng đi của tàu, giải và tìm ra vị trí ổn định của trục chính quả cầu quay α_{rv} (không chứng minh ở đây), kết quả như sau,

$$tg\alpha_{rv} = \frac{\dfrac{V_N}{R_e}}{\omega_1 + \dfrac{V_E}{R_e}}$$

Vì α_{rv} rất nhỏ cho nên có thể lấy gần đúng $\text{tg}\,\alpha_{rv} \approx \alpha_{rv}$, thay thế V_N và V_E, ω_1 bằng các biểu thức tính của chúng, ta có công thức sai số tốc độ của la bàn con quay con lắc đôi (hạ trọng tâm) như sau,

$$\alpha_{rv} = \frac{V\cos C}{R_e\omega_e\cos\varphi + V\sin C}$$

Tính sai số tốc độ bằng công thức này có độ chính xác cao, cho nên đây là một công thức sai số tốc độ hoàn chỉnh.

2) Sai số tốc độ của la bàn con quay bình chất lỏng thông nhau

Bằng cách xác định các thành phần tốc độ góc ω_{py} và ω_{pz}, kết hợp với phương trình cơ bản của la bàn con quay bình chất lỏng thông nhau có thể giải và tìm ra sai số tốc độ α_r,

$$tg\alpha_r = \frac{\dfrac{V_N}{R_e}}{\omega_1 + \dfrac{V_E}{R_e}} - \frac{\dfrac{M_D}{M}\left(\omega_2 + \dfrac{V_E}{R_e}tg\varphi\right)\dfrac{1}{\cos\alpha_r}}{\omega_1 + \dfrac{V_E}{R_e}}$$

khi α_r rất nhỏ, có thể lấy $\text{tg}\,\alpha_r \approx \alpha_r$, $\cos\alpha_r \approx 1$, đồng thời xem xét ở vĩ độ trung bình và vĩ độ thấp $R_e\omega_1 >> V_E$, $R_e\omega_2 >> V_E tg\varphi$. Cuối cùng ta có công thức tính vị trí ổn định phương vị

của trục chính la bàn con quay bình chất lỏng thông nhau khi tàu chạy, tức sai số tốc độ của nó như sau,

$$\alpha_r = \frac{V\cos C}{R_e\omega_e\cos\varphi + V\sin C} - \frac{M_D}{M}tg\varphi = \alpha_{rv} + \alpha_{r\varphi}$$

Trong công thức này gồm hai vế, vế thứ nhất sai số tốc độ, vế thứ hai thuộc sai số vĩ độ mà ta đã đề cập tới ở phần sai số vĩ độ vừa trình bày ở trên.

3) Sai số tốc độ của la bàn con quay khống chế bằng điện từ

Cách phân tích giống như đối với la bàn con quay bình chất lỏng thông nhau ta có vị trí ổn định của trục chính con quay trên tàu đang chạy như sau,

$$\alpha_r = \frac{V\cos C}{R_e\omega_e\cos\varphi + V\sin C} - \frac{K_x}{K_y}tg\varphi = \alpha_{rv} + \alpha_{r\varphi}$$

3. Cách thức diễn đạt thông thường của sai số tốc độ

Khi tàu chạy trên vĩ độ trung bình và thấp, thì tốc độ dài của chuyển động tàu do trái đất tự quay $R_e\omega_e\cos\varphi = 900.\cos\varphi$ hải lý/giờ và lớn hơn rất nhiều so với thành phần trên hướng tây của tốc độ tàu VsinC, cho nên công thức sai số có thể giản lược như sau,

$$\alpha_{rv} = \frac{V\cos C}{R_e\omega_e\cos\varphi}$$

Công thức này tính góc bằng radian, để tiện tính toán có thể chuyển đổi sang độ bằng cách nhân cho $360/2\pi$, đồng thời thay $R_e\omega_e$ =900 hải lý/giờ, ta có công thức sai số tốc độ đơn giản như sau,

$$\alpha_{rv} = \frac{V\cos C}{5\pi\cos\varphi}$$

Ở vĩ độ trung bình và thấp tính sai số tốc độ bằng công thức này hoàn toàn thoả mãn yêu cầu hàng hải.

4. Đặc điểm của sai số tốc độ

Từ công thức sai số tốc độ ở trên có thể nhận thấy,

1) Sai số tốc độ chỉ phụ thuộc vào tốc độ, hướng đi và vĩ độ vị trí tàu mà không liên quan gì đến kết cấu của la bàn con quay, chỉ khi tàu chuyển động thì loại la bàn nào cũng phát sinh sai số tốc độ.

2) Sai số tốc độ biến thiên theo tốc độ tàu, tốc độ tàu lớn thì sai số tốc độ cũng lớn theo.

3) Sai số tốc độ tăng lên khi vĩ độ tăng.

4) Sai số tốc độ biến thiên theo hướng đi, khi hướng đi 000^0 và 180^0 thì sai số lớn nhất. Khi hướng đi 90^0 và 270^0 thì sai số bằng 0. Hướng đi từ 000^0 đến 90^0 và từ 270^0 đến 000^0 thì sai số tốc độ có dấu (+), lệch tây. Hướng đi từ 90^0 đến 180^0 đến 270^0 thì sai số có dấu (-), lệch đông.

[*Chú ý*: dấu (+) hoặc (-) của sai số tốc độ tính trong công thức trên quyết định ở toạ độ chọn, dấu này ngược với dấu (+), (-) trong hàng hải].

5. Khử sai số tốc độ

Có ba cách khử sai số tốc độ

1) Tính bằng công thức và tra bảng

a) Căn cứ vào công thức ở trên để tính toán.

Ví dụ:

Một tàu có hướng đi 180^0, tốc độ 20 hải lý, chạy với tốc độ đều trên xích đạo. Hãy tính sai số tốc độ?

Giải:

$$\alpha_{rv} = \frac{V\cos C}{5\pi\cos\varphi} = \frac{20\cos 180^0}{5\pi\cos 0^0} = \frac{20\times(-1)}{5\pi\times 1} = -1{,}27^0 \text{ (sai số Đông)}$$

b) Tra bảng

Cho các giá trị V, C và φ khác nhau tính ra sai số tốc độ α_{rv} và lập thành bảng (xem Bảng 16.A1 và 16.A2) để tìm nhanh chóng sai số tốc độ la bàn con quay, lấy số đọc trên đĩa khắc độ la bàn con quay hiệu chỉnh cho sai số tốc độ ta có hướng đi thật la bàn con quay.

2) Phương pháp bù ngoài

Trên một vài loại la bàn con quay con lắc người ta lắp các thiết bị cơ học để hiệu chỉnh sai số tốc độ. Các thiết bị cơ học này được xây dựng dựa trên mô hình toán học của sai số và tự điều chỉnh khi biến đổi các tham số. Cần lưu ý rằng, bằng phương pháp bù ngoài sai số tốc độ thì số đọc trên đĩa khắc độ là hướng đi thật trên la bàn con quay, nhưng ngay trên quả cầu quay là hướng chưa hiệu chỉnh, tức là trục chính con quay thì không chỉ đúng hướng bắc.

3) Phương pháp bù trong để khử sai số tốc độ

Phương pháp bù trong còn gọi là bù mômen lực, dùng cơ cấu tính toán bằng điện học để lấy ra tín hiệu theo mô hình toán học của sai số tốc độ đưa qua thiết bị tạo mômen tác dụng lên trục con quay sao cho trục chính con quay quay trở vào mặt phẳng vòng kinh tuyến từ đó triệt tiêu sai số tốc độ.

Thông thường, nhận thấy ảnh hưởng của thành phần V_E không lớn lắm cho nên không cần xem xét. Chỉ có thành phần V_N của sai số tốc độ được triệt tiêu bằng cách cho mômen lực bù M_{zv} tác động vào con quay làm cho trục chính con quay quay về mặt phẳng kinh tuyến nhờ đó triệt tiêu sai số tốc độ. Giải phương trình con quay với tác dụng của M_{zv} ta có thể tìm vị trí ổn định của trục chính sau khi khử sai số tốc độ.

Đối với la bàn con quay khống chế điện từ, sau khi triệt tiêu sai số tốc độ thì vị trí ổn định của trục chính con quay như sau,

$$\alpha_{r\varphi} = -\frac{K_z}{K_y} tg\varphi$$

$$\theta_r = -\frac{H\omega_2}{K_y}$$

Chú ý, công thức này hoàn toàn giống như công thức vị trí ổn định của trục chính la bàn khống chế điện từ đặt trên nền cố định (không phải đặt trên con tàu đang chạy), có nghĩa là sai số tốc độ đã bị triệt tiêu.

SAI SỐ TỐC ĐỘ CỦA LA BÀN CON QUAY

16.A1

VĨ ĐỘ	DẤU CỦA SAI SỐ TRÊN CÁC HƯỚNG				TỐC ĐỘ TÀU (Kn)					
	−		+		8	12	16	20	24	28
	0	360	180	180	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.7
0°	15	345	165	195	0.5	0.8	1.0	1.3	1.4	1.7
	30	330	150	210	0.4	0.6	0.9	1.1	1.3	1.5
đến	45	315	135	225	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.5
	60	300	120	240	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9
20°	75	285	105	255	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5
	90	270	90	270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0	360	180	180	0.6	0.9	1.2	1.5	1.7	2.0
	15	345	165	195	0.6	0.9	1.1	1.4	1.6	2.0
	30	330	150	210	0.5	0.7	1.0	1.2	1.5	1.8
30°	45	315	135	225	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4
	60	300	120	240	0.3	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0
	75	285	105	255	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5
	90	270	90	270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0	360	180	180	0.7	1.0	1.3	1.7	2.0	2.3
	15	345	165	195	0.7	1.0	1.2	1.5	1.9	2.2
	30	330	150	210	0.6	0.8	1.1	1.4	1.7	2.0
40°	45	315	135	225	0.5	0.7	0.9	1.2	1.4	1.6
	60	300	120	240	0.3	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2
	75	285	105	255	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6
	90	270	90	270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0	360	180	180	0.7	1.1	1.4	1.8	2.2	2.5
	15	345	165	195	0.7	1.0	1.4	1.7	2.1	2.4
	30	330	150	210	0.6	0.9	1.2	1.6	1.9	2.1
45°	45	315	135	225	0.5	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7
	60	300	120	240	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.2
	75	285	105	255	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6
	90	270	90	270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0	360	180	180	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8
	15	345	165	195	0.8	1.1	1.5	1.8	2.2	2.6
	30	330	150	210	0.7	1.0	1.3	1.6	2.0	2.3
50°	45	315	135	225	0.6	0.8	1.1	1.4	1.7	2.0
	60	300	120	240	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4
	75	285	105	255	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
	90	270	90	270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0	360	180	180	0.9	1.3	1.8	2.2	2.7	3.2
	15	345	165	195	0.9	1.3	1.7	2.1	2.6	3.0
	30	330	150	210	0.8	1.1	1.5	1.9	2.3	2.7
55°	45	315	135	225	0.6	0.9	1.3	1.6	1.9	2.3
	60	300	120	240	0.4	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5
	75	285	105	255	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.8
	90	270	90	270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

SAI SỐ TỐC ĐỘ CỦA LA BÀN CON QUAY (tiếp theo) 16.A2

VĨ ĐỘ	DẤU CỦA SAI SỐ TRÊN CÁC HƯỚNG				TỐC ĐỘ TÀU (Kh)					
	−		+		8	12	16	20	24	28
60°	0	360	180	180	1.0	1.5	2.0	2.5	3.1	3.6
	15	345	165	195	0.9	1.4	1.9	2.4	2.9	3.5
	30	330	150	210	0.8	1.3	1.7	2.1	2.6	3.0
	45	315	135	225	0.7	1.1	1.4	1.8	2.2	2.3
	60	300	120	240	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8
	75	285	105	255	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	1.0
	90	270	90	270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
65°	0	360	180	180	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2
	15	345	165	195	1.2	1.7	2.3	2.9	3.5	4.1
	30	330	150	210	1.0	1.6	2.1	2.6	3.1	3.6
	45	315	135	225	0.9	1.3	1.7	2.1	2.6	3.0
	60	300	120	240	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.2
	75	285	105	255	0.3	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
	90	270	90	270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70°	0	360	180	180	1.5	2.2	3.0	3.7	4.5	5.2
	15	345	165	195	1.5	2.2	2.9	3.6	4.3	5.0
	30	330	150	210	1.3	1.9	2.6	3.2	3.9	4.5
	45	315	135	225	1.1	1.6	2.2	2.7	3.2	3.7
	60	300	120	240	0.7	1.1	1.5	1.9	2.2	2.6
	75	285	105	255	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.3
	90	270	90	270	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Đối với la bàn con quay bình chất lỏng thông nhau, để triệt tiêu sai số tốc độ người ta cũng cho một mômen lực bù tác dụng vào trục đứng M_{zr}. Giải phương trình con quay với tác dụng của M_{zr} ta có thể tìm vị trí ổn định của trục chính con quay sau khi khử sai số tốc độ như sau,

$$\alpha_r = 0$$

$$\theta_r = -\frac{H\omega_2}{M}$$

Qua công thức này nhận thấy sai số vĩ độ và sai sô tốc độ đều đã bị triệt tiêu.

16.5.3 Sai số xung kích

Ảnh hưởng do quán tính của chuyển động cơ học đột biến của tàu trên hành trình (như thay đổi tốc độ, đổi hướng, hoặc đồng thời biến đổi tốc độ và hướng đi) đối với la bàn sinh ra sai số gọi là sai số xung kích (ballistic error).

1. Sai số xung kích loại I

Chuyển động cơ đột biến phát sinh gia tốc của tàu làm xuất hiện lực quán tính ngược chiều với gia tốc, lực quán tính này tác dụng lên thiết bị khống chế trọng lực khiến hình thành sai số xung kích loại I.

1) Dịch chuyển vị trí do xung kích

Giả sử tàu chạy với hướng C, trong khoảng thời gian Δt tăng tốc từ V_1 đến V_2 , V_2-V_1= Δ, (Hình 16.27) với gia tốc đều là j. Khối lượng con quay là m, Trọng tâm của con quay hạ thấp

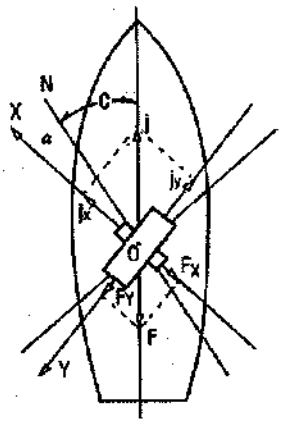
khỏi trung tâm 0 một khoảng cách a, lực quán tính F tác dụng vào trọng tâm G, lực quán tính thành phần trên hướng trục OX và OY là F_X và F_Y , có thể xác định được dịch chuyển vị trí của trục chính con quay như sau,

$$B_z = \frac{M}{Hg}\Delta V_N$$

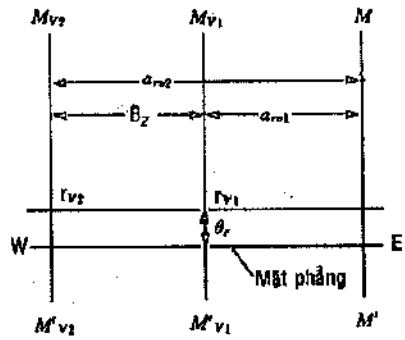
Trong đó $\Delta V = j.\Delta t$ và $\Delta V_N = \Delta V \cos C$.

Từ công thức nhận xét thấy, B_z là hàm số của các tham số kết cấu của con quay, gia tốc, V, thời gian gia tốc và hướng đi.

2) Hiệu của sai số tốc độ



Hình 16.27



Hình 16.28

Quá trình chuyển động cơ đột biến từ V_1 đến V_2 trong khoảng thời gian Δt, trục chính la bàn con quay có sai số tốc độ tương ứng như sau, (xem hình 16.28)

$$\alpha_{rv1} = \frac{V_1 \cos C}{R_e \omega_e \cos s\varphi}$$

và

$$\alpha_{rv2} = \frac{V_2 \cos C}{R_e \omega_e \cos s\varphi}$$

đầu trục chính con quay dịch chuyển một khoảng B_z, từ vị trí r_{v1} đến vị trí r_{v2}. Vì Δt rất ngắn có thể coi φ không đổi, có thể lấy hiệu sai số tốc độ như sau,

$$\Delta\alpha_{rv} = \alpha_{rv1} - \alpha_{rv1} = \frac{(V_2 - V_1)\cos C}{R_e \omega_e \cos\varphi} = \frac{\Delta V_N}{R_e \omega_e \cos\varphi}$$

Giả sử V2 >V1, đồng thời tốc độ tàu có thành phần hướng bắc, cho nên $\Delta\alpha_r$ có dấu (+), có nghĩa là vị trí ổn định mới nằm ở phía tây vị trí ổn định cũ. Đồng thời mômen quán tính M_y (do lực quán tính Fx gây ra) chỉ theo chiều dương của trục OY khiến cho trục chính chỉ hướng bắc của con quay lệch về phía tây, dịch chuyển vị trí do lực xung kích của trục chính mang dấu (+).

3) Công thức sai số xung kích loại I

So sánh dịch chuyển vị trí B_z và hiệu sai số tốc độ $\Delta\alpha_{rv}$ nhận xét thấy rằng, giống như sai số tốc độ, hiệu sai số tốc độ $\Delta\alpha_{rv}$ là hàm số của tốc độ, hướng đi và vĩ độ của tàu, không liên quan với các tham số kết cấu của con quay. Trong khi đó, B_z là hàm số của các tham số kết cấu của con quay, gia tốc, thời gian gia tốc và hướng đi. So sánh hai đại lượng này, có 3 trường hợp xảy ra như sau:

a) Sau khi kết thúc chuyển động cơ đột biến, nếu $B_z < \Delta\alpha_r$ thì trục chính tiến động và dừng lại ở bên đông vị trí ổn định mới (đối với tốc độ V_2), hoặc $B_z > \Delta\alpha_r$ thì trục chính tiến động và dừng lại ở bên tây vị trí ổn định mới (đối với tốc độ V_2). Trường hợp này xuất hiện sai số xung kích loại I.

b) Sau khi kết thúc chuyển động cơ đột biến, nếu $B_z = \Delta\alpha_r$ thì trục chính tiến động và dừng lại đúng ở vị trí ổn định mới, trường hợp này không xuất hiện sai số xung kích loại I.

Bằng cách so sánh hai đại lượng B_z và $\Delta\alpha_r$ ta có thể suy ra công thức tính sai số xung kích loại I như sau,

$$B_1 = B_z - \Delta\alpha_{rv} = \frac{H}{Hg}\Delta V_N - \frac{\Delta V_N}{R_e\omega_e\cos\varphi}$$

Rút gọn và thay thế các vế, ta có công thức cuối cùng,

$$B_1 = (\alpha_{rv2} - \alpha_{rv1})\left(\frac{\cos\varphi}{co\varphi_0} - 1\right)$$

Trong đó,

B_1 - Sai số xung kích loại I,

$(\alpha_{rv2} - \alpha_{rv1}) = \Delta\alpha_{rv}$ - là hiệu sai số tốc độ

φ - Vĩ độ tàu

φ_0 - Vĩ độ thiết kế của la bàn con quay.

Bằng công thức này có thể xác định gần đúng sai số xung kích loại I.

4) Phân tích đặc điểm của sai số xung kích loại I

a) Khi tàu phát sinh chuyển động cơ đột biến trên vĩ độ thiết kế, vì chu kỳ dao động T=84,4 phút, không phát sinh sai số xung kích loại I (có thể suy ra từ công thức).

b) Quá trình chuyển động cơ đột biến vừa kết thúc thì sai số xung kích loại I lớn nhất, sau chuyển động cơ đột biến thì giá trị của sai số và dấu biến đổi theo chu kỳ và dần dần mất đi.

c) Khi $\varphi > \varphi_0 \rightarrow \left(\frac{\cos\varphi}{\cos\varphi_0}\right) < 0$, nếu tàu gia tốc về hướng bắc $\rightarrow (\alpha_{rv2} - \alpha_{rv1}) > 0$ thì $B_1<0$, trục chính lệch bên đông vị trí ổn định; nếu tàu gia tốc về hướng nam $\rightarrow (\alpha_{rv2} - \alpha_{rv1}) < 0$ thì $B_1>0$, trục chính lệch bên tây vị trí ổn định.

Khi $\varphi < \varphi_0 \rightarrow \left(\frac{\cos\varphi}{\cos\varphi_0}\right) > 0$, nếu tàu gia tốc về hướng bắc $\rightarrow (\alpha_{rv2} - \alpha_{rv1}) > 0$ thì $B_1 > 0$, trục chính lệch bên tây vị trí ổn định mới; nếu tàu gia tốc về hướng nam $\rightarrow (\alpha_{rv2} - \alpha_{rv1}) < 0$ thì $B_1 < 0$, trục chính lệch bên đông vị trí ổn định mới.

2. Sai số xung kích loại II

Có thể lấy loại la bàn con quay bình chất lỏng thông nhau làm ví dụ và giả thiết la bàn đặt trên vĩ độ thiết kế, không có sai số quán tính loại I. Trong trường hợp này thì lực quán tính do chuyển động cơ đột biến không những tác dụng lên trong tâm hạ thấp của con quay mà còn tác dụng lên bình chất lỏng ngăn trở. Theo như hình 16.27, lực quán tính F_X chỉ về chiều âm của trục OX, điều đó khiến cho chất lỏng trong bình thông nhau chảy từ bình phía bắc xuống bình phía nam, bình phía nam xuất hiện chất lỏng dư làm phát sinh mômen trên chiều âm của trục OY khiến trục chính tiến động về phía đông, điều đó làm suy giảm tốc độ góc tiến động sinh ra bởi lực quán tính của chuyển động cơ đột biến tác dụng vào trọng tâm con quay. Vì nguyên nhân đó, khi kết thúc dao động cơ đột biến, trục chính vẫn không thể tiến động đến vị trí ổn định mới, góc kẹp giữa vị trí ổn định mới và trục chính gọi là sai số xung kích loại II.

Cần nói thêm rằng vì chất lỏng trong bình ngăn trở chảy trễ một thời lượng nhất định, cho nên sau khi kết thúc chuyển động cơ đột biến thì sai số xung kích loại II sinh ra khá nhỏ.

Sai số xung kích loại II được triệt tiêu bằng cách đóng bình thông nhau khi tàu có chuyển động cơ đột biến.

16.5.4 Sai số lắc

Sai số lắc sinh ra do lực quán tính phát sinh khi con tàu bị lắc bởi sóng gió tác dụng lên loại la bàn con quay đơn.

Trong một số loại la bàn con quay, bộ phận nhạy cảm và bộ phân truy theo được đặt trong một hệ thống giá đỡ và treo trên đế la bàn, mục đích của thiết bị đó là để cho đĩa khắc độ phương vị vẫn ổn định trên mặt phẳng không bị ảnh hưởng khi tàu lắc do sóng gió, nâng cao độ chính xác khi đọc số phương vị. Tuy nhiên, cách làm đó vẫn không triệt tiêu hoàn toàn sai số lắc của la bàn con quay.

Chu kỳ lắc của tàu nói chung rất nhỏ, từ 15 đến 20 giây, so với chu kỳ dao động của trục chính con quay. Tuy nhiên lực quán tính do lắc sinh ra lớn hơn rất nhiều so với lực quán tính của chuyển động cơ đột biến, giá trị và hướng luôn biến đổi theo chu kỳ. Thời gian tàu lắc thường kéo rất dài so với thời gian chuyển động cơ đột biến của tàu. Do những đặc điểm nói trên, qua phân tích lý thuyết suy ra công thức gần đúng mô tả sai số lắc như sau,

$$\alpha_r = \frac{MD^2\beta_0^2\omega_r^4 \sin 2C}{2Hg^2\omega_e \cos\varphi}$$

Trong đó,

M - Mômen lực khống chế lớn nhất của la bàn con quay;

D - Khoảng cách thẳng đứng từ vị trí lắp đặt la bàn con quay đến trục lắc của tàu;

β_0 - Góc lắc lớn nhất của tàu;

ω_r - Tốc độ góc lắc của tàu;

C - Góc kẹp giữa hướng chuyển động của sóng với mặt phẳng kinh tuyến;

H - Mômen động lượng của con quay;

g - Gia tốc trọng trường;

ω_e - Tốc độ góc tự quay của trái đất

φ - Vĩ độ địa lý của tàu.

Thực tiễn chứng minh rằng la bàn con quay kiểu con quay đơn không thể sử dụng trên tàu vì sai số lắc quá lớn.

La bàn con quay kiểu Anchütz sử dụng trên tàu đã áp dụng phương pháp triệt tiêu một cách hiệu quả sai số lắc bằng cách dùng con quay kép (xem hình 16.32) gồm hai môtơ điện lắp trong quả cầu nhạy cảm, mômen động lượng của hai con quay vuông góc với nhau, mômen động lượng tổng hợp là trục chính của quả cầu nhạy cảm nằm trên trục Bắc Nam. Bằng cách này, mômen động lượng của mỗi môtơ con quay tạo thành với trục chính quả cầu quay một góc 45^0, trên hướng trục Bắc Nam và trục Đông tây của quả cầu quay đều tồn tại mômen động lượng, mặt khác chu kỳ lắc của quả cầu quay quanh trục chính (trục Bắc Nam) lớn hơn nhiều so với chu kỳ lắc của tàu (tần số lắc chậm hơn), cho nên trong quá trình tàu lắc, mặt phẳng xích đạo của quả cầu quay luôn nằm trên mặt phẳng địa lý, trục chính quả cầu quay có tính ổn định, nhờ đó sai số lắc của nó giảm đi rất nhiều, trên thực tế coi như không có sai số lắc.

Đối với la bàn con quay kiểu Sperry, thuộc nhóm sản xuất đầu tiên, dùng bình thuỷ ngân để khống chế trọng lực, sai số lắc được triệt tiêu bằng cách điều chỉnh chu kỳ chảy của thuỷ ngân trong bình thuỷ ngân sao cho chu kỳ này bằng chu kỳ lắc của tàu. Kiểu Sperry về sau này dùng bình chất lỏng (dùng loại dầu có độ nhớt cao) thông nhau khống chế trọng lực thì chu kỳ chảy của chất lỏng được điều chỉnh sao cho nó lớn hơn rất nhiều so với chu kỳ lắc của tàu để triệt tiêu sai số lắc đến mức thấp nhất, sắp xỉ bằng không.

La bàn con quay theo kiểu Arma-Brown, trong con lắc điện từ chứa đầy chất dầu có độ nhớt cao để tạo ngăn trở rất mạnh đối với con lắc khiến trong quá trình tàu lắc không lắc theo chu kỳ của tàu lắc, nhờ đó sai số lắc cũng bị triệt tiêu.

16.5.5 Sai số đường cơ bản

Đường chuẩn dọc tàu dùng để định hướng khi lắp la bàn con quay và các la bàn phản ảnh lên tàu sao cho việc đọc đọc hướng chính xác gọi là *đường cơ bản*. Khi lắp la bàn con quay trên tàu phải làm sao cho đường cơ bản song song với đường trục dọc của tàu, nếu không, sẽ phát sinh sai số đọc số, đó là sai số đường cơ bản.

Sai số đường cơ bản không phụ thuộc vào thời gian và hướng đi của tàu, vì vậy đó là sai số cố định. La bàn chính và các la bàn phản ảnh đều có thể tồn tại sai số đường cơ bản khác nhau, tuy nhiên, sai số đường cơ bản của la bàn chính sẽ thể hiện lên trên la bàn phản ảnh, vì vậy khi xác định và hiệu chỉnh sai số đường cơ bản thì phải tiến hành xác định và hiệu chỉnh sai số đường cơ bản của la bàn phản ảnh trước khi xác định và hiệu chỉnh sai số đường cơ bản của la bàn chính.

1. Một số điều cần chú ý khi xác định sai số đường cơ bản.

Trước khi xác định sai số đường cơ bản:

1) Xác nhận chắc chắn rằng la bàn con quay đã ổn định chỉ hướng bắc;

2) La bàn chính và các la bàn phản ảnh phải điều chỉnh phối hợp đồng bộ;

3) Xác nhận biểu xích la bàn dùng để đo phương vị không có sai số;

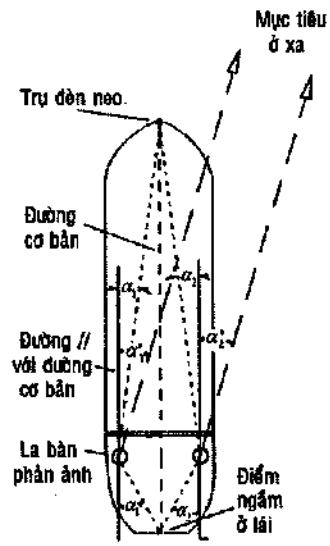
4) Xác định sai số đường cơ bản khi tàu đã cặp cầu hoặc neo đậu.

5) Đối với loại la bàn con quay có thiết bị điều chỉnh sai số, nút điều chỉnh tốc độ đặt về vị trí "0", nút điều chỉnh vĩ độ đặt về vĩ độ vị trí tàu. Đối với la bàn không có thiết bị điều chỉnh sai số thì tính toán sai số vĩ độ.

Nếu xác định sai số đường cơ bản khi tàu đang hành trình, đối với la bàn con quay có thiết bị hiệu chỉnh sai số, thì đặt nút tốc độ và vĩ độ theo tốc độ và vĩ độ thực tế của tàu; đối với loại la bàn không có thiết bị điều chỉnh sai số thì phải tính sai số tốc độ và vĩ độ.

2. Cách xác định và hiệu chỉnh sai số đường cơ bản trên la bàn phản ảnh dùng để đo phương vị.

Khi hai la bàn phản ảnh lắp đặt *đối xứng* ở hai bên cánh gà trái phải của buồng lái, đầu tiên đo góc mạn một điểm ngắm ngay chính giữa mũi tàu (chẳng hạn trụ đèn neo ở mũi tàu), hoặc một điểm ngắm nào đó ở ngay giữa lái tàu, xác nhận rằng điểm ngắm này có góc mạn bằng nhau và ngược dấu nhau, theo như hình 16.29 tức $\alpha_1 = \alpha_2$; chọn một mục tiêu lục địa rõ ràng, ở xa (khoảng cách trên 3 hải lý) ở bên mạn phải hoặc bên mạn trái đều được, dùng hai la bàn phản ảnh đo góc mạn của mục tiêu này, nếu $\alpha'_1 = \alpha_2'$. Nếu thoả mãn hai điều kiện đó coi như la bàn phản ảnh không có sai số đường cơ bản.



Hình 16.29

Nếu sai số đường cơ bản của hai la bàn phản ảnh lớn hơn $\pm 0{,}5^0$ thì tiến hành hiệu chỉnh, mở các ốc cố định của bộ phận phía trên của gia đỡ la bàn phản ảnh, xoay la bàn phản ảnh ngược chiều một góc tương ứng với sai số, vặn chặt ốc cố định.

3) Xác định và hiệu chỉnh sai số đường cơ bản của la bàn chính

Tàu đang hành trình, dùng phương pháp chập tiêu hoặc mặt trời xác định sai số của la bàn chính. Hoặc khi tàu cặp tại cầu, dùng phương pháp chập tiêu xa, hoặc đo phương vị của mép cầu cảng so sánh với phương vị trên hải đồ để xác định sai số la bàn chính. Chỉ cần khấu trừ sai số vĩ độ vào kết quả nhận được bằng hai cách xác định vừa nói trên có thể biết sai số đường cơ bản.

Nếu sai số đường cơ bản của la bàn chính lớn hơn $\pm 0{,}5^0$ thì tiến hành hiệu chỉnh, phương pháp hiệu chỉnh tuỳ kiểu la bàn con quay, nói chung là phải hiệu chỉnh đường chuẩn đánh dấu trên la bàn chính theo chỉ dẫn của nhà chế tạo để khử bỏ sai số đường cơ bản.

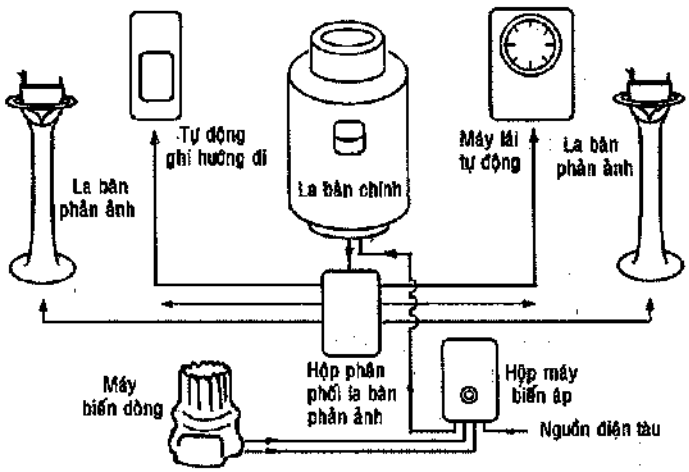
16.6 Các loại la bàn con quay thông dụng trong hàng hải

16.6.1 La bàn con quay Anchütz Standard 4

Nhóm la bàn con quay kiểu Anchütz là một trong 3 nhóm lớn la bàn con quay sử dụng trên tàu biển, là la bàn con quay sử dụng nguyên lý con quay để chỉ hướng sớm nhất. Điển hình trong nhóm này gồm có: la bàn con quay Anchütz Standard IV, 4, 6, 12, 14, 20 , C. Plath của Đức, CMZ của Nhật, và Hàng hải I của Trung quốc.

Đây là loại la bàn con quay kiểu con lắc cơ học có những đặc điểm như sau: bộ phận nhạy cảm là một quả cầu chứa hai con quay (con quay kép) nhờ lực nổi của dung dịch và giá đỡ phụ để giữ cho quả cầu quay nổi trong trang thái tự do, dùng phương pháp hạ trọng tâm để có mômen khống chế, áp dụng phương pháp ngăn trở bằng bình chất lỏng để có mômen ngăn trở.

Thập niên 40, 50 của thế kỷ trước kiểu Anchütz IV và, 4 được sử dụng rộng rãi trên các tàu chạy biển, kiểu Anchütz 20 là loại mới nhất sử dụng từ thập niên 90 thế kỷ trước. Đó là một sản phẩm ưu việt được thị trường chấp nhận rộng rãi. Trong phần này mô tả kiểu Anchütz 4 là loại điển hình cho dòng la bàn con quay kiểu Anchütz. Các bộ phận chính của la bàn mô tả trên Hình 16.30 là thiết bị toàn bộ của Anchütz. Ở đây chỉ giới thiệu các bộ phận cơ bản của thiết bị.



Hình 16.30

1. Các số liệu cơ bản

- Độ chính xác $\pm 1^0$
- Vĩ độ thích ứng (Suitable for latitudes) $0\sim75^0$
- Tốc độ thích ứng (Suitable for speeds) 0~45kn
- Nhiệt độ môi trường $-10^0C\sim45^0C$
- Thời gian ổn định (settling time) khoảng 4 giờ
- Nguồn điện tàu Xoay chiều 3 pha 380/440V 50/60 Hz.
- Điện áp làm việc của quả cầu quay và hệ thống tuy theo 110V/333Hz (±3%)
- Điện áp hâm nóng, quạt gió, truyền hướng 50V/50Hz
- Tốc độ rôto con quay (rate of gyrorotor) 20 000r/m

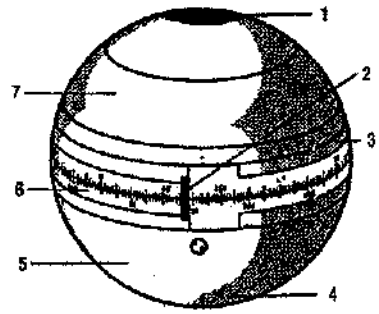
- Tuổi thọ quả cầu quay khoảng 20 000 giờ
- Dòng điện
  - Khởi động (quả cầu quay) khoảng 1,5~2,5 A
  - Vận hành bình thường (quả cầu quay) 0,6~0,1A
  - Gia nhiệt 1,8~2,0A
- Dung dịch nâng (Surpporting liquid)
  - Thể tích 5 lít
  - Nhiệt độ làm việc 52^0C
- Kích thước la bàn chính: đường kính x độ cao 500mmx810mm

2. Vài đặc điểm kết cấu của la bàn chính

1) Quả cầu quay

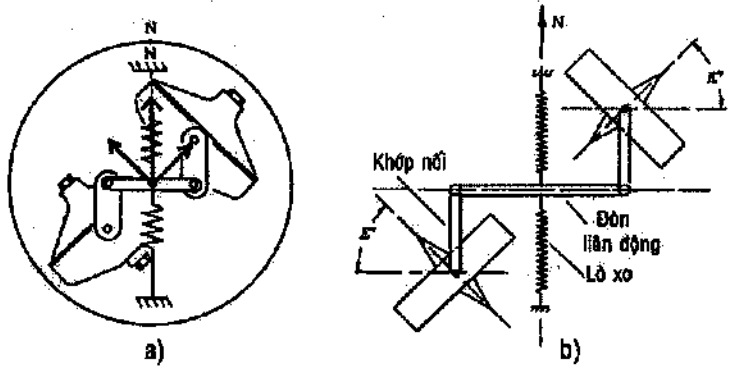
a) Bộ phận nhạy cảm - Quả cầu quay (Sensitive element - Gyrosphere), hình 16.31.

Bộ phận nhạy cảm gồm: *(1) Điện cực đỉnh, (2) Điện cực truy theo, (3) Điện cực xích đạo hẹp, (4) Điện cực đáy, (5) Bán cầu dưới, (6) Điện cực xích đạo rộng, (7) Bán cầu trên; (8) Vành khắc độ từ 0~360^0 chung quanh xích đạo quả cầu.*



Hình 16.31

Hình 16.32 là kết cấu bên trong quả cầu quay. Bên trong gồm có hai môtơ dùng làm con quay hoàn toàn giống nhau theo kiểu môtơ ba pha dị bộ. Hai khớp động nối mềm bằng vòng bi ở điểm tựa trên hướng trục đứng của mỗi mô tơ liên kết với nhau thông qua tay đòn liên động, như hình (b) .



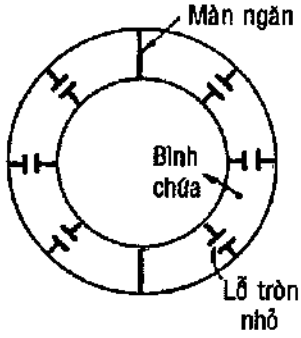
Hình 16.32

Điểm giữa của đòn liên động nối với các đầu của hai lò xo ở hai bên, dầu kia của lò xo nối với giá gắn liền với vỏ quả cầu. Khi hai khớp nối song song với nhau thì trục chính của hai môtơ con quay vuông góc với nhau và tạo thành góc 45^0 so với trục chính quả cầu quay. Bằng kết cấu liên kết này, hai mô mơ chỉ có thể quay quanh trục đứng một góc bằng nhau và theo hướng ngược nhau. Nói một cách khác, trục chính của hai môtơ chỉ có thể quay quanh

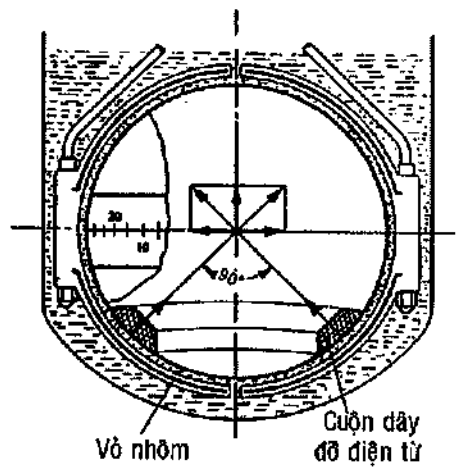
trục đứng của mình sao cho đồng thời làm tăng hay giảm góc kẹp giữa hai trục chính của chúng, bằng cách đó, tổng hợp mômen động lượng của hai môtơ quay luôn nằm trùng với « trục chính » của quả cầu quay. Nhờ cách áp dụng hai con quay, đảm bảo nâng cao tính định hướng của quả cầu quay và giảm sai số lắc của la bàn.

b) Bên trong quả cầu quay còn có thiết bị ngăn trở. Đó là một bình chứa dầu hình vành khuyên, cố định trên giá đỡ trong quả cầu, hình 16.33, dùng để tạo mômen ngăn trở. Trên hướng bắc nam có hai màn ngăn tạo thành hai khoang dầu riêng biệt đông tây, trong mỗi khoang lại chia ra các khoang nhỏ, trên mỗi vách ngăn có các ống dẫn tròn thông nhau và các lỗ khác nằm phía trên vách ngăn để thông hơi, dầu trong bình có độ nhớt rất cao. Khi trục chính con quay chuyển động theo chiều thẳng đứng (trục con quay rời mặt phẳng ngang), thì dầu từ bình này chảy qua bình kia theo các lỗ nhỏ theo hướng trục bắc nam để giữ cho bề mặt dầu ngang bằng. Nhờ độ nhớt của dầu tạo ra thời trễ, khiến cho dầu vượt trội ở một phía nào đó tác dụng làm sinh ra mômen ngăn trở trên trục ngang của quả cầu quay.

c) Cuộn dây đỡ điện từ (Repulsion coil)



Hình 16.33



Hình 16.34

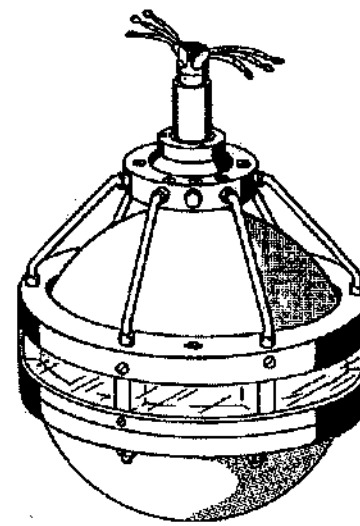
Quả cầu quay đặt trong quả cầu truy theo thả nổi trong chất lỏng nâng, khi nhiệt độ làm việc ở $52^0C \pm 3^0C$ thì lực nổi của quả cầu nhỏ hơn trọng lực của nó chừng 15~20g làm cho quả cầu quay chìm xuống chạm đáy quả cầu truy theo, vì nguyên nhân đó, khi tàu đổi hướng sẽ phát sinh mômen lực ma sát ảnh hưởng độ chính xác của la bàn. Để khắc phục tình trạng này, người ta đặt một cuộn dây đỡ hình xuyến nằm sát đáy quả cầu quay (Hình 16.34), nhờ có cuộn dây đỡ điện từ khiến cho quả cầu quay nổi trong phạm vi quả cầu truy theo mà không chạm đáy chậu. Khi cho dòng điện xoay chiều đi qua cuộn dây, làm phát sinh dòng điện cảm ứng điện từ xoáy trên vỏ nhôm của quả cầu truy theo, dòng điện xoáy trong vỏ nhôm và dòng điện trong cuộn dây lệch pha nhau 180^0, từ trường do dòng điện xoáy tạo ra và từ trường do cuộn dây tạo ra ngược chiều nhau, cho nên giữa đáy quả cầu truy theo và đáy quả cầu quay hình thành lực đẩy nhau, thành phần thẳng đứng của lực đẩy giúp quả cầu quay không chìm sát đáy quả cầu truy theo, thành phần ngang của lực đẩy này giúp cho quả cầu quay nằm đúng ở trung tâm quả cầu truy theo. Bằng tính toán có thể chọn lực đẩy sao cho khe hở trên dưới giữa quả cầu quay và quả cầu truy theo chừng 4mm và 8mm, khe hở hai bên xích đạo chừng 2mm. Mặt khác, lực đẩy có quan hệ với khe hở giữa hai quả cầu, khi khe hở lớn thì

lực đẩy nhỏ, lực nổi quả cầu quay thì lại phụ thuộc nhiệt độ chất lỏng nâng quả cầu, cho nên, trong phạm vi nhiệt độ nhất định, độ cao của quả cầu được điều chỉnh một cách tự động. Chẳng hạn, khi nhiệt độ dung dịch tăng cao, thì trọng khối của dung dịch này giảm nhỏ, quả cầu chìm xuống, làm cho khe hở ở dưới nhỏ lại, lực đỡ của cuộn dây tăng lên, nếu nhiệt độ dung dịch giảm xuống thì tác dụng ngược lại, kết quả là quả cầu quay chỉ có thể lơ lửng ở vị trí trung gian. Việc tự động điều chỉnh như vậy chỉ thực hiện khi nhiệt độ biến đổi trong phạm vi nhất định, cho nên nhất thiết phải duy trì dung dịch trong la bàn con quay hoạt động ở nhiệt độ giới hạn để đảm bảo la bàn con quay hoạt động bình thường.

d) Dầu bôi trơn cho hai môtơ con quay

Để đảm bảo các môtơ con quay hoạt động bình thường, ở đáy quả cầu quay lắp một bình dầu bôi trơn, dầu tự động hút vào ổ trục con quay để bôi trơn. Vì vậy khi tồn giữ hoặc lau chùi quả cầu quay phải nhẹ nhàng, không đặt nghiêng qủa cầu quá 45^0, để dầu không bị chảy ra khỏi bình chứa dính vào các linh kiện con quay làm ảnh hưởng hoạt động bình thường của con quay.

Trước khi đóng kín, qua cầu quay được rút chân không và bơm vào đầy chất hydrô để chống oxy hoá các linh kiện trong đó và giảm ma sát cho trục môtơ con quay.



Hình 16.35

2) Bộ phận truy theo (Follow-up element)

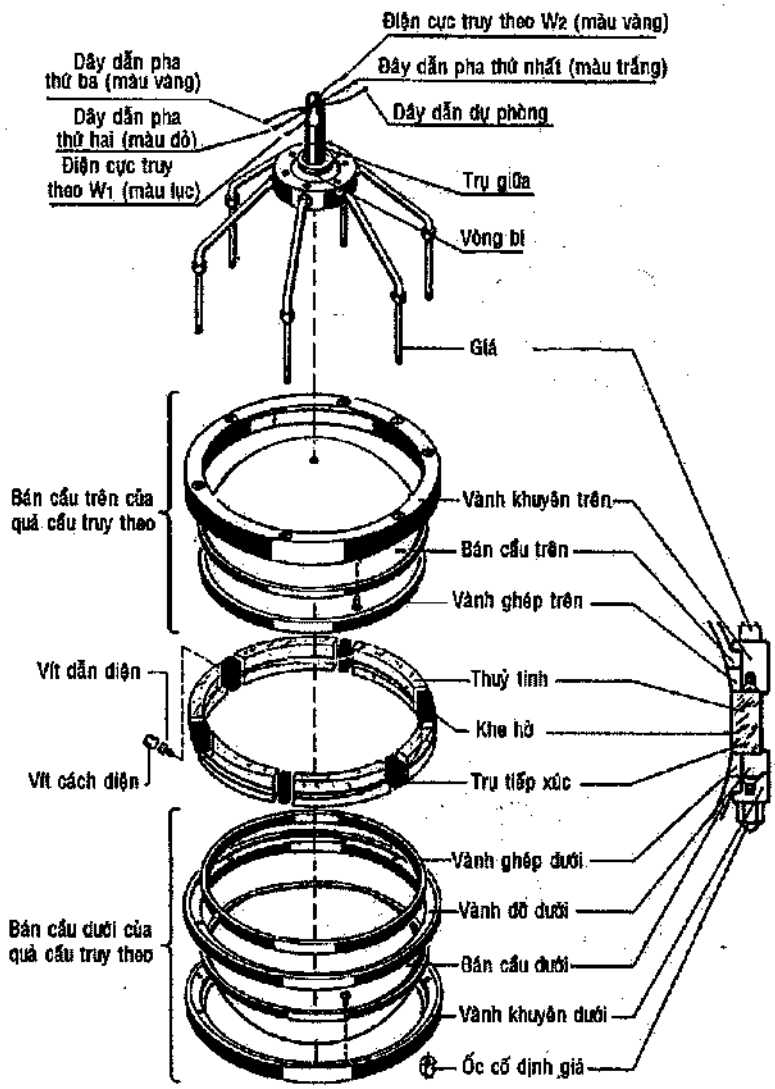
Công việc của bộ phận truy theo là quay theo qủa cầu quay để duy trì đường 0 - 180^0 trên vành khắc độ luôn luôn đồng bộ với trục chính quả cầu quay, trục chính quả cầu quay chỉ hướng bắc thì điểm "0" độ trên đĩa khắc độ cũng phải biểu thị hướng bắc.

a) Quả cầu theo

Qủa cầu theo cấu thành bởi các bộ phận như mô tả trên hình 16.35 và 16.36.

Quả cầu theo gồm hai bán cầu bằng nhôm, các vành xích đạo, các vít dẫn điện, các tấm thuỷ tinh tạo thành. Bên trong đỉnh và đáy quả cầu theo phủ một lớp dẫn điện hình thành các cực điện cung cấp điện cho quả cầu quay. Phía trên và dưới giữa hai bán cầu có hai vòng xích đạo, bên trong cũng phủ lớp dẫn điện gọi là cực điện xích đạo. Toàn bộ quả cầu ngoài các cực điện, bên ngoài được bọc kín bằng chất cách điện. Các cực điện của quả cầu theo có vị trí tương ứng với các cực dẫn điện của quả cầu quay ở đỉnh, đáy và xích đạo. Nhờ khoảng cách giữa hai quả cầu rất hẹp, diện tích điện cực lớn, giữa có dung dịch dẫn điện cho nên dòng điện từ quả cầu theo vào quả cầu quay với điện trở rất nhỏ. Bản thân dung dịch có điện trở suất lớn nên ở những vị trí khác không thông mạch điện, dòng điện đưa vào là điện xoay chiều nên không xảy ra hiện tượng điện phân trong dung dịch.

Trong 6 trụ cách điện có một cặp trụ được phủ chất dẫn điện bên trong gọi là điện cực truyền động, vị trí của nó đối ứng với điện cực truyền động của quả cầu quay, các cực điện này có chức năng tạo và chuyển tải tín hiệu truyền động.



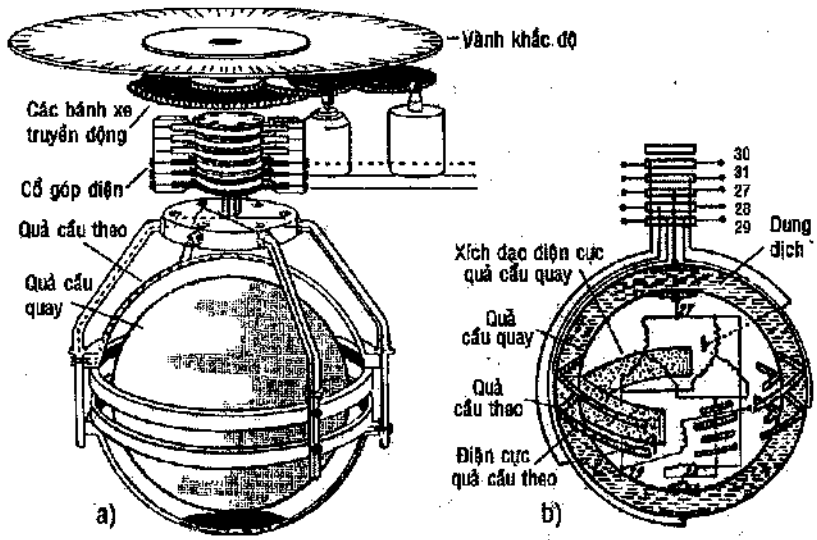
Hình 16.36

Các miếng thuỷ tinh giữa các trụ cách điện dùng để quan sát quả cầu từ bên ngoài, bên trong các miếng thuỷ tinh có kẻ một đường nằm ngang dùng để kiểm soát độ cao của quả cầu quay bên trong. Khi la bàn con quay hoạt động bình thường, cho phép đường xích đạo của quả cầu quay cao hơn 2 mm so với mặt phẳng qua đường kẻ trên các miếng thuỷ tinh, cho phép thay đổi trong phạm vi 1mm.

Quả cầu theo không kín, chứa quả cầu quay bên trong, và được giữ bằng giá đỡ, tất cả quả cầu theo cùng quả cầu quay thả vào trong chậu dung dịch như hình 16.37b. Khi quả cầu quay hoạt động, nhiệt lượng khuếch tán ra ngoài dung dịch, quả cầu quay khong bị nóng, giữ cho quả cầu quay hoạt động bình thường.

Toàn bộ quả cầu theo treo trên bàn la bàn bằng trụ giữa và ổ đỡ (vòng bi) , các dây dẫn đi bên trong trụ giữa, điện từ nguồn đưa vào các bộ phận trong quả cầu theo thông qua các cổ

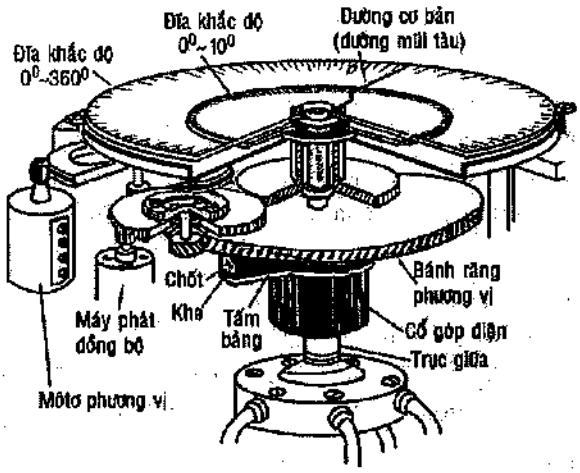
góp điện quanh trụ giữa, hình 16.37a. Nguồn điện xoay chiều 3 pha thông qua các cực điện giữa quả cầu theo, quả cầu quay và dung dịch cung cấp cho các môtơ con quay trong quả cầu quay theo như hình 16.37b.



Hình 16.37

b) Bánh xe phương vị và đĩa khắc độ

Bánh xe phương vị và đĩa khắc độ và quả cầu quay nối cơ học với nhau theo như hình 16.38. Giá cổ góp điện gắn với một tấm bảng, ở đầu cuối tấm bảng có một khe lõm, dưới bánh xe răng phương vị có hai cái chốt, chốt giữa mắc vào trụ giữa, chốt ngoài biên mắc vào khe lõm của tấm bảng và ép chặt bằng lò xo. Khi tàu đổi hướng, vị trí tương đối giữa quả cầu quay và quả cầu theo thay đổi làm phát sinh tín hiệu truy theo, tín hiệu truy theo (giải thích ở phần sau) đưa đến môtơ phương vị làm cho môtơ phương vị quay, kéo theo bánh răng phương vị, nhờ các chốt lõm ở dưới bánh răng làm quay quả cầu theo, đưa quả cầu theo quay đồng bộ theo quả cầu quay.



Hình 16.38

Các đĩa khắc độ (đĩa bên ngoài 0^0~360^0 cách nhau 1^0 và đĩa bên trong 0^0~10^0 cách nhau $0,1^0$) được cố định bên trên bánh răng phương vị. Khi bánh xe phương vị quay thì các đĩa khắc độ chỉ phương vị cũng quay, nhờ đường mũi tàu chỉ ra hướng đi của con tàu. Khi bánh răng phương vị quay đồng thời kéo theo máy phát đồng bộ để phát đi tín hiệu cho các la bàn phản ảnh.

3. Phần cố định

Phần cố định của la bàn con quay gắn liền với kết cấu con tàu gồm có chậu la bàn, bàn la bàn, các vòng cân bằng dùng để giữ cân bằng la bàn...

Chậu la bàn là một thùng chứa dung dịch bằng hợp kim đồng thao hình viên trụ mặt bên trong phủ lớp cao su cứng cách điện. Trong chậu chứa dung dịch để nâng quả cầu quay và quả cầu theo, nhiệt độ kế thả trong dung dịch. Chậu có một cửa sổ bằng thuỷ tinh hướng về phía lái tàu, trên cửa sổ vạch một đường đỏ thẳng đứng, đó là đường chuẩn để quan sát hướng đi của tàu và độ cao của quả cầu quay.

Bàn la bàn là một miếng nắp tròn lắp trên chậu la bàn gắn chặt vào chậu bằng 12 vít cố định. Các phần động của la bàn và các môtơ, bánh xe răng, các thiết bị điện ... được lắp trên bàn la bàn. Trục giữa quả cầu theo được treo bằng ổ trục đỡ trên bàn la bàn.

Hệ thống cân bằng gồm các vòng các đăng, lò xo ... dùng để triệt tiêu một phần tác dụng lắc của tàu và giảm chấn động.

Hộp la bàn bao gồm đế la bàn, nắp la bàn. Đế la bàn gắn chặt vào thân tàu, trong đế có lắp quạt gió để làm mát la bàn.

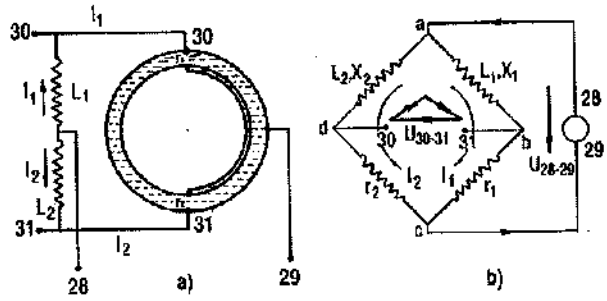
4. Hệ thống truy theo

Tác dụng của hệ thống truy theo là đảm bảo cho hệ thống truyền động của la bàn cùng chuyển động quay theo quả cầu quay. Hệ thống truy theo gồm cầu tín hiệu Wheastone, bộ phận khuếch đại tín hiệu và môtơ phương vị hợp thành.

Hệ thống truy theo hoạt động như sau, khi tàu đổi hướng, mômen động lượng tổng hợp của quả cầu quay vẫn chỉ hướng bắc, do tác dụng của lực ma sát, quả cầu theo cùng chuyển động quay theo tàu làm cho vị trí tương đối giữa quả cầu quay và quả cầu theo thay đổi khiến điện trở giữa các điểm tương ứng trên quả cầu quay và quả cầu theo biến đổi, cầu Wheastone mất cân bằng và phát sinh tín hiệu điện áp. Sau khi khuyếch đại, tín hiệu điện áp được đưa sang để quay môtơ phương vị, môtơ phương vị thông qua bánh xe răng quay quả cầu theo, các đĩa khắc độ và máy phát đồng bộ. Quả cầu theo quay cho đến khi vị trí tương đối của nó với quả cầu quay trở về trạng thái ban đầu, khiến cầu Wheastone trở lại cân bằng, điện áp ra bằng không, môtơ phương vị ngừng quay. Lúc này các đĩa khắc độ đã chỉ ra hướng đi của tàu.

Nguyên lý hoạt động của cầu điện Wheastone (Wheastone Bridge) như sau,

Một nhánh cố định của cầu điện tín hiệu, hình 16.39a gồm một biến áp đối xứng M_2 có hai cuộn dây sơ cấp L_1, L_2 cảm kháng của chúng là X_1 và X_2. Nhánh động của cầu điện gồm điện trở r_1 và r_2 của dung dịch giữa hai nhóm cực điện truyền động của quả cầu quay và quả cầu theo, hai điện trở này có trị số tỷ lệ thuận với khoảng cách giữa hai cực điện truyền động. Nguồn điện của cầu tín hiệu gồm hai pha, pha hai (dây 28) và pha 3 (dây 29) của nguồn 3 pha cung cấp. Điện áp tín hiệu truyền động U_{30-31} lấy ra từ đầu dây 30 và 31. Hình 16.39b là sơ đồ tương đương của cầu điện tín hiệu.



Hình 16.39

Giả sử điện áp cung cấp từ nguồn giữa hai điểm 28 và 29 là $\overline{U}_{28-29}$, vào thời điểm khảo sát điện áp đầu 28 mang dấu (+) và đầu 29 (-), công thức mô tả dòng điện I_1 và I_2 trên mạch như sau:

$$\bar{I}_1 = \frac{\overline{U}_{28-29}}{r_1 + jX_1}$$

$$\bar{I}_2 = \frac{\overline{U}_{28-29}}{r_2 + jX_2}$$

Theo định luật điện học có thể viết,

$$\overline{U}_{30-31} = \bar{I}_1 r_1 - \bar{I}_2 r_2$$

Thay dòng điện $\bar{I}_1$ và $\bar{I}_2$ vào công thức và lấy $X_1 = X_2 = X$ thì,

$$\overline{U}_{30-31} = \frac{\overline{U}_{28-29} jX(r_1 - r_2)}{(r_1 + jX)(r_2 + jX)}$$

Công thức này biểu thị quan hệ hàm số giữa điện áp đầu ra $\overline{U}_{30-31}$ và điện áp đầu vào $\overline{U}_{28-29}$ của cầu tín hiệu. Điện áp này sau khi khuếch đại được đưa sang môtơ phương vị. Tuỳ vị trí tương đối giữa quả cầu quay và quả cầu theo dẫn tới các kết quả như sau:

Khi, tàu không đổi hướng, do vị trí tương đối giữa quả cầu theo và quả cầu quay khiến $r_1 = r_2$ $\rightarrow \overline{U}_{30-31} = 0$, cầu điện tín hiệu ở trạng thái cân bằng.

Khi tàu đổi hướng, như phân tích ở phần trên, $r_1 \neq r_2$, cầu điện tín hiệu mất cân bằng, khiến đầu ra 30-31 xuất hiện điện áp $\overline{U}_{30-31}$. Nếu tàu quay về bên trái thì $r_1 > r_2$, khi tàu quay về bên phải thì ngược lại $r_2 > r_1$. Điều đó có nghĩa là khi tàu quay hai hướng khác nhau thì điện áp sinh ra có chiều khác nhau, khiến cho môtơ phương vị quay theo hai chiều khác nhau để truy theo quả cầu quay, nhờ đó đĩa khắc độ phản ảnh đúng hướng đi của tàu.

6. Sử dụng và bảo dưỡng la bàn con quay Ancühtz Standard 4

1) Khởi động và tắt máy

Mỗi lần khởi động hay tắt la bàn đều khiến cho ổ đỡ trục chính quả cầu quay bị một lần chấn động làm giảm tuổi thọ quả cầu quay, cho nên cố gắng giảm số lần khởi động hoặc tắt máy. Nếu dừng tàu ở cầu không dài quá một tháng thì không nên cho la bàn dừng hoạt động.

(1) Kiểm tra trước khi khởi động

Cần kiểm tra chu đáo những vấn đề sau đây:

a) Công tắt nguồn trên hộp nguồn khởi động ở vị trí "tắt", công tắt bảo vệ vượt mức dòng điện đặt ở vị trí "nối. Công tắt truyền động ở cửa sổ nhỏ bên trái hộp la bàn đặt ở vị trí "ngắt"

b) Toàn bộ các cầu chì bảo vệ ở trạng thái hoàn hảo bình thường.

c) Toàn bộ thiết bị sạch sẽ, khô ráo, các bộ phận cơ trong la bàn chính, máy ghi hướng đi, la bàn phản ảnh chuyển động linh hoạt, các điểm nối đầu dây điện giữa các thiết bị tiếp xúc tốt, các dây tiếp đất tốt.

d) Bề mặt dung dịch nâng quả cầu quay nhìn thấy cách đỉnh của lỗ châm dung dịch chừng 4~5 cm là hợp lý, nếu không đủ phải bổ sung thêm dung dịch.

e) Chỉnh các thiết bị ghi hướng đi, la bàn phản ảnh đồng bộ với la bàn chính.

(2) Khởi động

Trước khi sử dụng 4~5 giờ phải khởi động la bàn theo các bước sau đây:

a) Bật công tắt nguồn ở hộp nguồn khởi động về vị trí "mở" (nối)

Chú ý: i) Đèn chỉ chị dòng điện 3 pha sáng

ii) Quả cầu quay nổi lên

b) Đợi 20 ~90 phút cho đến khi các đèn chỉ thị dòng 3 pha tối thì bật công tắt truy theo về vị trí "mở", hệ thống truy theo bắt đầu hoạt động.

Chú ý: i) Chỉ số đọc trên đĩa khắc độ phương vị la bàn chính phải thống nhất với số đọc trên quả cầu quay (xem ở cửa sổ hộp la bàn).

ii) Số đọc trên các la bàn phản ảnh và thiết bị ghi hướng đi phải thống nhất với la bàn chính.

c) La bàn hoạt động ổn định, nhiệt độ dung dịch nâng con quay 52^0C, quan sát độ cao quả cầu quay khi bàn la bàn cân bằng.

(3) Tắt la bàn

a) Tắt công tắt truy theo;

b) Tắt công tắt nguồn.

2) Các tham số cần chú ý khi sử dụng la bàn

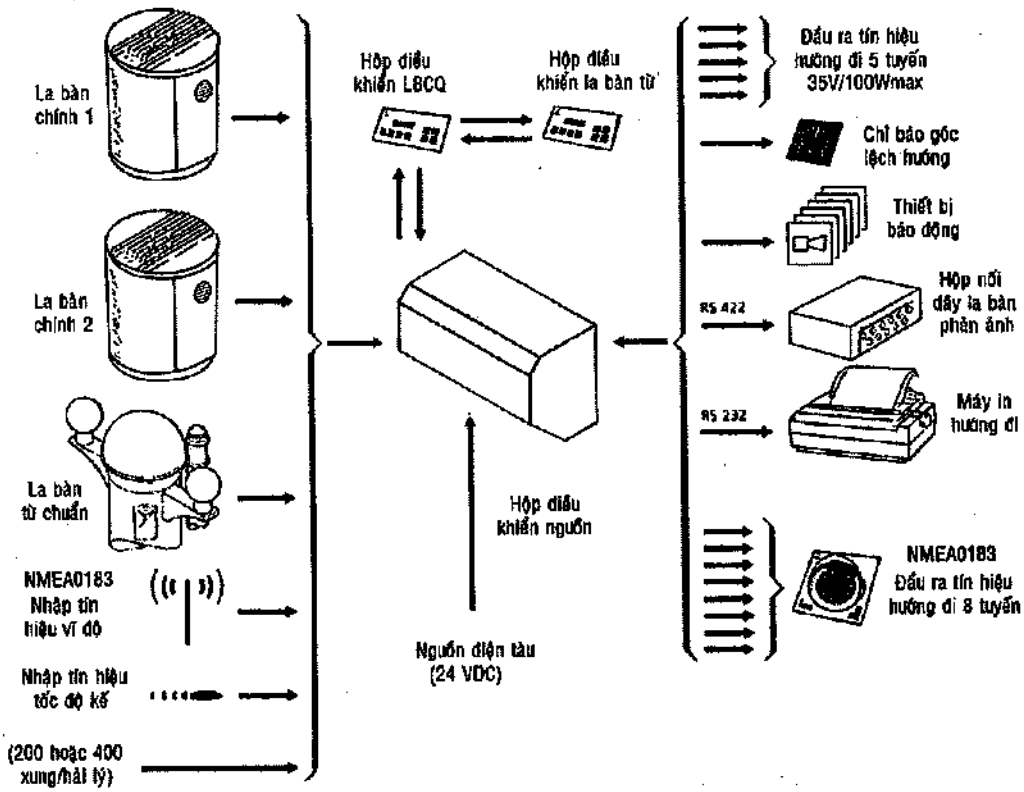
a) Dòng điện 3 pha của con quay khi khởi động 1,5~2,5A, đèn chỉ thị 3 pha sáng. Khi quả cầu quay đạt đến tốc độ 20.000 vòng/phút thì dòng điện giảm xuống còn 0,6~1,1A, đèn chỉ thị dòng điện sáng mờ.

b) Nhiệt độ bình thường của dung dịch nâng là 52^0C, sai số cho phép $\pm 3^0$C.

c) Độ cao của quả cầu quay: khi quả cầu quay ổn định chỉ hướng bắc, nhiệt độ dung dịch nâng 52^0C, bàn la bàn cân bằng thì đường xích đạo của quả cầu quay cao hơn xích đạo của quả cầu theo chừng 2mm, sai số cho phép 1mm.

16.6.2 La bàn con quay Anchütz Standard 20

La bàn con quay Anchütz Standard 4 kiểu 110-222 do hãng Raytheon Electronic Anchütz dựa trên tiêu chuẩn của la bàn con quay Anchütz 12 và 14, 20 vận dụng kỹ thuật máy tính chế tạo năm 1994. Kiểu la bàn con quay này có kết cấu gọn, trọng lượng nhẹ, tiêu hao năng lượng ít, rất thích hợp lắp đặt trên những tàu nhỏ. Với độ chính xác cao, hoạt động ưu việt cũng thích hợp dùng trên tàu cao tốc.



Hình 16.40

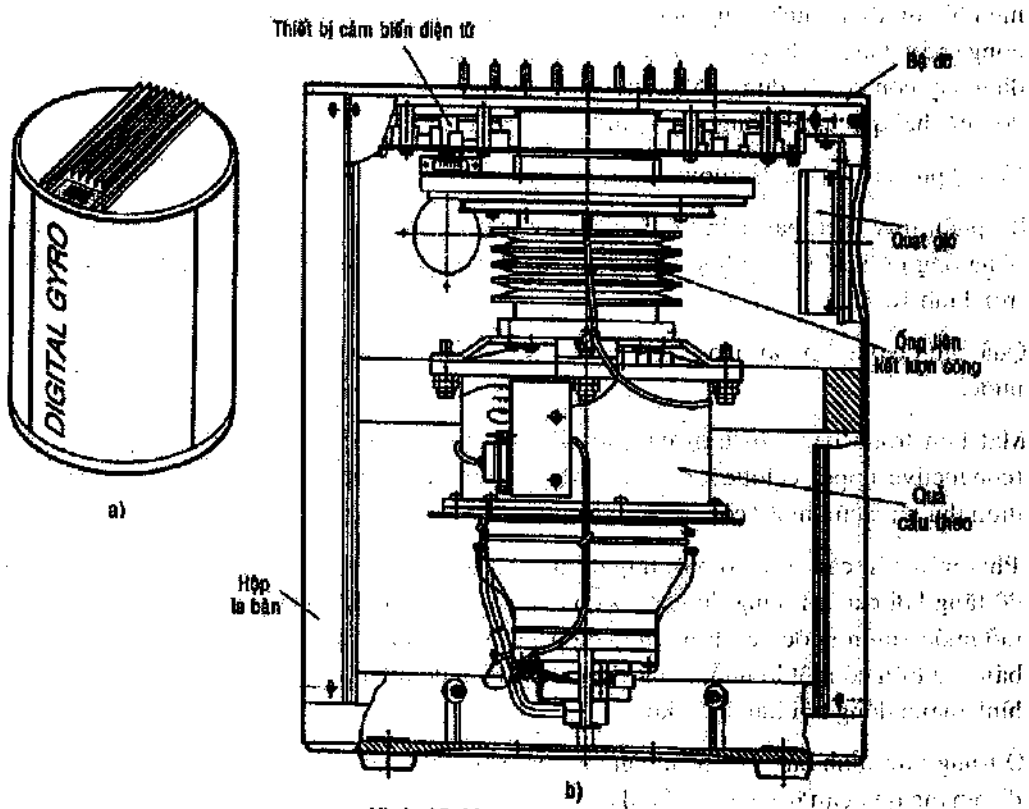
Anchütz Standard 20 chia làm hai kiểu: kiểu nhỏ gọn (Type Standard 20 Compact) và kiểu tự chọn công năng (Type Standard 20 Plus with ...). La bàn con quay kiểu nhỏ gọn chỉ bao gồm la bàn chính, hộp dấu dây và la bàn phản ánh, như hình 16.40. Kiểu tự chọn công năng lại chia nhiều loại khác nhau như Type G, Tuype GG, Type GM, Type GGM. Hình 16.40 là các thành phần của loại la bàn con quay loại chọn công năng Type GGM.

1. Tham số cơ bản của la bàn con quay Anchütz Standard 20

- Sai số điểm ổn định (Settle point error) $\leq \pm 0{,}1^0 \times \sec\varphi$
- Sai số tĩnh (Static error) $\leq \pm 0{,}1^0 \times \sec\varphi$

- Sai số động (Dynamic error) (sai số lắc bổ + sai số tốc độ)
  $\leq \pm 0{,}4^0 \times \sec\varphi$
- Thời gian ổn định (Settling time) 3 giờ. với độ chính xác trong khoảng $\pm 0{,}2^0$.
- Tốc độ truy theo (rate of follow up) $70^0/s$
- Gia tốc truy theo (Accelerate of follow up) $150^0/s^2$
- Nguồn điện áp cung cấp 24 VDC (18~36V)
- Công suất tiêu hao la bàn chính khi khởi động 35W
- Công suất tiêu hao la bàn chính khi hoạt động bình thường 30 W
- Công suất tiêu hao của bộ phận hâm nóng 70 W
- Quạt gió 30 W
- Nhiệt độ môi trường khi la bàn hoạt động $-10^0C \sim +55^0C$
- Kích thước la bàn chính,

  Đường kính 370mm
  Chiều cao 457mm
- Trọng lượng la bàn chính 16kg
- Tuổi thọ quả cầu quay 40.000 giờ
- Thích hợp với tốc độ trên 70 nơ



Hình 16.41

2. Vài đặc điểm cấu tạo

1) Cấu tạo la bàn chính

La bàn chính tạo thành bởi bộ phận nhạy cảm, bộ phận truy theo và bộ phận cố định theo như hình 16.41a và b.

a) Bộ phận nhạy cảm (Sensitive element)

Bộ phận nhạy cảm của la bàn con quay Anchütz Standard 20 cũng giống như bộ phận nhạy cảm của la bàn con quay Anchütz Standard 4, tức là quả cầu quay như mô tả ở hình 16.42, kích thước nhỏ hơn. Tuy nhiên có những khác biệt sau đây,

ii) Ngoài hai điện cực ở đỉnh và đáy quả cầu quay, ở xích đạo có một điện cực nửa vòng xích đạo hẹp.

iii) Nguồn điện con quay 55V 400Hz qua cực đỉnh và cực đáy cung cấp cho con quay, trong quả cầu quay có thiết bị đổi pha bằng tụ điện để biến điện một pha thành điện ba pha cấp cho môtơ con quay. Tốc độ môtơ con quay đạt 12 000 vòng/phút.

iv) Quả cầu được rút chân không và bơm vào khí helium.

v) Trong quả cầu quay không có cuộn dây nâng điện từ.

vi) Trong quả cầu quay không có dầu đặc.

Quả cầu quay nổi lơ lửng trong dung dịch nâng (supporting liquid), khi dung dịch nâng có nhiệt độ thấp thì lực nổi của dung dịch gần bằng trọng khối của quả cầu quay. Khi la bàn hoạt động bình thường, nhiệt độ dung dịch 50°C, thì trọng lực của quả cầu quay hơi lớn hơn lực nổi của dung dịch nâng, lúc này phần trọng lực vượt trội của quả cầu quay cân bằng với dòng chảy dung dịch tạo ra bởi một cái bơm ly tâm cỡ nhỏ lắp ở đáy quả cầu theo, dòng dung dịch này còn có tác dụng chỉnh cho quả cầu quay vào vị trí trung tâm của quả cầu theo, nhờ đó giữa hai quả cầu không xảy ra ma sát do va chạm.

b) Bộ phận truy theo (Follow-up element)

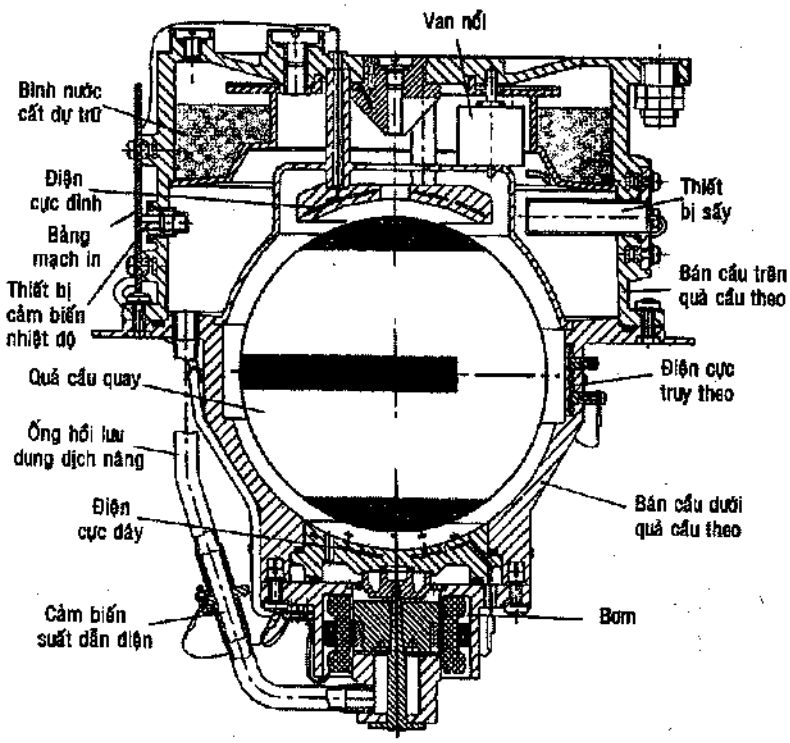
Bộ phận truy theo bao gồm: quả cầu truy theo (Outer sphere- quả cầu ngoài), bộ phận treo bằng ống lượn sóng đàn hồi giảm chấn, bánh xe răng phương vị và cổ góp điện ... như mô tả trên hình 16.42.

Quả cầu quay gồm hai bán cầu trên và dưới tạo thành, ghép với nhau bằng 6 đinh vít, và kín nước.

Mặt bên trong bán cầu trên của quả cầu quay có một cực điện gọi là cực dẫn điện đỉnh (conductive upper calotte), đối ứng với cực điện đỉnh của quả cầu quay, đây là đường dẫn điện thứ nhất của môtơ con quay.

Phía trên bán cầu trên có một hộp dự trữ, chứa 230cm^3 nước cất, khi la bàn hoạt động, nhiệt độ tăng hơi cao thì dung dịch nâng quả cầu bị bốc hơi, thể tích giảm xuống, van nổi tự động mở nước khiến nước bên trong hộp dự trữ chảy bổ sung vào quả cầu theo. Giữa cực đỉnh của bán cầu trên có một lỗ nhỏ, dòng chảy dung dịch do bơm ly tâm tạo ra chảy qua lỗ nhỏ này để hình thành dòng hồi lưu khép kín.

Ở trung tâm đỉnh bán cầu trên còn có một cửa trong suốt dùng để quan sát độ cao mặt dung dịch nâng quả cầu trong quả cầu theo.

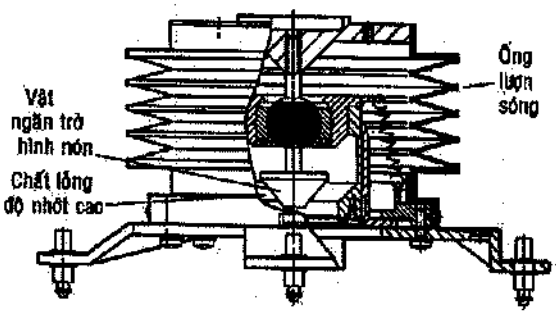


Hình 16.42

Trong phạm vi dòng hồi lưu của dung dịch nâng có lắp thiết bị hâm để gia nhiệt cho dung dịch nâng theo sự điều khiển của bộ phận tự động điều khiển.

Bán cầu trên lắp mạch in trên đó có thiết bị cảm biến nhiệt đưa vào trong khu vực dòng hồi lưu của dung dịch nâng dùng để kiểm tra nhiệt độ của dung dịch. Trên mạch in có một cầu chì bảo vệ quá nhiệt.

Mặt bên trong đỉnh bán cầu dưới của quả cầu theo là cực dẫn điện đáy (conductive lower calotte) đối ứng với cực điện đáy của quả cầu quay, đây là đường dẫn điện thứ hai đưa điện

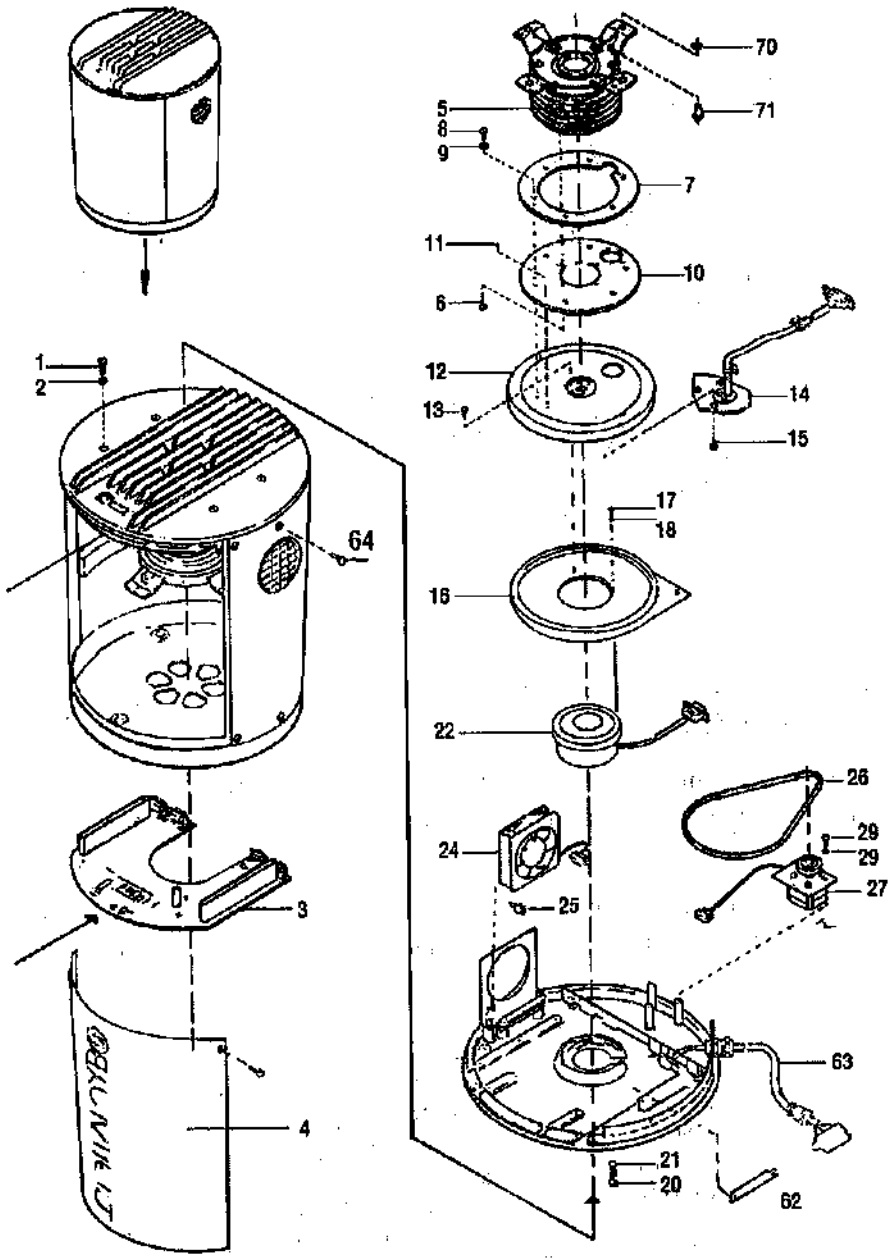


Hình 16.43

vào môtơ con quay.

Bên dưới quả cầu theo có một bơm nhỏ, giữa bơm và bán cầu trên có một ống hồi lưu để dẫn dòng dung dịch chảy ngược trở về, nhờ bơm tạo thành dòng dung dịch tuần hoàn. Trên ống hồi lưu có gắn một thiết bị cảm biến suất dẫn điện (sensoror conductivity) dùng để kiểm tra suất dẫn điện của dung dịch nâng.

Tại xích đạo bán cầu dưới chỗ tương ứng với điện cực xích đạo quả cầu quay gắn hai điện cực truy theo (reversing contact), tại đây lấy ra tín hiệu truy theo, xác định góc lệch của phương vị quả cầu quay và quả cầu theo.



Hình 16.44

Toàn bộ quả cầu theo được gắn vào thiết bị kết nối kiểu ống lượn sóng đàn hồi giảm chấn (pendulum joint), kết cấu của hệ thống treo này mô tả trên hình 16.43. Bên trong kết cấu lượn sóng có một vật ngăn trở hình nón thả trong chất lỏng có độ nhớt cao, nhờ có hình dáng của vật ngăn trở và độ nhớt của chất lỏng làm tăng khả năng giảm chấn. Bên ngoài vật ngăn trở

giảm chấn lắp thêm các thiết bị cách ly chấn động, thông qua các lò xo treo quả cầu theo lơ lửng, mục đích là để triệt tiêu các ảnh hưởng chấn động trên hướng nằm ngang và hướng thẳng đứng. Tất cả bộ phận ngăn trở hình nón và thiết bị cách ly chấn động đều lắp bên trong ống xếp lượn sóng (bellows).

Bánh xe răng phương vị thực chất là một băng chuyền răng cưa (toothed belt wheel) đặt trên bộ giảm chấn lò xo, môtơ phương vị (follow-up stepping motor) thông qua băng chuyền này kéo toàn bộ bộ phận động chuyển động.

Tại vị trí trục trung tâm, bên trên ống nối lượn sóng lắp cố định thiết bị lập mã (Encoder), toàn bộ bộ phận truy theo quay quanh trục trung tâm này, xem hình 16.44.

Các chi tiết trong phần động la bàn con quay gồm có (Hình 16.44):

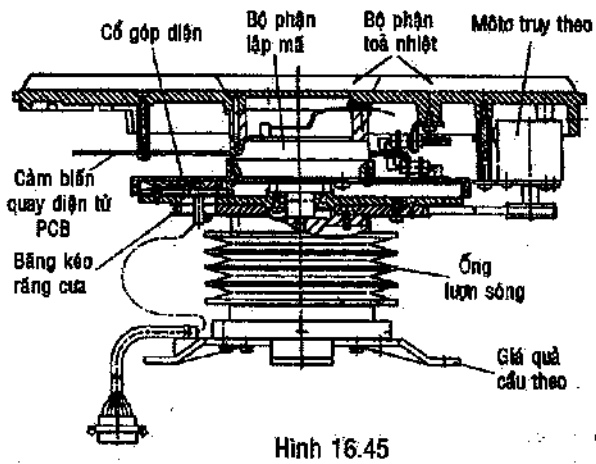
(1)Vít, (2) Đệm, (3)Thiết bị cảm biến điện tử, (4) Nắp hộp la bàn, (5) Bộ phận liên kết lượn sóng, (6) Vít, (7) Vành đỉa, (8) Vít, (9) Đệm, (10) Bánh xe phương vị, (12) Bích, (13) Vít, (14) Linh kiện điện, (15) Vít, (16) Vành động cảm biến điện tử PCB, (17) (20) (25) (28) (64) Vít, (18) (21) (29) (70) Đệm, (22) Thiết bị lập mã, (24) Quạt gió, (26) Băng chuyền răng cưa, (27) môtơ điện truy theo , (71) Vít đóng mở nhanh.

c) Phần cố định

Bộ phận cố định của Anchütz Standard 20 gồm bàn đỡ la bàn (supporting plate) trên đó lắp các thiết bị và phụ kiện, hình 16.45.

Ở trung tâm phía dưới bàn đỡ lắp bộ lập mã độ phân giải cao 2^{12} xung/tuần hoàn, ở phần thấp hơn lắp các cổ góp điện (slip ring assembly), phía dưới nữa là một mặt bích (flange) gia cố.

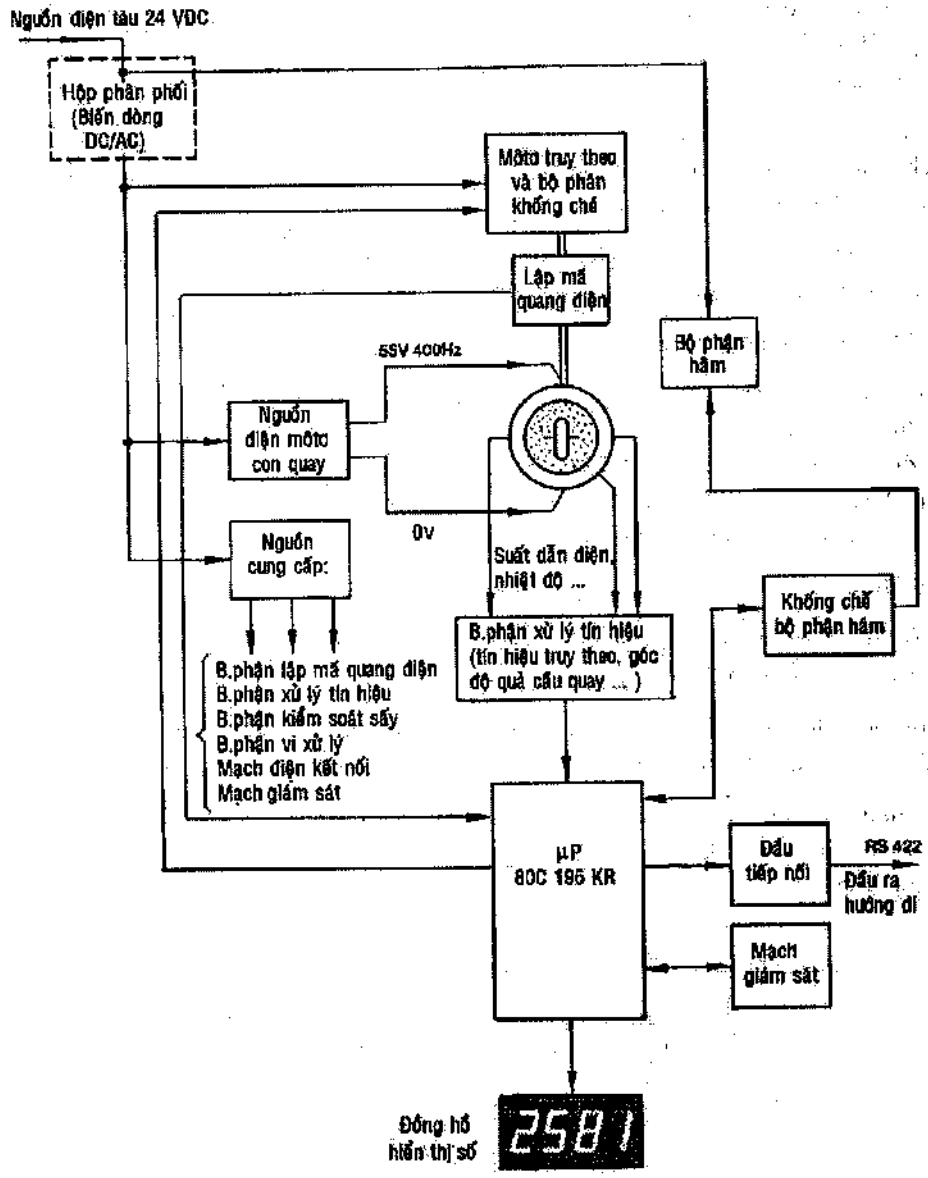
Toàn bộ phần cố định và động của la bàn được lắp vào trong một cái hộp, đáy hộp lắp cố định với boong tàu, bên dưới có 6 lỗ thông gió. Phía trước hộp la bàn có cửa sổ để có thể quan sát bên trong la bàn.



Hình 16.45

3. Đặc điểm mạch điện

Phần mạch điện của Anchütz Standard 20 có thể chia ra: hệ thống mạch nguồn, mạch truy theo, mạch khống chế nhiệt độ, mạch giám sát tín hiệu, các linh kiện của các hệ thống này đều có trên mạch in của thiết bị cảm biến quay điện tử. Hình 16.46 là sơ đồ khối của mạch điện. Dưới đây trình bày khái quát về hoạt động của các hệ thống thông qua sơ đồ khối này.



Hình 16.46

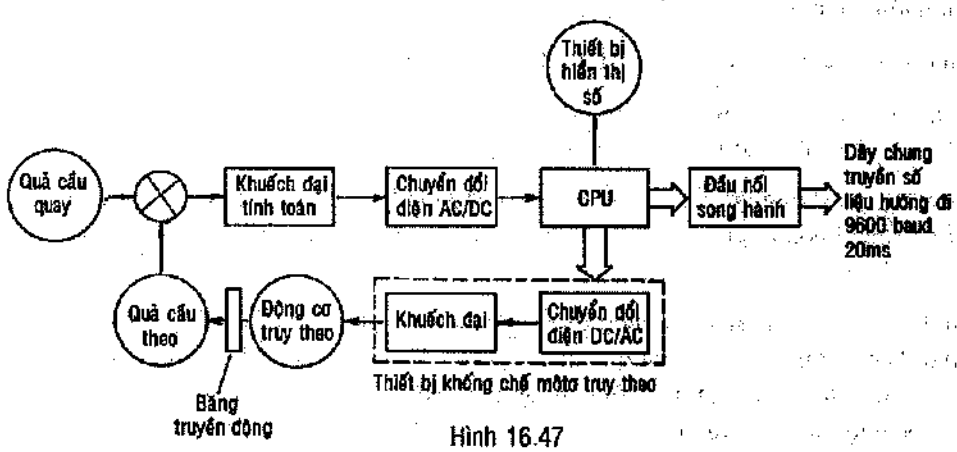
1) Hệ thống nguồn

Chức năng của hệ thống nguồn là biến đổi điện tàu thành nguồn điện cung cấp theo yêu cầu hoạt động của la bàn. Trong la bàn con quay Anchütz Standard 20 sử dụng các bộ ổn định điện áp (55V 400Hz) và bộ chuyển đổi điện (converter). Bộ chuyển đổi điện lấy nguồn 24 V của tàu chuyển thành nguồn 55V 400Hz cung cấp cho môtơ con quay và bơm ly tâm. Trong mạch có các cầu chì điện tử, nếu vì lý do nào đó mạch bị hỏng, quả tải thì lập tức cầu chì tự động ngắt mạch để bảo vệ thiết bị.

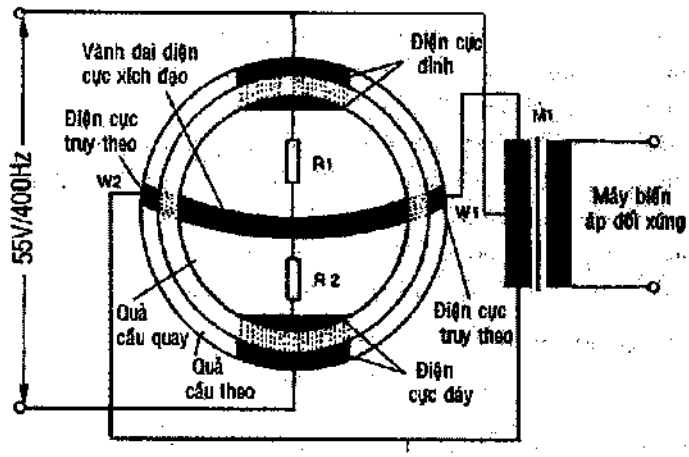
2) Hệ thống truy theo (Follow-up system)

Tác dụng của hệ thống truy theo là đảm bảo bộ phận động (quả cầu theo) truy theo quả cầu quay một cách chính xác để chỉ ra phương vị, hướng đi trên mặt khắc độ la bàn. Hệ thống mạch truy theo gồm có thiết bị cảm biến điện từ, bộ phận khuếch đại, biến đổi AC/DC, thiết bị khống chế môtơ truy theo và môtơ phát đồng bộ (Hình 16.47).

Bộ cảm biến truy theo hoạt động dựa theo nguyên lý cầu điện và đưa ra tín hiệu truy theo (Hình 16.48). Điện trở dung dịch R_1 và R_2 giữa hai điện cực truy theo trên quả cầu quay với điện cực xích đạo của quả cầu quay hình thành một nhánh của cầu điện. Cuộn dây sơ cấp của máy biến áp đối xứng M_1 trở thành nhánh cố định của cầu điện, nguồn điện 55V 400Hz do nguồn điện con quay cung cấp.



Hình 16.47



Hình 16.48

Hệ thống truy theo hoạt động như sau, khi giữa quả cầu quay và quả cầu theo xuất hiện góc lệch phương vị (khi tàu chuyển hướng) thì giữa R_1 và R_2 phát sinh hiệu số ($R_1 \neq R_2$) làm cầu điện mất cân bằng, có dòng điện chạy qua cuộn sơ cấp và cảm ứng dòng điện trên cuộn thứ cấp của máy biến áp đối xứng làm xuất hiện điện áp tín hiệu truy theo xoay chiều. Điện áp tín hiệu truy theo xoay chiều trước tiên được đưa qua bộ khuếch đại tính toán, qua mạch đóng mở tương tự, sau đó đưa qua bộ phận biến đổi để chuyển từ điện áp xoay chiều sang điện áp một chiều 0,5 V DC , điện áp này được đưa qua đầu vào của CPU (thiết bị xử lý).

CPU chuyển tín hiệu này thành tín hiệu số 8 bit, độ phân giải 128 bước và chuyển sang thiết bị khống chế môtơ truy theo. Bộ phận khống chế môtơ truy theo tạo thành bởi hai mạch tổ hợp có nhiệm vụ chuyển tín hiệu số thành tín hiệu khống chế tương tự và đưa sang hai cuộn dây của môtơ truyền động khiến cho môtơ này quay, thông qua băng chuyền mang bánh xe phương vị quay, nhờ đó khiến cho toàn bộ quả cầu theo cũng quay theo. Cho đến khi góc phương vị trên quả cầu quay và quả cầu theo trở nên nhất trí với nhau thì tín hiệu truy theo không còn nữa và môtơ truy theo ngừng quay.

CPU có có chức năng truyền tín hiệu hướng đi đến bộ phận hiển thị số, hiển thị hướng đi của tàu.

Tín hiệu hướng đi còn được đưa sang để lai các la bàn phản ảnh.

3) Hệ thống giám sát và kiểm soát nhiệt độ dung dịch nâng

Hệ thống giám sát và kiểm soát nhiệt độ bao gồm bộ cảm biến nhiệt độ, bộ khống chế nhiệt độ, CPU, bộ phân hâm nóng, quạt gió và thiết bị bảo vệ quá nhiệt.

Tác dụng của hệ thống giám sát và kiểm soát này là nhằm tự động duy trì nhiệt độ dung dịch nâng nằm trong khoảng giới hạn quy định, có thể đọc nhiệt độ này bất cứ lúc nào trên thiết bị hiển thị số nhiệt độ.

Bộ cảm biến nhiệt gắn quả cầu theo trực tiếp đo nhiệt độ dung dịch nâng và đưa ra tín hiệu điện áp tương tự, tín hiệu này đưa qua thiết bị biến đổi tích phân A/D để biến thành xung điện áp tỷ lệ thuận với nhiệt độ. Qua CPU khống chế hoạt động của thiết bị hâm, quạt gió, nhằm điều chỉnh nhiệt độ dung dịch nâng.

4) Hệ thống đo và chỉ báo tín hiệu

Trên la bàn con quay Anchütz Standard 20 có lắp nhiều thiết bị đo và hiển thị thông số các tín hiệu, nhờ đó người sử dụng có thể sử dung chính xác la bàn và nhanh chóng xác định hỏng hóc khi la bàn hoạt động không bình thường. Nhờ áp dụng kỹ thuật máy vi tính và thiết bị 80C 196 KR, chỉ cần phối hợp với các bộ cảm biến khác nhau, cùng các mạch điện tương ứng, có thể hợp thành hệ thống đo và hiển thị các tham số, người sử dụng có thể chọn các loại tham số trên thiết bị đo và hiển thị. Nội dung kiểm tra và hiển thị gồm: độ cao quả cầu quay, suất dẫn điện dung dịch nâng, dòng điện hoạt động của con quay và bơm ly tâm, thời gian con quay ổn định, thời gian hoạt động của la bàn, sai số, hỏng hóc...

4. Sử dụng la bàn con quay Anchütz Standard 20

1) Khởi động

Trước khi khởi động cần kiểm tra chu đáo toàn bộ thiết bị. Khởi động máy rất đơn giản, chỉ cần cung cấp điện 24 V hoặc điện sự cố của tàu thì la bàn sẽ tự động thực hiện toàn bộ quá trình khởi động. Tuy nhiên người sử dụng phải chú ý quan sát số liệu trên thiết bị đo và hiển thị để phán đoán tình hình hoạt động của la bàn.

Khi khởi động thì tín hiệu hiển thị như sau:

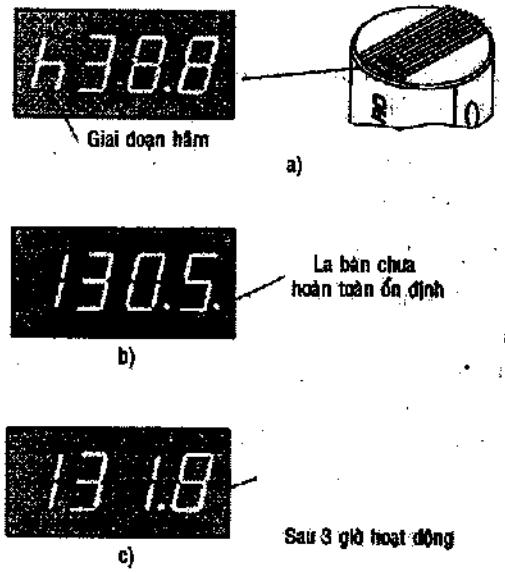
Sau khi khởi động, thiết bị hâm nóng bắt đầu hoạt động, trên đồng hồ chỉ báo nhiệt độ của dung dịch nâng, ví dụ 38.8^0 như hình 16.49a, chữ h ban đầu biểu thị la bàn đang trong quá

trình hâm nóng.

Khi nhiệt độ tăng lên 45^0C, thì hệ thống truy theo tự động nối, lúc này trên đồng hồ chuyển sang chỉ báo hướng đi của tàu, ví dụ 130.5^0. hình 16.49.b, điểm sáng ở con số cuối cùng biểu thị la bàn đang tìm hướng bắc.

Sau 3 giờ, điểm sáng nói trên biến mất, biểu thị độ chính xác của số đọc trên đồng hồ $\leq 2^0$, ví dụ đồng hồ chỉ 131.8^0 như hình hình 16.49c.

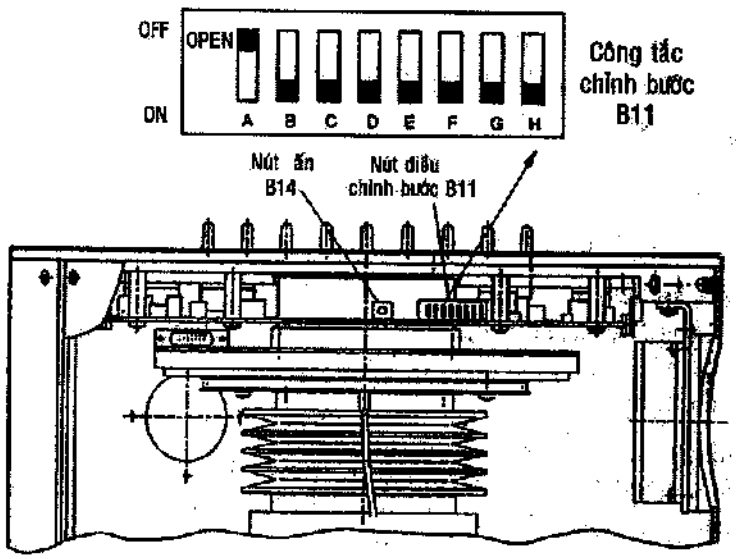
Qua 5 giờ, la bàn con quay hoàn toàn ổn định trên hướng bắc, cho đến lúc này thì chỉ số trên đồng hồ mới đảm bảo độ chính xác của la bàn theo yêu cầu kỹ thuật.



Hình 16.49

2) Hiển thị tín hiệu cảnh báo các chức năng hoạt động

Trong quá trình sử dụng Anchütz Standard 20 nếu số lẻ của con số chỉ hướng đi có hiện tượng nhấp nháy biểu thị la bàn hoạt động không bình thường, phải tìm ra nguyên nhân và khử bỏ hỏng hóc. Thực hiên như sau, mở nắp hộp la bàn, tìm đến nút ấn B14 trên mạch in thiết bị cảm biến điện tử , xem hình 16.50, ấn vào nút B14 một lần thì hướng đi hiển thị trên đồng hồ số hoá biến mất, thay bằng hiển thị các chữ và số cảnh báo c1 hoặc c2 hoặc c3. Nếu không xuất hiện các chữ số này thì ấn nút B14 một lần nữa, có thể xuất hiện các chữ và số cảnh báo c4 hoặc c5 như hình 16.51a.



Hình 16.50

Ý nghĩa của các chữ và số cảnh báo như sau:

c1: quạt điện mất công năng ;

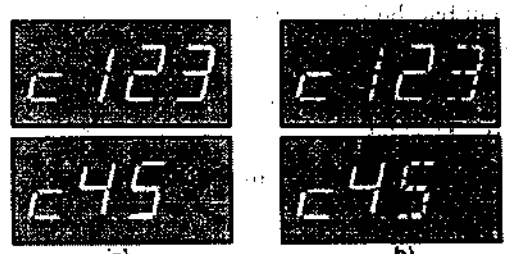
c2: bộ phận hâm mất công năng

c3: nhiệt độ dung dịch nâng > 65^0;

c4: thiết bị không chế nhiệt độ mất công năng .

c5: Ngắt nguồn điện tàu đồng thời nhiệt độ dung dịch nâng $\geq 45^0$C.

Hình 16.51b là các ví dụ cảnh báo bằng chữ và số, cảnh báo c1, c3 và c5.



Hình 16.51

3) Hiển thị tín hiệu cảnh báo hỏng hóc

Trong khi hoạt động nếu Anchütz Standard 20 có hỏng hóc thì đầu tiên hệ thống truy theo tự động dừng ngay lập tức, sau đó mất chỉ báo hướng đi trên đồng hồ số, tiếp theo, la bàn con quay sẽ tự khởi động lại, trên đồng hồ số kiểm tra sẽ tự động hiển thị các chế độ ED1, ED2, ED3 và ED4, biểu thị máy tự động khởi động lại lần thứ nhất đến lần thứ 4. Khởi động lại lần thứ 4 mà máy vẫn không hoạt động bình thường thì máy dừng hẳn, các trạng thái chữ và số cảnh báo hỏng hóc ở lần khởi động cuối cùng vẫn lưu lại trên đồng hồ số.

Ý nghĩa của các chữ và số cảnh báo hỏng hóc như sau:

E1: Nguồn cung cấp điện cho la bàn bị hỏng hóc;

E2: Nguồn cung cấp cho quả cầu quay hỏng hóc;

E3: Hỏng hóc bộ phận lập mã;

E4: Dòng điện trong môtơ con quay vượt qua khỏi giới hạn bình thường;

E5: Hỏng hóc bộ phận truy theo;

E6: Hỏng hóc thiết bị cảm biến nhiệt độ;

E7: Độ cao quả cầu quay lệch khỏi giới hạn bình thường;

E8: Hỏng hóc bộ phận hâm;

E9: Nhiệt độ dung dịch nâng >70^0C.

4) Ngắt hệ thống truy theo của la bàn con quay

Như trên đã nói, sau khi la bàn con quay được khởi động, nếu nhiệt độ dung dịch nâng $\geq 45^0$C thì hệ thống truy theo tự động nối thông. Nếu vì lý do cần để đo, sửa chữa, phải ngắt hệ thống truy theo thì chỉ cần bật công tắt G trong bộ công tắc chỉnh bước B11 (Hình 16.50) về vị trí "OFF" là có thể tiến hành được.

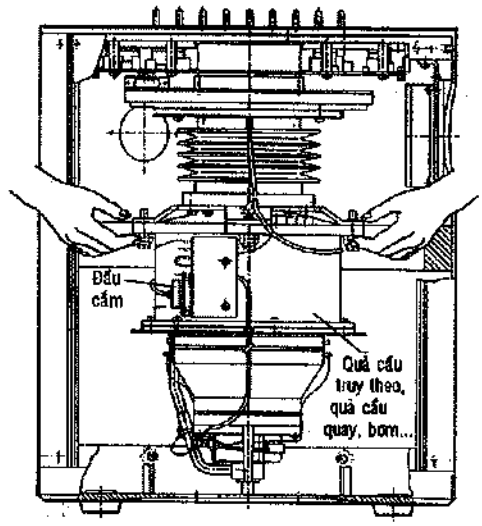
Sau khi ngắt hệ thống truy theo, đồng hồ kiểm tra số sẽ hiển thị hướng đi cuối cùng nhưng ở cuối các con số có một chấm sáng. Lúc này nếu dùng tay quay hệ thống truy theo thì trị số chỉ thị trên đồng hồ cũng thay đổi.

Bật công tắt G trên B11 trở về vị trí "ON" thì hệ thống truy theo lại được nối thông, lúc này, trong quá trình truy theo một thời gian ngắn, đồng hồ kiểm tra số sẽ hiển thị nhiệt độ dung dịch nâng, sau đó thì hiển thị hướng đi cùng với điểm sáng ở sau cùng, chừng một phút sau thì điểm sáng này tắt, hướng đi hiển thị bình thường.

5. Bảo quản và bảo dưỡng la bàn con quay Anchütz Standard 20

1) Thay dung dịch nâng và vòng đệm kín

Theo quy định của nhà chế tạo Anchütz Standard 20, cứ 3 năm phải thay dung dịch và đệm kín một lần, các bước tiến hành như sau:



Hình 16.52

(1) Tắt la bàn con quay, đợi trong 30 phút cho con quay hoàn toàn ngừng quay mới tiến hành.

(2) Tháo các đinh ốc trên cửa kín cố định vào hộp la bàn, tháo rời cửa và tháo dây điện.

(3) Tháo đầu cắm của bảng mạch in gắn trên quả cầu theo như hình 16.52.

(4) Dùng hai tay đỡ phía dưới hai ốc vít tháo nhanh trên quả cầu theo, dùng ngón tay cái ấn mạnh lên đầu ốc vít, để tháo vít ra.

(5) Cẩn thận quay quả cầu theo 90^0, cách làm như trên để tháo hai ốc vít tháo nhanh còn lại, lúc này qủa cầu theo đã rời khỏi khung ống lượn sóng, nên không được buông tay, xem hình 16.52.

(6) Dùng hai tay nâng quả cầu theo, hơi hạ thấp để đưa toàn bộ quả cầu theo ra ngoài đặt trên một giá chuyên dụng ba chân (Hình 16.53).

(7) Đầu tiên mở ốc cách điện màu xanh lục trên quả cầu theo, chất khí bên trong thoát ra ngoài, sau đó mở tiếp ốc màu đen (Hình 16.53).

(8) Dùng hai tay ôm quả cầu theo, nghiêng và đổ dung dịch nâng bên trong qua lỗ bên trên.

(9) Tháo 6 ốc cố định bán cầu trên của quả cầu theo (Hình 16.53).

(10) Đặt bán cầu trên của quả cầu theo bên cạnh bán cầu dưới sao cho dây điện nối hai bán cầu không kéo quá căng (Hình 16.54).

(11) Dùng dụng cụ hút chân không (trong thiết bị kèm theo của máy) lấy quả cầu quay ra khỏi bán cầu theo (Hình 16.54).

(12) Tháo vít màu đỏ trên quả cầu theo, đổ hết nước cất dự trữ bên trong ra ngoài (Hình 16.53).

(13) Đổ hết dung dịch còn lại trong bán cầu dưới của quả cầu theo ra ngoài.

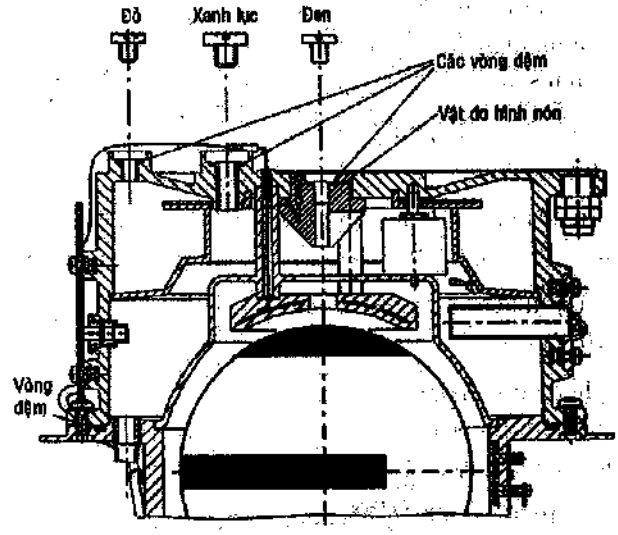
(14) Dùng giẻ sạch và nước cất rửa bên ngoài quả cầu quay và lau khô, sạch, đặc biệt chú ý các điện cực.

(15) Dùng dụng cụ hút chân không nâng quả cầu quay đưa trở lại vào bán cầu dưới của quả cầu theo.

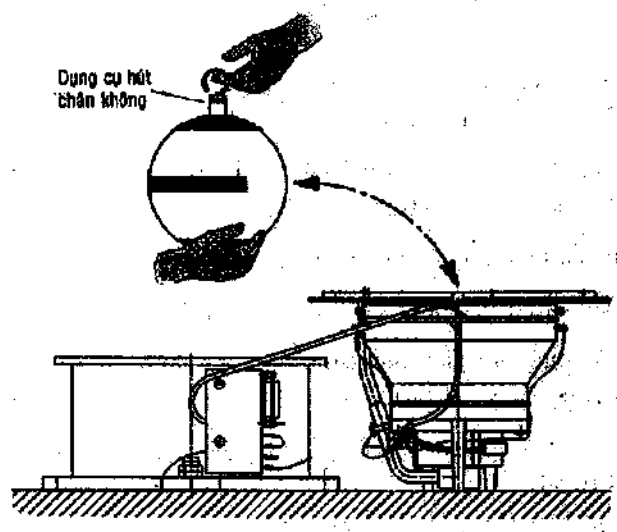
(16) Kiểm tra các vòng đệm trên quả cầu theo, nếu thấy hư hỏng thì thay thế.

(17) Đem bán cầu dưới của quả cầu theo lắp vào bán cầu trên, vặn chặt 6 vít cố định.

(18) Đổ 230cm^3 nước cất trong chai nhựa nước dự trữ (có dấu đỏ) vào trong bình nước dự trữ của la bàn thông qua lỗ màu đỏ, vặn chặt vít bình màu đỏ, chú ý kín nước.



Hình 16.53



Hình 16.54

(19) Đổ 840cm^3 dung dịch nâng chứa trong chai nhựa (có dấu xanh lục) vào lỗ có vít màu xanh, văn chặt vít màu xanh, chú ý kín nước.

Chú ý: Từ trên đỉnh nhìn vật thể đo hình nón, nếu thấy như hình 16.55 có nghĩa là dung dịch nâng đã đầy.

(20) Đóng các nút đỏ đen, xanh lục, kín nước.

(21) Cắm lại các đầu cắm dây điện.

(22) Đóng kín cửa hộp la bàn.

Lúc này có thể khởi động lại la bàn.

2) Thay quả cầu quay

Các bước giống như trên.

3) Thay bảng mạch in của bộ cảm biến điện tử

(1) Cắt nguồn điện la bàn

(2) Mở cửa hộp la bàn

(3) Tháo 6 vít trên đỉnh, xem hình 16.56.

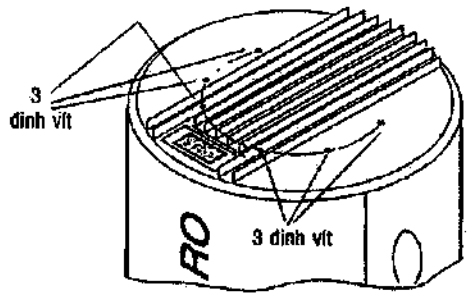
(4) Dùng một tuốc-nơ-vít dẹt trung bình (5mm) đút xuyên qua lỗ dành riêng cho bộ cảm biến điện tử, dùng tuốc nơ vít đẩy nhẹ một cách cẩn thận bảng mạch cảm biến điện tử ra ngoài như hình 16.57.

(5) Đưa bảng mạch in mới vào bằng các bước ngược lại.

4) Điều chỉnh "0" của thiết bị lập mã.

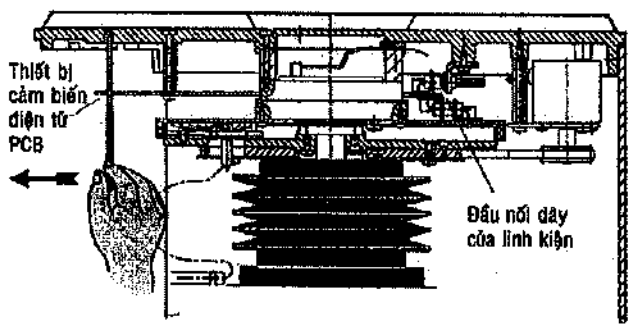


Hình 16.55



Hình 16.56

Tại xưởng chế tạo, khi xuất xưởng, hộp la bàn đã được đặt đúng theo hướng nam bắc, điểm "0" của thiết bị lập mã cũng đã được điều chỉnh theo hướng nam bắc. Đem la bàn đặt lên tàu thì phải điều chỉnh lại số "0" cho thiết bị lập mã, tức là phải đưa hướng đi tham khảo vào thì đồng hồ số của la bàn mới chỉ đúng hướng đi chuẩn của tàu theo hướng mũi tàu.



Hình 16.57

Cách cho hướng tham khảo vào như sau:

(1) Đầu tiên phải xác định chính xác phương vị thật của mũi tàu (dựa vào hướng của cầu tàu hoặc phương vị chính của một mục tiêu xác định nào đó).

(2) Mở cửa sổ kín nước của hộp la bàn, bật công tắc A của B11 về vị trí OFF (xem hình 16.50), lúc này đồng hồ số hiển thị hướng đi không đúng và con số ở hàng trăm nhấp nháy liên tục.

(3) Ấn nút B14 một lần, con số đang nhấp nháy tăng lên một đơn vị, tiếp tục ấn cho đến khi con số hiển thị thống nhất với con số tương ứng của hướng thật của mũi tàu.

Chú ý: Nếu hai lần liên tiếp ấn B 14 cách nhau trên 5s thì con số nhấp nháy sẽ hạ thấp một đơn vị.

(4) Bằng cách tương tự có thể điều chỉnh tất cả 4 số cho hướng đi phù hợp với hướng đi mũi tàu thật.

(5) Chuyển công tắt A của B11 về vị trí "ON"

Bằng cách nói trên, số "0" của thiết bị lập mã đã được điều chỉnh tương ứng, đồng hồ số sẽ chỉ báo đúng hướng đi của tàu, thông qua hệ thông tiếp nối, hướng đi này được truyền tới các la bàn phản ảnh.

5) Kiểm tra các tham số

Dùng công tắc điều chỉnh bước B11 và nút ấn B14 có thể kiểm tra toàn bộ tham số trên bộ cảm biến điện tử và hiển thị các tham số trên đồng hồ số. Thao tác như sau,

(1) Bật công tắt H của B11 về vị trí "OFF", đồng hồ số sẽ chỉ ra tốc độ quay của tàu đơn vị "^{0}/s", xem hình 16.58a, khi tàu đã cặp cầu thì tham số này bằng "0". Sau đó mỗi lần ấn B14 một lần thì đồng hồ số hiển thị một số mới.

(2) Ấn B14, hiển thị nhiệt độ dung dịch nâng, đơn vị "^{0}C", ví dụ 49.8^{0}C hình 16.58b. Nhiệt độ làm việc bình thường 50^{0}C±1^0.

(3) Ấn B14 một lần nữa, hiển thị dòng điện chung của con quay và máy bơm ly tâm, phía trước các con số là chữ I, đơn vị "mA", ví dụ 410mA và 290mA hình 16.58c, d.

Thiết bị ở trạng thái bình thường, khi khởi động dòng điện chung là 410mA ± 50mA. Khi làm việc bình thường, dòng điện chung 290mA ± 50mA (con quay 200mA, máy bơm ly tâm 90mA).

(4) Ấn B14 một lần nữa, hiển thị độ cao quả cầu quay khi nhiệt độ bình thường, phía trước các con số có chữ H, đơn vị mm, ví dụ 1.5mm, hình 16.58 e.

Độ cao bình thường của quả cầu là 1,5mm ± 0,5mm.

(5) Ấn B14 một lần nữa, hiển thị suất dẫn điện của dung dịch nâng, phía trước các số có chữ L, đơn vị "μs/cm", ví dụ suất dẫn điện là 400μs/cm, hình 16.58f.

Suất dẫn điện bình thường là 400$^{+400}_{-50}$"μs/cm.

(6) Ấn B14 một lần nữa, hiển thị hiệu số của hướng mũi tàu và số "0" của thiết bị lập mã. Chữ A trước các con số biểu thị dấu "-", chữ A biểu thị dấu "+", ví dụ A 078^0 hình 16.58g.

(7) Ấn B14 một lần nữa, hiển thị cả số lẻ sau số hàng đơn vị của hiệu số hướng mũi và số "0" của thiết bị lập mã, ví dụ 78.5^0 hình 16.58h.

(8) Ấn B14 một lần nữa, hiển thị hướng đi của thiết bị lập mã, trước các con số có chữ C. Ví dụ $C120^0$, hình 16.58 i.

(9) Ấn B14 một lần nữa, hiển thị hướng đi ở mục trên của thiết bị lập mã bao gồm số lẻ sau hàng đơn vị, ví dụ 20.5^0, hình 16.58j.

(10) Ấn B14 một lần nữa, hiển thị thời gian ổn định của con quay, đơn vị min, ví dụ 145 min. và có dấu hiệu như hình 16.58k.

Hiển thị giá trị lớn nhất là 180 phút, không hiển thị số lớn hơn.

(11) Ấn B14 một lần nữa, hiển thị thời gian hoạt động của la bàn (thời gian con quay hoạt động), đơn vị là tuần lễ, ví dụ 251 tuần, phía trước các số có dấu hiệu chữ L ngược như hình 16.58l. Số hiển thị lớn nhất là 999 tuần lễ.

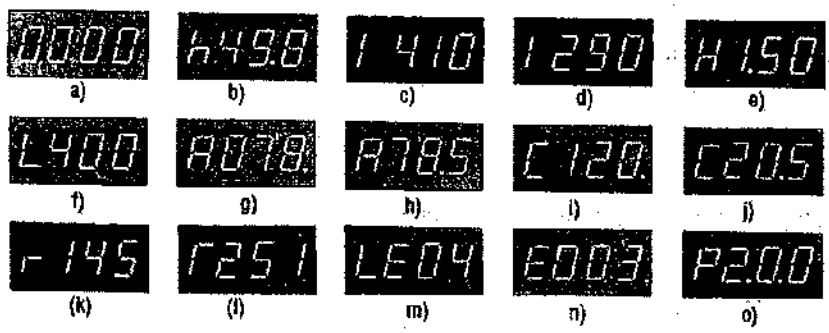
(12) Ấn B14 một lần nữa, hiển thị hỏng hóc cuối cùng trong nhật ký hỏng hóc, trước các số có chữ LE, ví dụ hỏng hóc số 4, hình 16.58m.

(13) Ấn B14 một lần nữa, hiển thị số lần thử khởi động tự động sau hỏng hóc cuối cùng. Phía trước các con số có chữ ED, ví dụ tự khởi động 3 lần, hình 16.58n.

(14) Ấn B14 một lần nữa, hiển thị cảnh báo chưa xử lý hỏng hóc, trước các con số có chữ c. Ví dụ c1, c2, c3, xem hình 16.51a.

(15) Ấn B14 một lần nữa, hiển thị c3, c4, xem hình 16.51b.

(16) Ấn B14 một lần nữa, hiển thị hạng mục xem trong tư liệu, xem hình 16.58o.



Hình 16.58

16.6.3 La bàn con quay Sperry

La bàn con quay kiểu Sperry là một trong ba kiểu la bàn thông dụng, các sản phẩm do hãng Sperry chế tạo gồm MK44, MK20, MK37 và sản phẩm do hãng thiết bị Tokyo Nhật chế tạo gồm ES-11, TG-100, TG-5000 ...

SO SÁNH CÁC LOẠI LA BÀN CON QUAY KIỂU SPERRY

Mục \ Loại		Sperry MK-20	Sperry MK-37	ES-11	TG-5000
Con quay	Số con quay	1	1	1	1
	Nguồn điện	115V 400Hz 3ϕ	115V 400Hz 3ϕ	110V 400Hz 3ϕ	110V 400Hz 3ϕ
	Vòng quay (r/min)	12.000	12.000	12.000	12.000

	Đ.kiện làm việc	Chân không	Hê li	Chân không	Hê li
	Khối lượng (kg)	6,8		3	0,8
Phương pháp nâng		Treo, giá đỡ	Dung dịch, giá đỡ	Treo, giá đỡ	Treo, dung dịch
Thiết bị khống chế		Bình thuỷ ngân (hoặc dầu kizengua)	Bình thuỷ ngân (hoặc dầu kizengua)	Bình thuỷ ngân (hoặc dầu kizengua)	Hạ trọng tâm
Thiết bị ngăn trở		Vật nặng	Vật nặng	Vật nặng	Dây treo đứng
Hiệu chỉnh sai số vĩ độ		Điện bù trong	Điện bù trong	Cơ bù ngoài	Nắn sóng K_A
Hiệu chỉnh sai số tốc độ		Điện bù trong	Điện bù trong	Tra bảng	Điện bù ngoài
H.thống Truy theo	Thiết bị đo đạc	Biến áp hình E	Biến áp hình E	Biến áp hình E	Th.bị cảm biến truy theo
	Mạch khuếch đại	Bán dẫn	Bán dẫn	Bán dẫn	Bán dẫn

Từ sớm kiểu la bàn Sperry đã sử dụng con quay đơn bình thuỷ ngân thông nhau, đặc điểm cấu tạo của nó hầu hết áp dụng phương pháp treo con quay bằng dây cáp và nâng bằng vòng đỡ trục định hướng, dùng hiệu ứng con lắc âm bằng bình thuỷ ngân thông nhau để tạo ra mômen khống chế, tạo mômen ngăn trở bằng liên kết lệch tâm giữa bình thuỷ ngân và con quay. Bảng trên đây so sánh số liệu của các loại la bàn con quay Sperry. Trong phần này chỉ giới thiệu loại Sperry MK37.

1. Đặc điểm la bàn con quay Sperry MK-37

Sperry MK -37 là loại kích thước nhỏ được chế tạo từ thập niên 70 thế kỹ trước. So với loại trước đó, có những đặc điểm sau đây,

1) Dùng con quay đơn thiết kế thành quả cầu quay, nâng bằng phương pháp tổng hợp dung dịch và bệ trục đỡ, dùng hiệu ứng con lắc âm bằng dầu kizengua để tạo mômen khống chế, dùng vật nặng tạo mômen ngăn trở theo chiều thẳng đứng.

2) Dùng thiết bị biến dòng cố định (thay vì sử dụng máy biến dòng quay)

3) Khi khởi động có thể gia tốc khởi động bằng mạch khống chế và công tắc chuyển mạch để rút ngắn thời gian ổn định.

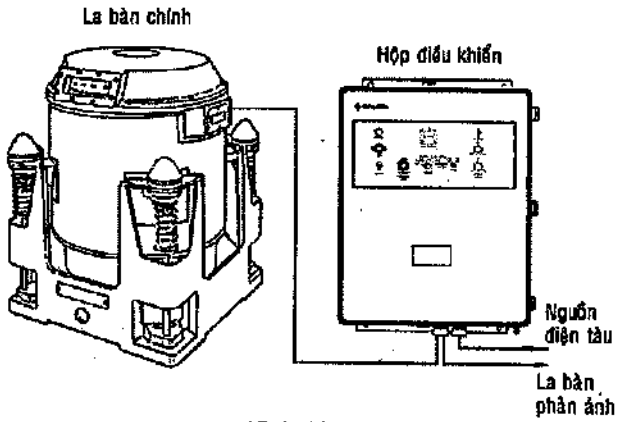
4) Bệ la bàn dùng hệ nâng giảm chấn ba hướng để cho kết cấu đơn giản.

2. Các thông số kỹ thuật

- Độ chính xác chỉ hướng: $\pm 0{,}5^0$.
- Vĩ độ sử dụng: 0~750 (Nam, Bắc)
- Tốc độ thích hợp: 0~40 kn.
- Nhiệt độ môi trường: -50~450C
- Thời gian ổn định: khởi động bình thường 4 giờ, khởi động nhanh 1,5 giờ.
- Tuổi thọ con quay: 20 000 giờ.
- Nguồn điện tàu: 110/115/220/ 380/440V 50/60Hz, hoặc DC 24 V.
- Điện áp làm việc: xoay chiều 3 pha 115V 400Hz, DC 35/70V.

- Công suất tiêu hao: khi khởi động 100W, khi hoạt động bình thường 50W.
- La bàn phản ảnh: nhiều nhất có thể nối 12 cái.

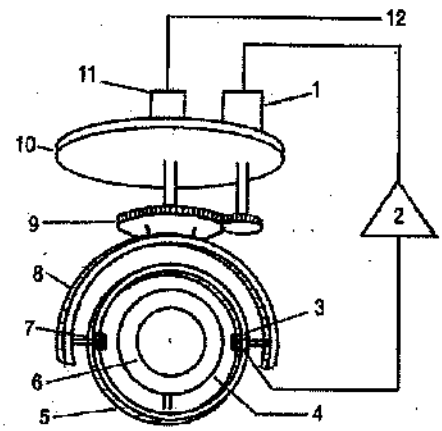
3. Khái quát cấu tạo



Hình 16.59

Toàn bộ thiết bị MK-37 gồm: La bàn chính, thiết bị khống chế điện tử, thiết bị bù sai số vĩ độ và tốc độ, và bộ phận phát hướng, như hình 16.59. MK-37 về sau còn có các loại cải tiến gồm MK-37D, MK-37E, MK-37VT. Hai loại đầu chủ yếu cải tiến cấu trúc. MK-37VT là loại la bàn kỹ thuật số, áp dụng kỹ thuật nanô và các kỹ thuật tiên tiến khác làm cho tính năng kỹ thuật cũng như tính năng sử dụng đều nâng cao.

Cấu tạo la bàn chính mô tả trên hình 16.60, gồm có : *(1) Môtơ phương vị, (2) Thiết bị khuếch đại truy theo, (3) máy biến áp truy theo, (4) Qủa cầu theo (5) Vòng đỡ đứng, (6) Quả cầu quay, (7) Dụng cụ tạo mômen, (8) Vòng truy theo bán nguyệt, (9) Bánh xe phương vị, (10) Bệ đỡ, (11) Máy phát đồng bộ, (12) Đường xuất tín hiệu hướng đi.*



Hình 16.60

4. Vài đặc điểm cấu tạo la bàn chính

1) Quả cầu quay

Quả cầu bằng nhôm, kín hoàn toàn gồm hai bán cầu ghép lại, đường kính 165mm, có 8 vật nặng gắn vào vỏ quả cầu để cân bằng khối lượng, bốn bên của quả cầu có các rãnh để lắp thanh thép cảm ứng truy theo, trong quả cầu rút chân không và bơm vào khí hê li.

Bên trong quả cầu lắp mô tơ con quay (động cơ cảm ứng dị bộ ba pha) hoạt động với điện áp 115V 400Hz ba pha, tốc độ quay 12 000 vòng/phút, mômen động lượng chỉ hướng nam. Ở bên trong đáy quả cầu có chứa dầu nhờn dẫn lên ổ trục con quay để bôi trơn, các phụ tùng điện lắp trên vòng đỡ trung gian.

Bên phía tay của quả cầu lắp hai vật nặng tổng cộng 30 gam để tạo mômen ngăn trở. Khi trục chính con quay nghiêng thì trọng lượng của các vật nặng sản sinh mômen ngăn trở tác dụng lên trục đứng, khiến trục con quay dao động tắt dần, đưa trục chính về vị trí ổn định.

2) Vòng đỡ đứng (Vertical ring)

Là một khung tròn làm bằng hợp kim nhôm gắn vào ổ trục trên vòng truy theo hình bán nguyệt, nhờ đó vòng đỡ đứng có thể quay quanh trục ngang, góc độ quay của nó bị giới hạn khoảng 48^0 nhờ lò xo hạn chế gắn phía dưới vòng truy theo bán nguyệt.

Bốn bên của vòng đỡ đứng gắn máy biến áp truy theo hình chữ E, đối ứng với thanh thép biến áp gắn vào các rãnh trên quả cầu quay. Biến áp truy theo là dụng cụ đo lường của hệ thống truy theo. Khi quả cầu quay và vòng đỡ thẳng đứng thay đổi vị trí tương đối thì máy biến áp truy theo sinh ra tín hiệu truy theo tỷ lệ thuận với góc lệch phương vị, qua bộ phận khuếch đại, tín hiệu này đưa vào động cơ phương vị khiến động cơ phương vị hoạt động, thông qua bánh xe phương vị làm cho vòng truy theo hình bán nguyệt và vòng đỡ đứng quay theo quả cầu quay (xem hình 16.60).

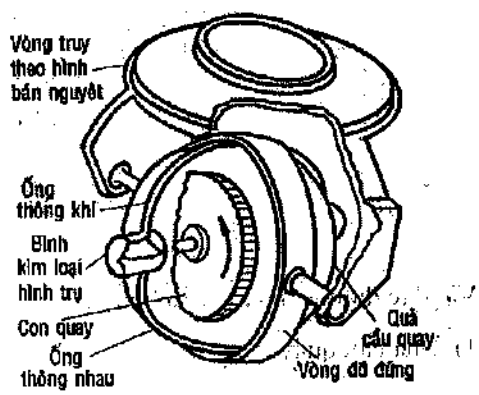
Bên phía đông của vòng đỡ đứng có gắn thiết bị tạo mômen hình chữ E, khi tín hiệu hiệu chỉnh tốc độ và vĩ độ đưa đến cuộn dây, thiết bị tạo mômen này sẽ tạo ra dòng điện xoáy trên vỏ quả cầu quay, từ trường tác dụng lên dòng điện xoáy sinh ra mômen dọc trục đứng của con quay có tác dụng bù sai số tốc độ và sai số vĩ độ.

Dụng cụ đo cân bằng bằng dung dịch điện giải được lắp trên đỉnh của vòng đỡ đứng dùng để kiểm tra độ nghiêng của trục chính con quay và phát ra tín hiệu để hiệu chỉnh độ cân bằng của con quay, tín hiệu này được đưa sang bộ phận khuếch đại rồi đưa trở về động cơ phương vị làm quay vòng truy theo bán nguyệt và vòng đỡ đứng, gây mômen thẳng đứng khiến trục chính con quay tự động chỉnh cân bằng.

Giữa con quay và trục đỡ đứng có một chốt giới hạn nhỏ để con quay chỉ quay quanh trục đứng trong giới hạn $\pm 6^0$.

3) Bình chất lỏng thông nhau (Liquid ballicstic)

Bình chất lỏng thông nhau là thiết bị để khống chế con quay gồm có hai bình kim loại hình trụ thông nhau bằng ống đồng, đặt ở hai đầu bắc và nam con quay, trong bình chứa dầu kizengua, như hình 16.61. Bình và ống đồng nối trực tiếp vào vòng đỡ đứng. Khi quả cầu quay quay theo trục ngang (trục chính nâng lên, hạ xuống) thì dầu trong bình cao hơn chảy qua bình thấp, ở bình



Hình 16.61

thấp có trọng lượng lớn hơn bình cao làm xuất hiện mômen khống chế trên trục ngang khiến con quay tiến động về mặt phẳng kinh tuyến. Dầu kizengua có độ nhớt cao, ống dẫn lại nhỏ cho nên chu kỳ chảy của dầu lớn hơn nhiều chu kỳ lắc của tàu, phản ứng không đáng kể với lực quán tính lắc của tàu, nhờ đó khắc phục được sai số lắc.

4) Bộ phận truy theo (Follow-up element)

Phần chủ yếu của bộ phận này là vòng truy theo hình bán nguyệt. Trục ngang của vòng đỡ đứng gối lên bệ đỡ trên vòng truy theo bán nguyệt (xem hình 16.61). Trục đứng vòng truy theo bán nguyệt treo bằng ổ đỡ trên bệ đỡ như hình 16.60 và có thể quay tròn theo phương vị 360^0. Trục vòng truy theo bán nguyệt mang bánh xe phương vị, môtơ phương vị kéo bánh xe phương vị chuyển động. Trên đỉnh trục vòng truy theo bán nguyệt nối cơ với mặt khắc độ la bàn và máy phát đồng bộ truyền hướng đi đến các la bàn phản ảnh. Trên trục đứng của vòng truy theo bán nguyệt xuyên qua bệ đỡ có gắn các cổ góp điện để nối thông điện vào phần động của la bàn. Giữa vòng phương vị và trục ngang của vòng đỡ đứng có các tiếp điểm trung tâm để đưa điện vào con quay.

5) Bộ phận cố định (fixed element)

Bộ phận cố định gồm có bệ đỡ và đế la bàn. Bệ đỡ dùng để treo trục thẳng đứng vòng truy theo, trên bệ đỡ lắp các linh kiện và bộ phận cơ và điện như động cơ phương vị, bánh xe răng, máy phát hướng quang điện, cổ góp điện, đèn chiếu sáng ... Động cơ phương vị một mặt quay bánh xe truy theo làm quay vòng truy theo bán nguyệt, mặt khác làm quay đĩa khắc độ để chỉ hướng đi.

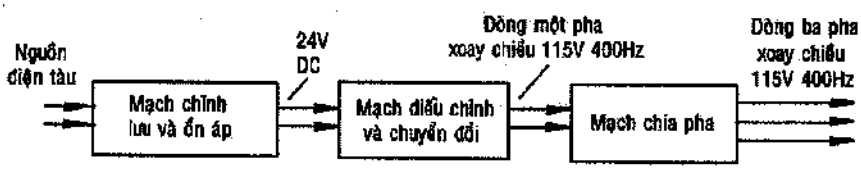
Toàn bộ la bàn được lắp trên đế thông qua thiết bị giảm chấn 3 hướng, đế được lắp vào boong tàu bằng bốn ốc cố định (xem hình 16.59).

6) Hệ thống mạch điện.

Hệ thống mạch điện la bàn con quay MK37 gồm hệ thống nguồn, hệ thống truy theo, mạch hiệu chỉnh sai số vĩ độ tốc độ và các mạch điều khiển la bàn. Ở loại MK37E, tất cả các mạch điện và công tắt điều khiển, đèn tín hiệu, cầu chì ... đều lắp trên hộp điều khiển và phát hướng, như mô tả trên hình 16.59.

(1) Nguồn điện

MK37 dùng mạch chuyển điện tĩnh (static inverter) lấy nguồn điện tàu một pha 50/60Hz đưa qua bộ phận chỉnh lưu và ổn áp để lấy DC 24V (Hình 16.62) qua bộ phận điều chỉnh chuyển đổi điện, cuối cùng qua mạch chia pha để đưa ra dòng điện 115V 400Hz ba pha ổn định cung cấp cho hoạt động của la bàn.



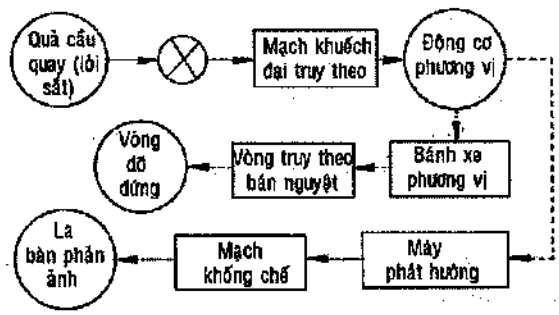
Hình 16.62

(2) Mạch điện hệ thống truy theo

Mục đích của mạch điện truy theo và truyền hướng là để đảm bảo cho bộ phận truy theo theo đuổi quả cầu quay đồng thời truyền hướng đi đến các la bàn phản ảnh một cách chính xác.

Nguyên lý mạch truy theo của MK37 mô tả trên hình 16.63, gồm có biến áp truy theo (cảm biến truy theo), mạch khuếch đại truy theo và động cơ phương vị. Mạch truyền hướng gồm máy phát hướng (kiểu bước) mạch khống chế và la bàn phản-ảnh (kiểu thu bước).

Khi tàu quay, vị trí tương đối giữa máy biến áp truy theo chữ E gắn trên vòng đỡ đứng và thanh thép gắn trên vỏ quả cầu quay biến đổi làm phát sinh tín hiệu truy theo trên biến áp truy theo sau khi qua mạch khuếch đại, tín hiệu truy theo làm quay động cơ phương vị mang bánh xe phương vị, vòng truy theo bán nguyệt và vòng đỡ đứng cùng quay theo. Cho đến khi vị trí tương đối giữa vòng đỡ đứng và quả cầu quay trở về vị trí ban đầu, không còn góc lệch nữa thì trên biến áp truy theo không còn tín hiệu truy theo, động cơ phương vị ngừng quay, trên mặt khắc độ chỉ ra hướng đi mới phù hợp với hướng đi trên quả cầu quay. Quá trình đó cũng làm cho máy phát hướng và máy thu hướng hoạt động, các la bàn phản ảnh cũng chỉ ra hướng đi mới.



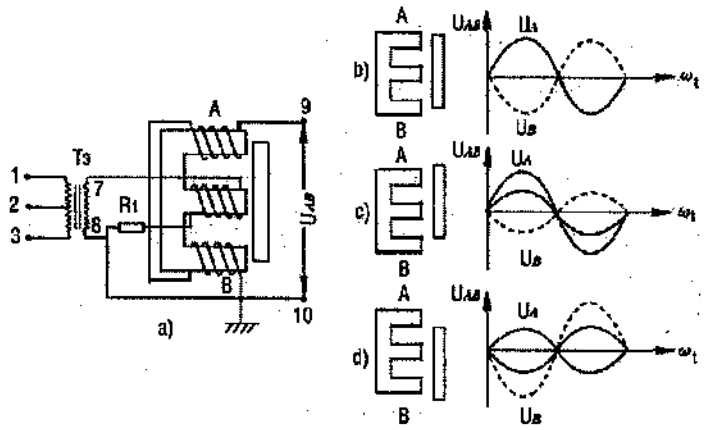
Hình 16.63

Máy biến áp truy theo hình chữ E (hình 16.64) là máy biến áp có lõi thép hình chữ E lắp hai bên vòng đỡ đứng đối diện với thanh thép cảm ứng lắp trên các rãnh bên ngoài quả cầu quay. Trụ giữa lõi E của biến áp quấn cuộn dây sơ cấp (cuộn kích từ), điện áp cung cấp cho cuộn sơ cấp này lấy từ đầu cuộn dây thứ cấp 7, 8 của máy biến áp T_3 sau khi qua điện trở hạ áp R_1. Hai trụ hai bên của lõi chữ E quấn cuộn dây thứ cấp, đấu ngược hướng nhau, hai đầu dây nối với máy khuếch đại truy theo cung cấp tín hiệu cho động cơ phương vị (hình 16.64a).

Nguyên lý hoạt động của máy biến áp như sau, khi vị trí tương đối thanh thép trên quả cầu quay và biến áp chữ E giữ ở vị trí đối diện nhau, khoảng cách từ thanh thép đến hai bên của lõi E bằng nhau như hình 16.64b thì từ trở của hai mạch từ bằng nhau, từ thông qua hai mạch từ này cũng bằng nhau, điện áp sinh ra trên hai cuộn thứ cấp bằng nhau nhưng ngược chiều, triệt tiêu lẫn nhau, điện áp ra $U_{AB} = 0$, không có tín hiệu nào đưa về máy khuếch đại, động cơ phương vị không hoạt động.

Nếu vị trí tương đối giữa vòng đỡ đứng và quả cầu quay biến đổi làm cho vị trí tương đối giữa thanh thép và biến áp hình E lệch, theo như hình 16.64c, thì điện áp cảm ứng U_A trên cuộn dây A tăng lên và điện áp U_B cảm ứng trên cuộn dây B giảm xuống, $U_A > U_B$, khiến cho điện áp tổng hợp $U_{AB} \neq 0$ .Trường hợp vị trí tương đối giữa thanh thép và biến áp hình E lệch theo chiều ngược lại như hình 16.64c thì U_{AB} cũng khác "0", nhưng pha của hai điện áp này lệch nhau 180^0. Như vậy khi quả cầu quay quay lệch ở hai chiều khác nhau thì làm phát sinh hai điện áp tín hiệu ngược pha nhau, lệch càng nhiều thì điện áp ra càng lớn, khiến cho động cơ

phương vị cũng quay theo hai chiều khác nhau để đưa vòng truy theo hình bán nguyệt cùng vòng đỡ đứng bám theo quả cầu quay, cho đến khi điện áp U_{AB} trở lại bằng "0" thì động cơ phương vị mới dừng lại.



Hình 16.64

5. Sử dụng và bảo dưỡng la bàn con quay MK37

Phần này giới thiệu cách sử dụng và bảo dưỡng MK37E

1) Công tắc chuyển mạch và thiết bị chỉ báo, xem hình 16.65.

(1) " Tilt Meter", đồng hồ chỉ báo góc độ cao, chỉ góc nghiêng theo chiều cao của trục chính con quay.

(2) " Latitude", công tắc vĩ độ, tàu ở bán cầu nào thì bật công tắc về vị trí tương ứng với bán cấp ấy (S, N)

(3) Nút chuyển vĩ độ, chỉnh về vĩ độ tàu đang chạy để hiệu chỉnh sai số vĩ độ (0^0~80^0).

(4) "Speed Knots", nút chuyển tốc độ, chỉnh về tốc độ tàu đang chạy để hiệu chỉnh sai số tốc độ (0~40kn).

(5) "Slew", công tắc quay đàn hồi, có ghi ký hiệu CW và CCW, dùng điều chỉnh góc độ cao của quả cầu quay và điều chỉnh đĩa khắc độ. Khi công tắc chuyển chức năng Mode (6) đặt ở vị trí "SLEW" dùng nút (5) để chỉnh đĩa khắc độ quay xuôi và ngược kim đồng hồ. Khi nút chức năng Mode đặt ở "MANUAL LEVEL" thì nút (5) dùng để điều chỉnh góc cao của quả cầu quay.

(6) "Mode", công tắc chức năng, có các vị trí như sau:

a) " Slew", dùng để quay đĩa khắc độ la bàn chính;

b) "Start", nối nguồn điện cho môtơ con quay;

c) "Auto level", tự động điều chỉnh cân bằng trục chính con quay;

d) "Run", cho tất cả các mạch điện la bàn hoạt động;

e) "Manual level", chỉnh cân bằng (góc độ cao) trục chính con quay bằng nút (5) và quan sát góc độ cao của trục chính bằng đồng hồ (1).

(7) " Dimmer binnacle lamp", chỉnh chiếu sáng la bàn chính;

(8) " Off, Power", Công tắc nguồn "On" và "Off";

(9) "F_1", cầu chì nguồn, đề phòng dòng điện quá tải;

(10) "Power", đèn chỉ báo nguồn, đèn sáng, nguồn bình thường.

(11) "A2S1~A2S12" (trong hộp điều khiển), để cấp điện cho các la bàn phản ảnh từ thứ nhất đến thứ 12.

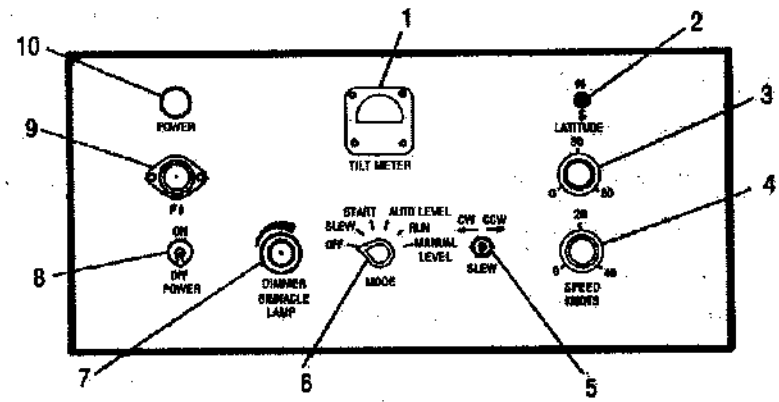
(12) "A3S1", (trong hộp điều khiển), đèn cảnh báo chống cháy.

(13) "A3DS1" (trong hộp điều khiển), khi đèn sáng, chỉ báo quá tải ở mạch bảo vệ trong bảng điện la bàn phản ảnh.

2) Sử dụng la bàn

(1) Khởi động bình thường

Khi con quay không còn quay thì thực hiện các bước như sau,



Hình 16.65

a) Kiểm tra công tắc nguồn, công tắc chuyển mạch trên hộp điều khiển và máy phát hướng đều nằm ở vị trí "OFF";

b) Các công tắc la bàn phản ảnh trong hộp điều khiển đều đặt ở vị trí "OFF";

c) Bật công tắt nguồn trên hộp điều khiển về vị trí "ON"

d) Vặn công tắc "MODE" về vị trí "SLEW", quan sát góc độ cao con quay trên đồng hồ đo độ cao, nếu chỉ báo (+), dùng nút đàn hồi "SLEW" chỉnh đĩa khắc độ cho hướng đi giảm 30^0, nếu chỉ báo trên đồng hồ (-), thì chỉnh đĩa khắc độ cho hướng đi tăng 30^0.

e) Chuyển công tắc "MODE" về vị trí "START", đợi 10 phút để cho tốc độ động cơ con quay tăng đến tốc độ định mức.

f) Chuyển công tắc "MODE" về vị trí "AUTO LEVEL" , đợi 30s cho đĩa la bàn ổn định, chỉ còn dao động nhẹ.

g) Chuyển "MODE" sang vị trí "MANUAL LEVEL" , ấn công tắc đàn hồi "SLEW" cho đến khi đồng hồ chỉ báo góc độ cao "0".

h) Chuyển "MODE" về vị trí "RUN" .

i) Sau khi chỉnh chỉ số các la bàn phản ảnh bằng chỉ số la bàn chính bật công tắc các la bàn phản ảnh trong hộp điều khiển về vị trí "ON".

j) Bật công tắc vĩ độ N/S và nút chỉnh vĩ độ về vĩ độ tương ứng.

k) Khi tàu chạy, chỉnh nút " Speed" về tốc độ tương ứng.

(2) Tắt la bàn

a) Công tắc "MODE" chuyển về vị trí "OFF"

b) Đóng các công tắc la bàn phản ảnh về vị trí "OFF"

c) Đóng công tắc nguồn điện về vị trí "OFF"

(3) Kiểm tra hàng ngày

a) Luôn điều chỉnh nút điều chỉnh vĩ độ theo vĩ độ thực tế của tàu, tàu chuyển từ nam bán cấu sang bắc bán cầu hay ngược lại phải chuyển công tắc N/S (Nam/Bắc bán cầu)

b) Điều chỉnh nút tốc độ theo tốc độ tàu.

c) Thường xuyên kiểm tra sự thống nhất hướng đi trên la bàn chính và la bàn phản ảnh.

(4) Khởi động ổn định nhanh

Đối với MK37E, khởi động nhanh như sau,

a) Công tắc truyền hướng về la bàn phản ảnh ở vị trí tắt.

b) Công tắc " POWER" bật về vị trí "ON"

c) Công tắc chuyển hoán "MODE" vặn về vị trí "SLEW"

d) Nút " SPEED" đặt ở vị trí "0"

e) Công tắc N/S và nút chỉnh sai số vĩ độ đặt ở vĩ độ tàu tương ứng .

f) Khi công tắc "MODE" ở vị trí "SLEW", quan sát góc độ cao con quay trên đồng hồ đo độ cao, nếu chỉ báo (+), dùng nút đàn hồi "SLEW" chỉnh đĩa khắc độ cho hướng đi giảm 30^0, nếu chỉ báo trên đồng hồ (-), thì chỉnh đĩa khắc độ cho hướng đi tăng 30^0.

g) Chuyển công tắc "MODE" về vị trí "START", đợi 10 phút để cho tốc độ động cơ con quay tăng đến tốc độ định mức.

h) Chuyển công tắc "MODE" về vị trí "AUTO LEVEL", quan sát đồng hồ chỉ báo góc độ cao khi kim chỉ con số nhỏ hơn 10 (bất cứ hướng nào).

i) Chuyển "MODE" sang vị trí "MANUAL LEVEL", lúc này đĩa khắc độ của la bàn dao động qua lại tắt dần tại hướng đi của tàu. Để tăng hiệu quả ngăn trở, rút ngắn thời gian ổn định, thực hiện tiếp các bước sau đây:

(i) Nếu hướng đi trên đĩa khắc độ lớn hơn hướng đi thật của tàu thì ấn nút 'SLEW" sao cho số đọc trên đồng hồ góc độ cao chỉ trong phạm vi –5 ~ + 8 vạch khắc độ.

(ii) Nếu hướng đi trên đĩa khắc độ nhỏ hơn hướng đi thật của tàu thì ấn nút 'SLEW" sao cho số đọc trên đồng hồ góc độ cao chỉ trong phạm vi +5 ~ + 8 vạch khắc độ.

(iii) Quan sát đồng hồ chỉ góc độ cao, liên tục ấn nút "SLEW" về bên phải và bên trái làm cho hướng đi trên đĩa khắc độ dần dần tiếp cận hướng đi thật của tàu.

(iv) Khi hướng đi trên đĩa khắc độ còn cách hướng đi thật trong phạm vi 1^0, bật công tắc "SLEW" sao cho góc độ cao trên đồng hồ chỉ báo vừa đúng với trạng thái làm việc bình thường của la bàn (giá trị chỉ báo này được ghi trong nhật ký làm việc của la bàn con quay).

v) Chuyển công tắc "MODE" về vị trí "RUN".

vi) Chỉnh nút "SPEED" về tốc độ thực tế của tàu.

16.6.4 La bàn con quay kiểu TG-5000

TG-5000 là loại sản phẩm mới do một hãng sản xuất dụng cụ Tokyo (Nhật) chế tạo vào thập niên 80 thế kỹ trước. Về nguyên lý và kết cấu TG-5000 vẫn giữ những đặc điểm của kiểu Sperry nhưng kết hợp các ưu điểm của kiểu la bàn con quay Anchütz Standard và la bàn con quay Arma-Brown. Thiết kế kết cấu và mạch điện có ứng dụng công nghệ mới cho nên có những ưu điểm độc đáo.

Các chỉ tiêu kỹ thuật của TG-5000 như sau,

- Độ chính xác khi chạy với tốc độ thẳng đều: $\pm 0,5^0$;
- Sai số lắc: $\pm 0,5^0$;
- Tốc độ động cơ con quay: 12 000 r/min
- Thời gian ổn định: bình thường 4 giờ; nhanh 2 giờ;
- Điện áp cung cấp: 110/115/220/380/440V 50/60Hz 3Ø; nguồn điện sự cố 24V.DC 6A (khởi động), 2,5A (hoạt động bình thường);
- Điện áp làm việc: 110V 400Hz1Ø; 35V hoặc 70V DC.
- Tốc độ truy theo: 360^0/15s;
- Số lượng la bàn phản ảnh: 12 cái

1. Đặc điểm chủ yếu của la bàn con quay TG-5000 (xem hình 16.66, 16.67)

1) Phương pháp nâng quả cầu quay áp dụng cách nâng kép vừa dùng dung dịch nâng phối hợp với treo bằng dây cáp để nâng cao độ chính xác của la bàn. Mômen ngăn trở nhờ khống chế độ xoắn của cáp treo tạo ra, dây cáp treo có tác dụng như một dụng cụ tạo ra mômen thẳng đứng.

2) Giữa quả cầu quay và chậu chứa dung dịch có gắn bộ cảm biến để lấy ra 3 loại tín hiệu: tín hiệu độ nghiêng của quả cầu quay, tín hiệu truy theo phương vị, và tín hiệu truy theo độ nghiêng. Tín hiệu đầu tiên đưa qua mạch khống chế ngăn trở để khống chế độ xoắn của cáp treo tạo ra mômen lực cho trục đứng của quả cầu quay. Hai tín hiệu còn lại đưa qua hệ thống truy theo phương vị và truy theo độ nghiêng làm cho chậu dung dịch quay truy theo quả cầu quay theo hướng phương vị và hướng nghiêng của quả cầu quay.

3) Trong mạch điện khống chế ngăn trở có thiết bị lọc sóng K_A để khử sai số vĩ độ một cách tự động. Sai số tốc độ thì hiệu chỉnh bằng cách áp dụng phương pháp bù điện ngoài, tức thông qua hoạt động của hệ thống truy theo thứ hai để quay đĩa khắc độ la bàn chính nhờ đó khử bỏ sai số tốc độ. Vì vậy hướng đi chỉ báo trên đĩa khắc độ là hướng đi thật của tàu. Có thiết bị điều chỉnh hình bán cầu để khử bỏ sai số lắc.

4) Có nguồn điện sự cố, khi điện tàu có sự cố thì la bàn tự động nối với nguồn sự cố, la bàn vẫn tiếp tục hoạt động.

5) Bộ phận cố định của la bàn áp dụng phương pháp giảm chấn động kiểu mới để chống chấn động khi tàu lắc.

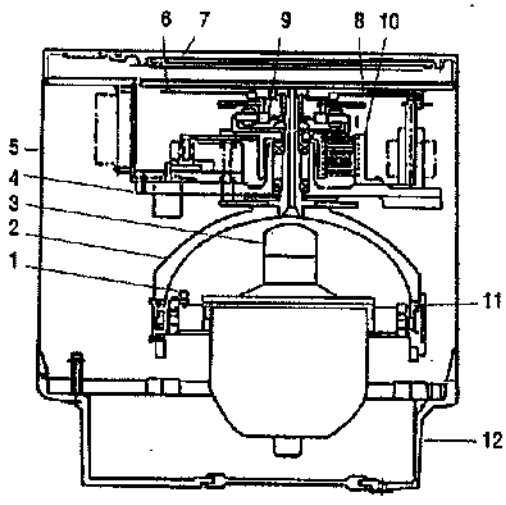
Toàn bộ la bàn gồm có la bàn chính và hộp phát hướng. Phần trên của la bàn chính gồm có bộ phận quả cầu quay và hệ thống nâng và truy theo, phần dưới là nguồn điện, ở giữa bảng điều khiển gắn các công tắc chuyển hoán, nút điều chỉnh. Hộp truyền hướng có máy phát hướng, mạch hiệu chỉnh sai số tốc độ và thiết bị báo động sự cố nguồn.

2. Kết cấu la bàn chính

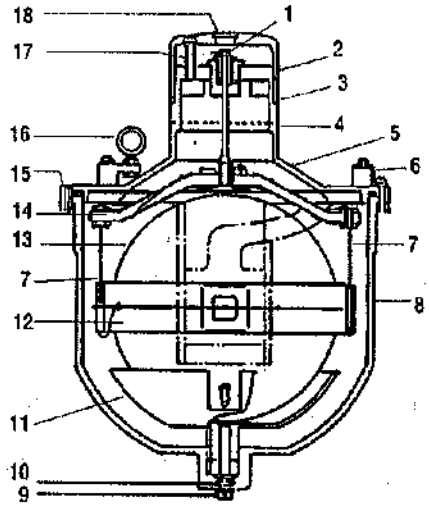
La bàn chính của TG-5000 gồm có 3 bộ phận chính: quả cầu nhạy cảm (quả cầu quay), bộ phận truy theo và bộ phận cố định (xem hình 16.66), trong đó gồm có,

(1) Thước thăng bằng, (2) Vòng truy theo hình bán nguyệt, (3) Linh kiện nhạy cảm, (4) bàn treo, (5) Hộp la bàn, (6) Đĩa khắc độ, (7) Cửa thuỷ tinh trong suốt, (8) Bộ cảm biến tuyến tính, (9) Vạch chuẩn la bàn, (10) Cổ góp điện, (11) Vòng đỡ ngang, (12) Đế la bàn.

Các chi tiết mô tả trên hình 16.67, gồm:



Hình 16.66



Hình 16.67

(1, 7) Dây cáp treo, (2) Nắp đậy, (3, 10, 15) Vòng đệm, (4) Bề mặt dung dịch dầu, (5) Phần trên của chậu dung dịch, (6) Trụ nối dây điện, (8) Phần dưới của chậu dung dịch, (9) Núm điều chỉnh khe hở, (11) Bán cầu bằng plastic, (12) Vành đai ngang, (13) Quả cầu quay, (14) Cánh tay đòn treo, (16) Thước cân bằng, (17) Cơ cấu xoay điều chỉnh, (18) Miếng kim loại điều chỉnh thể tích.

1) Quả cầu nhạy cảm

Quả cầu nhạy cảm có đường kính 108mm, nặng 1 kg, bên trong có động cơ (động cơ cảm ứng kiểu lồng sóc) con quay, nguồn điện 110V 400Hz một pha cung cấp vào quả cầu và dùng tụ điện dịch chuyển pha trong quả cầu biến thành 3 pha cung cấp cho động cơ con quay. Mômen động lượng H của con quay chỉ hướng Bắc.

Quả cầu quay là một quả cầu kín gồm hai bán cầu ghép lại có một vòng đỡ tròn bao quanh. Bên trong quả cầu, sau khi rút chân không, bơm vào khí hêli để toả nhiệt. Hai phía bắc nam của vỏ quả cầu có gắn cuộn dây sơ cấp của bộ cảm biến tín hiệu do nguồn điện con quay cung cấp điện. Cuộn dây thứ cấp lắp trên chậu dung dịch tại vị trí đối diện với cuộn sơ cấp trên vỏ quả cầu.

Quả cầu quay được nâng song trùng kết hợp nâng bằng dầu kizengua và treo bằng dây cáp (xem hình 16.67).

Quả cầu quay thả nổi trong chất dầu kizengua (dung dịch nâng) có độ nhớt cao, trọng tâm của của quả cầu quay và tâm nổi của nó trùng nhau, nhưng trọng lực của con quay hơi lớn hơn lực nổi, phần trọng lực vượt trội được treo trên dây cáp. Dây cáp treo gồm có dây cáp trên (1) và hai dây cáp dưới (7). Đầu trên của dây cáp trên thông qua cơ cấu xoay điều chỉnh (17) và cố định vào đỉnh của chậu dung dịch, đầu cuối cố định vào giữa của cánh tay đòn treo (15) hình thành trục đứng của quả cầu quay. Đầu trên của hai dây cáp treo (7) được cố định ở hai phía đông tây của cánh tay đòn treo (15), đầu dưới cố định tại hai phía đông tây của vành đai đỡ ngang (12) của quả cầu, đường nối giữa hai điểm treo hình thành trục ngang của quả cầu. Như vậy quả cầu quay phối hợp với các dây cáp treo hình thành con quay 3 cấp tự do.

Nhờ điểm treo của cáp trên vành đai quả cầu quay cao hơn trọng tâm của quả cầu 18mm khiến hình thành con quay con lắc âm, từ đó tạo mômen khống chế bằng trọng lực.

2) Bộ phận truy theo

Bộ phận truy theo gồm có chậu dung dịch (dầu), vòng lắp ráp ngang vòng đỡ ngang (12), vòng truy theo hình bán nguyệt (2) như hình 16.66.

Chậu dung dịch (8) gồm hai phần ghép lại, phần trên bằng hợp kim nhôm, phần dưới bằng plastic, hình 16.67. Trên chậu có thước đo thăng bằng để đo góc nghiêng của chậu. Dưới đáy chậu có nút (9) điều chỉnh khe hở giữa của bán cầu plastic và quả cầu quay, để khử sai số lắc.

Trong chậu dung dịch chứa dầu kizengua có độ nhớt cao, trên đỉnh nắp có một miếng kim loại khoan nhiều lỗ dùng để điều chỉnh thể tích dầu do biến đổi nhiệt độ dầu gây ra.

Hai phía nam bắc của mặt trong chậu dung dịch lắp 3 cuộn dây thứ cấp của thiết bị cảm biến tín hiệu phối hợp với 3 cuộn dây sơ cấp lắp trên vỏ quả cầu quay tạo thành 3 bộ cảm biến tín hiệu, chúng đưa ra các loại tín hiệu: tín hiệu độ nghiêng của trục chính con quay đối với mặt phẳng ngang, tín hiệu truy theo phương vị của quả cầu quay đối với chậu dung dịch, tín hiệu truy theo góc độ nghiêng của quả cầu quay đối với chậu dung dịch.

Chậu dung dịch lắp cố định trên khung lắp ráp, khung lắp ráp nhờ ổ đỡ trục ngang hướng đông tây treo trên vòng đỡ ngang (11) (xem hình 16.66), vòng đỡ ngang thông qua ổ đỡ trục ngang hướng bắc nam treo trên hai đầu vòng đỡ hình bán nguyệt (2). Trục giữa ở đỉnh của vòng đỡ hình bán nguyệt treo trên bàn treo (4) thông qua ổ đỡ đặt ở trung tâm. Trên vòng đỡ ngang lắp động cơ truy theo độ nghiêng, thông qua bánh xe truyền động làm quay chậu dung dịch quanh trục đông tây để truy theo độ nghiêng của quả cầu quay. Trên vòng truy theo hình bán nguyệt lắp bánh xe phương vị liên kết với răng của trục động cơ truy theo phương vị đặt trên bàn đỡ, nhờ đó khi động cơ truy theo phương vị quay kéo theo chậu dung dịch quay quanh trục thẳng đứng để truy theo quả cầu quay.

Trên đỉnh của trục đứng vòng truy theo bán nguyệt lắp bộ cảm biến tuyến tính, cuộn dây thứ cấp của nó gắn cố định với đầu trục đứng vòng truy theo hình bán nguyệt, cuộn dây sơ cấp gắn với bánh răng theo phương vị. Trên bàn đỡ còn gắn một động cơ hiệu chỉnh nối răng cưa với bánh răng theo phương vị, khi động cơ hiệu chỉnh hoạt động kéo theo bánh răng theo phương vị, đĩa khắc độ cùng trục với bánh răng theo phương vị, cho nên đĩa khắc độ chỉ ra hướng đi của tàu. Trục máy phát hướng nối răng với bánh xe theo phương vị truyền hướng đi đến các la bàn phản ảnh.

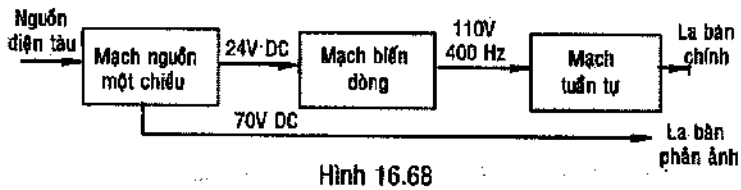
3) Phần cố định

Phần cố định của la bàn gồm có bàn đỡ, thiết bị giảm chấn, và đế la bàn. Bàn đỡ dùng để treo trục chính vòng truy theo bán nguyệt thông qua 4 thiết bị giảm chấn lắp vào thân la bàn. Trên bàn đỡ , ngoài các thiết bị truy theo phương vị và động cơ hiệu chỉnh còn có cổ góp điện, đèn chiếu sáng và vạch chuẩn la bàn.

3. Mạch điện

1) Nguồn điện

Nguồn điện tàu cung cấp 24V DC (hình 16.68) cho mạch biến dòng để đưa ra dòng điện xoay chiều 110V 400Hz một pha, đồng thời cung cấp 70V DC cho các la bàn phản ảnh. Điện 110V 400Hz đưa vào quả cầu quay, nhờ các tụ điện trong quả cầu quay chuyển thành điện



Hình 16.68

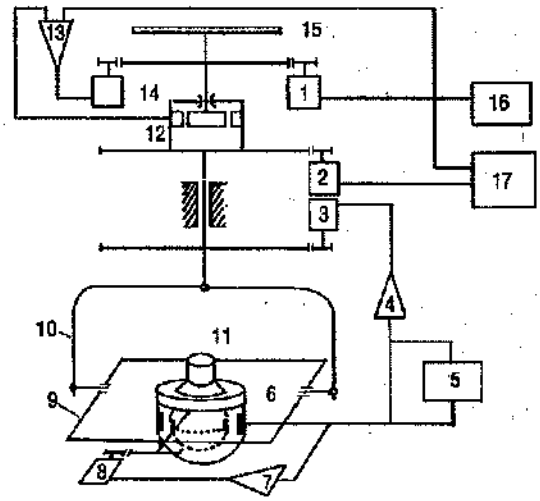
xoay chiều ba pha cung cấp cho môtơ con quay.

Mạch tuần tự dùng để khống chế quá trình khởi động của môtơ con quay với mục đích rút ngắn thời gian ổn định của con quay. Bảng công tắc điều khiển trên la bàn chính có công tắc chuyển hoán, nhờ công tắc này có thể chọn quy trình hoạt động của mạch tuần tự để khống chế trạng thái khởi động của môtơ con quay, từ đó có thể chọn một trong hai cách khởi động: khởi động bình thường hoặc khởi động nhanh.

2) Mạch điện hệ thống truy theo

Mạch điện hệ thống truy theo la bàn con quay TG-5000 bao gồm hai hệ thống: hệ thống truy theo độ nghiêng, hệ thống truy theo phương vị và hệ thống hiệu chỉnh. Hệ thống truy theo phương vị và hệ thống hiệu chỉnh hoạt động gắn liền không thể tách rời. Hình 16.69 mô tả mạch điện hệ thống truy theo gồm có:

(1) Máy phát hướng, (2) Thiết bị tính hình sin, (3) Động cơ truy theo phương vị, (4) Bộ khuếch đại truy theo phương vị, (5) Thiết bị lọc sóng KA, (6) Thiết bị cảm biến, (7) Bộ khuếch đại truy theo độ nghiêng, (8) Động cơ truy theo độ nghiêng, (9) Vòng ngang nghiêng, (10) Vòng truy theo hình bán nguyệt, (11) Linh kiện nhạy cảm, (12) Bộ cảm biến tín hiệu tuyến tính, (13) Bộ khuyếch đại tín hiệu hiệu chỉnh, (14) Động cơ hiệu chỉnh, (15) Đĩa khắc độ, (16) Bộ khuếch đại phát hướng, (17) Mạch hiệu chỉnh sai số tốc độ.



Hình 16.69

Hệ thống truy theo độ nghiêng gồm có: bộ cảm biến tín hiệu truy theo độ nghiêng (6), bộ khuếch đại tín hiệu truy theo độ nghiêng (7), động cơ truy theo độ nghiêng (8).

Hệ thống truy theo phương vị gồm có: bộ cảm biến tín hiệu truy theo phương vị (6), bộ khuyếch đại truy theo phương vị (4) và động cơ truy theo phương vị (3).

Quá trình làm việc của hệ thống truy theo như sau: khi vị trí tương đối về độ nghiêng và phương vị giữa quả cầu quay và chậu la bàn thay đổi thì trên cuộn thứ cấp của bộ cảm biến độ nghiêng và phương vị gắn trên chậu dung dịch xuất hiện tín hiệu truy theo độ nghiêng và tín hiệu truy theo phương vị, hai tín hiệu này được chuyển theo hai đường khác nhau đi qua bộ khuếch đại truy theo độ nghiêng và bộ khuếch đại truy theo phương vị. Sau khi khuếch đại, hai tín hiệu truy theo này làm cho hai động cơ truy theo hoạt động, qua truyền động bánh răng, khiến cho chậu dung dịch quay theo trục ngang đông tây để truy theo độ nghiêng và quay theo trục đứng để truy theo phương vị của quả cầu quay.

Hệ thống hiệu chỉnh gồm có: bộ cảm biến tín hiệu tuyến tính (12), bộ khuếch đại tín hiệu hiệu chỉnh (13) và động cơ hiệu chỉnh (14), thiết bị tính toán hình sin (2), và mạch hiệu chỉnh sai số tốc độ (17). Mục đích của bộ phận này là khử sai số tốc độ ngay trên đĩa khắc độ bằng phương pháp bù gián tiếp. Hệ thống này hoạt động như sau: bộ cảm biến tín hiệu tuyến tính gắn trên đỉnh của vòng truy theo bán nguyệt xác định góc lệch giữa đĩa khắc độ la bàn và vòng truy theo bán nguyệt, xuất ra tín hiệu tương ứng đưa qua bộ khuếch đại hiệu chỉnh. Sau khi khuếch đại tín hiệu này làm quay động cơ hiệu chỉnh, kéo theo bánh xe phương vị, làm quay đĩa khắc độ, nhờ đó đĩa khắc độ quay theo vòng truy theo bán nguyệt. Đồng thời bánh xe răng phát phương vị cũng làm quay thiết bị tính toán hình sin để chuyển đổi tín hiệu hướng đi trên vòng truy theo bán nguyệt theo tỷ lệ hình sin và đưa sang mạch hiệu chỉnh sai số tốc độ, qua nút hiệu chỉnh tốc độ và vĩ độ, lấy ra tín hiệu hiệu chỉnh tốc độ chuyển cho động cơ hiệu chỉnh. Khi tín hiệu sai số tốc độ và tín hiệu ra của bộ cảm biến tuyến tính triệt tiêu nhau thì động cơ hiệu chỉnh ngừng quay, lúc này, giữa đĩa khắc độ và vòng truy theo bán nguyệt tồn tại một góc lệch, góc lệch đó là sai số tốc độ. Nhờ đó, sai số tốc độ của số đọc trên đĩa khắc độ của la bàn chính được khử bỏ. Bánh xe truy theo phương vị còn kéo theo máy phát

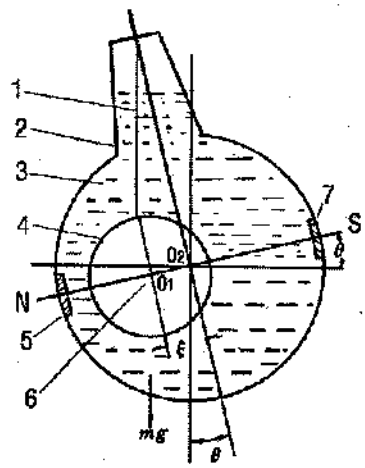
hướng, từ đây tín hiệu hướng được truyền sang các la bàn phản ảnh, la bàn phản ảnh chỉ báo đúng hướng đi trên la bàn chính.

3) Hệ thống khống chế ngăn trở

Hệ thống khống chế ngăn trở gồm có các thành phần: bộ cảm biến xác định góc nghiêng trục chính quả cầu quay, bộ tiền khuếch đại và điều chỉnh, mạch lọc sóng K_A, bộ khuếch đại phương vị và động cơ truy theo phương vị. Hình 16.70 mô tả hoạt động của hệ thống khống chế ngăn trở, gồm có các thành phần:

(1) Dây cáp treo, (2) Chậu dung dịch, (3) dầu kizengua, (4) quả cầu quay, (5, 7) Thiết bị xác định góc nghiêng trục chính, (6) Môtơ con quay.

Hoạt động của hệ thống khống chế ngăn trở có thể mô tả khái quát như sau: giả sử quả cầu quay quay quanh trục ngang lệch khỏi mặt phẳng ngang một góc θ, dưới tác động của hệ thống truy theo độ nghiêng thì chậu dung dịch sẽ quay quanh trục đông tây của nó một góc θ tương tự. Vì chậu dung dịch quay khiến cho điểm treo của cáp treo (1) dùng để treo quả cầu trên chậu dung dịch lệch khỏi vị trí ban đầu của nó. Lúc này, quả cầu quay trong chậu như con lắc, dưới tác dụng của trọng lực, lắc về phía thấp của chậu dung dịch cho đến khi dây cáp treo trở lại thẳng đứng theo hướng dây dọi, như hình 16.70, khiến cho tâm 0_1 của quả cầu quay không còn trùng với tâm 0_2 của chậu, mà dịch chuyển một khoảng cách nhất định. Thiết bị xác định góc nghiêng (5 và 7), đo khoảng cách dịch vị này và đưa ra tín hiệu tỷ lệ thuận với dịch vị, sau khi đi qua mạch tiền khuếch đại, tín hiệu này được chuyển sang mạch điều chỉnh sóng để biến thành tín hiệu một chiều rồi chuyển sang bộ lọc sóng K_A. Tín hiệu xuất từ K_A cùng với tin hiệu truy theo phương vị nhập vào bộ khuếch đại phương vị, làm quay động cơ phương vị khiến quả cầu quay và chậu dung dịch chỉ ổn định sau khi phát sinh một góc lệch mới và phát sinh lực xoắn trên cáp treo của quả cầu quay, mômen lực xoắn trở thành mômen ngăn trở trục đứng của quả cầu quay.



Hình 16.70

Bộ lọc K_A là một mạch điện đặc biệt, hằng số vi phân của đầu vào mạch là 2000s, hằng số lọc sóng của bộ khuếch đại là 470s, khi biên độ của điện áp tín hiệu một chiều nằm trong phạm vi 470s đến 2000s thì mạch này tương đương như một mạch khuếch đại tỷ lệ. Nếu biên độ điện áp biến đổi nhỏ hơn 470s coi như mạch bị nhiễu tức thời, mạch điện không phản ứng với điện áp đó. Nếu biên độ điện áp tín hiệu một chiều biến đổi lớn hơn 2000s, mạch K_A không xuất tín hiệu coi như mạch bị ngắt. Nhờ đặc điểm này của mạch K_A, khi quả cầu quay trong quá trình chuyển động tìm hướng bắc, vì góc độ cao của trục chính biến đổi khá nhanh, khiến chu kỳ của điện áp tín hiệu một chiều nằm trong khoảng 470s~2000s làm cho tín hiệu chạy qua K_A thông suốt để đến bộ khuếch đại và làm quay động cơ phương vị dẫn tới quá trình tạo mômen ngăn trở như nói trên. Cho đến khi trục chính con quay đến gần vị trí ổn định thì độ cao trục chính biến đổi chậm, thậm chí không biến đổi nữa thì tín biên độ điện áp tín hiệu lớn hơn 2000s làm cho bộ lọc K_A không có điện áp xuất, dây cáp treo không bị xoắn, mômen ngăn trở bị triệt tiêu, trục chính con quay ổn định ở vị trí hướng bắc.

4. Sử dụng la bàn con quay TG-5000 và vài điều cần chú ý.

Hình 16.71 và hình 16.72 là sơ đồ bảng điều khiển la bàn và bảng điều chỉnh sai số vĩ độ và tốc độ.

Trên hình 16.71: *(1) Công tắc chuyển hoán, (2) Công tắc đàn hồi SLEW SWITCH, (3) Nút điều chỉnh độ chiếu sáng.*

Trên hình 16.72: *(1) Nút báo động, (2) Đèn đỏ báo động, (3) Nút hiệu chỉnh vĩ độ và tốc độ.*

1) Khởi động

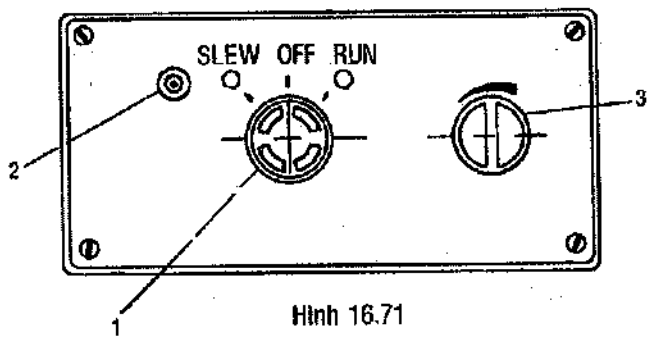
(1) Khởi động nhanh

Nếu biết hướng đi của tàu (tham khảo la bàn từ) thì khởi động theo trình tự sau đây, sau 2 giờ la bàn sẽ ổn định.

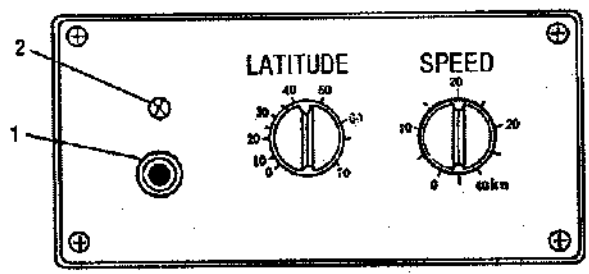
a) Từ vị trí "OFF" công tắc chuyển hoán (1) trên hình 16.71, chuyển sang vị trí "SLEW", đợi chừng 2 phút, đèn chỉ báo màu đỏ (2) tren hình 16.72 phát sáng.

b) Sau khi đèn đỏ sáng, ấn công tắc đàn hồi "SLEW SWITCH" (2) về bên phải hoặc bên trái sao cho la bàn chỉ hướng đi của tàu.

c) Chuyển công tắc chuyển hoán (2) về vị trí "RUN", đèn xanh sáng, la bàn hoạt động bình thường.



Hình 16.71



Hình 16.72

(2) Khởi động bình thường

Nếu chưa biết hướng đi của tàu thì khởi động như sau:

Chuyển công tắc chuyển hoán từ "OFF" sang vị trí "RUN", đèn xanh sáng. Đợi sau 4 giờ la bàn mới ổn định , hoạt động bình thường.

2) Hiệu chỉnh sai số tốc độ và vĩ độ: chỉnh nút "SPEED" và nút "LATITUDE" theo vĩ độ và tốc độ thực tế của tàu.

3) Tắt máy

Chuyển công tắc chuyển hoán về vị trí "OFF".

4) Báo động nguồn điện

Khi nguồn điện bị ngắt thực hiện theo các bước sau đây:

(1) Sau khi còi báo động trên hộp điều khiển kêu, đèn đỏ sáng, thì nguồn điện la bàn tự động chuyển sang nguồn sự cố (một chiều 24V), la bàn vẫn tiếp tục hoạt động, có các la bàn phản ảnh tự dừng hoạt động.

(2) Ấn nút báo động (1), còi ngừng kêu, nhưng đèn đỏ vẫn sáng.

(3) Sau khi nguồn điện xoay chiều của tàu trở lại bình thường, thì còi lại kêu, đèn đỏ vẫn sáng.

(4) Lại ấn nút báo động, còi tắt, đèn đỏ tắt, la bàn hoạt động bình thường.

5) Vài điều cần chú ý khi sử dụng.

Khi la bàn hoạt động, hằng ngày tiến hành kiểm tra hiệu chỉnh như sau:

(1) Hiệu chỉnh đồng bộ giữa các la bàn phản ảnh với la bàn chính.

(2) Dùng cách quan sát phương vị mục tiêu xác định sai số la bàn con quay.

(3) Kiểm tra điện áp của la bàn có bình thường hay không.

(4) Nếu la bàn hoạt động bình thường thì không có hiện tượng phát ra tiếng động, chấn động hay quá nhiệt, nếu bất thường phải cho dừng hoạt động để kiểm tra.

16.6.5 La bàn con quay thuộc kiểu Arma-Brown

Kiểu Arma-Brown là một trong 3 kiểu phổ biến của la bàn con quay sử dụng trong hàng hải thuộc loại la bàn khống chế điện từ .

Trong phần này giới thiệu loại Arma-Brown điển hình là MK10.

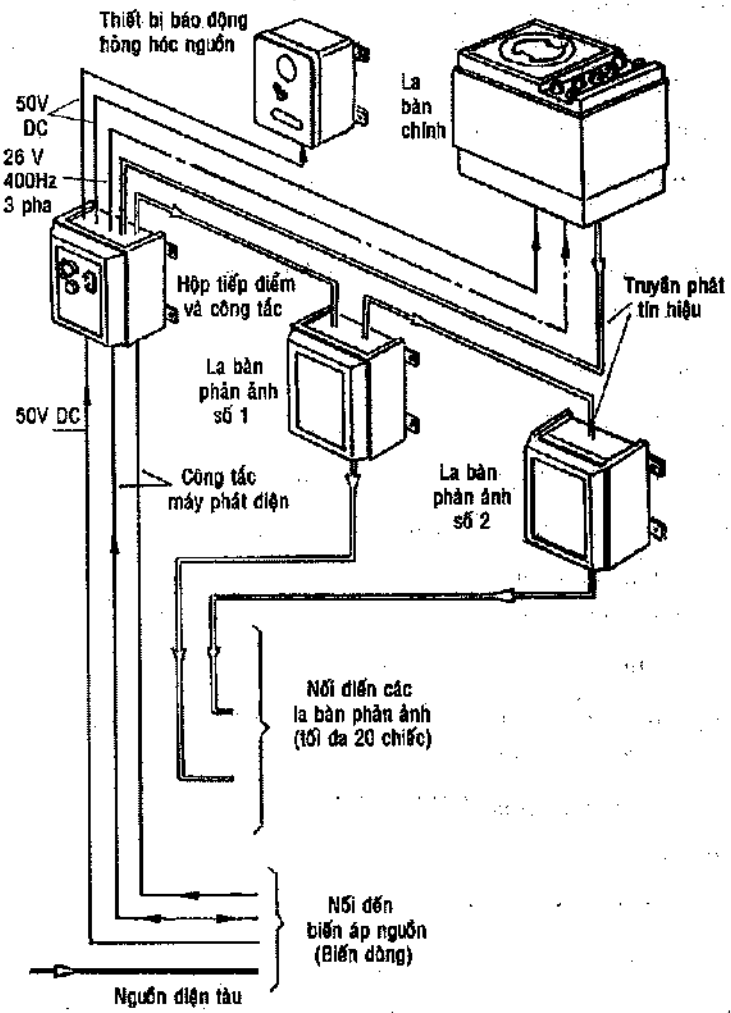
Các chỉ tiêu kỹ thuật của MK10 như sau :

- Độ chính xác trên hướng đi thẳng đều $\pm 0,75^0$
- Độ chính xác trong điệu kiện sóng gió lớn $\pm 2^0$
- Tốc độ tàu thích hợp 0~60kn
- Vĩ độ thích hợp 80^0N~80^0S
- Thời gian ổn định (ổn định hướng bắc 10^0~ $\pm 0,5^0$ khoảng 40 phút) < 6 giờ
- Tuổi thọ quả cầu quay 50 000 giờ
- Nhiệt độ môi trường 0^0C~ 55^0C
- Số lượng la bàn phản ảnh 20

Toàn bộ thiết bị gồm có la bàn chính, hộp công tắc và đấu dây, máy biến dòng, báo động hỏng nguồn điện, hộp đấu dây la bàn phản ảnh ..., mô tả trên hình 16.73.

1. Kết cấu la bàn chính

Hình thức bên ngoài của la bàn chính là một hộp chữ nhật trong đó lắp các bộ phận chính của la bàn gồm bộ phận nhạy cảm, bộ phận truy theo và bộ phận cố định.



16.73

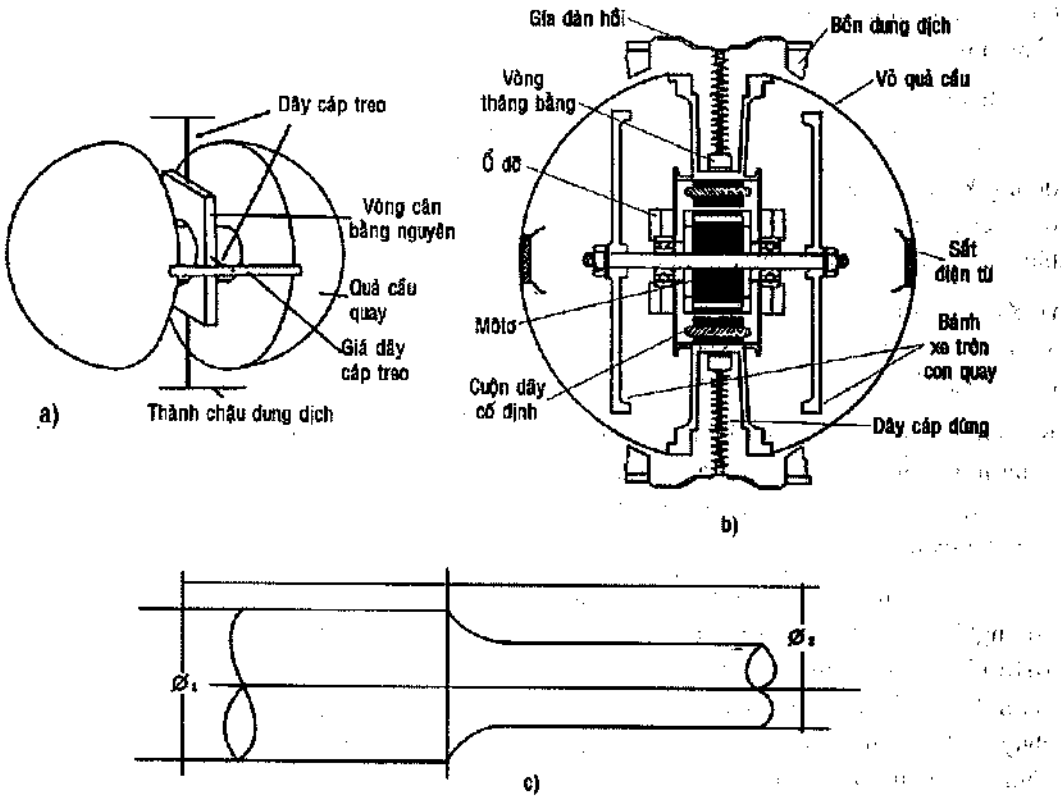
1) Bộ phận nhạy cảm

Bộ phận nhạy cảm gồm quả cầu quay, vòng cân bằng nổi (floating gimbal), dây cáp treo ngang và đứng (horizontal and vertical torsion wires) như hình 16.74.

(1) Quả cầu quay

Quả cầu quay có hình như cái chuông kín, vỏ quả cầu cấu thành bởi hai bán cầu úp vào một ống tròn ngắn như hình 16.74a, bên trong quả cầu lắp động cơ con quay và bánh xe trên hình

16.74b . Cuộn dây stator của động cơ con quay đặt cố định bên trong ống tròn ngắn. Rotor của động cơ con quay có đường kính 2,2 cm nặmg 0,23 kg, trục của rotor đặt trên hai ổ bi đặc biệt nằm tại tâm của hai bán cầu của quả cầu, hai đầu mút của trục gắn cố định hai bánh xe trớn đường kính 7,6 cm, bánh xe trớn có tác dụng tăng mômen quán tính của con quay. Hai vòng bi sử dụng loại dầu bôi trơn cao cấp. Khi tiếp nhận dòng điện 3 pha 24V 400Hz, con quay sẽ quay với tốc độ 12 000 r/m, mômen động lượng chỉ hướng bắc. Hai phía nam bắc bên trong, quả cầu quay theo hướng trục chính con quay lắp cuộn dây kích từ (excitation coil), đó là một thành phần của bộ cảm biến truy theo. Hai bên đông tây phía ngoài quả cầu đặt cố định hai tấm kim loại dùng làm giá cố định dây cáp treo ngang, đầu còn lại của dây cáp treo cố định vào vòng cân bằng nổi. Trong quả cầu rút chân không và chứa hêli để toả nhiệt và phòng rỉ sét.



Hình 16.74

(2) Giá nâng quả cầu

Quả cầu quay dùng dung dịch và dây treo để nâng. Khe hở giữa ống tròn ngắn và giá dây cáp treo ngang có một vành cân bằng bằng hợp kim, vành cân bằng này không chạm vào ống tròn ngắn, cũng không chạm vào giá dây treo nhưng vòng cân bằng nối với giá dây treo theo hướng đông tây bằng một dây treo có đường kính 0,375 mm cho nên vòng cân bằng này được gọi là vòng cân bằng nổi. Hai dây treo đặt nằm ngang vừa nói gọi là dây treo ngang tạo thành trục ngang của quả cầu. Nếu không xét tới độ xoắn của dây treo ngang, thì trục chính quả cầu quay có thể chuyển động quanh trục ngang này hình thành góc độ cao của trục chính so với vòng cân bằng nổi, trở thành con quay quay tự do trên trục ngang. Ở đỉnh và đáy của vòng

cân bằng nổi nối dây treo 0,175 mm và treo vào bên trong chậu dung dịch theo hướng thẳng đứng, dây treo này trở thành trục đứng của con quay. Nếu không xét tới độ xoắn của dây treo thì thì quả cầu quay cùng với vòng cân bằng nổi chuyển động theo trục thẳng đứng hình thành góc phương vị tương đối với chậu dung dịch, trở thành con quay quay tự do trên trục đứng.

Từ kết cấu trên cho thấy, khi con quay quay ở tốc độ cao thì trục chính con quay cũng chính là trục chính quả cầu quay, dây treo ngang là trục ngang của quả cầu, dây treo đứng là trục đứng của quả cầu, các trục giao nhau tại tâm quả cầu quay, trọng tâm của bộ phận nhạy cảm trùng với trọng tâm của quả cầu quay.

Bộ phận nhạy cảm thả nổi trong chậu chứa dầu có khối lượng riêng cao (dầu fluorolube), nhờ điều chỉnh khối lượng riêng của dầu, trong phạm vi nhiệt độ rộng, trọng lực của bộ phận nhạy cảm cân bằng với lực nổi của nó làm cho bộ phận nhạy cảm nổi lơ lửng ở vị trí trung gian (neutral buoyancy). Vì vậy dây treo đứng không gánh trọng lượng của quả cầu và vòng cân bằng nổi.

(3) Tác dụng của dây treo

Dây treo ngang và dây treo đứng bằng đồng, vì chúng có công dụng khác nhau cho nên có đường kính tiết diện khác nhau. Đường kính tiết diện của mỗi dây treo chia làm hai đoạn, đoạn dùng để nối vào giá có đường kính tiết diện lớn hơn đoạn còn lại (hình 16.74c). Ngoài tác dụng treo, dây treo còn có chức năng như sau:

a) Khi quả cầu quay chuyển động quanh trục ngang và trục đứng, nếu tìm cách triệt tiêu lực xoắn của dây treo, coi như không xuất hiện ma sát trục đỡ thông thường, cho nên treo bằng dây có thể coi như loại ổ đỡ không ma sát.

b) Hai dây treo ngang có tác dụng cố định tâm của quả cầu quay trùng với tâm của vòng cân bằng nổi, còn hai dây treo đứng có tác dụng cố định tâm của vòng đỡ nổi (gắn với tâm quả cầu quay) trùng với tâm của chậu dung dịch, như vậy các dây treo có tác dụng cố định tâm của quả cầu.

(c) Nếu chậu dung dịch chuyển động quanh trục ngang làm cho vòng cân bằng nổi phát sinh góc nghiêng độ cao so với quả cầu quay thì dây treo ngang xuất hiện lực xoắn, mômen lực xoắn này chính là mômen ngoại lực tác dụng lên trục ngang của quả cầu quay. Mômen lực xoắn dùng để tạo ra góc quay 1 phút là $5,43 \times 10^{-2}$g.cm. Giống như vậy, nếu chậu dung dịch chuyển động quanh trục đứng làm cho chậu dung dịch phát sinh góc lệch phương vị so với vòng cân bằng nổi và quả cầu, thì dây treo đứng tạo ra mômen xoắn, đó chính là mômen ngoại lực tác dụng lên trục đứng quả cầu quay. Để tạo ra góc lệch phương vị 1 phút thì mômen lực xoắn phải bằng $0,18 \times 10^{-2}$g.cm. Như vậy, dây treo ngang có tác dụng như một dụng cụ tạo mômen ngang, dây treo đứng có tác dụng như một dụng cụ tạo mômen đứng.

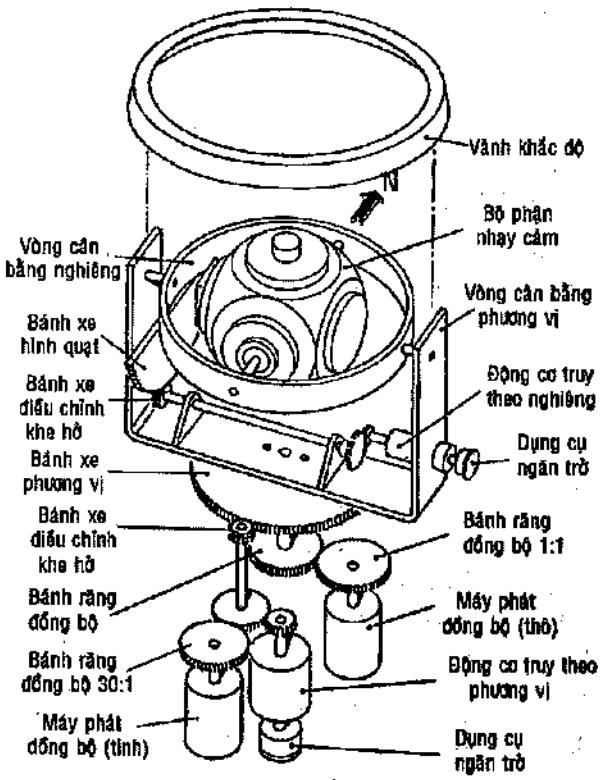
Chung quanh dây treo ngang và đứng có quấn dây điện mềm dùng làm dây dẫn điện cho động cơ con quay và cuộn dây sắt từ.

2) Bộ phận truy theo

Bộ phận truy theo gồm có chậu dung dịch (flotation tank), vòng cân bằng nghiêng (tilt gimbal), bánh xe nghiêng (tilt gear wheel), động cơ truy theo nghiêng (tilt servo motor) vòng phương vị (azimuth gimbal), bánh xe phương vị (azimuth gear wheel), động cơ truy theo phương vị (azimuth servo motor), vành khắc độ..., (xem hình 16.75). Chi tiết như sau,

(1) Chậu dung dịch

Là một bình kín bên trong có hình dáng giống như quả cầu quay để chứa quả cầu quay, khe hở giữa quả cầu quay và chậu chứa đầy dầu fluorolube để nâng quả cầu quay. Hai bên vách trong của chậu, theo hướng trục nam bắc gắn hai cuộn dây cảm biến hình số "8", một cuộn gắn theo chiều thẳng đứng, một cuộn gắn theo chiều ngang, vị trí của nó đối diện với thanh sắt điện từ trên vỏ quả cầu quay tạo thành thiết bị cảm biến truy theo để đo góc độ nghiêng và góc lệch phương vị giữa giữa quả cầu quay và chậu dung dịch, từ cuộn dây xuất ra tín hiệu truy theo. Phía tây bên ngoài chậu gắn con lắc điện từ để đo góc nghiêng của chậu dung dịch so với mặt phẳng ngang và xuất ra tín hiệu lắc.



Hình 16.75

(2) Giá đỡ chậu dung dịch

Trục hai đầu bắc nam của chậu dung dịch nhờ ổ đỡ lắp vào vòng cân bằng nghiêng ở vị trí nằm ngang tạo thành trục bắc nam của chậu dung dịch, nhờ đó chậu dung dịch có thể chuyển động tự do quanh trục này. Trên đầu bắc của trục gắn một dụng cụ để hạn chế biên độ chuyển động của chậu, chỉ cho phép chậu chuyển động trong phạm vi góc $\pm 60^0$. Trọng tâm của chậu hạ thấp so với tâm của quả cầu quay, chậu chuyển động như một con lắc luôn luôn nằm ở trạng thái thẳng đứng. Ở đầu phía bắc giữa chậu dung dịch và vòng cân bằng nghiêng có dụng cụ ngăn trở dùng để giảm lắc chậu dung dịch khi có gia tốc đối với chậu theo hướng đông tây.

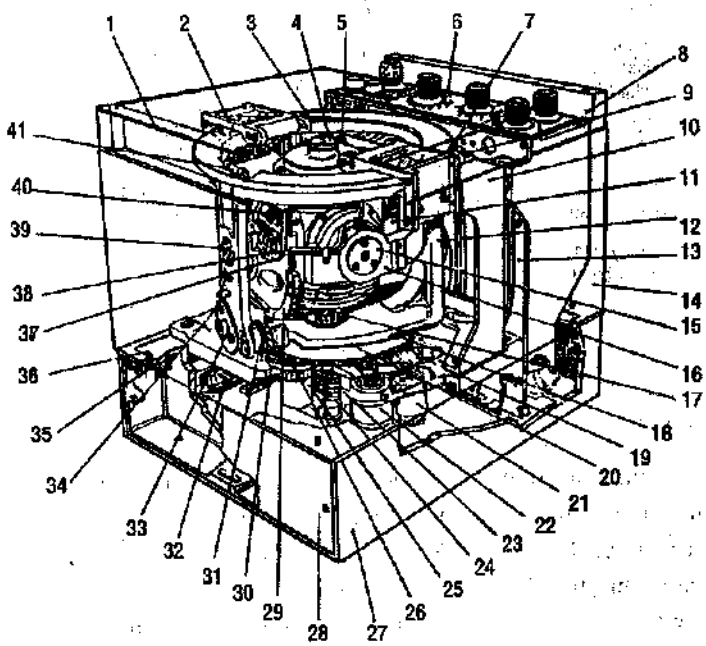
Trục ở hai đầu đông tây của vòng cân bằng nghiêng nhờ ổ đỡ đặt trên vòng cân bằng phương vị tạo thành trục đông tây của chậu dung dịch, nhờ đó chậu dung dịch cùng vòng cân bằng nghiêng có thể chuyển động quanh trục đông tây này. Hai đầu trục có dụng cụ hạn chế góc độ chuyển động trong phạm vi $\pm 60^0$.

Phía đông của vòng cân bằng nghiêng lắp một bánh xe hình quạt qua bánh răng và trục nối với động cơ truy theo nghiêng đặt trên vòng truy theo phương vị. Khi động cơ truy theo nghiêng hoạt động, nhờ hệ thống bánh răng và bánh xe hình quạt làm cho vòng cân bằng nghiêng và và chậu dung dịch chuyển động nghiêng theo trục đông tây. Một dụng cụ đo cân bằng bằng bọt nước đặt trên vòng cân bằng nghiêng để quan sát độ nghiêng của chậu dung dịch. Trục đứng của vòng cân bằng phương vị nhờ ổ đỡ lắp trên mặt bàn của bộ phận cố định, vòng cân bằng phương vị có thể xoay quanh trục thẳng đứng này 360^0. Bánh xe phương vị gắn cố định với vòng cân bằng phương vị, qua hệ thống truyền động bánh răng nối với stator của động cơ truy theo phương vị. Khi động cơ phương vị chuyển động, thông qua các bánh xe truyền động và bánh xe phương vị làm quay vòng cân bằng phương vị cùng với vòng cân bằng nghiêng và chậu dung dịch cùng chuyển động quanh trục đứng. Nhờ đó, đĩa khắc độ tròn từ 0^0~360^0 gắn trên gắn trên đỉnh vòng cân bằng phương vị chỉ báo hướng đi của tàu.

Đầu dưới trục đứng của vòng cân bằng phương vị gắn vành góp điện để đưa điện vào cho con quay và lấy tín hiệu xuất từ hệ thống truy theo.

3) Bộ phận cố định

Bộ phận cố định của la bàn gồm đế, hộp và nắp la bàn cùng các bộ phận lắp dưới đế như mô tả trên hình 16.76.



Hình 16.76

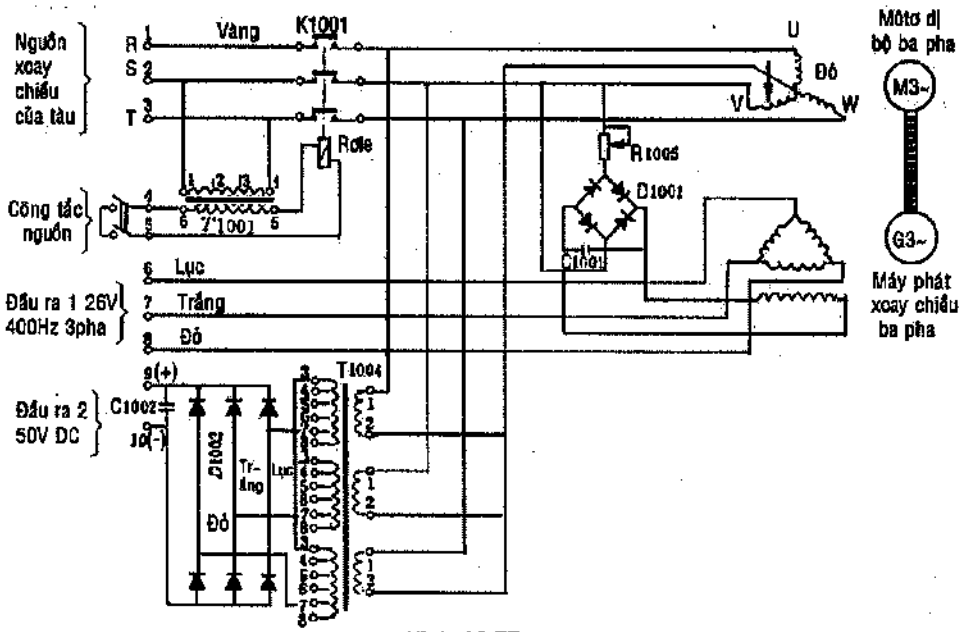
Theo hình vẽ: *(1) Nắp đỉnh, (2) Đường chuẩn mũi lái tàu, (3) Đĩa khắc độ, (4) Linh kiện nhạy cảm, (5) Vị trí đo, kiểm tra, (6) Bàn điều khiển, (7) Giá đỡ đường mũi lái, (8) bo mạch linh*

kiện điện tử, (9) Thiết bị lệch áp nghiêng, (10) Giá đỡ, (11) Con lắc điện từ, (12) Vòng cân bằng phương vị, (13) Bảng lắp linh kiện, (14) Mặt đứng, (15) Ổ đỡ đầu bắc, (16) Vòng cân bằng nghiêng, (17) Trụ tiếp dây điện, (18) Bánh xe phương vị, (19) Bánh xe truyền động phương vị, (20) Bánh xe phương vị nhỏ, (21) Động cơ truy theo phương vị, (22) Máy phát đồng bộ, (23) Vòng góp điện, (24) Cổ góp điện, (25) Máy phát đồng bộ, (26) Bánh xe máy phát đồng bộ, (27) Đế la bàn, (28) Mặt đứng, (29) Bánh xe nghiêng, (30) Bóng bán dẫn 2 cực D1, (31) Động cơ truy theo nghiêng, (32) Ổ cắm PL, (33) Bánh xe chuyển động nghiêng, (34) Chốt bảo vệ bánh xe chuyển động nghiêng, (35) Vít cố định nắp la bàn, (36) Mặt ngang, (37) Chốt hãm linh kiện điện tử, (38) Ổ cắm SK1/PL1, (39) Trục liên kết lệch tâm, (40) Vật nặng cân bằng, (41) Dụng cụ đo cân bằng bọt nước.

Toàn bộ con quay và bộ phận truy theo chứa trong hộp hình chữ nhật cố định bằng 4 con vít với đế la bàn. Trên đỉnh hộp, từ bảng điều khiển, có một nắp đậy cố định bằng 4 vít, trên nắp có cửa bằng thuỷ tinh hữu cơ để có thể nhìn hướng đi trên đĩa khắc độ bên trong.

2. Hệ thống mạch điện

Hệ thống mạch điện gồm: mạch nguồn điện cung cấp, mạch truy theo, mạch truyền hướng và mạch khống chế.



Hình 16.77

1) Mạch nguồn điện

Mạch nguồn của la bàn con quay MK10 lấy nguồn điện tàu chuyển thành điện áp xoay chiều 3 pha 24V 400Hz và điện áp một chiều 50V cung cấp cho la bàn hoạt động. Mạch nguồn gồm có máy biến dòng (tổ hợp động cơ máy phát điện), máy biến áp, công tắc chuyển hoán...

Tuỳ theo nguồn điện tàu có thể chọn các thiết bị biến dòng khác nhau. Trong phần này dùng tổ hợp biến dòng ACMA-30 để phân tích. Hình 16.77 là mạch điện cho hệ thống ACMA-30.

Nguồn điện tàu 440V 60Hz qua 3 đầu dây R, S, T , pha 2 và pha 3 tách một đường qua biến áp T 1001 điều khiển rơ le, nhờ công tắc nguồn cho rơ le hoạt động đưa điện vào máy biến dòng, đồng thời từ pha 0 và pha 2 của nguồn điện tàu qua biến trở R1005 và bộ nắn dòng D1001 lấy điện một chiều cung cấp cho cuộn kích từ của máy phát xoay chiều G3. Máy biến dòng hoạt động phát ra điện xoay chiều 3 pha 26V 400Hz cung cấp cho con quay.

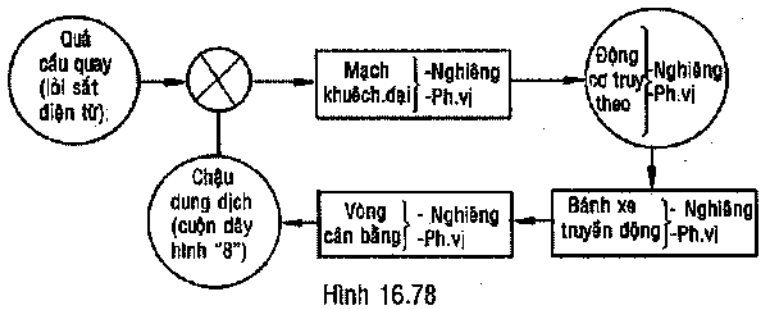
Ngoài ra điện tàu 3 pha qua máy biến áp T1004 và bộ nắn dòng D1002 lấy điện một chiều 50DC cung cấp cho hệ thống truyền hướng.

2) Mạch điện hệ thống truy theo

(1) Hai hệ thống truy theo

Mục đích cả hệ thống truy theo là làm cho chậu dung dịch truy đuổi theo chuyển động nghiêng và phương vị của quả cầu quay để triệt tiêu lực xoắn của dây treo ngang và dây treo đứng. Như vậy, phải thiết kế hai mạch truy theo độc lập, truy theo góc nghiêng và truy theo phương vị. Mạch truy theo góc nghiêng có nhiệm vụ tạo ra tín hiệu làm quay vòng truy theo nghiêng quanh trục ngang đông tây kéo chậu dung dịch quay đuổi theo góc nghiêng của quả cầu quay. Mạch truy theo phương vị có nhiệm vụ tạo ra tín hiệu làm quay vòng truy theo phương vị quanh trục đứng kéo chậu dung dịch quay đuổi theo góc phương vị của quả cầu quay. Nói cách khác, hai động tác này khiến cho chậu dung dịch chuyển động mô phỏng theo chuyển động của quả cầu quay.

Hai hệ thống truy theo hoạt động dựa vào tín hiệu độc lập xác định thông qua hai hai bộ cảm biến, bộ phận khuếch đại và động cơ truy theo khác nhau để đạt được mục đích truy theo nói trên. Hình 16.78 là sơ đồ khối của hai mạch truy theo. .



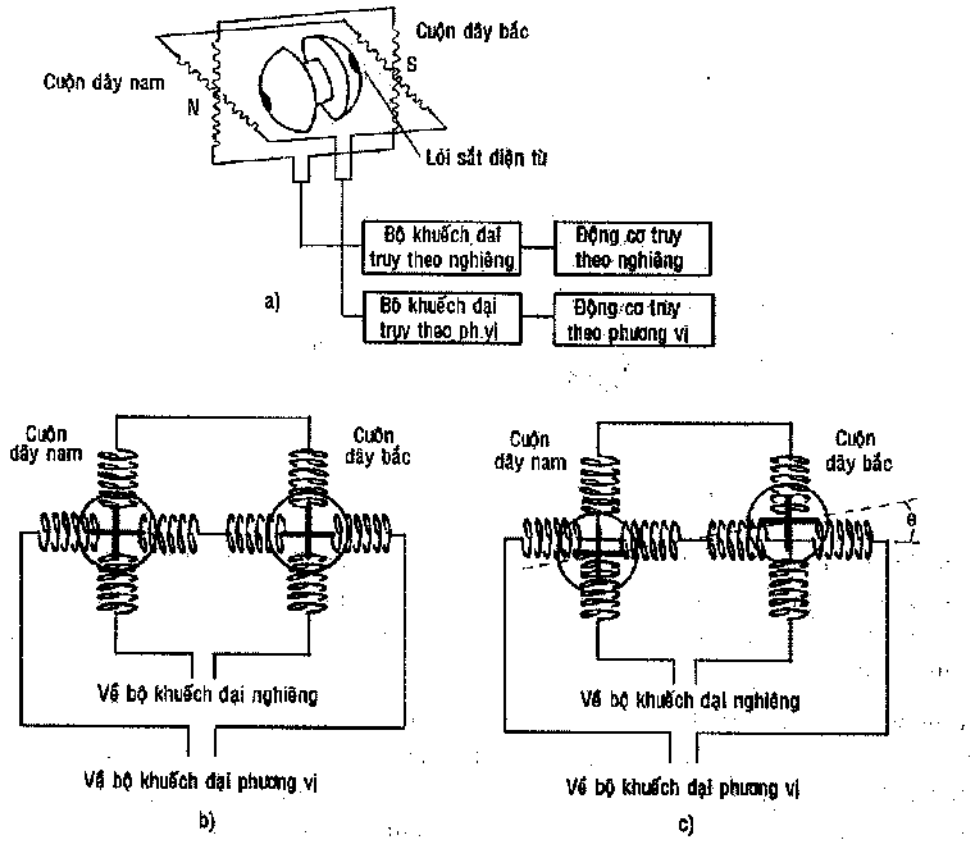
Hình 16.78

(2) Thiết bị tạo tín hiệu truy theo (Sensing device)

Thiết bị tạo tín hiệu truy theo có nhiệm vụ đo góc độ nghiêng giữa quả cầu quay với chậu dung dịch và đo góc lệch phương vị giữa quả cầu quay với chậu dung dịch đưa ra tín hiệu nghiêng và tín hiệu phương vị.

Cơ cấu xác định tín hiệu này gồm có lõi sắt điện từ lắp trên quả cầu quay theo hướng nam bắc và cuộn dây cảm biến đặt trên vách trong của chậu dung dịch tại vị trí đối xứng với lõi sắt điện từ trên vỏ qủa cầu quay. Cuộn dây cảm biến hình số "8" gồm có hai nhóm cuộn dây đặt vuông góc theo chiều ngang và chiều đứng gọi là cuộn dây cảm biến phương vị (azimuth sense coil) và cuộn cảm biến nghiêng (tilt sense coil), mặt phẳng các cuộn dây cảm biến đặt vuông góc với trục nam bắc của chậu dung dịch. Nguyên lý làm việc của hai cuộn dây này hoàn toàn giống nhau, ở đây chỉ trình bày nguyên lý làm việc của bộ cảm biến nghiêng, xem hình 16.79. Hình 16.79a mô tả mạch cảm biến phương vị và cảm biến nghiêng.

Khi trục chính quả cầu quay và trục nam bắc của chậu dung dịch trùng nhau thì tâm của cuộn cảm biến nghiêng trên chậu dung dịch nằm đúng vị trí đối xứng với lõi sắt từ trên quả cầu quay khiến từ thông đi qua hai cuộn dây trên và dưới bằng nhau, cho nên điện áp cảm ứng trên hai cuộn dây bằng nhau nhưng ngược pha, hai cuộn dây nối tiếp nhưng đấu ngược nên điện áp triệt tiêu, điện áp xuất bằng không, như mô tả trên hình 16.79b.



Hình 16.79

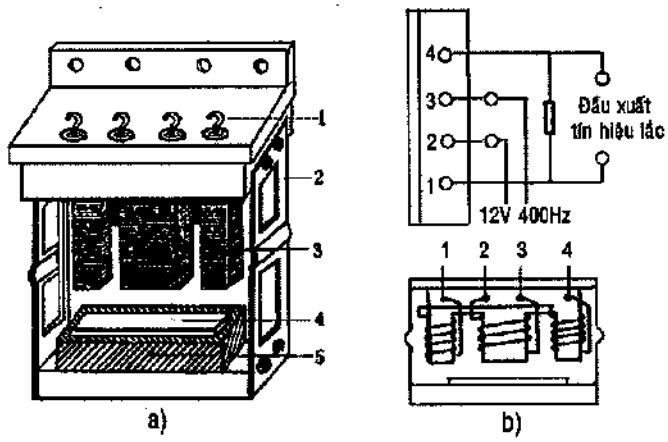
Nếu vị trí tương đối của trục chính quả cầu quay lệch khỏi chậu dung dịch một góc độ cao θ, theo như hình 16.79c, giả sử đầu bắc nâng cao, đầu nam hạ thấp thì thì lõi sắt điện từ trên quả cầu quay phía đầu bắc đến gần cuộn dây cảm biến trên và xa rời cuộn dây dưới, sức điện động cảm ứng cuôn dây trên lớn hơn cuộn dây dưới. Ở đầu nam thì ngược lại, cuộn dây dưới cảm ứng sức điện đông lớn hơn cuộn dây trên. Tổng điện áp trên hai nhóm dây cảm biến nghiêng khác không, phát sinh tín hiệu truy theo nghiêng đưa đến bộ khuếch đại, điện áp này có trị số phụ thuộc góc nghiêng θ, pha phụ thuộc vào hướng góc nghiêng.

Việc nối tiếp hai cuộn dây cho mỗi nhóm nhằm mục đích: 1. làm cho điện áp xuất tăng gấp đôi, lầm tăng độ nhạy cảm của bộ cảm biến, 2. nếu trục quả cầu quay không nghiêng góc θ mà chỉ thay đổi vị trí cao thấp so với chậu dung dịch do chấn động hay vì một lý do nào đó thì sức điện động cảm ứng trên cuộn dây ở hai đầu bắc nam cũng bằng nhau và triệt tiêu lẫn nhau, điện áp xuất vẫn bằng không, tránh các ảnh hưởng gây nhiễu.

3) Hệ thống khống chế

Cần nhắc lại rằng hệ thống khống chế, của la bàn con quay nói chung, có nhiệm vụ tạo ra mômen khống chế và mômen ngăn trở để biến con quay tự do thành la bàn con quay. La bàn con quay kiểu Arma-Brown không dùng phương pháp cơ học theo truyền thống để thực hiện chức năng này mà áp dụng phương pháp khống chế điện từ tạo ra mômen khống chế và mômen ngăn trở, gọi là bộ phận tạo mômen không chế và ngăn trở điện từ.

(1) Con lắc điện từ, tín hiệu lắc



Hình 16.80

Con lắc điện từ là một linh kiện chế tạo dựa trên nguyên lý con lắc cơ học và hiện tượng cảm ứng điện từ. Linh kiện này được gắn bên phía tây của chậu dung dịch dùng để xác định góc nghiêng của chậu dung dịch đối với mặt phẳng ngang xuất ra tín hiệu lắc. Kết cấu của con lắc điện từ mô tả trên hình 16.80a.

Trong một hộp kim loại hình chữ nhật kín gắn lõi thép hình chữ E nằm (2) trên mặt trong phía trên của hộp và qủa lắc (3). Trụ giữa của lõi thép quấn cuộn dây kích từ cung cấp điện 12V 400Hz. Ở hai trụ hai bên quấn 2 cuộn dây tín hiệu ghép nối tiếp đấu ngược đầu dây như hình 16.80b, từ đó lấy ra tín hiệu lắc. Quả lắc bằng kim loại phía trên gắn lõi thép, quả lắc được treo trên mặt đỉnh hộp bằng hai tấm màn mỏng đàn hồi, màn mỏng chỉ cho phép quả lắc lắc theo chiều dọc (chiều bắc nam), không thể lắc theo chiều đông tây, trong hộp chứa đầy loại dầu kizengua có độ nhớt cao khiến con lắc chịu lực ngăn trở lớn, nhờ đó làm triệt tiêu sai số lắc của la bàn. Trên hai phía bắc nam gắn hai chốt giới hạn để hạn chế biên độ quả lắc. Toàn bộ hộp con lắc gắn cố định vào chậu dung dịch.

Khi chậu dung dịch cân bằng, con lắc nằm đúng vị trí chính giữa lõi thép chữ E, lõi thép trên con lắc và lõi théo chữ E hình thành hai mạch từ có khe hở và từ trở bằng nhau cho nên điện áp cảm ứng trên hai trụ hai bên của lõi chữ E bằng nhau nhưng ngược pha khiến điện áp tín hiệu lắc xuất ra bằng không.

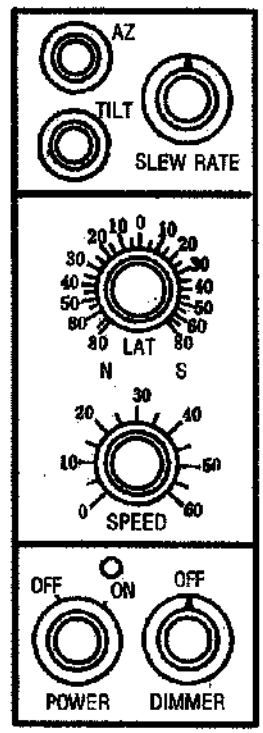
Nếu chậu dung dịch không cân bằng mà nghiêng quanh trục đông tây, khiến cho lõi thép chữ E nghiêng theo chậu dung dịch một bên cao một bên thấp, quả lắc dưới tác dụng của trọng lực dịch chuyển về phía thấp để cho màn mỏng đàn hồi vẫn nằm ở vị trí theo chiều dây dọi. Do các chuyển động này khiến cho vị trí tương đối giữa lõi thép trên quả lắc và lõi thép chữ E thay đổi, khe hở và từ trở ở hai trụ hai bên lõi chữ E cũng thay đổi, cuối cùng, hai cuộn dây

xuất ra tín hiệu lắc. Giá trị tín hiệu lắc lớn hay nhỏ tuỳ góc nghiêng của chậu dung dịch, còn pha thì phụ thuộc vào hướng góc nghiêng.

Điện áp tín hiệu lắc lấy ra từ con lắc điện từ, sau khi khuếch đại, được chia làm hai đường theo tỷ lệ, một đường đi về bộ khuếch đại nghiêng, để khống chế sự chuyển động của động cơ truy theo nghiêng làm quay chậu dung dịch tạo ra góc nghiêng tương đối với quả cầu khiến cho dây treo ngang bị xoắn. Mômen lực xoắn tác dụng lên trục ngang của quả cầu quay chính là mômen lực khống chế điện từ. Đường thứ hai của tín hiệu lắc đưa qua bộ khuếch đại phương vị để khống chế chuyển động của động cơ truy theo phương vị làm quay chậu dung dịch tạo ra góc phương vị tương đối với phương vị của trục chính quả cầu khiến cho dây treo đứng bị xoắn. Lực xoắn tác dụng vào trục đứng quả cầu quay, đó chính là mômen ngăn trở điện từ.

3. Sử dụng và bảo dưỡng

Bảng điều khiển la bàn con quay kiểu Arma-Brown mô tả trên hình 16.81



Hình 16.81

1) Mở và tắt máy

(1) Khởi động

a) Bật công tắc nguồn ở hộp đấu dây, máy biến dòng hoạt động.

b) Điều chỉnh tất cả các la bàn phản ảnh đồng bộ với la bàn chính, bật công tắc nối la bàn phản ảnh tren hộp đấu dây.

c) Bật công tác nguồn " POWER" trên mặt điều khiển về vị trí "ON", đèn đỏ chỉ báo nguồn điện sáng, nguồn 26V 400Hz xoay chiều 3 pha bắt đầu cấp điện cho la bàn chính. Lúc này cần quan sát ngay chậu dung dịch, nếu thấy đỉnh chậu nhảy nhẹ (kick) về phía tây chứng tỏ chiều quay của môtơ con quay chính xác.

d) Đợi chừng 10 phút cho môtơ con quay đạt đến tốc độ quy định, hệ thống truy theo nghiêng và hệ thống truy theo phương vị bắt đầu hoạt động, thì tiến hành các bước sau đây:

e) Điều chỉnh nút sai số tốc độ "SPEED" về đúng tốc độ tàu, nếu tàu ở cầu hoặc neo đậu thì tốc độ bằng không.

f) Điều chỉnh nút sai số vĩ độ "LAT" về vĩ độ thực tế của tàu.

g) Ấn và giữ nút phương vị "AZ", điều chỉnh nút "SLEW RATE" , từ từ đưa hướng đi la bàn về hướng đi thực tế của tàu (quay nút "SLEW RATE" theo chiều kim đồng hồ thì số đọc hướng trên la bàn tăng lên, quay ngược chiều kim đồng hồ thì hướng đi giảm xuống). Chú ý: Trước khi buông nút "AZ" phải vặn nút " SLEW RATE" trở về "0", nếu không sẽ khiến cho chậu dung dịch bị nghiêng có thể làm hư hỏng la bàn.

h) Ấn nút "TILT", vặn chầm chậm nút "SLEW RATE" điều chỉnh cho chậu dung dịch cân bằng theo chiều ngang, bọt nước trên thước đo cân bằng nằm đúng ở giữa (quay thuận chiều kim đồng hồ, đầu bắc của chậu hạ thấp, quay ngược chiều kim đồng hồ đầu bắc lên

cao). Chú ý: khi buông nút "TILT" phải đưa nút "SLEW RATE" về "0", lý do như đã nói ở mục trên.

Thực hiện các bước nói trên, sau 30 phút la bàn con quay có thể hoạt động bình thường với độ chính xác phương vị trong phạm vi $\pm 2^0$, sau 3 giờ , la bàn ổn định, độ chính xác nâng lên $\pm 0,5^0$.

(2) Tắt máy

a) Tắt nguồn điện " POWER" trên bảng điều khiển.

b) Tắt công tắt nguồn điện tàu và công tắt la bàn phản ánh trên hộp đấu dây.

2) Kiểm tra và hiệu chỉnh

La bàn sau khi sửa chữa hoặc lắp mới cần tiến hành kiểm tra như sau:

(1) Thử đặc tính khởi động

a) Khởi động la bàn theo các bước hướng dẫn ở trên, thực hiện các công việc kiểm tra và thử nghiệm sau đây:

b) Sau khi nối nguồn quan sát xem chậu dung dịch có nhảy dật nhẹ về hướng tây không.

c) Sau khi khởi động 10 phút, đo nguồn 26V400Hz xoay chiều ba pha và 50 V DC trong hộp đấu dây có nằm trong phạm vi cho phép không.

d) Kiểm tra các nút "AZ", "TILT", và nút "SLEW RATE" hoạt động có bình thường không.

e) Dùng các nút "AZ", "TILT", và nút "SLEW RATE" làm cho hướng đi la bàn chính lệch khỏi hướng đi thực tế của tàu 90^0, điều chỉnh chậu dung dịch cân bằng.

f) Ghi hướng đi la bàn chính 5 phút một lần cho đến khi quả cầu quay ổn định.

g) Dựa vào thời gian và hướng đi ghi chép vẽ đường cong dao động ngăn trở, đường cong này phải tương đương với đường cong trên hình 16.82. Tỷ lệ của giá trị tại a và tại trên đường cong là hệ số ngăn trở, nằm trong phạm vi 2~3 . Nửa chu kỳ ngăn trở chừng 80~90 phút. Thời gian cần thiết từ khi khởi động đến khi độ chính xác chỉ hướng $\pm 2^0$ không vượt quá 120 phút, đến khi độ chính xác đạt $\pm 0,5^0$ không vượt quá 180 phút.

(2) Thí nghiệm hiệu chỉnh sai số tốc độ

Thí nghiệm này thực hiện khi tàu cặp cầu, dây buộc tàu siết chặt để mũi tàu không bị lay động.

a) Đưa nút tốc độ "SPEED" về 0 kn.

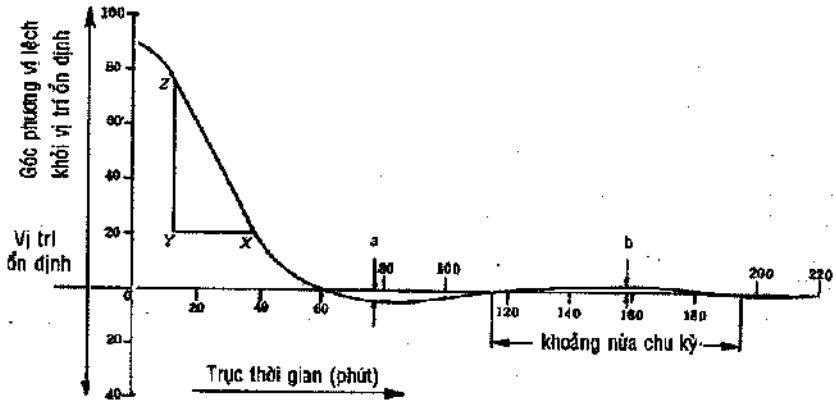
b) Khởi động la bàn, đợi la bàn ổn định, ghi hướng đi của la bàn.

c) Đưa nút tốc độ "SPEED" về vị trí 60 kn, đợi la bàn ổn định trở lại ghi hướng đi của la bàn.

d) Lấy hiệu số hai hướng đi nói trên, xem hiệu số này có bằng giá trị tính toán theo công thức này hay không,

$$\alpha_{rv} = \frac{60\cos C}{5\pi\cos\varphi} = 3,82^0\frac{\cos C}{\cos\varphi}$$

Nếu hai giá trị này chênh lệch trong phạm vi $\pm 0{,}8^0$, coi như mạch hiệu chỉnh sai số tốc độ hoạt động bình thường.



Hình 16.82

(3) Thí nghiệm hiệu chỉnh sai số vĩ độ

Điều kiện thí nghiệm hiệu chỉnh sai số vĩ độ giống như thí nghiệm hiệu chỉnh sai số tốc độ.

a) Khởi động la bàn, đợi la bàn hoàn toàn ổn định, ghi hướng đi của la bàn.

b) Chỉnh nút vĩ độ " LATITUDE" về vĩ độ 80^0 , đợi la bàn ổn định trở lại, ghi hướng đi của la bàn.

c) Kiểm tra hiệu số của hai hướng đi của la bàn xem có phù hợp với giá trị ghi trong bảng dưới đây hay không, nếu cơ bản bằng nhau coi như mạch hiệu chỉnh vĩ độ hoạt động bình thường.

(Trong bảng dưới đây, dấu của sai số vĩ độ phụ thuộc vào vĩ độ, tàu ở vĩ độ bắc có dấu (-), tàu ở vĩ độ nam có dấu (+). Ví dụ: tàu ở vĩ độ 30^0 N, từ bảng tra được sai số vĩ độ là $-3{,}03^0$, Như vậy số liệu hướng đi ghi chép lần thứ hai phải nhỏ hơn lần thứ nhất $3{,}03^0$.

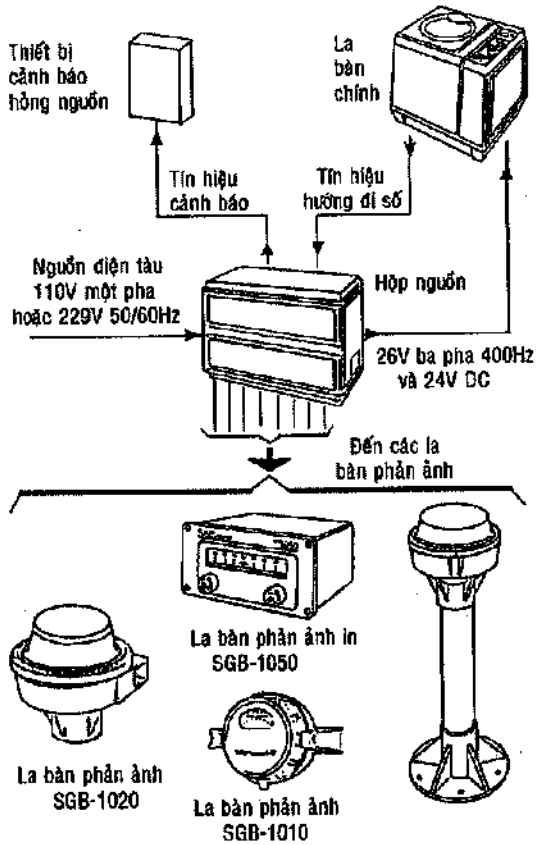
Vĩ độ của tàu	0	5^0	10^0	15^0	20^0	25^0	30^0	35^0	40^0
Biến đổi hướng đi	$1{,}74^0$	$1{,}96^0$	$2{,}08^0$	$2{,}27^0$	$2{,}49^0$	$2{,}74^0$	$3{,}03^0$	$3{,}36^0$	$3{,}75^0$
Vĩ độ của tàu	45^0	50^0	55^0	60^0	65^0	70^0	75^0	80^0	
Biến đổi hướng đi	$4{,}22^0$	$4{,}80^0$	$5{,}55^0$	$6{,}53^0$	$7{,}90^0$	$9{,}93^0$	$13{,}3^0$	20^0	

16.6.6 La bàn con quay SBG1000

1. Giới thiệu khái quát

SGB1000 là loại la bàn con quay của hãng S.G Brown đưa ra thị trường vào thập niên 80 của thế kỷ trước, thiết kế dựa trên cơ sở của Arma- Brown MK10 ứng dụng kỹ thuật mới. So sánh với MK10, kết cấu của bộ phận nhạy cảm và bộ phận truy theo hoàn toàn giống nhau, nguyên lý hoạt động và tính năng kỹ thuật cũng hoàn toàn tương tự. Cải tiến lớn nhất là ở bộ phận cố định và hệ thống mạch điện. Phần này chỉ giới thiệu khái quát toàn bộ thiết bị và cách sử dụng của SGB1000.

Toàn bộ thiết bị của SGB100 gồm có la bàn chính, hộp nguồn điện, thiết bị báo động hư hỏng nguồn, và các la bàn phản ảnh, xem hình 16.83.



Hình 16.83

Kết cấu của la bàn chính là một khối hình hộp, phần trên của vỏ hộp có thể tháo ra để bảo dưỡng, trên đỉnh nắp có cửa sổ bằng thuỷ tinh trong suốt để quan sát hướng đi. Các bo mạch gắn trên vạch hộp có thể mở ra hai bên để kiểm tra, sửa chữa.

Hộp nguồn điện có chức năng như sau:

- Lấy nguồn điện tàu 110/115V 50/60Hz hoặc 220/230V 50/60Hz chuyển đổi thành nguồn 26V 400Hz ba pha để cung cấp điện cho môtơ con quay và các bộ phận khác.
- Lấy nguồn điện tàu qua nắn dòng lấy dòng 24V DC cung cấp cho thiết bị báo động và các bộ phận khác hoặc 37V, 50V và 72V DC cung cấp cho các la bàn phản ảnh.
- Lấy tín hiệu hướng đi kỹ thuật số của thiết bị lập mã quang điện trên la bàn chính chuyển thành tín hiệu hướng đi tương tự chia làm 8 đường cung cấp cho 8 la bàn phản ảnh.

2. Sử dụng

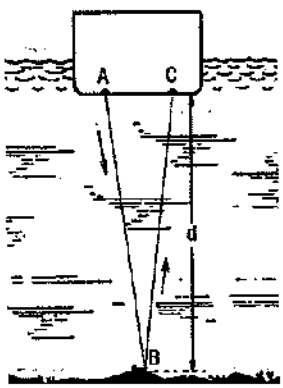
La bàn con quay SGB 1000 có hệ thống khởi động tự động, vì vậy cách khởi động có khác với các kiểu la bàn khác, xem bảng điều khiển la bàn chính 16.84.

1) Các bước khởi động

17

MÁY ĐO SÂU HỒI ÂM

17.1 Nguyên lý hoạt động



Hình 17.01

Máy đo sâu hồi âm hoạt động như sau, người ta đặt một nguồn phát sóng âm A và một thiết bị thu sóng âm C (hai thiết bị này có cùng nguyên lý hoạt động, vì vậy người ta thường dùng chung một thiết bị gọi là *thiết bị thu phát* dùng cho cả phát lẫn thu sóng âm) dưới đáy tàu gọi là *bộ tạo dao động* (transducer).

Máy phát sóng âm cứ cách một khoảng thời gian nhất định phát về phía đáy biển B một *xung* sóng siêu âm theo chiều thẳng đứng (Hình 17.01). Sóng siêu âm này khi đến đáy biển thì phản hồi trở về đáy tàu và tác dụng vào bộ tạo dao động. Tín hiệu phản hồi thu được dưới dạng tín hiệu điện được chuyển cho bộ phận khuếch đại rồi đưa sang thiết bị chỉ báo. Bằng các phương pháp điện và cơ, bộ phận chỉ báo tính toán và chỉ báo ra độ sâu.

Độ sâu của đáy biển được xác định bằng cách đo thời gian t từ khi phát đến khi thu được sóng phản hồi,

$$d = \frac{vt}{2}$$

Trong đó,

d - Khoảng cách từ đáy tàu đến đáy biển (độ sâu)

v - Tốc độ sóng âm trong nước

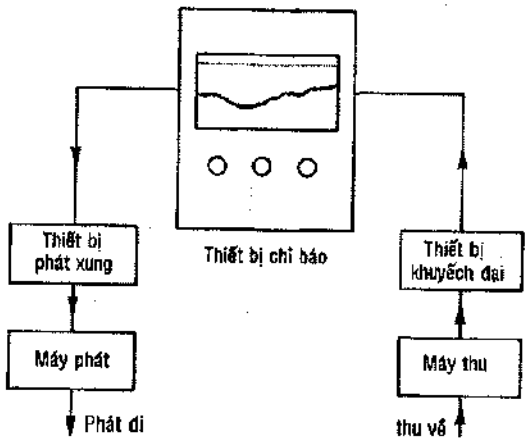
t - Thời gian sóng âm truyền lan từ bộ tạo dao động phát đến đáy biển và trở về bộ tạo dao động thu.

Giống như trong không khí, trong nước biển sóng âm truyền lan từ nguồn phát âm về mọi phía. Nói chung tốc độ truyền lan của sóng âm trong nước là cố định 1505 mét/s (chỉ trừ những trường hợp đặc biệt chịu ảnh hưởng bởi sự biến đổi tính chất vật lý của nước thì tốc độ này mới thay đổi).

Một máy đo sâu hồi âm thường có các bộ phận : thiết bị chỉ báo, máy phát, thiết bị khuếch đại, bộ tạo dao động (thu phát) và máy biến dòng cung cấp nguồn điện (Hình 17.02). Tùy theo thiết kế từng loại máy, các bộ phận này có thể ghép thành từng khối hoặc để riêng.

Trong thiết bị chỉ báo, ngoài bộ phận chỉ báo độ sâu còn có bộ phận điều khiển máy phát tạo thành bởi bánh xe lồi và các tiếp điểm. Máy phát thông qua sự điều khiển của máy chỉ báo sẽ phát năng lượng (năng lượng này được tích lũy trong khoảng thời gian giữa hai lần phát

năng lượng) vào cuộn dây dao động phát ở bộ phận phát sóng. Được cấu tạo bằng nguyên liệu đặc biệt, bộ tạo dao động phát sau khi nhận năng lượng (xung điện) từ máy phát sẽ tạo ra dao động sóng siêu âm và truyền lan về phía đáy biển. Sóng siêu âm từ đáy biển quay về tác dụng vào bộ phận tạo dao động thu, ở đây năng lượng sóng âm chuyển thành năng lượng điện và đưa sang bộ phận khuếch đại. Tín hiệu sau khi được khuếch đại đến mức đủ lớn được chuyển về thiết bị chỉ báo độ sâu.

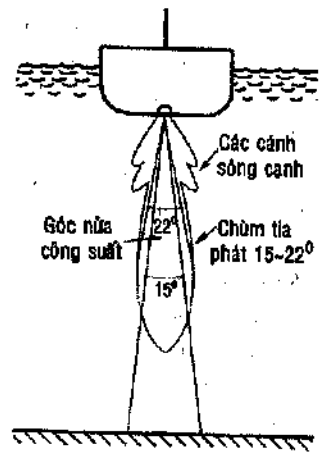


Hình 17.02

Theo như hình 17.01, thì AB=BC > d, như vậy d đo được sẽ có sai số. Tuy nhiên, nếu máy đo sâu dùng chung một *bộ tạo dao động thu phát* và phát định hướng vuông góc với đáy biển thì sai số này không tồn tại nữa.

17.2 Phản xạ, khúc xạ, hấp thụ và tốc độ của dao động sóng âm trong nước

Trên thực tế, do đặc tính kỹ thuật của máy phát, sóng siêu âm được phát về phía đáy biển thành một chùm tia (beam) gồm có nhiều cánh sóng cạnh với công suất nhỏ và cánh sóng chính có công suất tập trung. Các cánh sóng cạnh chịu ảnh hưởng của khúc xạ, và hấp thụ bởi nước biển và phản xạ rất yếu. Thực tế, chỉ có cánh sóng chính nằm trong phạm vi góc độ 15~22^0 (Hình 17.03), đặc biệt ở góc độ mà công suất đạt trên một nửa công suất phát, là có sóng phản xạ đủ mạnh để máy thu có thể tiếp nhận. Hơn nữa, tuỳ theo độ sâu của đáy biển cường độ phản xạ biến đổi rất lớn.



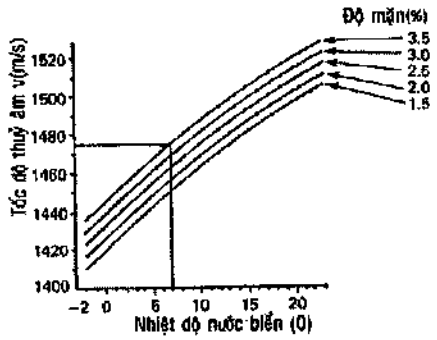
Hình 17.03

Các máy đo sâu dùng cho thương thuyền có thể đo được độ sâu từ 1000~1500m, độ sâu nhỏ nhất có thể đo được là 1/2 đến 1 mét.

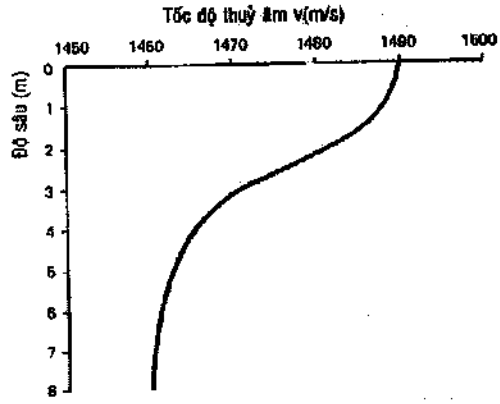
Tốc độ của sóng âm trong nước biển với độ mặn 3,4% và nhiệt độ 16^{0}C gần như không đổi là 1505 m/s, thông thường máy đo sâu được thiết kế cho tốc độ sóng âm 1500m/s.

Khi nhiệt, độ mặn và áp suất của nước tăng lên thì tốc độ của sóng âm trong đó cũng tăng lên theo. Trong thực tiễn, việc áp dụng một tốc độ sóng âm cố định khi thiết kế sinh ra sai số không lớn. Khi tàu chạy từ nước biển sang nước ngọt thì thì độ sâu thực tế trong nước ngọt nhỏ hơn chừng 3% độ sâu

chỉ báo trên máy. Đồ thị hình 17.04 biểu thị quan hệ hàm số của tốc độ sóng âm trong nước biển với nhiệt độ, độ mặn, hình 17.05 biểu thị quan hệ hàm số của tốc độ sóng âm với nhiệt độ, độ mặn và áp suất khi gia tăng độ sâu. Nếu yêu cầu độ sâu có độ chính xác cao thì có thể hiệu chỉnh theo các đồ thị này.



Hình 17.04



Hình 17.05

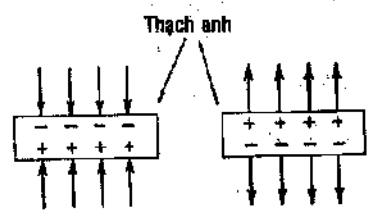
Số lượng xung được phát đi trong một phút khoảng 10 đến 600 xung. Tai người chỉ có thể nghe được tần số 100 Hz đến 18 kHz. Tần số phát của máy phát càng giảm thì hấp thụ của nước biển đối với sóng âm càng giảm. Tần số sóng siêu âm dùng trong máy đo sâu được chọn từ từ 30 đến 50 kHz. Tần số này vượt xa tần số nghe được vì vậy gọi nó là *tần số siêu âm.*

17.3 Bộ tạo dao động

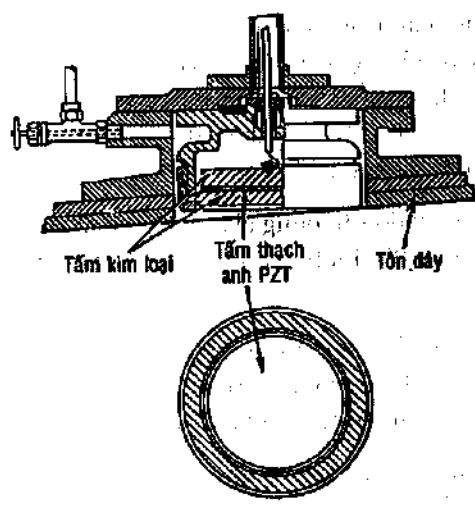
Bộ tạo dao động được chia ra làm hai kiểu:

17.3.1 Bộ tạo dao động điện động

Một số loại tinh thể có đặc tính khi cho lực ép cơ học tác dụng vào hai mặt của nó thì giữa hai mặt đó sinh ra hiệu điện thế ngược dấu trên hai bề mặt tinh thể. Nếu lực ép biến thành lực kéo thì điện thế sẽ đổi dấu. Hình 17.06 mô tả sự biến đổi dấu của hiệu điện thế trên tinh thể thạch anh khi có tác dụng của áp lực. Khi tinh thể đặt vào trong một dao động cơ học thì nó tạo ra điện thế xoay chiều giữa hai bề mặt tinh thể. Tinh thể còn có một đặc tính ngược lại, khi cho một điện thế xoay chiều tác dụng lên hai mặt của nó thì chiều dày của nó biến đổi lúc co lúc dãn tạo thành dao động cơ học.



Hình 17.06



Hình 17.07

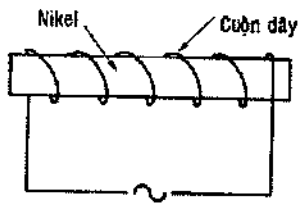
Nhờ các đặc tính nói trên, tinh thể được sử dụng để làm bộ tạo dao động phát kết hợp với bộ tạo dao động thu của máy đo sâu (Hình

17.07). Trong hình, miếng tinh thể thạch anh được kẹp vào giữa hai tấm kim loại, khi có điện áp tác dụng vào hai mặt kim loại thì dao động được tạo ra trên tinh thể và cả trên hai tấm kim loại và hình thành sóng âm truyền lan ra vào trong nước theo hướng vuông góc với bề mặt tấm kim loại. Tần số của điện áp xoay chiều được chọn cộng hưởng với tần số tự nhiên của tinh thể và kim loại. Khi sóng âm phản xạ trở về tác dụng vào hai tấm kim loại bằng lực cơ học làm cho tinh thể sinh ra điện thế xoay chiều, nó được đưa sang bộ phận khuyếch đại và chỉ báo độ sâu. Tinh thể PZT được sử dụng cho mục đích này, và dùng cho cả mục đích phát và thu sóng âm.

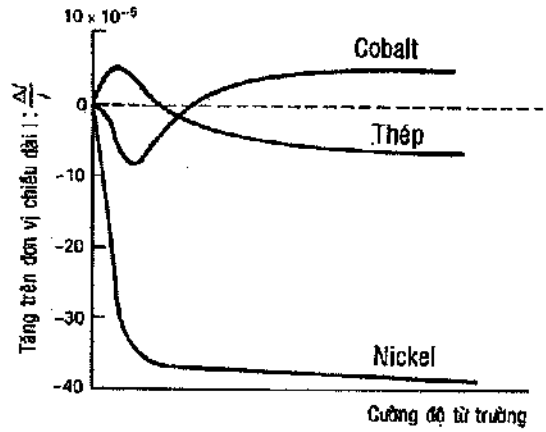
17.3.2 Bộ tạo dao động thu phát từ động



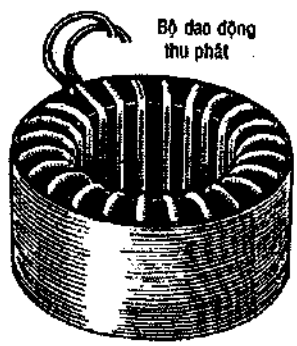
Hình 17.08



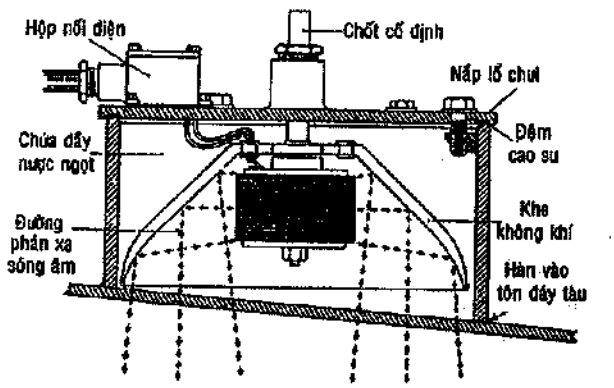
Hình 17.09



Hình 17.10



Hình 17.11



Hình 17.12

Khi một thỏi sắt từ đặt trong từ trường thì nó biến đổi chiều dài (Hình 17.08). Biên độ biến đổi chiều dài phụ thuộc vào vật liệu của thỏi kim loại và cường độ của từ trường, chiều dài của thỏi kim loại có thể kéo dài ra hoặc thu ngắn lại. Trong các loại kim loại cobalt, thép và nickel thì nikel có hiệu ứng co dãn mạnh hơn cả (Hình 17.09). Khi thỏi nikel được đặt vào một cuôn dây cho dòng điện xoay chiều chạy qua (Hình 17.10), nó sẽ co dãn với tần số gấp

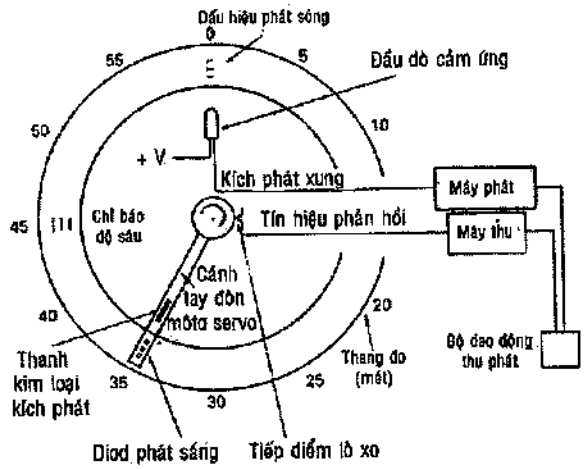
đôi tần số dòng điện. Kích thước của thỏi nikel được thiết kế sao cho tần số tự nhiên của nó cộng hưởng với dòng điện thì cường độ dao động rất mạnh. Dao động cơ học của thỏi nikel nhận được bằng cách này sẽ truyền lan vào trong nước.

Hiện tượng ngược lại cũng xảy ra đối với thanh nikel, lực cơ học biến đổi (sóng âm phản hồi) tác dụng lên nó, thì kích thước của thỏi nikel cũng thay đổi và tạo ra từ trường biến đổi, từ trường biến đổi tạo ra dòng điện xoay chiều trong cuộn dây quấn quanh nó. Cho nên hiệu ứng từ động được áp dụng cho cả phát và thu sóng âm. Hình 17.11 là một bộ tạo dao động theo nguyên lý từ động, hình 17.12 biểu thị cách lắp đặt bộ phận này dưới đáy tàu.

17.4 Thiết bị chỉ báo và thiết bị tự ghi

Để có thể đọc được độ sâu, máy đo sâu có các loại thiết bị chỉ báo: thiết bị chỉ báo bằng diod phát sáng, chỉ báo kỹ thuật số và thiết bị tự ghi.

17.4.1 Thiết bị chỉ báo bằng diod phát sáng (Hình 17.13)

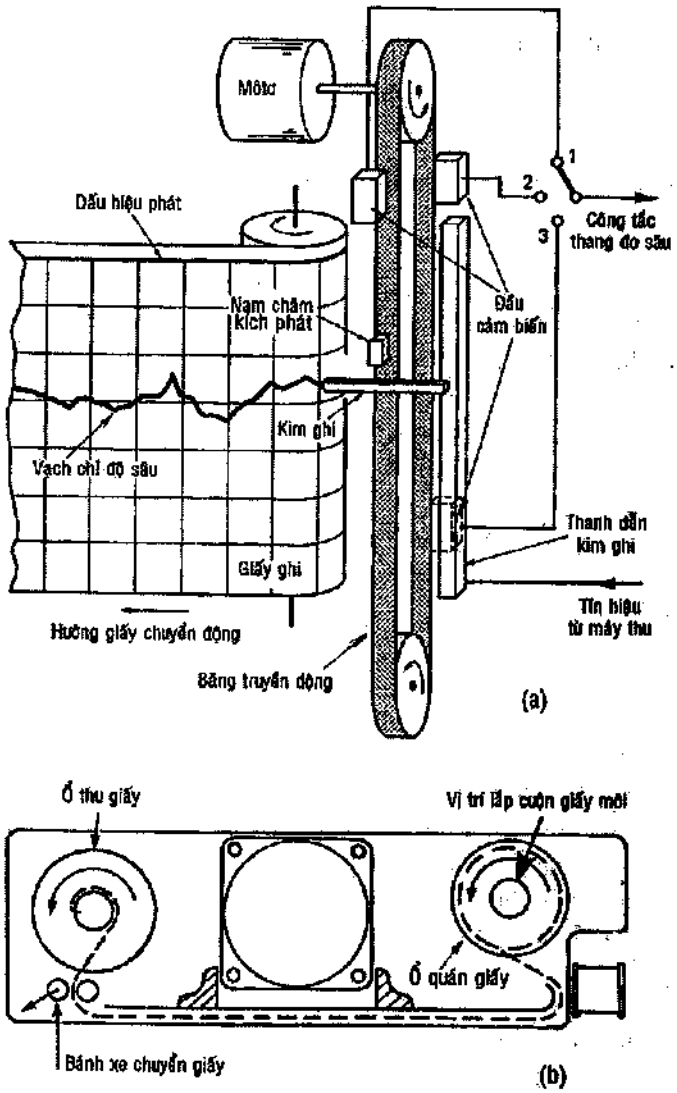


Hình 17.13

Hoạt động của bộ chỉ báo này như sau, một môtơ servo quay cánh tay đòn trên đó gắn 3 diod phát sáng (l.e.d – light emitting diode) và một thanh kim loại kích phát. Mỗi lần cánh tay đòn quay đến điểm zero thì thanh kim loại kích phát tác động vào từ trường của đầu dò cảm ứng kích hoạt máy phát khiến bộ tạo dao động phát phát ra một xung, đồng thời một tín hiệu yếu cũng được đưa qua tiếp điểm lò xo làm sáng diod phát sáng biểu thị máy phát xung đã hoạt động. Cánh tay đòn tiếp tục quay trong khi xung đã được phát đi vào đáy biển. Cho đến khi bộ tạo dao động thu tiếp nhận được tín hiệu phản hồi từ đáy biển và chuyển từ tín hiệu cơ sang tín hiệu điện, sau khi qua khuyếch đại, tín hiệu được truyền về tiếp điểm lò xo làm cho các diod phát sáng chỉ báo độ sâu, căn cứ vào vị trí phát sáng của đèn có thể đọc độ sâu trên vòng tròn thang tỷ lệ. Môtơ servo quay với một tốc độ cố định chính xác sẽ đảm bảo độ chính xác của độ sâu chỉ báo, khi thay đổi thang đo sâu thì tốc độ quay của môtơ cũng thay đổi.

17.4.2 Thiết bị tự ghi độ sâu (Hình 17.14)

Với thiết bị này, độ sâu được ghi trên giấy. Giấy ghi được kéo bằng một môtơ (Hình 17.14a) (giấy quấn thành cuộn trong trục quấn) di chuyển chậm qua một bề mặt kim loại.



Hình 17.14

Băng truyền động quấn qua hai ròng rọc được kéo bằng một môtơ quay nhanh với tốc độ ổn định chính xác, trên băng truyền động gắn một kim ghi ép chặt trên mặt giấy ghi. Trên bề mặt giấy ghi tráng một lớp kim loại mỏng (thường dùng lá nhôm), trên đó lại phủ một lớp chất không dẫn điện mỏng nữa. Khi có một điện thế dẫn qua kim ghi thì lớp trên của kim loại bị cháy và làm lộ ra lớp kim loại với màu sắc khác.

Khi máy hoạt động, nam châm kích phát, gắn trên băng truyền động, lướt qua đầu cảm biến (gắn cố định) thì mạch điện được đóng kín khiến máy phát tạo ra một xung dao động cơ học và phát sóng âm vào đáy biển. Cùng lúc đó kim ghi cũng chỉ đúng vị trí "zerô" trên thang tỷ lệ giấy ghi. Trong khi bút ghi vẫn tiếp tục di chuyển thì một phần năng lượng của xung phản hồi từ đáy biển được bộ tạo dao động thu nhận được và chuyển từ tín hiệu cơ thành tín hiệu điện rồi đưa qua bộ khuếch đại và đưa về bút ghi vẽ thành một vệt đen trên giấy ghi để chỉ báo độ sâu.

Khi thay đổi các thang đo khác nhau thì cũng thay đổi tốc độ môtơ cho phù hợp.

Hình 17.14b chỉ rõ cách thức giấy ghi chuyển động ra sao và cách thay cuộn giấy ghi.

Ngoài hai phương pháp chỉ báo độ sâu như trên còn có loại chỉ báo theo nguyên lý kỹ thuật số.

17.5 Một số điều cần chú ý khi sử dụng máy đo sâu

17.5.1 Phản hồi nhiều lần

Khi máy đo sâu hoạt động ở độ nhạy cao trên đáy biển cạn lại nhiều đá thì sóng âm phản hồi từ đáy biển về đáy tàu có thể bị đáy tàu phản hồi trở lại về đáy biển, sóng phản hồi đó lại từ đáy biển phản hồi về đáy tàu một lần nữa. Sự phản hồi như vậy có thể lập lại vài lần. Kết quả là trên thiết bị chỉ báo tự ghi xuất hiện hai hoặc ba tín hiệu chỉ độ sâu, dĩ nhiên là ta chỉ quan tâm đến tín hiệu độ sâu đầu tiên còn các tín hiệu đến chậm hơn là các tín hiệu giả. Tốt nhất khi khởi động máy đo sâu nên bắt đầu từ thang đo nhỏ, khi chưa thấy tín hiệu phản hồi thì chuyển sang thang đo lớn hơn, cứ tăng thang đo lên dần cho đến khi thấy tín hiệu phản hồi, bằng cách đó có thể tránh được các tín hiệu phản hồi giả. Hoặc cũng có thể giảm tín hiệu phản hồi giả bằng cách giảm độ khuếch đại máy thu cho đến khi chỉ còn tín hiệu rõ ràng nhất, đó là tín hiệu thật.

17.5.2 Khi tàu chạy không tải

Tàu chạy không tải thì chênh lệch mớn nước mũi - lái rất lớn, khi sóng gió lớn mũi tàu va đập vào nước biển rất dữ dội làm cho rất nhiều bọt khí trộn lẫn vào nước biển tạo thành hỗn hợp nước biển và bọt khí chảy qua đáy tàu. Trong khi nước lẫn khí chảy dưới đáy tàu, vì bọt khí trong nước nhẹ nên nổi lên trên, các bọt khí này một mặt chui vào bộ phận tạo dao động làm giảm hiệu quả phát sóng siêu âm của bộ tạo dao động, mặt khác khi các bọt khí đi qua bộ phận tạo dao động sẽ hấp thụ và tán xạ sóng âm làm cho tín hiệu thu bị yếu đi. Vì những lý do đó mà việc đo độ sâu trong trường hợp tàu không tải là khó khăn.

17.5.3 Khi tàu bị nghiêng

Tàu nghiêng thì bộ tạo dao động thu phát cũng bị nghiêng theo. Do tính chất phản xạ của các loại sóng nói chung trong đó có sóng âm, khi bộ tạo dao động phát nghiêng làm cho sóng phát đi không còn thẳng góc hoặc gần thẳng góc với đáy biển, do đó sóng phản xạ không trở về bộ tạo dao động thu, việc đo sâu trở nên khó khăn. Nói chung các máy đo sâu hồi âm khi tàu bị nghiêng đến một giới hạn nào đó thì máy rất khó chỉ báo đúng độ sâu.

17.5.4 Lúc sóng to gió lớn

Trong sóng to gió lớn tàu bị lắc bổ về nhiều phía, dĩ nhiên bộ tạo dao động thu phát cũng ở trong tình trạng bị chao đảo. Nếu bộ tạo dao động bị lắc đến một góc độ lớn, do không thu được sóng phản xạ nên việc đo sâu cũng rất khó khăn.

17.5.5 Khi tàu chạy lùi

Khi tàu chạy lùi, bọt khí do chân vịt quay tạo nên trộn lẫn vào nước biển, hỗn hợp nước biển và không khí sẽ chảy qua đáy tàu khiến cho sóng âm bị tán xạ hoặc bị hấp thụ không đến được đáy biển ảnh hưởng rất nghiêm trọng đến việc đo sâu.

17.5.6 Đặc biệt chú ý bộ dao động đặt ở đáy tàu

Ở đáy tàu, nếu bộ tạo dao động thu phát không được chứa trong một hộp nhỏ thì phải thận trọng khi sơn lên tôn đáy tàu, tránh sơn hoặc phun cát lên tấm kim loại của bộ tạo dao động thu phát. Bản thân tấm kim loại này làm bằng thép không rỉ nên không cần phải sơn. Nếu bộ tạo dao động thu phát lại được chứa trong một hộp nhỏ ở đáy tàu, thì một phần miếng tôn vỏ phía dưới hộp đã được thay thế bằng một tấm thép không rỉ mỏng, cũng không được sơn tấm thép này. Trước khi tàu ra đà cần kiểm tra miếng thép không rỉ này, lau chùi dầu mỡ sạch sẽ để không ảnh hưởng đến hoạt động của máy đo sâu.

18

TỐC ĐỘ KẾ

18.1 Giới thiệu khái quát

Tốc độ kế trên tàu thuỷ (ship's log) dùng để đo tốc độ tàu chạy và đo tích luỹ hành trình của tàu, là một thiết bị không thể thiếu được kể cả trong hàng hải hiện đại.

Tốc độ kế tàu thuỷ chia làm hai loại: tốc độ kế tương đối và tốc độ kế tuyệt đối. Tốc độ kế tương đối, chỉ có thể đo tốc độ tàu tương đối với nước gồm có tốc độ kế kéo dây, tốc độ kế chân vịt, tốc độ kế áp lực và tốc độ kế điện từ. Loại tốc độ kế tuyệt đối, đo được tốc độ tuyệt đối của tàu gồm có tốc độ kế Doppler và tốc độ kế tương quan thuỷ âm. Loại tốc độ kế này khi hoạt động trong phạm vi độ sâu truy theo nào đó có thể đo được tốc độ của tàu tương đối với đáy biển tức tốc độ tuyệt đối, nhưng khi độ sâu vượt qua phạm vi độ sâu truy theo thì chuyển thành phương thức đo sâu truy theo tầng nước, chỉ đo được tốc độ tương đối với nước. Trên các tàu cỡ lớn và siêu lớn, tốc độ kế hiện đại loại này còn hỗ trợ cho việc cặp và rời nơi neo đậu rất thuận tiện.

Tốc độ kế kéo dây, là loại tốc độ kế giản đơn được sử dụng sớm nhất trên tàu thuyền, dùng dây để kéo chân vịt, vòng quay của chân vịt qua dây kéo truyền về thiết bị đo để xác định tốc độ của tàu. Cũng trên nguyên tắc đó còn có tốc độ kế chân vịt, chân vịt được gắn vào tàu. Hai loại tốc độ kế này độ chính xác không cao nhưng cấu tạo đơn giản, hiện nay vẫn còn được sử dụng như là những thiết bị dự phòng trên tàu.

Sau thế chiến thứ hai xuất hiện loại tốc độ kế áp lực đo tốc độ dựa trên nguyên lý cơ học chất lỏng, áp lực động của nước sinh ra do tàu chạy tới tỷ lệ thuận với bình phương tốc độ của tàu.

Thập niên 60 thế kỹ trước bắt đầu sử dụng loại tốc độ kế điện từ dựa trên nguyên lý cảm ứng điện từ và sự hỗ trợ của công cụ điện tử để đo tốc độ và tích luỹ hành trình. Tốc độ kế điện từ có ưu điểm là phạm vi tốc độ đo lớn, có thể đo được tốc độ lùi của tàu, độ chính xác khá tốt, sử dụng đơn giản. Đến nay tốc độ kế loại này vẫn được sử dụng rộng rãi trên tàu. Tuy nhiên, giống như tốc độ kế áp lực, tốc độ kế điện từ chỉ đo được tốc độ tàu tương đối với nước.

Những năm 70 của thế kỹ trước, để đáp ứng nhu cầu phát triển của quân sự và ngành vận tải biển, kích cỡ tàu ngày càng lớn, giải quyết các khó khăn về điều động tàu, đặc biệt là cặp và rời cầu, qua luồng hẹp, trên các tàu bắt đầu sử dụng tốc độ kế Doppler hoạt động dựa theo nguyên lý hiệu ứng Doppler để đo tốc độ. Loại tốc độ kế này có những ưu điểm vượt trội như độ chính xác cao, đo được tốc độ tới, tốc độ lùi, tốc độ dịch chuyển ngang..., đặc biệt tốc độ đo được là tốc độ tương đối với đáy biển, tức là tốc độ tuyệt đối của tàu. Từ khi phát minh đến nay, tốc độ kế Doppler phát triển nhanh chóng, được trang bị cho các tàu lớn và siêu lớn và trên các cỡ tàu khác. Sản phẩm tốc độ kế Doppler của các hãng trên thế giới

có các kiểu như, SRD-331 của Mỹ, ATLAS DOLOG 20 của Đức, TD-501, MF-100 của Nhật, MCDL-1 của Trung quốc.

Cũng vào những năm 70 của thế kỹ trước, ra đời một loại tốc độ kế tuyệt đối khác gọi là tốc độ kế *tương quan thuỷ âm*, đo tốc độ bằng cách xử lý thông tin sóng âm dựa trên nguyên lý kỹ thuật tương quan. Ưu điểm nổi bật của nó là độ chính xác của tốc độ đo được không chịu ảnh hưởng của tốc độ sóng âm trong nước, vừa đo tốc độ vừa đo độ sâu. Các sản phẩm loại tốc độ kế này gồm có SAL-ACCOR, SAL-IMCOR2 và SAL865 của Thụy điển.

18.2 Tốc độ kế áp lực

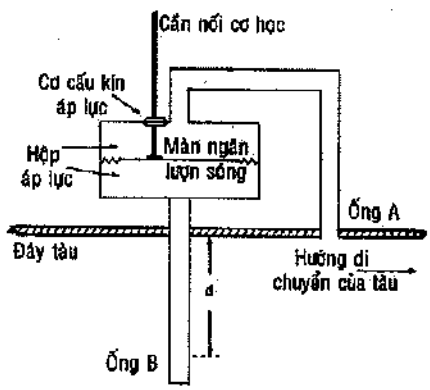
18.2.1 Nguyên lý tốc độ kế áp lực

Theo như hình 18.01, đưa một cái ống B, gọi là ống Pitot, có một đầu khoét lỗ qua đáy tàu xuống sâu vào trong nước, lỗ đầu ống hướng về phía mũi tàu, khi tàu chạy trong ống sẽ có áp lực nước tác dụng vào bên trong ống. Nếu ống đặt cố định, khi tàu dừng, thì áp lực nước không đổi gọi là *áp lực tĩnh*. Nếu cho ống di chuyển (tàu chạy tới) với tốc độ V thì một áp lực mới được tạo ra trong ống gọi là *áp lực động*, áp lực trong ống B bây giờ là tổng áp lực động và áp lực tĩnh. Theo định luật Pitot trong cơ học chất lỏng thì áp lực động p tỷ lệ thuận với tốc độ V,

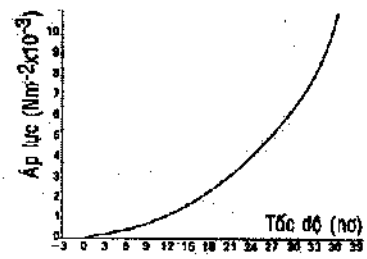
$$p=KXV^2$$

Trong đó K – hệ số phụ thuộc vào hình dáng, độ sâu của ống Pitot dưới đáy tàu.

Rõ ràng là mối quan hệ giữa áp lực động và tốc độ không phải là tuyến tính, quan hệ hàm số



Hình 18.01



Hình 18.02

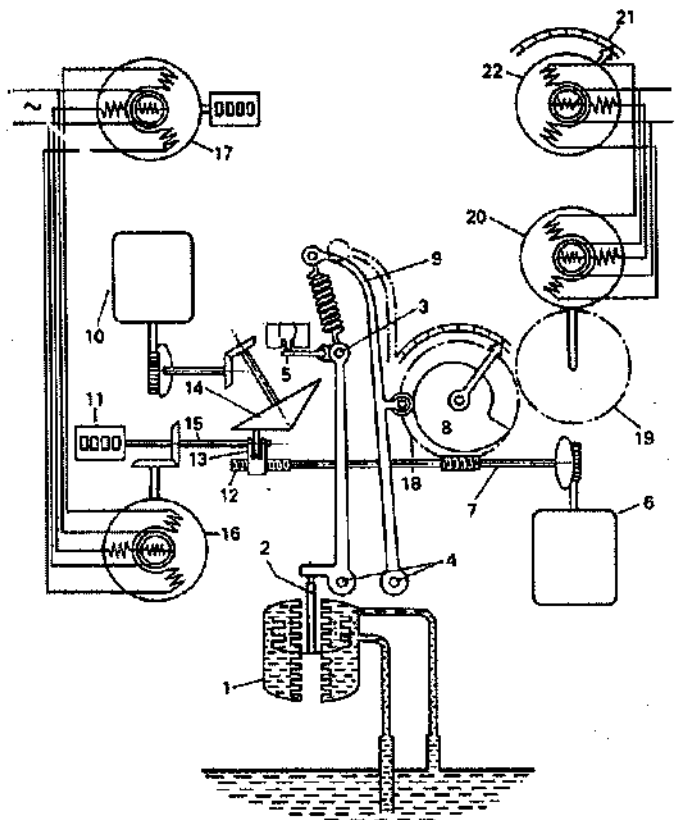
của chúng mô tả trên đồ thị hình 18.02.

Theo công thức trên, nếu đo được áp lực động thì có thể xác định tốc độ V. Để đo áp lực động, tốc độ kế áp lực được thiết kế dựa trên nguyên lý như sau. Gần ống B dặt thêm ống A, xem hình 18.01, ống này không lấy áp lực động, tức áp lực động luôn luôn bằng không, mà chỉ có áp lực tĩnh tác dung trong đó. Cả hai ống đều dẫn về hộp áp lực, trong đó có một màn ngăn lượn sóng ở giữa, ống A dẫn áp lực tĩnh về nửa bên trên còn ống B dẫn áp lực động và áp lực tĩnh về nửa bên dưới của hộp áp lực. Trên màn ngăn lượn sóng gắn cố định cần nối cơ học. Dưới tác dụng tổng hợp của áp lực trong ống B và áp trong ống A, áp lực tĩnh bị triệt tiêu, còn lại áp lực động tác dụng từ nửa dưới của hộp áp lực đẩy màn ngăn lượn sóng và đội

cần nối cơ học dịch chuyển lên phía trên. Nếu tốc độ tàu càng lớn thì áp lực động đẩy cần nối càng mạnh, cần nối tác dụng qua một hệ thống cơ học để chỉ báo tốc độ của tàu.

18.2.2 Hoạt động của hệ thống cơ học chỉ báo tốc độ

Hình 18.03 là sơ đồ hệ thống cơ học của tốc độ kế áp lực SAL24 do hãng Jungner Marine chế tạo. Khi tàu tăng tốc độ thì làm cho áp lực động trong hộp áp lực (1) tăng lên đẩy màn ngăn lượn sóng và cần nối (2) lên phía trên, đẩy cánh tay đòn (3) về bên phải quanh trục (4). Khi đầu phía trên của cánh tay đòn (3) lệch bên phải làm dịch chuyển điểm tiếp xúc công tắc điện (5) khiến môtơ hai chiều (6) nối nguồn điện, môtơ quay. Môtơ quay làm cho trục chính (7) quay và kéo theo trục cam xoắn ốc (8) quay theo chiều kim đồng hồ. Động tác này làm cho cần (9) bị đẩy về bên trái quanh trục (4), khiến lò xo móc ở đầu trục (9) bị kéo và tạo ra một áp lực qua cần (3) tác dụng vào màn ngăn lượn sóng trong hộp áp lực làm cho cần nối dừng lại ở vị trí trung gian cân bằng. Khi đạt tới sự cân bằng giữa áp lực động tác động phía dưới màn ngăn lượn sóng và áp lực do lò xo trên (9) tạo ra khiến tiếp điểm (5) trở về vị trí ban đầu và làm ngắt nguồn điện, mô tơ (6) dừng quay và giữ trục cam (8) tại vị trí chỉ đúng tốc độ tàu. Khi tàu tăng tốc thì các hoạt động của hệ thống lặp lại quá trình như vừa trình bày ở trên, trực cam (8) dừng lại ở vị trí tốc độ mới. Khi tàu giảm tốc độ thì hoạt động của hệ thống diễn ra ngược lại với trường hợp tăng tốc.

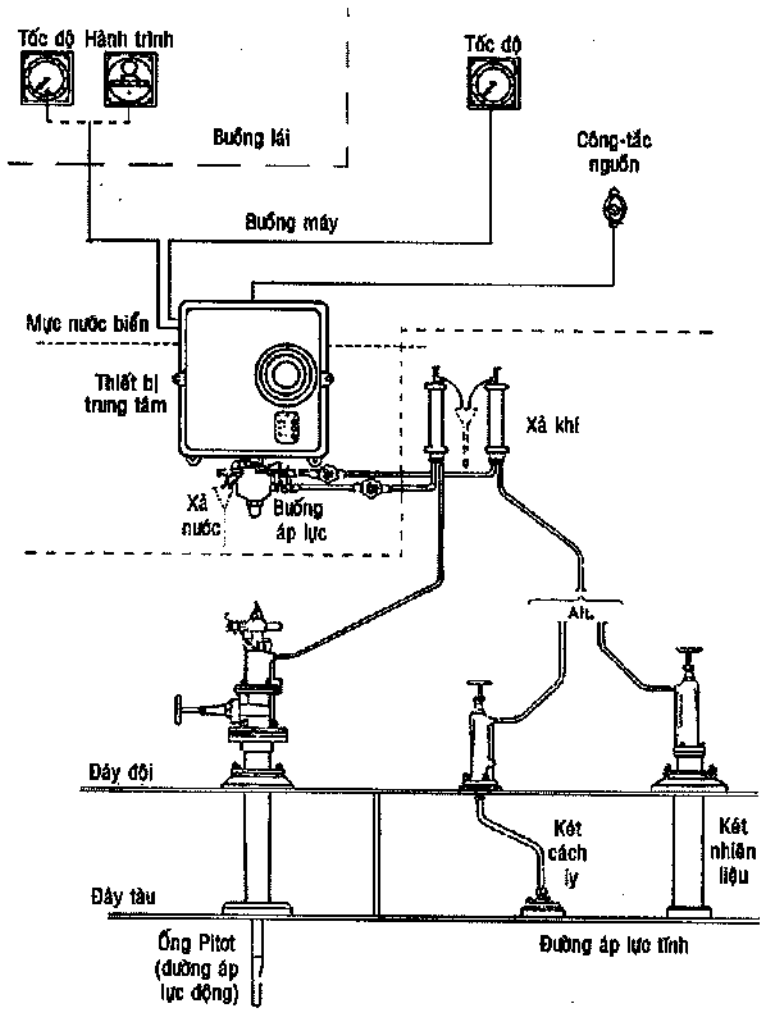


Hình 18.03

Hình dáng của trục cam (8) đã được tính toán kỹ để tạo ra chỉ báo tuyến tính của tốc độ từ đặc tính phi tuyến tính của hệ thống.

Một hệ thống bánh răng (19) được gắn vào cam xoắn ốc (8) để truyền động tốc độ chỉ báo về hệ thống phát tốc độ ba pha. Một máy thu servo đặt trên buồng lái sẽ thu nhận tín hiệu tốc độ từ thiết bị trung tâm và chỉ báo tốc độ trên buồng lái.

Lộ trình (đường đi) được tích phân bằng cơ học gồm môtơ quay tốc độ đều số (10), mô tơ này quay liên tục bánh xe ma sát hình nón (14). Nhờ ma sát, bánh xe (14) quay đồng hồ đếm hành trình (11) qua trục (15). Đồng hồ đếm lộ trình chạy nhanh hay chậm phụ thuộc vào vị trí của bánh xe (13) trên bánh xe ma sát hình nón (14). Vị trí của báng xe (13) do trục 7 điều khiển (quay theo tốc độ của tàu), thông qua vít vô tận (12). Khi tốc độ bằng 0, do tác động của cam (8) và trục (7) thì bánh xe (13) nằm đúng trên đỉnh chóp của bánh xe ma sát hình nón (14), dù cho bánh xe hình nón quay nhưng đồng hồ đếm lộ trình không chạy. Chỉ cần tàu có tốc độ thì bánh xe (13) dịch chuyển đến vị trí tương ứng với tốc độ. Lúc này bánh xe hình nón (14) kéo bánh xe (13) quay đồng thời quay đồng hồ đo hành trình. Vòng quay của trục (15) cũng đồng thời được truyền về buồng lái thông qua hệ thống phát và thu servo (16) và (17) đặt tại thiết bị trung tâm và trên buồng lái.



Hình 18.04

Hình 18.04 mô tả hệ thống ống Pitot trên một tàu đáy đôi được lắp ráp qua một đường ống xuyên đáy tàu tàu nhờ một van chặn để có thể rút ống khi tàu cặp cầu, hoặc đưa ống nhô ra khỏi đáy tàu khi tàu hành trình. Ống áp lực tĩnh cũng được kiểm soát bằng các van. Cả áp lực tĩnh hay áp lực động đều được đưa qua bộ phận xả khí và qua van tiết chế trước khi đưa vào buồng áp lực. Các van tiết chế này có tác dụng chống rung động mạnh của nước vào màn ngăn lượn sóng để giảm sai số đo tốc độ khi màn ngăn lượn sóng hoạt động.

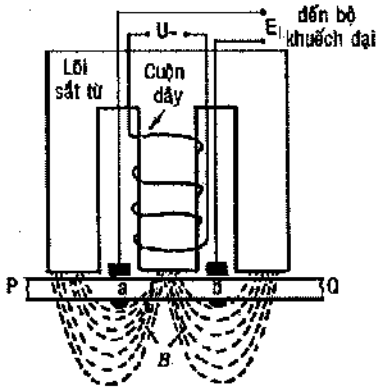
18.3 Tốc độ kế điện từ

18.3.1 Nguyên lý cơ bản

Tốc độ kế điện từ (Electromagnetic Log) là thiết bị vận dụng nguyên lý cảm ứng điện từ để đo tốc độ tức thời của tàu tương đối với nước và tích phân tốc độ để xác định quảng đường tàu chạy. Một thiết bị tốc độ kế điện từ gồm có: một bộ cảm biến, bộ khuếch đại và thiết bị chỉ báo.

Thiết bị cảm biến là một bộ phận nhạy cảm, áp dụng nguyên lý cảm ứng điện từ để chuyển tốc độ cơ học của tàu thành tín hiệu điện tỷ lệ thuận với tốc độ tàu. Trong các loại tốc độ kế điện từ hiện nay sử dụng hai loại thiết bị cảm biến gồm loại phẳng và loại cần hình trụ. Bộ cảm biến phẳng lắp cố định vào vỏ đáy tàu, loại hình trụ có thể đưa thò ra đáy tàu khi hoạt động hoặc có thể thu vào khi dừng hoạt động nhờ một thiết bị nâng hạ.

Bộ cảm biến (Sensor) loại phẳng và loại hình trụ đều cùng một nguyên lý hoạt động. Hình 18.05 là nguyên lý cấu tạo của một thiết bị cảm biến phẳng gồm một lõi sắt từ chữ E đặt nằm, trụ giữa quấn cuộn dây, đầu phía dưới của sắt từ gắn chất cách điện, trên đó đặt hai cực điện a, b có dây dẫn về thiết bị trung tâm để đo sức điện động cảm ứng. Giữa hai cực điện và chung quanh đều chèn chất cách điện. Khi cho dòng điện xoay chiều đi qua cuộn dây của lõi sắt từ thì sinh ra từ trường xoay chiều và hình thành các đường sức từ chạy từ trụ giữa qua môi trường nước dưới đáy tàu về đến hai trụ hai bên, hình thành đường sức từ khép kín. Theo định luật cảm ứng điện từ Faraday, khi tàu chạy tới thì giữa nước và tàu có sự chuyển động tương đối, dòng chảy nước biển giữa hai cực điện ab có thể coi như có rất nhiều vật dẫn điện chuyển động song song trong từ trường cắt các đường sức từ và cảm ứng sức điện động E_i giữa hai cực a và b. Vì dòng nước và đường sức từ vuông góc nên có thể viết,



Hình 18.05

$$E_i = B_{\sim}LV.10^{-8}(Volt)$$

Trong đó, $B_{\sim}$ - Cường độ cảm ứng từ điện xoay chiều (Gs)

L - Khoảng cách giữa hai cực điện ab (cm)

V - Tốc độ dòng chảy (cm/s)

E_i và $B_{\sim}$ đều là giá trị tức thời, nếu biểu thị bằng biên độ có thể viết,

$$E_{iM}=B_MLV.10^{-8}(Volt)$$

Trong biểu thức này B_M và L là hằng số phụ thuộc vào kết cấu của thiết bị cảm biến, còn lại E_{iM} và tốc độ V tỷ lệ thuận với nhau. Vì vậy, chỉ cần đo điện áp trên hai cực của thiết bị cảm biến thì có thể xác định tốc độ V.

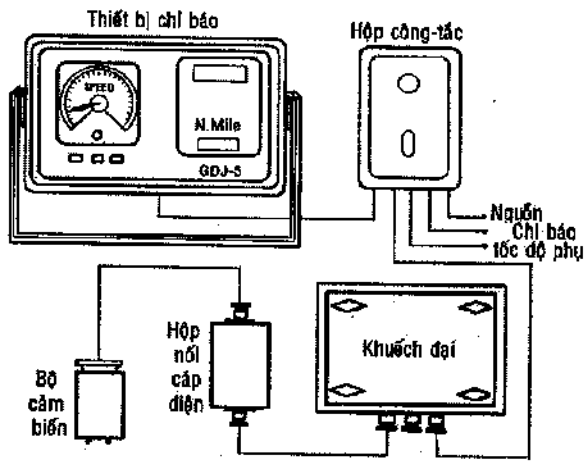
Điện áp tín hiệu lấy ra từ bộ cảm biến thường chỉ được vài mili vôn. Mặt khác, trong thực tế, vì bộ cảm biến còn chịu ảnh hưởng của nhiễu từ trường tạp từ bên ngoài nên trong thành phần điện áp đầu ra có nhiều tín hiệu tạp làm cho độ chính xác của tốc độ đo được không cao. Tín hiệu nhiễu có hai loại. Loại thứ nhất, tín hiệu nhiễu 90^0, lệch pha 90^0 so với dòng điện kích từ, nguyên nhân là do tính chất của nước biển làm phát sinh hiệu ứng từ trường thứ cấp và " hiệu ứng máy biến thế" của bản thân bộ cảm biến. Khi tín hiệu nhiễu này vượt quá một giới hạn nào đó sẽ khiến bộ khuếch đại của máy bị bảo hoà không thể làm việc một cách bình thường. Để khắc phục nhược điểm này, trong bộ khuếch đại có thiết kế mạch điện để khống chế và khử nhiễu 90^0. Loại thứ hai, tín hiệu nhiễu 0^0, cùng pha với dòng điện kích từ, phát sinh là do cường độ cảm ứng từ của bộ cảm biến phân bố không đều và không đối xứng, khi tàu không còn tốc độ (tốc độ bằng không) trong nước yên tĩnh, trên bộ cảm biến vẫn còn một điện áp nhỏ xuất hiện làm cho đồng hồ chỉ tốc độ chỉ không đúng số 0, gây ra sai số điểm 0. Khi lắp ráp bộ cảm biến phải áp dụng các biện pháp hiệu quả để triệt tiêu sai số điểm 0 này. Các biện pháp đó là: 1) lớp bọc dây điện nối với bộ cảm biến và vỏ ngoài của bộ cảm biến phải tiếp đất tốt. 2) giảm điện áp kích từ. 3) dây cáp dẫn điện phải được cách điện thật tốt.

18.3.2 Tốc độ kế điện từ CDJ-5

Đây là loại tốc độ kế sử dụng bộ cảm biến phẳng, các bộ phận cấu thành biểu thị trên hình 18.06.

Các thông số kỹ thuật:

- Phạm vi đo tốc độ: 0~25 nơ hoặc 0~50 nơ
- Độ chính xác tốc độ: ±0,2nơ



Hình 18.06

- Độ nhạy hành trình: 0,01 nơ
- Phạm vi hành trình: 9999,9 hải lý

- Độ chính xác hành trình: ±1%~±2%
- Nguồn điện: 220V±10%,50Hz±3Hz, 60Hz± 4Hz
- Công suất tiêu thụ: khoảng 100VA
- Độ nhạy bộ cảm biến: 200±20 $^{\mu}$ V/nơ

Sử dụng và hiệu chỉnh chỉ cần đọc kỹ "Hướng dẫn sử dụng máy" của nhà chế tạo.

18.4 Tốc độ kế Doppler

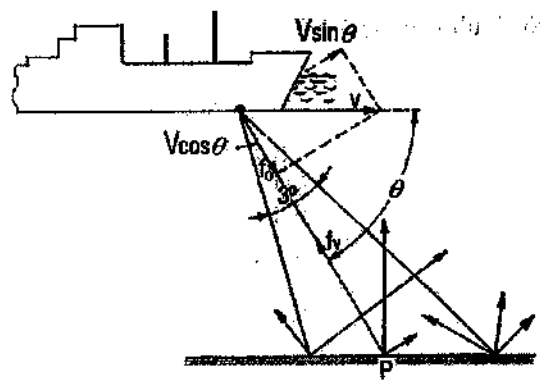
18.4.1 Nguyên lý cơ bản của tốc độ kế Doppler

Vào năm 1842 tại Vienna, nhà vật lý tên Doppler phát hiện một hiện tượng vật lý như sau, nếu có sự chuyển động tương đối giữa nguồn phát sóng âm và một điểm thu sóng âm thì tần số sóng âm thu được tại điểm thu khác với tần số phát của nguồn, hiện tượng này gọi là *hiệu ứng Doppler*. Nếu nguồn phát âm và điểm thu tiến đến gần nhau thì tần số thu được cao hơn tần số nguồn. Ngược lại, hai điểm này chuyển động ra xa nhau thì tần số thu được nhỏ hơn tần số nguồn. Hiệu Δf của tần số thu được và tần số nguồn gọi là dịch *chuyển tần số Doppler* (Doppler shift). Cho f_o là tần số của nguồn sóng âm, V là tốc độ dịch chuyển tương đối giữa hai điểm, C là tốc độ sóng âm trong nước ta có,

$$\Delta f = \frac{V}{C} f_o$$

Giả sử f_o và C là một hằng số thì tốc độ V và Δf là tỷ lệ thuận, nghĩa là thông qua việc xác định dịch chuyển tần số Doppler Δf có thể tính được tốc độ V.

Tốc độ kế Doppler (Doppler Log) hoạt động dựa trên hiệu ứng Doppler. Một bộ tạo dao động (transducer) đặt ở đáy tàu phát một tia dao động sóng âm có tần số f_o vào đáy biển theo hướng tạo thành một góc θ (thường là 60^0) với ki tàu, C là tốc độ sóng âm trong nước, tàu chạy tới với tốc độ V, xem hình 18.07. Ở đáy tàu đặt một bộ tạo dao động thu tiếp nhận hồi âm gây nên bởi sóng phản hồi khuyếch tán từ đáy biển.



Hình 18.07

Tàu chạy với tốc độ V, có thể coi bộ tạo dao động phát và bộ tạo dao động thu đồng thời tiếp cận đến điểm P. Sóng âm sau khi đến đáy biển thì phản xạ một phần sóng âm về máy thu, coi đáy biển là một nguồn phát sóng âm thứ hai. Như vậy, bộ tạo dao động thu ở đáy tàu đã tiếp nhận hai lần dịch chuyển tần số Doppler, cho nên công thức dịch chuyển tần số Doppler phải là,

$$\Delta f = \frac{2 f_o V \cos\theta}{C}$$

Trong đó Vcosθ là thành phần tốc độ V trên hướng phát sóng âm (không cần xét tới thành phần Vsinθ).

Có thể chuyển đổi công thức trên như sau,

$$V = \frac{1}{2} \cdot \frac{C}{f_o \cos\theta} \cdot \Delta f$$

Tốc độ kế Doppler dùng tần số cao hơn tần số sử dụng cho máy đo sâu hồi âm, nhờ có bước sóng ngắn hơn cho nên có thể cải thiện đáng kể sóng tán xạ, máy thu có thể không thu được các phản hồi từ phản xạ gương vì chùm tia sóng phát đi xiên nhưng thu được sóng tán xạ. Mặt khác nhờ có bước sóng ngắn hơn làm cho chùm tia sóng phát hẹp lại, do đó mặt bức xạ của bộ tạo dao động có thể nhỏ lại. Một đặc điểm khác, nhờ có chùm tia hẹp làm cho công suất bức xạ của dao động âm thanh tập trung vào góc hẹp và làm cho hồi âm mạnh hơn.

Mặc dù không mô tả trên hình 18.07, ta hiểu rằng mỗi một điểm trong phạm vi hướng chùm tia trên đáy biển đều nhận năng lượng từ chùm tia và phản hồi về bộ tạo dao động với các cường độ mạnh yếu khác nhau. Các điểm đó đều có các góc kẹp tính đến mặt phẳng ngang khác với góc θ, vì vậy theo công thức cơ bản ở trên, mỗi một điểm như vậy đều có tần số phản hồi khác nhau. Tuy nhiên, tần số trung bình của chúng đều gần bằng tần số phản hồi tại điểm P với góc phát θ.

Góc α chọn 60^0 là góc tối ưu có thể cho phản hồi tín hiệu với cường độ đủ mạnh trở về bộ tạo dao động thu. Hình dạng của đáy biển không ảnh hưởng gì đến sự dịch chuyển tần số theo hiệu ứng Doppler, chỉ cần nó phải đủ gồ ghề không quá trơn tru để có thể phản xạ sóng âm về mọi hướng và có một phần năng lượng sóng âm phản hồi về thiết bị thu.

Như vậy chỉ cần đo được dịch chuyển tần số Δf thì có thể xác định tốc độ V đồng thời tìm tích phân V với thời gian tàu chạy là có thể tính được lộ trình. Đó là nguyên lý cơ bản của tốc độ kế Doppler.

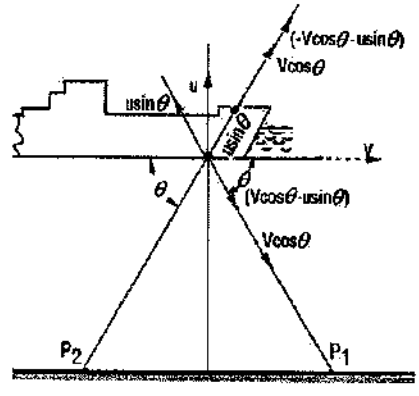
18.4.2 Tốc độ kế Doppler phát hai tia trước sau

Loại tốc độ kế Doppler nói ở mục trên chỉ sử dụng chùm tia sóng phát về phía trước gọi là *tốc độ kế Doppler chùm tia đơn*, loại tốc độ kế này có những hạn chế nhất định sau đây.

Trở lại công thức trên, lấy $\theta=60^0$, $\cos 60^0=1/2$ cho nên,

$$\Delta f = \frac{2 f_o V \cos\theta}{C} = \frac{V f_o}{C},$$

khi tàu lắc bổ, hoặc hiệu mớn nước của tàu biến đổi thì θ thay đổi, công thức này không còn đúng. Mặt khác, khi tàu lắc bổ và dồi thì phát sinh tốc độ u của tàu theo chiều thẳng đứng như mô tả ở hình 18.08, thành phần usinθ của u nằm trên hướng phát của sóng âm, cho nên tốc độ tổng hợp theo hướng phát sóng âm lúc này là (Vcosθ-usinθ), công thức dịch chuyển tần số biến đổi như sau,



Hình 18.08

$$\Delta f = \frac{2f_o}{C}(V\cos\theta - u\sin\theta)$$

Vì các lý do đó mà tốc độ kế tia đơn phát sinh sai số, không được ứng dụng rộng rãi trong thực tế.

Để triệt tiêu các loại sai số nói trên, hiện nay trên các tàu biển đang ứng dụng loại tốc độ kế tia đôi, ngoài bộ tạo dao động hướng tia phát về phía trước như nói trên, còn có thêm một bộ tạo dao động hướng tia phát về phía sau cũng tạo thành với ki tàu một góc θ như hình 18.08.

Từ công thức trên có thể suy ra công thức dịch chuyển tần số Δf_1 của bộ tạo dao động hướng về phía trước, và Δf_2 của bộ tạo dao động hướng về phía sau như sau,

$$\Delta f_1 = \frac{2f_o}{C}(V\cos\theta - u\sin\theta)$$

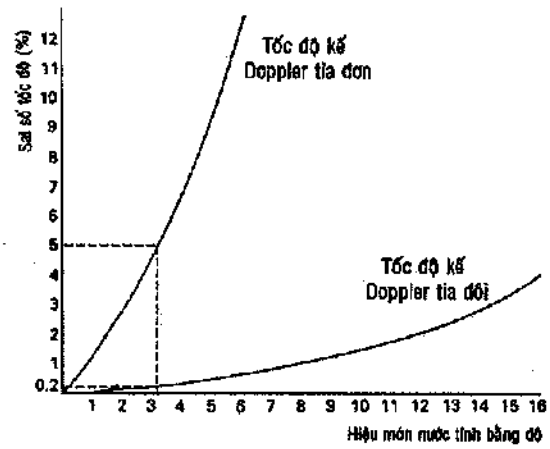
và $$\Delta f_2 = \frac{2f_o}{C}(-V\cos\theta - u\sin\theta)$$

Lấy hiệu hai tần số dịch chuyển của hai tia trước sau nhận được công thức tính dịch chuyển tần số của tốc độ kế Doppler tia đôi như sau,

$$\Delta f = \Delta f_1 - \Delta f_2 = \frac{4f_o V\cos\theta}{C}$$

Từ công thức trên nhận thấy rằng sai số phát sinh do tốc độ tàu dịch chuyển theo chiều thẳng đứng sinh ra đã được triệt tiêu. Đương nhiên loại tốc độ kế hai tia có độ chính xác cao hơn loại một tia.

Mặt khác với việc phát đồng thời hai tia sóng âm về hướng mũi và hướng lái cũng sẽ khắc phục được sai số do ảnh hưởng bởi biến đổi hiệu mớn nước, hoặc khi tàu bổ chúi. Đồ thị hình 18.09 cho thấy kết quả thực nghiệm sai số sinh ra với các hiệu mớn nước khác nhau đối với loại tốc độ kế một tia và tốc độ kế hai tia trước sau. Với loại tốc độ kế hai tia trước sau thì sai số tốc độ còn lại rất bé, khi chênh lệch mớn nước mũi lái đến 6~7^0, thì sai số chỉ dưới 1% của tốc độ.



Hình 18.09

18.4.3 Các loại tốc độ kế Doppler

Tốc độ kế Doppler hiện nay gồm có 3 loại:

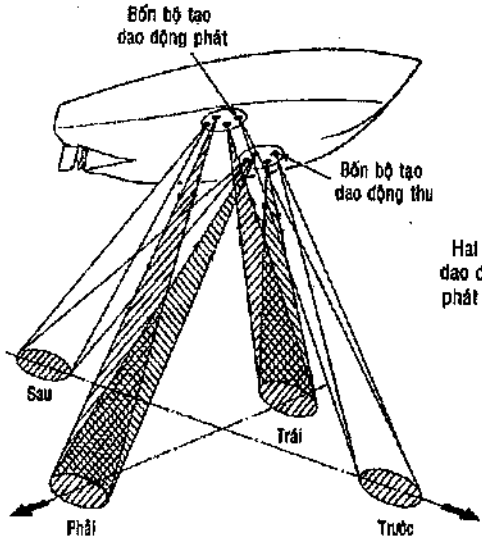
1. Tốc độ kế Doppler tia sóng đôi

Là loại trình bày ở trên, loại này thuộc thế hệ thứ nhất, chỉ xác định được tốc độ chuyển động theo chiều dọc tàu và tích phân quảng đường, dùng trong dẫn đường hành hải.

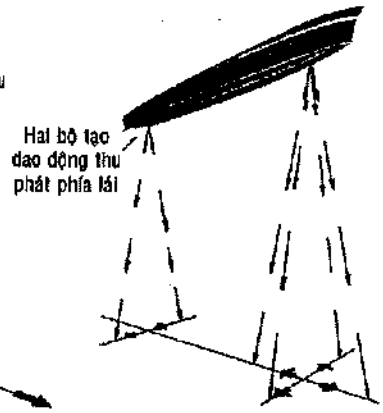
2. Tốc độ kế Doppler bốn tia sóng

Có bốn bộ tạo dao động đặt ở đáy tàu phát các chùm tia sóng về phía trước sau và bên phải, trái, là tốc độ kế Doppler thế hệ thứ hai. Loại này không những xác định được tốc độ chuyển động theo chiều dọc mà còn xác định được chuyển động ngang của tàu, được sử dụng cho suy tính vị trí, như mô tả ở hình 18.10.

3. Tốc độ kế Doppler sáu tia sóng âm



Hình 18.10



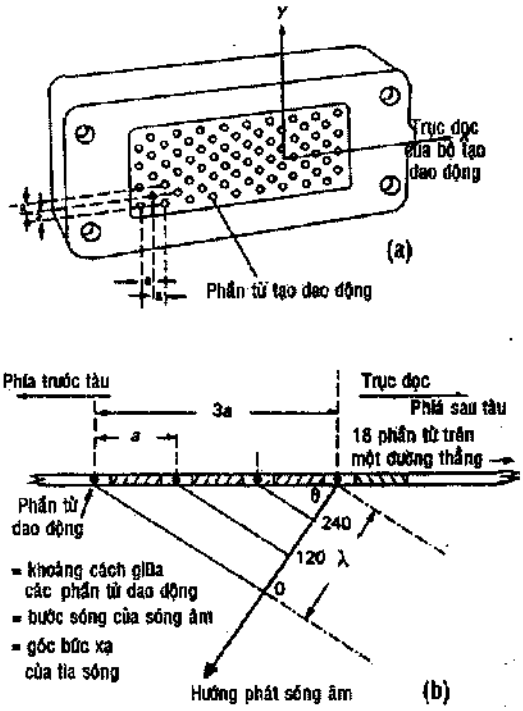
Hình 18.11

Ngoài bốn bộ tạo dao động phát sóng âm đặt ở phía mũi tàu phát về bốn phía trước sau, trái phải như loại hai ở trên, ở dưới đáy tàu, phía lái còn đặt thêm hai bộ tạo dao động phát và thu sóng âm về hai bên trái và phải như hình 18.11. Loại này thuộc tốc độ kế Doppler thế hệ thứ ba, vừa đo tốc độ chuyển động dọc tàu, đo tốc độ chuyển động ngang ở mũi và lái tàu, và giám sát toàn bộ chuyển động của tàu. Cho nên ngoài việc đo tốc độ, tốc độ kế Doppler kiểu mới này còn được sử dụng để hỗ trợ điều động tàu ra vào cảng, cặp cầu và đến vị trí neo. Cùng nguyên lý này, hiệu ứng Doppler được áp dụng rộng rãi trong các thiết bị tự động cố định các phương tiện nổi trong khai thác dầu khí và các lĩnh vực quân sự khác.

18.4.4 Mạng tạo dao động nhiều phần tử

Yêu cầu của bộ tạo dao động phải phát sóng thành chùm tia nghiêng, do đó bắt buộc phải lắp nó nhô ra dưới ki tàu khiến nó rất dễ bị hư hỏng khi tàu hoạt động. Tuy nhiên có thể tạo ra sự truyền lan chùm tia theo góc độ tuỳ ý bằng cách sử dụng nhiều chấn tử tạo dao lắp theo chiều ngang mà không cần lắp nhô ra ngoài vẫn có thể đảm bảo yêu cầu phát nghiêng chùm tia sóng. Hình 18.12a là một kiểu thiết bị tạo dao động, trên đó sử dụng 72 (4x18) phần tử tạo dao động trên mỗi vị trí trước và sau. Về mặt lý thuyết có thể sử dụng bao nhiêu phần tử cũng được nhưng phải đảm bảo khoảng trống giữa các phần tử không vượt qua giới hạn nào đó để cho các cánh sóng cạnh (không muốn có) nhỏ đến mức bộ tạo dao động thu không thể thu được. Để giải thích rõ nguyên lý điều chỉnh tia phát tuỳ ý, ở đây chỉ phân tích 3 phần tử biểu thị trên hình 18.12b. Nếu ba phần tử tạo dao động này được cung cấp điện áp đồng pha thì dao động do chúng tạo ra hình thành chùm tia vuông góc với mặt ngang.

Nhưng nếu cung cấp cho 3 phần tử dao động này 3 điện áp hình sin lần lượt lệch pha nhau 120^0 theo chiều kim đồng hồ thì cánh sóng chính sẽ truyền lan theo góc θ, trong trường hợp này $\theta = 50^0$. Bằng cách phát như vậy còn làm cho tốc độ của sóng âm giao thoa vượt qua những yếu tố ảnh hưởng bên ngoài như sự biến đổi của nhiệt độ và độ mặn của nước biển.



Hình 18.12

Biết rằng độ chính xác của tốc độ đo được phụ thuộc vào tốc độ C của sóng âm trong nước biển. Mạng tạo dao động nhiều phần tử có thể loại bỏ được ảnh hưởng của C. Theo như như hình 18.12b, nhận thấy rằng,

$$\cos\theta = \frac{\lambda}{3a} = \frac{C}{3af_o},$$

thay cosθ vào công thức dịch chuyển tần số của hệ thống tốc độ kế tia đôi,

$$\Delta f = \frac{4f_o V\cos\theta}{C}$$

ta có

$$\Delta f = \frac{4V}{3a}$$

trong đó, 3a là thành phần xác định, chỉ còn lại V phụ thuộc vào dịch chuyển tần số Δf.

18.4.5 Các phương thức phát sóng

1. Phương thức phát sóng liên tục (CW- Continuous Wave)

Mỗi một vị trí dùng hai bộ tạo dao động, một bộ phát năng lượng sóng âm còn bộ kia thì thu sóng phản hồi. Năng lượng thu được là sóng phản hồi từ đáy biển hoặc sóng phản hồi vượt qua độ sâu xác định nào đó (đối với máy Simrad NL Doppler trình bày dưới đây, độ sâu này là 20 mét).

Sóng liên tục CW sẽ phát sinh vấn đề khi hoạt động với độ sâu lớn vì tia phát bị tán xạ do số lượng mỗi lúc một tăng lên của các chất điểm (hạt li ti) trong nước. Ngoài năng lượng phản xạ từ tầng nước (khối lượng nước), phần năng lượng bị tán xạ từ chất điểm cũng quay về bộ tạo dao động thu. Khi sóng phản hồi từ tầng nước quay về trở nên yếu thì sóng tán xạ của chất điểm sẽ làm rối loạn tín hiệu thu, lúc này chỉ báo tốc độ có thể bằng không. Vì lý do đó mà sóng liên tục ít được sử dụng trong thiết bị này.

2. Phương thức phát sóng xung

Để khắc phục trở ngại của hệ thống phát sóng CW, người ta sử dụng sóng xung. Cũng giống như máy đo sâu, khi bộ tạo dao động phát đi xung năng lượng cao thì máy thu đóng lại. Khi sóng phản hồi quay về trên cùng một bộ dao động thì mạch điện chuyển sang chế độ thu. Bằng cách này, ngoài lợi ích khắc phục vấn đề mất tín hiệu như đã nói ở trên, còn một lợi ích nữa là chỉ cần một bô tạo dao động cho cả thu lẫn phát. Nên nhớ rằng, tốc độ kế Doppler hoạt động theo nguyên lý đo dịch chuyển tần số, không phải hoạt động theo thời trễ như máy đo sâu.

3. So sánh hai phương thức phát sóng CW và sóng xung

Hệ thống xung có thể hoạt động theo phương thức truy theo đáy biển (tương đối với đất) cho đến độ sâu 300 mét (phụ thuộc vào tần số sóng mang sử dụng) và phương thức truy theo tầng nước ở độ sâu bất kỳ, trong khi hệ thống CW chỉ hoạt động ở giới hạn độ sâu dưới 60 mét. Tuy nhiên hệ thống CW lại có một ưu điểm nổi trội là có thể hoạt động ở độ sâu rất cạn, trong khi hệ thống xung bị giới hạn bởi tần số lặp xung không thể hoạt động được với độ sâu cạn. Hệ thống xung có thể dùng chung bộ tạo dao động cho phát và thu, trong khi hệ thống CW yêu cầu bộ tạo dao động thu và phát riêng. Hệ thống CW bị hạn chế do nhiễu sinh ra bởi bọt khí từ chân vịt khi tàu chạy lùi. Độ chính xác đo tốc độ của hệ thống xung tuy trội hơn hệ thống CW và là một hằng số cho tất cả các độ sâu hoạt động khác nhau. Còn độ chính xác của hệ thống CW thì rất tốt ở nước cạn nhưng giảm xuống nhanh khi tăng độ sâu hoạt động.

18.4.6 Tốc độ kế Simrad NL Doppler

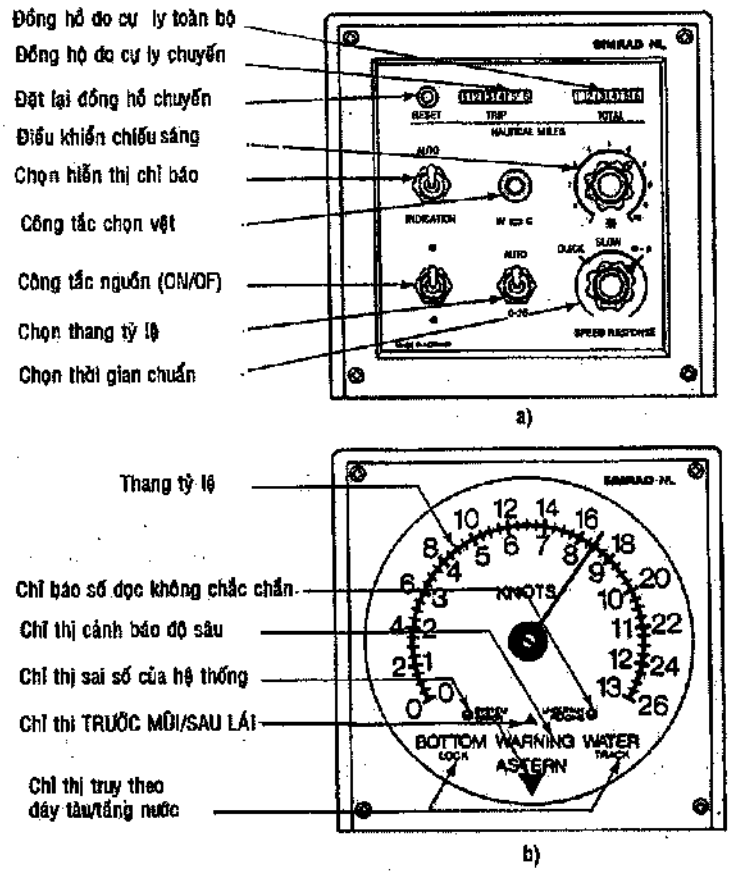
Tốc độ kế này là loại điển hình cho nhiều loại tốc độ kế Doppler sử dụng trong đội thương thuyền thế giới. Nó cung cấp độ chính xác cao khi đo tốc độ theo phương thức "truy theo đáy tàu" (B/T-Bottom Track) với độ sâu dưới 20 mét tính từ ki tàu hoặc theo phương thức "truy theo tầng nước" (W/T-Water Track) ở độ sâu lớn hơn.

1. Khối điều khiển máy,

Lộ trình một chuyến hoặc toàn bộ lộ trình chạy tàu được hiển thị theo phương pháp kỹ thuật số. Các nút điều khiển xem trên hình 18.13a.

- *Công tắc chọn chỉ báo* (Display Indication switch), ở vị trí AUTO khi hoạt động ở phương thức W/T với tốc độ tiến tới 6,4 nơ và phương thức B/T dưới 6,4 nơ. Ở vị trí "INDICATION" cho tiến/lùi và W/T, B/T.

- *Công tắc chọn truy theo* (Tracking Mode Switch), dùng để chuyển nhanh từ W/T sang B/T hoặc ngược lại. Khi bắt đầu cho máy hoạt động thì máy bắt đầu bằng phương thức B/T và tự động chuyển sang W/T khi độ sâu dưới đáy tàu vượt qua 20 mét.
- *Công tắc chọn thang tỷ lệ* (Scale Selector Switch), ở vị trí "AUTO" thì thang tỷ lệ tự động chuyển đổi. Nếu tốc độ vượt quá 25,6 nơ thì tốc độ kế tự động chuyển sang thang tỷ lệ thấp 0 ~13 nơ, số đọc lúc này phải công thêm 25,6 nơ để có tốc độ chỉ báo đúng.
- *Chọn thời gian chuẩn* (Sample Time Selector), có 3 vị trí, để cho người sử dụng chọn tốc độ thích hợp với điều kiện hoạt động biến đổi:
- Nhanh (Quick): tốc độ kế phản ứng với sự biến đổi nhanh của tốc độ khi tàu bổ, chúi.
- Chậm (Slow): dạng hoạt động bình thường.
- Q-S: Dùng khi có nhiều bọt khí trong nước dưới đáy tàu do thời tiết xấu.



Hình 18.13

2. Khối chỉ báo hình 18.13b

- *Chỉ báo số đọc không xác định* (Uncerting Reading Indicator), ở phương thức B/T, khi đáy biển có các bậc thang hoặc có bọt khí gây nên các phản hồi khó phân biệt thì đèn

chỉ báo này thỉnh thoảng loé sáng. Ở phương thức W/T đèn chỉ báo loé sáng khi sóng phản hồi yếu.

- *Chỉ báo sai số của hệ thống* (System Error Indicator), đèn chỉ báo loé sáng khi xung phát không phát đi được. Nếu máy có gắn thiết bị thử thì đèn loé sáng biểu thị máy thu không hoạt động hoặc mất nguồn cung cấp.
- *Chỉ báo cảnh báo độ sâu* (Depth Warning Indicator), loé sáng khi độ sâu dưới bộ tạo dao động chỉ còn 1 mét.

3. Một số chỉ tiêu kỹ thuật

- Tần số mang: 1MHz
- Độ chính xác tốc độ: $<\pm 2\%$ cho tốc độ trên 5 nơ, chừng $\pm 0,1$ cho tốc độ dưới 5 nơ.
- Chỉ báo tốc độ tối thiểu: 0,1 nơ.
- Độ chính xác lộ trình: $\pm 2\%$
- Độ rộng tia sóng của bộ tạo dao động phát: $3,5^0$.
- Góc nghiêng bộ tạo dao động: 60^0 từ chiều dọc tàu.

18.4.7 Tốc độ kế Doppler Krupp Atlas "Dolog"

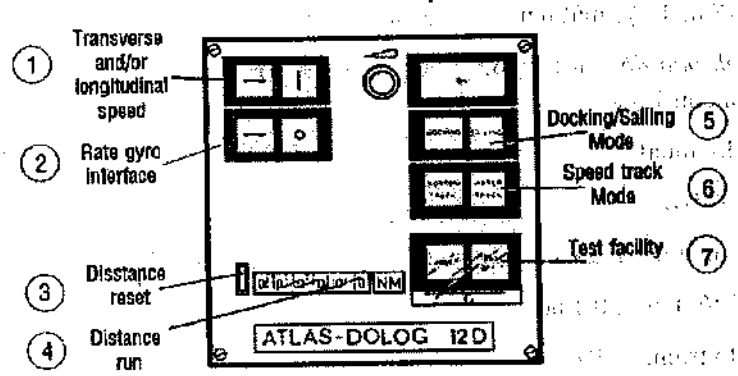
Đây là loại tốc độ kế với bộ tạo dao động phức hợp gồm sáu bộ tạo dao động, sử dụng 72 (4x18) chấn tử để có thể chỉ báo tốc độ theo hai phương thức B/T và W/T, đồng thời có thể đo được tốc độ chuyển động theo chiều dọc và chuyển động theo chiều ngang ở mũi và sau lái tàu. Nhờ đo được tốc độ theo chiều ngang, tốc độ kế kiểu này có thể hỗ trợ cho điều động quay trở ở nơi neo đậu và trong ụ đà. Tốc độ kế "Dolog" sử dụng tần số sóng mang thấp hơn các loại tốc độ kế Doppler khác cho nên có thể chỉ báo tốc độ theo phương thức B/T ở độ sâu sâu hơn.

1. Tóm tắt các chỉ tiêu kỹ thuật

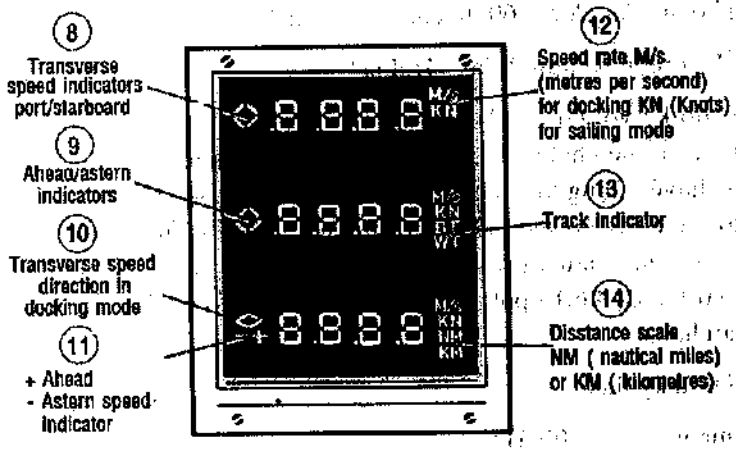
- Tần số sóng mang: 100kHz;
- Truy theo tầng nước: Nếu độ sâu vượt qua 400 mét.
- Truy theo đáy biển : Nếu độ sâu gần đúng 400 mét;
- Độ chính xác tốc độ theo chiều dọc tàu: 0,2% số đo;
- Độ chính xác tốc độ theo chiều ngang: 0,2% hoặc 0,1 nơ lấy giá trị nào lớn hơn.
- Độ chính xác tốc độ theo chiều ngang (sau lái): 0,2%;
- Độ chính xác hành trình: 0,05 đến 0,2% phụ thuộc vào hành trình đã đi qua;
- Độ rộng tia của bộ tạo dao động theo chiều dọc: 6^0;
- Độ rộng tia của bộ tạo dao động theo chiều ngang: 16^0;
- Góc lệch tia sóng âm theo chiều dọc (mặt phẳng ngang): chừng 50^0;
- Công suất phát: 30 watt.

2. Thiết bị điều khiển và chỉ báo

Hình 18.14 biểu thị khối điều khiển và chỉ báo của "Dolog" 12D, trên đó, theo hình (a) là các nút điều khiển và (b) là bộ phận chỉ báo tốc độ và hành trình theo kỹ thuật số, nếu cần có thể lắp thêm các bộ chỉ báo theo kỹ thuật tương tự. Tốc độ dịch chuyển ngang được chỉ báo theo đơn vị m/s. Các nút điều khiển và các dữ liệu chỉ báo như sau,



a)



b)

Hình 18.14

Các nút điều khiển:

1) Tốc độ dịch chuyển ngang và/hoặc dọc;
2) Tốc độ quay giao diện con quay;
3) Đặt lại hành trình ;
4) Hành trình tàu;
5) Phương thức neo đậu/chạy biển;
6) Phương thức truy theo tốc độ;
7) Thử;

Các dữ liệu chỉ báo:

8) Chỉ báo véctơ tốc độ trái/phải;

9) Chỉ báo tiến/ lùi;

10) Hướng dịch chuyển ngang ở phương thức neo đậu;

11) Chỉ báo hướng tốc độ + tới, - lùi;

12) Chỉ báo tốc độ M/s (mét/giây) cho phương thức neo đậu, Kn (nơ) cho phương thức chạy biển;

13) Chỉ báo truy theo B/T hoặc W/T

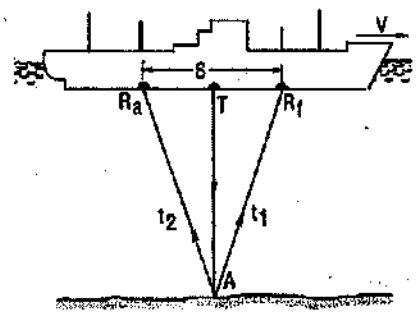
14) Chỉ báo hành trình hải lý hoặc kilômét.

18.5 Tốc độ kế tương quan thuỷ âm

18.5.1 Nguyên lý cơ bản

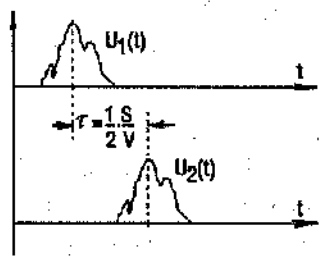
Tốc độ kế tương quan thuỷ âm (Acoustic correlation log) khác với tốc độ kế áp lực và tốc độ kế điện từ ở chỗ có thể đo tốc độ tương đối với đáy biển hoặc tương đối với tầng nước (khối nước). Đặc điểm của loại tốc độ kế này là phát và thu sóng siêu âm theo chiều thẳng đứng, vận dụng nguyên lý kỹ thuật "tương quan thuỷ âm" (Acoustic correlation) xử lý thông tin từ biên độ tín hiệu phản hồi thuỷ âm để đo tốc độ tàu và tích phân lộ trình. Độ chính xác của máy, nhờ phương pháp đo này, không chịu ảnh hưởng của biến đổi tốc độ sóng âm truyền lan trong nước biển, có nghĩa là không chịu ảnh hưởng của các yếu tố nhiệt độ và độ mặn của nước biển.

Bộ tạo dao động phát đi một tia sóng âm có góc độ rộng để phòng khi tín hiệu phản hồi bị thất thoát do tàu lắc bổ. Tốc độ kế tương quan thuỷ âm còn có thể dùng để đo độ sâu và thay thế cho máy đo sâu. Đo tốc độ thực hiện bằng "truy theo đáy" (bottom tracking –B/T) đến độ sâu tối đa 200 mét. Nếu sóng phản hồi từ đáy biển trở nên yếu đi hoặc độ sâu vượt qua 200 mét thì hệ thống sẽ tự động chuyển sang "truy theo tầng nước" (water mass tracking- W/T - truy theo khối nước) và tự ghi tốc độ tàu tương đối với khối lượng nước ở độ sâu gần đúng 12 mét dưới ki tàu.



Hình 18.15

Nguyên lý cơ bản mô tả trên hình 18.15. Tại đáy tàu theo hướng dọc tàu đặt 3 bộ tạo dao động phát và thu. T là bộ dao động phát, R_a và R_f là hai bộ tạo dao động thu R_a ở sau và R_f, ở trước, T nằm giữa trên đường nối R_a, R_f. T phát về phía đáy biển xung sóng âm theo một gián cách thời gian xác định, sóng phản hồi từ đáy biển (hoặc từ khối nước) được R_a và R_f tiếp nhận.



Hình 18.16

Giả sử tốc độ tàu là V, khoảng cách giữa R_f và R_a là S. Sau khi T phát một xung, ở tức thời $t = t_1$, bộ tạo dao động thu R_f thu được sóng phản hồi từ điểm A trở về, thì tại bộ tạo dao động thu R_a cũng thu được sóng phản hồi nhưng ở thời điểm $t = t_2$. Dễ dàng nhận thấy

rằng, hai sóng phản hồi R_f và R_a thu nhận được đều phản hồi từ A, hoàn toàn giống nhau về đường bao xung tín hiệu và dạng sóng như mô tả trên hình 18.16, vì vậy hai sóng âm này hoàn toàn tương quan. Điều duy nhất khác nhau là tín hiệu sóng $U_2(t)$ về bộ tạo dao động thu R_a chậm hơn một thời lượng (gọi là thời trễ) $\tau = t_2 - t_1$ so với tín hiệu sóng $U_1(t)$ về R_f.

Như vậy,
$$\tau = \frac{1}{2} \cdot \frac{S}{V}$$

Trong đó, τ - thời trễ

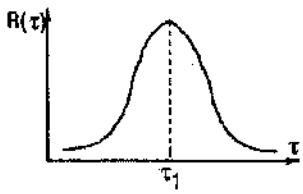
S – khoảng cách giữa hai bộ tạo dao động thu

V – tốc độ tàu

Suy ra,
$$V = \frac{1}{2} \cdot \frac{S}{\tau}$$

Bằng kỹ thuật tương quan đo thời trễ τ có thể xác định chính xác tốc độ V.
Như đã trình bày ở trên, hai tín hiệu phản hồi từ hai bộ tạo dao động thu có cùng hàm số đường bao, tức là dạng sóng của hai hàm số $U_1(t)$ và $U_2(t)$ gần như hoàn toàn giống nhau, chỉ khác nhau thời trễ τ, cho nên có thể viết hàm số $U_2(t)$ thành $U_1(t+\tau)$. Vì vậy, hàm số tương quan $\phi_{1,2}(\tau)$ có dạng như sau :

$$\phi_{1,2}(\tau) = \frac{1}{T} \lim_{T \to \infty} \int_0^T U_1(t) \cdot U_1(t+\tau) dt$$



Hình 18.17

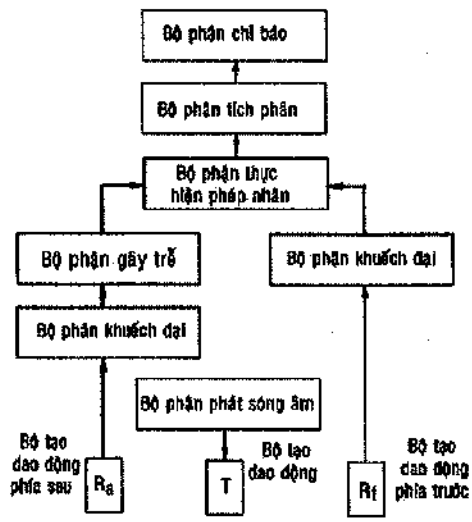
Trong đo đạc thực tế không thể lấy T vô cùng lớn mà chỉ lấy T giới hạn, cho nên biểu thức trên có thể viết,

$$R_{1,2}(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^T U_1(t) \cdot U_1(t+\tau) dt$$

trong đó $R_{1,2}(\tau)$ là hàm số của τ, khi τ biến thiên từ 0 tăng lên dần thì $R_{1,2}(\tau)$ cũng từ 0 tăng lớn dần. Khi $\tau = \tau_1$ thì $R_{1,2}(\tau)$ đạt tới cực đại và sau đó giảm dần về 0 theo như đồ thị hình 18.17. Việc tính toán hàm số $R_{1,2}(\tau)$ và đo thời trễ τ được thực hiện bằng kỹ thuật tương quan. Vì vậy, bộ phận tương quan là thành phần quan trọng nhất của tốc độ kế tương quan thuỷ âm. Hình 18.18 là sơ đồ khối của tốc độ kế tương quan thuỷ âm:

Bộ phận tương quan thuỷ âm gồm 3 thành phần: cấu kiện gây trễ, thực hiện phép nhân và tích phân.

Hai bộ tạo dao động thu tiếp thu tín hiệu phản hồi, qua bộ phận khuếch đại đưa về bộ phận gây trễ, tín hiệu đầu ra $U_1(t+\tau)$ cùng $U_1(t)$ chuyển qua bộ phận thực hiện phép nhân và bộ phận tích phân để tính toán tìm ra



Hình 18.18

hàm số tương quan của chúng. Bộ phận gây trễ chọn $\tau = \tau_1$, thì ở đầu ra của bộ phân tích phân có trị số hàm số tương quan lớn nhất phù hợp với tốc độ thực tế của tàu và chuyển sang bộ phận chỉ báo.

18.5.2 Tốc độ kế tương quan thuỷ âm SAL -IMCOR2

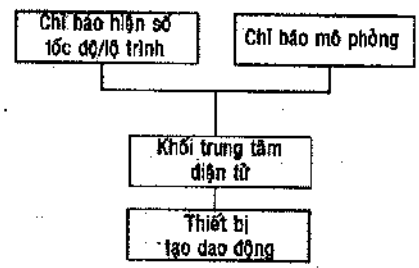
Tốc độ kế tương quan thuỷ âm Sal-IMCOR2 do hãng Jungner Marine của Thụy điển chế tạo. Từ khi tốc độ kế tương quan thuỷ âm SAL-ACCOR được chế tạo đầu tiên vào năm 1976, cho đến nay hãng này đã liên tục chế tạo các tốc độ kế theo cùng nguyên lý như SAL-84, SAL-IMCOR2 và tốc độ kế tương quan thuỷ âm lưỡng trục SAL-865.

1. Các chỉ tiêu kỹ thuật

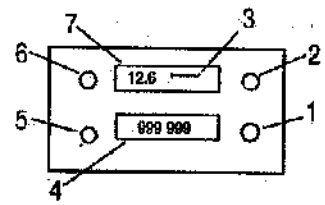
- Phạm vi đo tốc độ: 0~25 nơ
- Độ chính xác đo tốc độ: $<\pm 2\%$ (tốc độ tàu lớn hơn 10 nơ)
  $<\pm 0{,}2\%$ (tốc độ tàu lớn nhỏ 10 nơ)
- Độ chính xác lộ trình $<\pm 2\%$
- Thời gian trung bình đối với công suất ra của tín hiệu tốc độ: 1~30s, có thể điều chỉnh.
- Độ sâu truy theo nhỏ nhất: 3 mét.
- Nguồn điện: 110V/ 220VAC±10%, 50Hz/60Hz
- Công suất tiêu thụ: 50VA
- Thiết bị chỉ báo: Chỉ báo 0~25 nơ hoặc chọn 0~40 nơ.
  Nấc nhảy số hiển thị tốc độ 0,1 nơ.
  Hiển thị hành trình 0~999 999 hoặc 9 999,99 hải lý.
- Bộ tạo dao động: ϕ32 mm, độ rộng tia sóng âm 15^0.

2. Sơ đồ khối và cách sử dụng máy

Tốc độ kế SAL-IMCOR2 gồm có 3 khối cơ bản: các bộ tạo dao động, khối điện tử và thiết bị chỉ báo (hình 18.19). Bộ tạo dao động được lắp vào một cần thò ra khỏi đáy tàu hạ sâu xuống tầng nước dòng theo để tránh ảnh hưởng của dòng xoáy, cần này có thể cho thu lên và hạ xuống. Khối trung tâm điện tử làm nhiện vụ phát, thu, xử lý tín hiệu và đưa tín hiệu về bộ phận chỉ báo. Loại máy này ứng dụng công nghệ nanô không những nâng cao tính năng của máy mà làm cho việc điều khiển trở nên đơn giản, chỉ cần đóng nguồn điện là máy có thể hoạt động. Bộ chỉ báo tốc độ dùng hai loại, chỉ báo bằng kỹ thuật số và chỉ báo bằng kỹ thuật tương tự. Mặt chỉ báo bằng kỹ thuật số biểu thị trên hình 18.20. Các nút có chức năng như sau:



Hình 18.19



Hình 18.20

1) Nguồn và điều chỉnh độ sáng (POWER/DIMMER), dùng để mở máy và tắt máy, quay theo chiều kim đồng hồ, độ sáng tăng lên, ngược lại độ sáng giảm.

2) Công tắc thử (TEST), khi muốn kiểm tra máy, bật công tắc về vị trí "On" đèn chỉ báo thử sáng.

3) Chỉ báo phương thức truy theo (TRACKING MODE), khi phương thức truy theo là tầng nước (khối nước) thì phần trên của tốc độ chỉ báo xuất hiện đường sáng, khi truy theo đáy biển thì đường sáng nằm phía dưới tốc độ chỉ báo. Phương thức truy theo phụ thuộc vào tín hiệu mạnh hay yếu, máy tự động chuyển phương thức truy theo và chỉ báo tương ứng trên máy.

4) Chỉ báo hành trình của tàu

5) Nút chọn hành trình toàn bộ/ chuyến (TOTAL/TRIP) dùng để chọn chỉ báo hành trình 999 999 hay 9 999.99, khi chọn TOTAL thì đèn TOTAL phía trên bên trái lộ trình chỉ báo sáng, chọn TRIP thì đèn phía dưới bên trái sáng.

6) Nút chỉnh về "0" (RESET), dùng để đưa chỉ báo hành trình về "0".

7) Chỉ báo tốc độ.

18.4.3 Tốc độ kế tương quan thuỷ âm SAL-865

SAL-865 là một trong những sản phẩm mới của hãng Jungner Marine, nó không những đo được tốc độ theo chiều dọc của tàu mà còn đo được tốc độ dịch chuyển theo chiều ngang, thường được sử dụng cho các tàu lớn và siêu lớn điều động vào ụ đà, cặp và rời vị trí neo đậu.

1. Các chỉ tiêu kỹ thuật chính

1) Phương thức truy theo đáy (BottomTracking)

- Tần số làm việc: 150kHz;
- Độ sâu truy theo: 2~300m, khi độ sâu lớn hơn 300m tự động chuyển sang truy theo tầng nước theo tàu;
- Phạm vi đo tốc độ dọc tàu: -8~+40 nơ;
- Phạm vi đo tốc độ ngang: -8 ~ +8 nơ đồng thời dùng mũi tên chỉ hướng dịch chuyển;
- Phạm vi chỉ báo hành trình: hướng dọc 9 999,99 hải lý, hướng ngang 999,99 hải lý;
- Độ chính xác tốc độ: khi liên tục truy theo đáy không lớn hơn 0,1 hoặc 0,005XV (V là tốc độ tàu, nơ)

2) Phương thức truy theo tầng nước (Bottom tracking)

- Tần số làm việc: 4MHz;
- Độ sâu truy theo: 60m dưới đáy tàu;
- Phạm vi đo tốc độ: 0~40 nơ;
- Chỉ báo hành trình: 9 999,9 hải lý;
- Độ sâu tối thiểu: khi độ sâu dưới 20 mét thì độ chính xác giảm;

- Độ chính xác đo tốc độ: khi liên tục truy theo tầng nước, 0,1 hoặc 0,005xV (V nơ)

3) Đo sâu

- Phạm vi đo sâu: 2~300 mét;
- Tần số làm việc: 150 kHz;
- Độ chính xác đo sâu: ± 1% khi tốc độ sóng âm 1460m/s.

4) Nguồn điện và công suất tiêu thụ

- Nguồn điện: 115V/220V(-15%~+10%), 50 Hz/60Hz ±5%;
- Công suất tiêu thụ: 300VA.

2. Sơ đồ khối của máy

Tốc độ kế tương quan thuỷ âm SAL-865 gồm có bộ tạo dao động, thiết bị nanô, hộp phân phối tín hiệu và nhóm thiết bị chỉ báo cũng giống như mô tả trên hình 18.19.

Bộ tạo dao động gồm có 6 cấu kiện áp điện bằng chất liệu gốm (seramic), trong đó có một cấu kiện gồm 2 tấm tinh thể 4MHz dùng để truy theo tầng nước chỉ sử dụng để đo tốc độ hướng dọc của tàu tương đối với tầng nước bằng sóng tán xạ từ tầng nước 2 mét dưới đáy tàu. 5 cấu kiện còn lại có nguồn điện áp 150kHz dùng cho phương thức truy theo đáy biển, trong đó, 3 cái dùng cho thiết bị dao động phát, 2 cái dùng cho thiết bị dao động thu. Bộ tạo dao động áp dụng cách sắp xếp đặc biệt để phát về phía đáy biển tia sóng siêu âm có góc độ rộng. Nhờ áp dụng cách khống chế bằng công nghệ nanô nên có thể lập các tổ hợp thiết bị dao động để thực hiện đo tốc độ trên 12 phương vị, do đó không những máy đo được tốc độ hướng dọc, tốc độ hướng ngang tương đối với đáy biển mà còn đo được tốc độ dọc tàu tương đối với tầng nước và đo được độ sâu đáy biển. Thiết bị nanô ngoài việc khống chế quá trình phát sóng âm còn sử dụng để xử lý tín hiệu và tính toán dữ liệu.

Hộp phân phối tín hiệu có nhiệm vụ phân phối tín hiệu tốc độ và hành trình đưa đến thiết bị chỉ báo.

Thiết bị chỉ báo có thể chỉ báo các dữ liệu, theo như hình 18.21:

1) Chỉ báo tốc độ tương đối hướng dọc.

2) Chỉ báo tốc độ tuyệt đối hướng dọc.

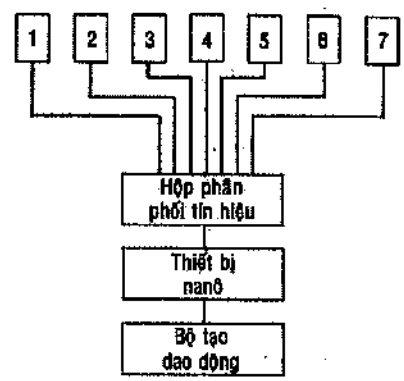
3) Chỉ báo tốc độ dịch chuyển ngang tuyệt đối.

4) Chỉ báo độ sâu.

5) Chọn phương thức truy theo.

6) Chỉ báo tương tự tốc độ hướng dọc tương đối / tuyệt đối.

7) Chỉ báo tương tự tốc độ tuyệt đối dịch chuyển ngang.



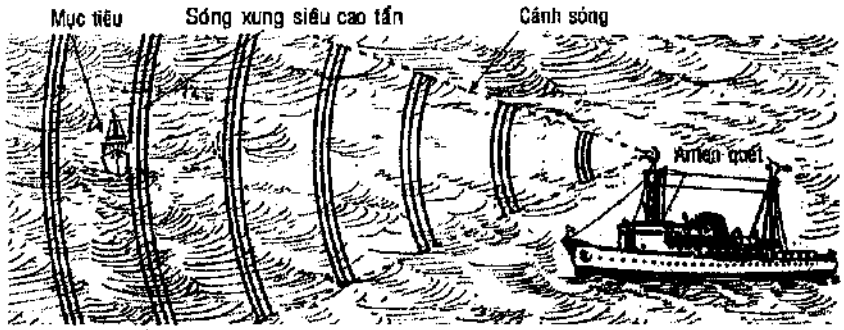
Hình 18.21

19

RADAR HÀNG HẢI

19.1 Nguyên lý cơ bản của radar.

19.1.1 Khái quát nguyên lý hoạt động radar xung



Hình 19.01

Thuật ngữ "RADAR" (rađa) là chữ viết tắt của nhóm từ "RAdio Detection And Ranging", có nghĩa là hệ thống xác định vị trí của mục tiêu bằng cách đo cự ly và phương vị nhờ nguyên lý sóng phản xạ (sóng dội).

Ra đa hoạt động ở tần số vô tuyến siêu cao có bước sóng siêu cực ngắn, dưới dạng xung, được phát theo một tần số lặp xung nhất định.

Sóng xung nhờ anten tập trung thành một luồng hẹp, như mô tả ở hình 19.01, giống như một đèn pha ôtô, phát vào không gian. Trong quá trình truyền lan, khi sóng xung gặp bất cứ mục tiêu nào trên mặt nước nó sẽ phản xạ trở lại. Một phần tín hiệu phản xạ được ra đa thu nhận và hiện thành các tín hiệu đặc trưng trên màn hình ra đa. Nhờ biết được tốc độ sóng vô tuyến trong không gian, máy có thể xác định được cự ly đến mục tiêu. Cho anten quay với một tốc độ nhất định, máy xác định góc mạn hoặc hướng ngắm của mục tiêu.

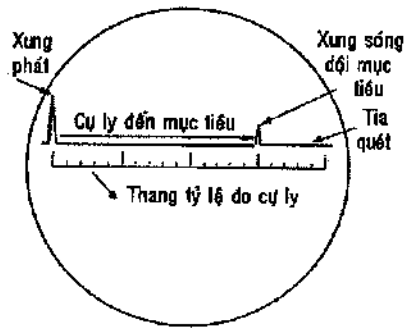
Sóng siêu cực ngắn ngoài tính chất có thể phản xạ tốt từ mục tiêu còn có một đặc tính nữa là truyền lan theo đường thẳng với tốc độ không đổi và chịu rất ít ảnh hưởng của thời tiết như sương mù, mưa.

19.1.2 Nguyên lý xác định cự ly

Biết rằng sóng rađiô truyền lan trong không gian với tốc độ ánh sáng C = $3x10^8$m/s (tức là 300m/μs),

$$D = C.t$$

Trong công thức, D là khoảng cách đến mục tiêu, t là thời gian truyền lan của sóng từ địa điểm phát sóng đến khi sóng gặp mục tiêu. Nếu đo được thời gian t thì việc tính toán D không có gì khó khăn.

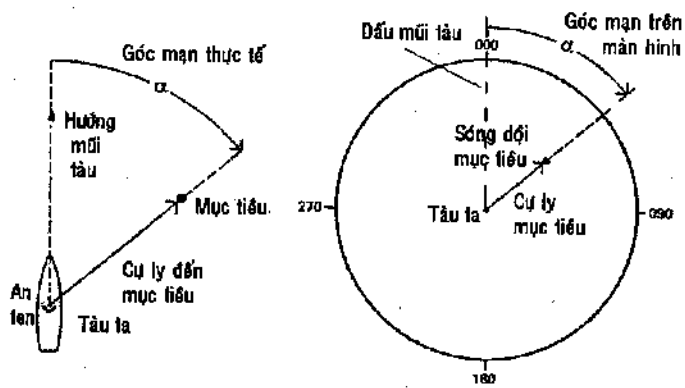


Hình 19.02

Tuy nhiên t là một khoảng thời gian cực bé, không thể dùng bất cứ một công cụ cơ học nào để đo được nó mà chỉ có thể đo bằng một thiết bị đo điện tử. Trong rađa sử dụng màn hiện sóng để đo thời gian t và tự động xác định cự ly D. Màn hiện sóng, hình 19.02, hoạt động như sau, trên màn hiện sóng có một tia quét quét theo đường thẳng với tốc độ đều cố định, anten phát nhắm vào mục tiêu, khi anten bắt đầu phát một xung thì trên màn hiện sóng tia quét cũng bắt đầu quét, khởi điểm của tia quét chính là thời điểm bắt đầu phát một xung. Sóng xung qua quảng đường từ anten đến mục tiêu và phản xạ về máy thu trong khoảng thời gian 2t, tín hiệu thu được qua xử lý đưa đến màn hình để hiện sóng. Vào thời điểm này thì tia quét trên màn hiện sóng đã dịch chuyển một khoảng cách D tỷ lệ thuận với thời gian t, tín hiệu phản xạ sau khi được xử lý thông qua tác dụng của tia quét ghi dấu hiệu một điểm sáng trên màn hình, đó là xung phản hồi từ mục tiêu. Mục tiêu ở xa hơn hoặc ở gần hơn thì tín hiệu phản hồi xuất hiện xa hơn hoặc gần hơn tín hiệu xung phát. Theo một tỷ lệ tính sẵn, có thể xác định D bằng cách đo khoảng cách giữa dấu hiệu xung phát và dấu hiệu xung phản hồi. Nguyên lý màn hình mô tả như hình 19.02 gọi là màn hình loại "A".

Rađa hàng hải và nhiều loại rađa khác sử dụng kiểu màn hình gọi là thiết bị chỉ báo vị trí phẳng PPI (Plan Position Indicator). Loại màn hình này có điểm xuất phát của tia quét bắt đầu tại tâm màn hình, nếu cho an ten phát tập trung sóng thành tia, đồng thời cho an ten và tia quét cùng quay đồng bộ với nhau, có thể làm cho màn hình hiển thị tín hiệu (sóng dội) của tất cả mục tiêu ở chung quanh trên một mặt phẳng tròn, nhờ đó xác định được cự ly của các mục tiêu ở chung quanh.

19.1.3 Nguyên lý đo phương vị

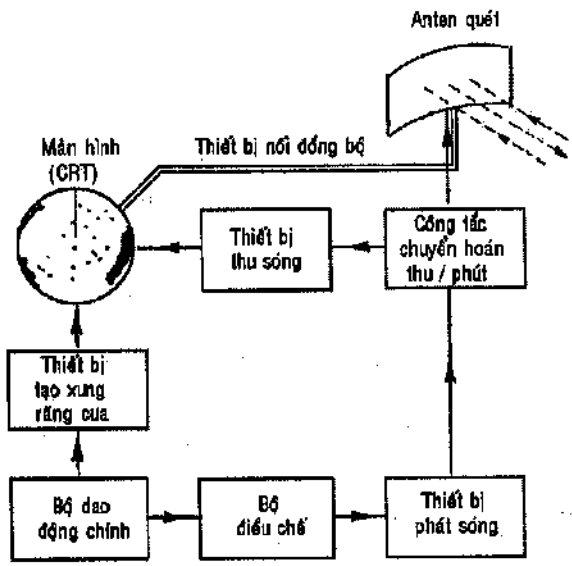


Hình 19.03

Việc cho anten và tia quét quay tròn 360^0 đồng bộ với nhau như đã nói ở trên, ngoài việc đo được khoảng cách của tất cả các mục tiêu chung quanh, còn tạo giải pháp đo hướng ngắm (phương vị) của tất cả các mục tiêu. Bằng một hệ thống phát và thu đồng bộ có thể cho tia quét trên màn hình quay cùng hướng cùng tốc độ với anten phát, nghĩa là khi anten quay từ hướng nào đó, chẳng hạn từ mũi tàu, thì tia quét cũng bắt đầu quét từ hướng được cho là mũi tàu, khi anten quay thì tia quét cũng quay theo cùng tốc độ, như mô tả trên hình 19.03. Đến khi anten quay sang một góc α (và phát tia sóng về một mục tiêu thì sóng dội từ mục tiêu đó phản hồi trở về trong khi tia quét cũng đã quay cùng một góc độ α cùng với anten, nhờ đó tín hiệu phản hồi xuất hiện trên màn hình đúng với hướng mà anten phát sóng. Trên màn hình, góc α từ hướng mũi tàu đến điểm sáng sóng dội chính là góc mạn α của mục tiêu trên thực tế. An ten của rađa sử dụng trên biển thường được thiết kế quay với tốc độ 20~30 vòng/phút.

Nhờ các động tác đó, khi rađa tàu hoạt động ta nhìn thấy thiết bị anten quay liên tục, còn trên màn hình thì tia quét liên tục quét từ tâm ra biên và quay tròn quanh tâm trên màn hình.

19.1.4 Các thành phần của một thiết bị rađa



Hình 19.04

Một rađa thường có các bộ phận chính, xem hình 19.04: thiết bị phát sóng, thiết bị thu sóng, hệ thống anten quét, màn hình và một số thiết bị trợ giúp.

Bộ tạo dao động chính tạo ra các dao động siêu cao tần, bộ điều chế và bộ phận phát chế biến dao động siêu cao thành các xung siêu cao tần công suất lớn dẫn theo ống dẫn sóng đưa lên an ten quét phát vào không gian. Thiết bị tạo xung răng cưa tạo ra các xung hình răng cưa đưa đến thiết bị chỉ báo để điều khiển tia quét ở ống tia âm cực (CRT). Sự đồng bộ giữa bộ phận tạo quét thực hiện thông qua thiết bị nối đồng bộ. Công tắc chuyển hoán thu phát có chức năng điều khiển quá trình phát và thu sóng, sóng dội từ mục tiêu quay trở về an ten đi qua công tắc chuyển hoán về thiết bị thu sóng, ở đây sóng được khuếch đại, xử lý và đưa sang máy chỉ báo để hiển thị thành hình ảnh mục tiêu, tức sóng dội trên màn hình.

19.2 Các thông số đặc tính cơ bản của rađa hàng hải

19.2.1 Độ dài xung δ

Là thời gian kéo dài của một xung được phát đi, được xác định bởi bộ điều chế. Một rađa thường được thiết kế có thể hoạt động với vài loại xung phát có độ dài khác nhau để rađa quan sát các tầm xa khác nhau, việc chuyển đổi các xung phát thực hiện bằng các công tắc thang tầm xa. Độ dài xung ngắn nhất bằng 0,07μs dùng cho quan sát tầm ngắn, độ dài của xung 1μs dùng để quan sát tầm xa hơn. Cũng có loại rađa sử dụng ba loại xung có độ dài khác nhau.

19.2.2 Tần số lặp xung PRF (Pulse Repetition Frequency)

Tần số lặp xung quyết định bởi bộ tạo xung, tính bằng số lượng xung năng lượng phát đi trong một giây (xung/giây). Một ra đa có nhiều tần số lặp xung khác nhau tuỳ thuộc vào các tầm quan sát thiết kế, rađa hoạt động ở tầm xa ngắn thì PRF cao, chừng 2000 xung/giây, khi hoạt động ở tầm xa hơn thì PRF thấp hơn, 400 xung/giây.

19.2.3 Chu kỳ lặp xung PRP (Pulse Repetition Period)

Là thời gian để lặp lại một xung phát, tức bằng δ cộng với thời gian dừng phát. Thời gian dừng phát là thời gian kéo dài, sau khi phát một xung dài δ máy phát dừng phát, cho đến khi phát xung tiếp theo. Trong khoảng thời gian này máy thu nhận sóng phản hồi. Thời gian dừng bằng "PRP-δ".

19.2.4 Tần số sóng mang

Đó là tần số sóng vô tuyến được phát đi. Các rađa sử dụng cho hàng hải dùng một trong hai băng tần số như sau:

Băng tần 'X' (rađa λ = 3 cm), nằm trong khoảng 5200~11.900 Mhz (λ = 5,5~2,5 cm), thường gọi là rađa "X band".

Băng tần 'S' (rađa λ = 10cm) nằm trong khoảng 1650~5200 Mhz (λ =18,2~5,8 cm), thường gọi là rađa "S band".

Mỗi một băng tần có những tiện ích khác nhau đối với hàng hải, băng tần X cho hình ảnh có độ phân giải cao cần thiết cho việc nhận dạng mục tiêu, nhưng lại bị ảnh hưởng rất nhiều do nhiễu biển và nhiễu mưa. Băng tần S, ngược lại, độ phân giải kém, bù lại không bị ảnh hưởng của nhiễu biển và nhiễu mưa.

19.2.5 Công suất đỉnh P_t

Đó là công suất hữu dụng của một xung bức xạ. Công suất đỉnh thường phải đủ lớn để đảm bảo rađa có thể thám sát được mục tiêu trong tầm xa tận chân trời rađa. Công suất đỉnh của rađa 3 cm (X band) điển hình chừng 10kW, của rađa 10 cm (S band) chừng 30 kW.

19.2.6 Công suất trung bình P_{av}

Đó là công suất đỉnh trung bình trải ra trên toàn bộ chu kỳ phát xung. Công suất trung bình là công suất từ nguồn năng lượng của thiết bị cung cấp và tích trữ ở bộ điều chế trong khoảng thời gian dừng phát, sau đó được phát đi trong khoảng thời gian kéo dài xung δ.

19.2.7 Tỷ số chức năng (Duty ratio)

Tỷ số này dùng để biểu thị các mối quan hệ của các thông số, không có thứ nguyên.

Tỷ số chức năng = δ/PRP hoặc

$= \delta \times PRF$ hoặc

$= P_{av}/P_t$

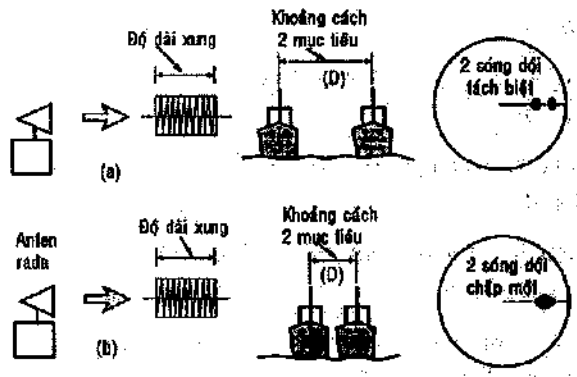
Ví dụ một rađa có tỷ số δ/PRP ở tầm xa bằng 0,0006, ở tầm ngắn bằng 0,00012.

19.2.8 Khả năng phân giải khoảng cách

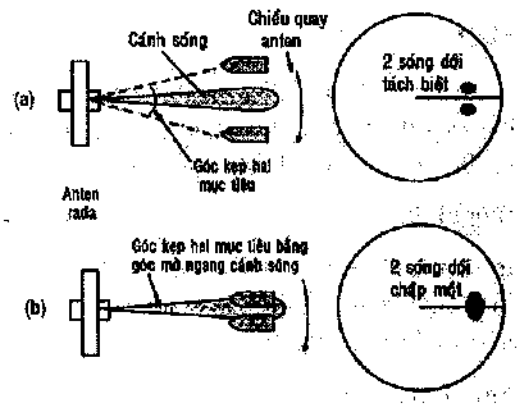
Khả năng phân giải khoảng cách là khoảng cách tối thiểu giữa hai mục tiêu nằm trên cùng một hướng mà sóng dội của nó trên màn hình rađa còn thể hiển thị thành hai mục tiêu riêng biệt.

Vì xung phát kéo dài thời gian δ, cho nên một mục tiêu điểm trên thực địa hiển thị thành một vệt sáng sóng dội trên màn hình cũng kéo dài một khoảng δ (biết tốc độ sóng vô tuyến, có thể tính toán chiều dài của sóng dội từ một mục tiêu điểm).

Hình 19.05 mô tả hai tình huống, tình huống (a) hai mục tiêu trên thực địa đủ xa để cho sóng dội hiển thị thành hai mục tiêu riêng biệt trên màn hình, tình huống (b) hai mục tiêu trên thực địa quá gần đến mức sóng dội của chúng hiển thị trên màn hình dính thành một mục tiêu. Điều kiện để hai sóng dội không dính vào nhau thì khoảng cách D giữa hai mục tiêu phải lớn hơn một nửa độ dài của xung phát δ. Vậy khả năng phân giải khoảng cách phải lớn hơn một nửa của độ dài δ của xung.



Hình 19.05



Hình 19.06

Có thể tính khả năng phân biệt khoảng cách d_{min} như sau:

Sóng vô tuyến truyền trong không gian với tốc độ 300m /μs, vậy,

$$d_{min} = \delta x150 \text{ (m)}$$

trong đó δ - độ dài xung (tính bằng μs)

19.2.9 Khả năng phân giải theo hướng

Sóng được phát đi trong một cánh sóng có góc mở ngang nhất định, điều kiện kỹ thuật không cho phép phát tập trung thành một đường thẳng mảnh. Vì vậy, sóng dội của một mục tiêu điểm bị kéo rộng ra theo chiều ngang bằng đúng góc mở ngang của cánh sóng. Hai mục tiêu có cùng cự ly nhưng gần nhau (góc kẹp nhỏ) thì sóng dội của chúng dính vào nhau.

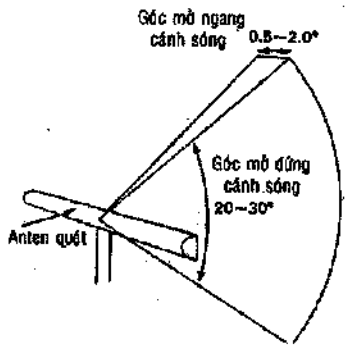
Khả năng phân giải theo hướng là góc kẹp nhỏ nhất giữa hai mục tiêu trên cùng cự ly mà hai mục tiêu đó thể hiện thành hai mục tiêu riêng biệt trên màn hình rada.

Khả năng phân giải theo hướng được xác định bằng góc mở ngang cánh sóng như hình 19.06. Hình (a) mô tả hai mục tiêu trên cùng cự ly có góc kẹp lớn hơn góc mở ngang cánh sóng. Hai mục tiêu hiển thị thành hai sóng dội riêng biệt. Hình (b) cho thấy hai mục tiêu trên cùng cự ly có góc kẹp nhỏ hơn góc mở ngang cánh sóng. Tín hiệu hai mục tiêu bị chập làm một. Như vậy, góc mở ngang cánh sóng càng hẹp thì khả năng phân giải hướng càng tốt.

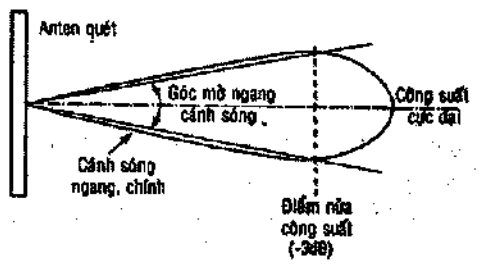
19.2.10 Góc mở ngang của cánh sóng

Hình 19.07 mô tả anten và cánh sóng do anten phát đi vào không gian.

Góc mở ngang của cánh sóng là góc kẹp giữa hai điểm nửa công suất của *đồ thị cực công suất*, hình 19.08. Góc mở ngang cánh sóng cần đủ rộng để có đủ lượng sóng dội từ mục tiêu trở về ghi một điểm đủ sáng trên màn hình. Mặt khác, góc mở ngang lại phải hẹp để nâng cao khả năng phân giải hướng; hơn nữa, góc mở ngang rộng sẽ làm cho mục tiêu bị biến dạng theo chiều ngang (kéo dài theo chiều ngang).



Hình 19.07



Hình 19.08

Có thể tính toán, nếu góc mở ngang bằng $0,75^0$ thì khả năng phân giải hướng khoảng 24 mét trên thang tầm xa 1 hải lý, nhưng ở thang tầm xa 10 hải lý thì tăng lên 240 mét, ở thang tầm xa 20 hải lý, tăng lên 480 mét. Góc mở ngang của một cánh sóng phụ thuộc vào chiều rộng của anten quét và băng tần của rada.

Băng tần "X", chiều dài anten 1,8 mét, góc mở ngang $1,3^0$; chiều dài anten 2,4 mét, góc mở ngang $1,0^0$;

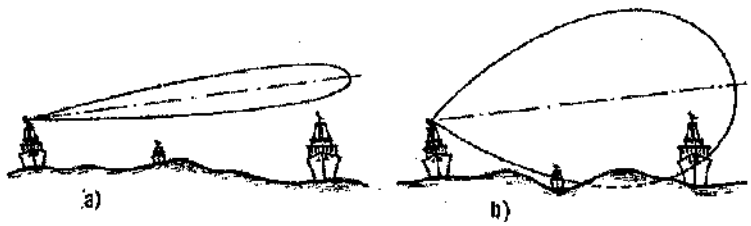
Băng tần "S", chiều dài anten 3,9 mét, góc mở ngang $1,7^0$.

19.2.11 Góc mở đứng của cánh sóng

Góc mở đứng cánh sóng, được thiết kế lớn hơn nhiều so với góc mở ngang cánh sóng, thông thường 20^0 đến 30^0 , tuỳ theo yêu cầu của rađa. Góc mở đứng cánh sóng cần phải đủ rộng để thoả mãn hai yêu cầu:

1) Rút ngắn khoảng cách quan sát tối thiểu của rađa, khi góc này quá nhỏ thì sóng vô tuyến không thể đến được các mục tiêu lân cận tàu.

2) Để khi tàu lắc cánh sóng rađa vẫn bám sát mặt biển, không làm mất mục tiêu. Hình 19.09a cho thấy khi cánh sóng có góc mở đứng quá hẹp sẽ không quét đến được khắp các mục tiêu trên mặt biển, trong khi một cánh sóng có góc mở đứng rộng hình 19.09b sẽ phát hiện được nhiều mục tiêu.

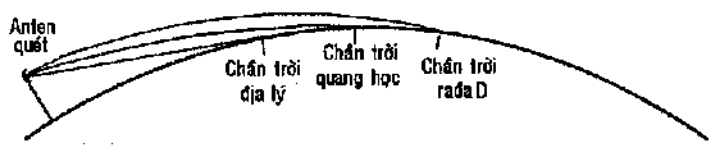


Hình 19.09

19.2.12 Chiều cao anten

1. Chân trời quang học và chân trời radar

Hình 19.10 mô tả mối quan hệ giữa chân trời địa lý (chân trời hình học), chân trời quang học, và chân trời radar.



Hình 19.10

Mặc dù sóng ánh sáng và sóng vô tuyến siêu cao truyền lan theo đường thẳng nhưng do biến đổi mật độ khí quyển khiến cho nên sóng ánh sáng và sóng vô tuyến bị khúc xạ cong về phía bề mặt trái đất, khiến cho chân trời quang học và chân tời radar đều lớn hơn chân tời địa lý.

2. Chiều cao anten

Trong điều kiện khí quyển chuẩn, bán kính trái đất 4600 n.mile, thì chân trời rađa phụ thuộc vào chiều cao anten, vì vậy chiều cao của anten quét ảnh hưởng rất lớn đến tầm quan sát của rađa, chân trời rađa tính như sau, xem hình 19.11,

$$D = 1,23\sqrt{H_a} \text{ n.m } (H_a \text{ tính bằng feet})$$

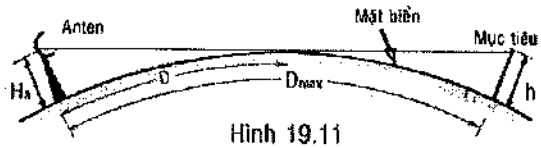
hoặc $$D = 4,06\sqrt{H_a} \text{ km } (H_a \text{ tính bằng mét})$$

trọng đố, H_a - chiều cao của anten.

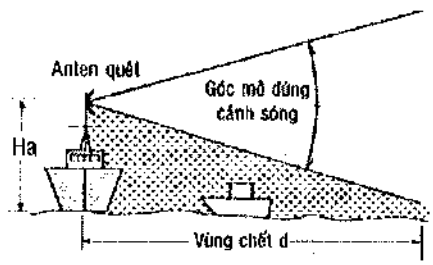
Công thức này tính ra khoảng cách chân tời radar lớn hơn chân trời hình học 15%, lớn hơn chân trời quang học 6%.

Ví dụ, anten ở độ cao 50 feet (15,24m) trên mặt biển thì tầm xa rađa là 8,69 hải lý (15,84km).

Rõ ràng là chiều cao của anten càng cao thì tầm xa rađa càng lớn. Tuy nhiên, việc tăng quá cao anten làm tăng sóng vô tuyến phản xạ từ sóng biển khiến cho nhiễu biển tăng, gây khó khăn cho việc nhận dạng mục tiêu trên màn hình. Mặt khác chiều cao của anten cũng làm tăng vùng chết của rađa, xem hình 19.12.



Hình 19.11



Hình 19.12

19.2.13 Tầm xa quan sát cực đại

Việc chọn tần số lặp xung PRF có ảnh hưởng rất lớn đến tầm xa quan sát cực đại. Tầm xa mà từ đó sóng có thể phản hồi từ mục tiêu xa nhất đã đặt ra một giới hạn cho việc chọn PRF. Tần số lặp xung PRF phải chọn sao cho sóng dội từ mục tiêu xa nhất trở về anten trước khi rađa phát xung tiếp theo, nếu không chọn như vậy thì sẽ phát sinh sóng dội thứ cấp của xung tiếp theo trên màn hình (nói rõ ở phần sau).

Tầm xa quan sát cực đại của rađa không những quyết định ở độ cao anten mà còn liên quan đến chiều cao của mục tiêu, chiều cao của mục tiêu cao trên chân trời rađa cũng phản hồi sóng vô tuyến về anten. Như vậy tầm xa quan sát tối đa, nếu bỏ qua các yếu tố khác, thì có thể tính như sau, xem hình 19.11,

$$D_{max} = 1{,}23(\sqrt{H_a} + \sqrt{h}) \quad \text{(nm) (trong đó đơn vị độ cao - feet)}$$

hoặc $$D_{max} = 4{,}06(\sqrt{H_a} + \sqrt{h}) \quad \text{(km) (trong đó đơn vị độ cao - mét)}$$

trong đó, h - Độ cao của mục tiêu.

19.2.14 Tầm xa quan sát tối thiểu - Vùng chết của rađa

Là vùng cánh sóng không tới được (vùng chết d) và không thể phát hiện mục tiêu trong đó như mô tả trên hình 19.12. Vùng chết rộng hay hẹp phụ thuộc vào góc mở đứng cánh sóng và chiều cao anten H_a.

Chiều cao anten H_a càng cao thì tầm xa hoạt động của rađa càng lớn nhưng vùng chết càng rộng.

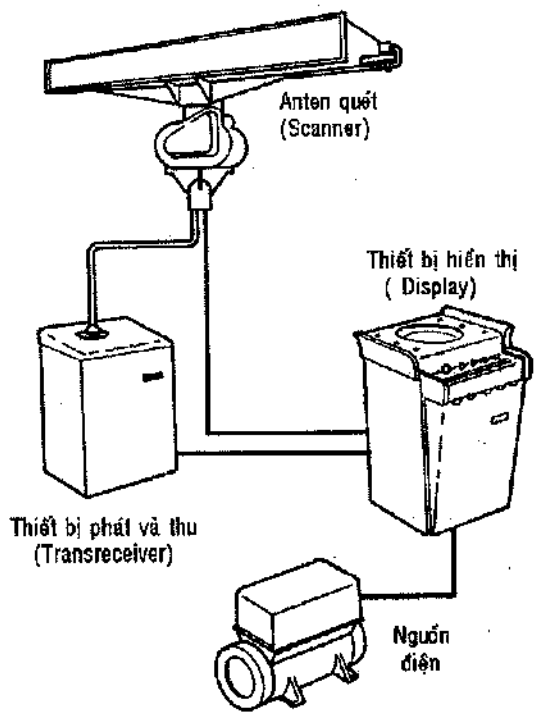
19.2.15 Tốc độ quay của anten

Đối với ra đa màn hình PPI sử dụng trong hàng hải, tốc độ quay của anten phải đủ nhanh để có thể liên tục nhận tín hiệu phản hồi của từng mục tiêu với mục đích kích sáng liên tiếp chất phosphor phủ trên màn hình, duy trì "hình dáng" của mục tiêu. Tuy nhiên, tốc độ quay cũng phải đủ chậm để các mục tiêu nằm trong cánh sóng nhận và phản hồi vài lần sóng dội về màn hình.

Với các lý do đó, tốc độ quay của anten rađa hàng hải được thiết kế 20 đến 30 vòng/phút. Loại rađa dùng cho tàu cao tốc có tốc độ quay của anten lớn hơn.

19.3 Hệ thống rađa hàng hải

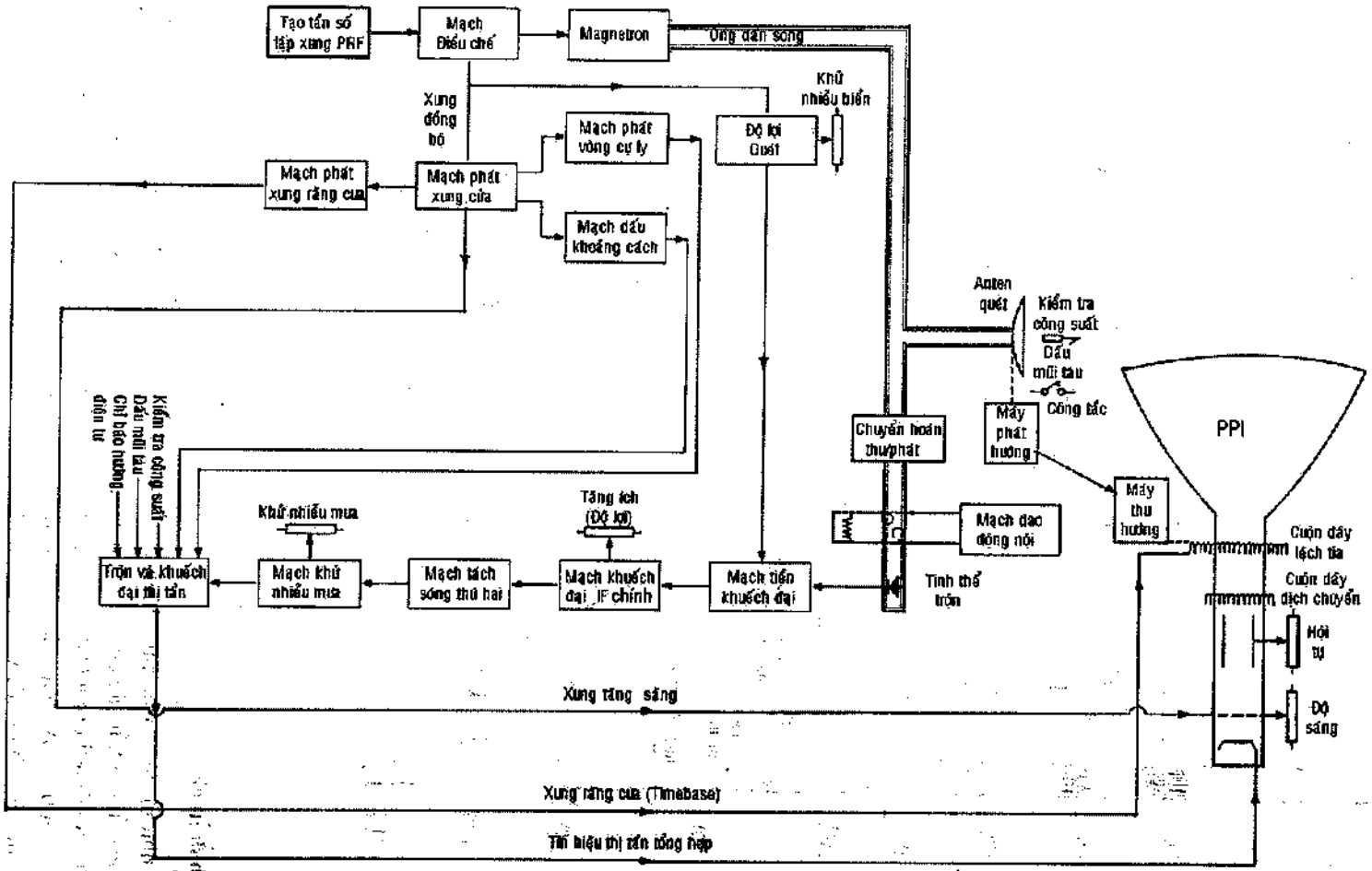
Hình 19.13 là cấu tạo của hệ thống rađa hàng hải điển hình, hình 19.14 là sơ đồ khối chi tiết và hình 19.15 là dạng sóng của của các khối chức năng trong rađa. Các mục dưới đây phân tích chức năng các khối chính trong sơ đồ khối chi tiết.



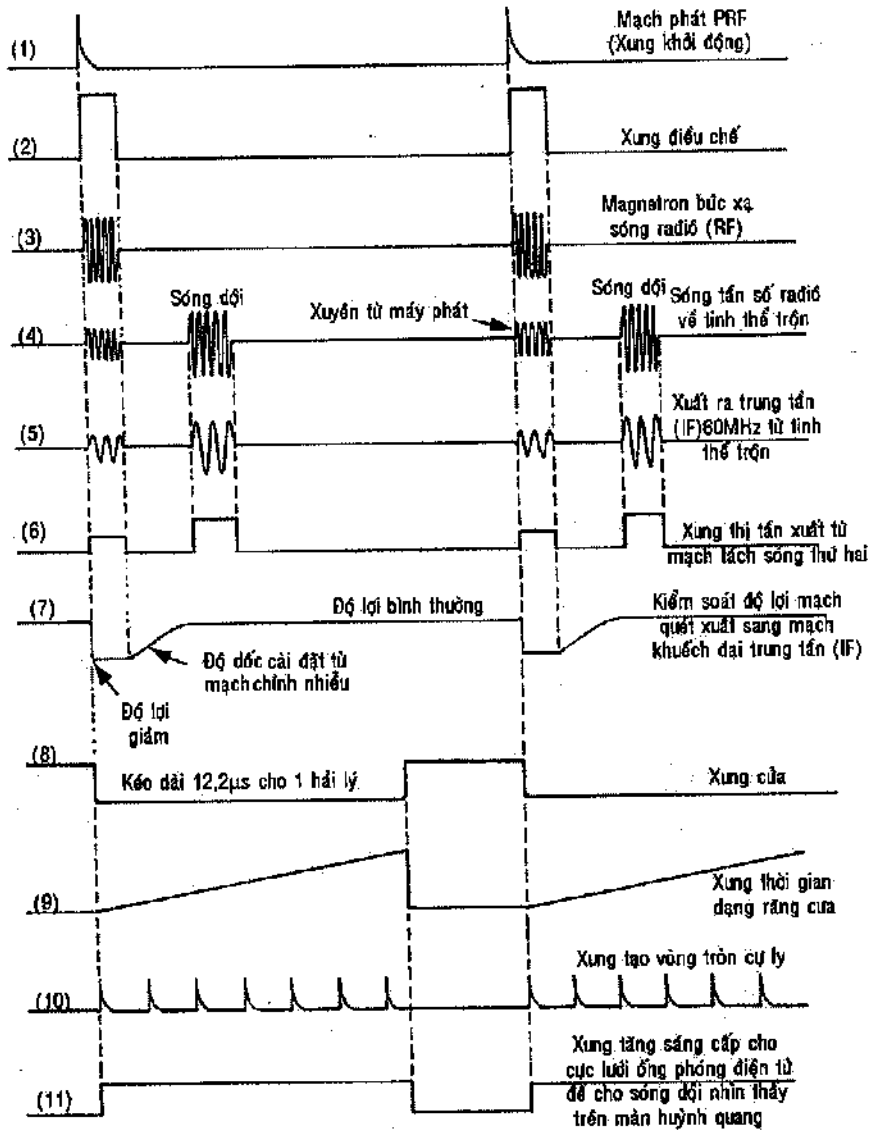
Hình 19.13

19.3.1 Mạch tạo tần số lặp xung PRF

Mạch tạo PRF tạo ra dao động "xung khởi động" trong hình 19.15 (1) dùng để khởi động và đảm bảo sự đồng bộ hoạt động của các mạch khác trong rađa. Đây là một xung ngắn, có chu kỳ chính xác, có thể thay đổi chu kỳ tuỳ theo yêu cầu của tầm xa hoạt động của rađa. Một trong những cách để tạo lập xung này là dùng mạch chia tần logic. Từ mạch tạo xung khởi động, các xung nhọn được xuất sang bộ điều chế.


Tạo tần số lặp xung PRF
Mạch Điều chế
Magnetron
Ống dẫn sóng
Khử nhiễu biển
Xung đồng bộ
Mạch phát vòng cự ly
Độ lợi Quát
Mạch phát xung răng cưa
Mạch phát xung cửa
Mạch đếm khoảng cách
Anten quét
Kiểm tra công suất
Đầu mũi tàu
Công tắc
Chuyển hoán thu/phát
Máy phát hướng
PPI
Máy thu hướng
Kiểm tra công suất
Đầu mũi tàu
Chỉ báo hướng
điện tử
Khử nhiễu mưa
Tăng ích (Độ lợi)
Mạch đao động nội
Trộn và khuếch đại tần số
Mạch khử nhiễu mưa
Mạch tách sóng thứ hai
Mạch khuếch đại IF chính
Mạch tiền khuếch đại
Tinh thể trộn
Cuộn dây lệch tia
Cuộn dây dịch chuyển
Hội tụ
Độ sáng
Xung tăng sáng
Xung răng cưa (Timebase)
Tín hiệu thị tần tổng hợp

Hình 19.14



Hình 19.15

19.3.2 Mạch điều chế

Mạch có nhiệm vụ tạo ra xung hình chữ nhật một chiều như hình 19.15 (2) điện áp cao. Mạch được cấu tạo bởi các dụng cụ bán dẫn, điện trở và tụ điện gọi là "mạch tích điện", khi nhận được xung khởi động (1) cho phép "mạch tích điện" được nạp điện từ nguồn cung cấp, thường là từ 300~400V. Xung khởi động đưa sang đây để điều khiển quá trình nạp và phóng điện của "mạch tích điện", việc nạp và phóng điện được thực hiện bằng động tác đóng mở nhanh của xung khởi động. Mạch có thể điều chỉnh tăng hay giảm chiều dài của xung khi thay đổi thang tầm xa hoạt động của rađa. Các rađa hiện nay áp dụng các dụng cụ bán dẫn như trigatron, thyratron và thyristor để thiết kế mạch điều chế. Xung năng lượng hình chữ

nhật này được chuyển sang giữa dương cực và âm cực của ống magnetron để kích thích nó dao động, tạo ra dao động siêu cao tần.

Xung khởi động còn được đưa sang để khởi động và tạo đồng bộ ở mạch tạo xung cửa, mạch tao xung răng cưa và mạch khử nhiễu biển.

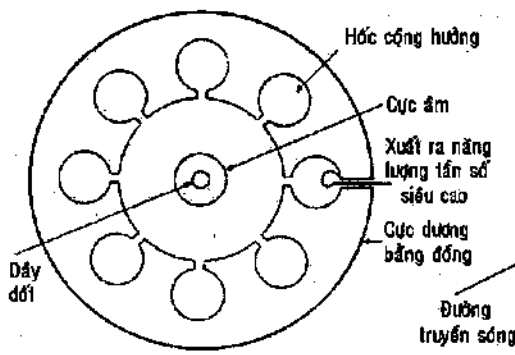
19.3.3 Magnetron

Magnetron là một loại dụng cụ tạo dao động siêu cao bằng hốc cộng hưởng, khi xung hình chữ nhật cao áp từ bên mạch điều chế đưa sang thì magnetron bắt đầu quá trình dao động để tạo ra dao động tần số siêu cao công suất lớn trong khoảng thời gian kéo dài của xung.

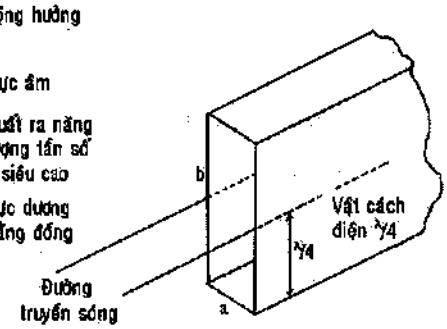
Tần số dao động của magnetron phụ thuộc vào kích thước của hốc cộng hưởng, người sử dụng không thể thay đổi được tần số này. Hình 19.16 là sơ đồ nguyên lý của một hốc cộng hưởng cấu tạo nên magnetron. Dao đông siêu cao công suất lớn xuất ra nhờ vòng cảm ứng đặt trong hốc đưa qua ống dẫn sóng để chuyển lên anten quét.

19.3.4 Ống dẫn sóng

Ống dẫn sóng làm nhiệm vụ tải tần số siêu cao từ máy phát đến anten đồng thời tải tín hiệu phản hồi yếu ớt từ anten về máy thu. Đối với rađa 3 cm, ống dẫn sóng sử dụng có tiết diện hình chữ nhật, bằng đồng, rỗng bên trong, vách rộng của ống có chiều cao b= 1/2λ, vách ngang có kích thước a, hình 19.17. Khi sóng siêu cao truyền lan trong ống thì giữa trung tâm của hai vách rộng trở thành đường truyền dẫn sóng, còn hai vách hẹp hình thành vật cách điện λ/4 đối với sóng siêu cao, do đó sóng siêu cao được dẫn đi bằng đường ống không bị tổn thất năng lượng.



Hình 19.16

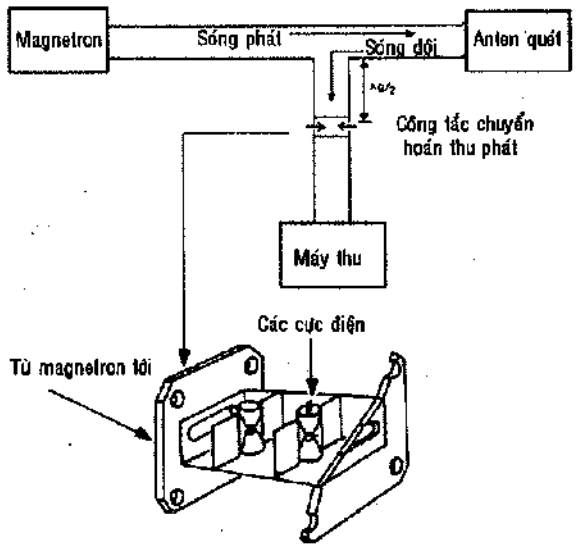


Hình 19.17

Với rađa bước sóng 10 cm, nếu áp dụng ống dẫn sóng thì kích thước của nó quá lớn vì phải tăng theo tỷ lệ của bước sóng, giá thành chế tạo đắt, trong thực tế đã thay thế bằng dây đồng trục chất lượng cao.

19.3.5 Công tắc chuyển hoán thu phát (TR Cell)

Trong hệ thống rađa chỉ có một anten dùng chung cho hai mục đích phát xung tần số siêu cao và thu sóng dội từ mục tiêu quay về. Xung tần số rađiô phát với công suất rất lớn, nhưng sóng dội thu về thì rất yếu. Mục đích của công tắc chuyển hoán là làm sao cho khi tần số siêu cao công suất lớn phát đi thì đường vào máy thu phải được che chắn không cho công suất phát đi vào máy thu, vì tín hiệu quá mạnh có thể làm hỏng máy thu. Nhưng tín hiệu phản hồi phải đi tự do vào máy thu, không bị bất kỳ ngăn cản nào.

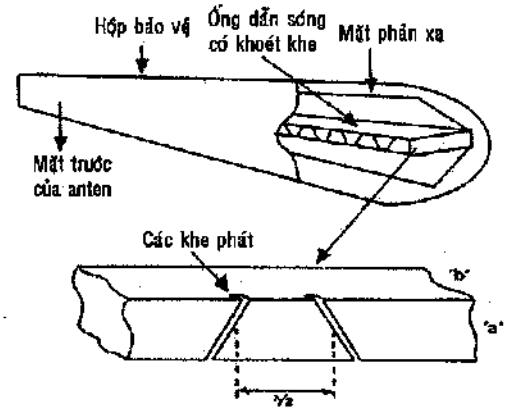


Hình 19.18

Công tắc chuyển hoán thực chất là một ống kín, bên trong có hai cực điện đặt cách nhau một khe hở và chứa đầy chất khí đặc biệt, hình 19.18 mô tả cấu tạo của TR Cell và vị trí của nó trong ống dẫn sóng. Trong điều kiện bình thường, công tắc như là một vật cách điện, sóng dội từ mục tiêu về rất yếu thì nó tự do đi qua công tắc để vào máy thu. Tuy nhiên, khi máy phát hoạt động, công suất sóng siêu cao rất lớn tác dụng làm ion hoá chất khí trong công tắc phát sinh phóng điện giữa hai cực coi như bị ngắn mạch giữa hai cực, khiến cho sóng siêu cao công suất lớn không thể đi vào đường máy thu mà chỉ có thể đi thẳng lên anten để phát vào không gian.

19.3.6 Anten quét và hệ thống phát hướng

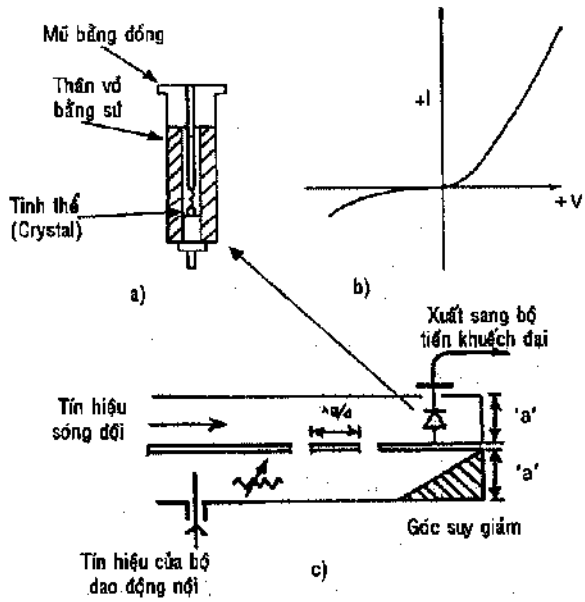
Hầu hết rađa hàng hải thương mại hiện nay đều dùng loại anten khe; cũng có một số rađa dùng anten parabon. Cấu tạo của một anten khe gồm ống dẫn sóng, trên đó khoét các khe chéo (slotted waved guide) theo tiêu chuẩn nhất định đặt vào các tấm phản xạ, tất cả được bọc kín trong hộp bảo vệ để che chắn sóng gió, như hình 19.19. An ten quay bằng động cơ điện.



Hình 19.19

Để tạo sự đồng bộ giữa anten và tia điện tử trên màn hình, anten quay sẽ kéo theo máy phát đồng bộ để phát hướng về bộ phận chỉ báo. Ở bộ phận chỉ báo có một máy thu đồng bộ thu tín hiệu hướng từ anten để quay tia điện tử quét trên màn hình cùng tốc độ với anten. Các rađa hiện đại ứng dụng kỹ thuật số để chuyển hướng từ an ten về thiết bị chỉ báo làm cho tia quét điện tử quay đồng bộ với anten.

19.3.7 Mạch biến đổi tần số



Hình 19.20

Rađa sử dụng tần số siêu cao với mục đích tập trung sóng vào một cánh sóng hẹp phát vào không gian để xác định cự ly và phương vị đến mục tiêu. Các sóng phản hồi từ mục tiêu trở về cũng là tần số siêu cao, để có thể chuyển các sóng dội này thành những tín hiệu thị tần có thể nhìn thấy được, cần phải có những giải pháp đặc biệt. Cách giải quyết giống như trong nguyên lý máy thu ngoại sai. Sóng dội từ anten trở về được trộn với tần số của mạch dao động nội. Bộ dao động nội có nhiệm vụ tạo ra một tần số chênh lệch 60 MHz so với tần số phát của rađa. Bộ trộn phi tuyến tính sử dụng diod tinh thể (Crystal) mô tả ở hình 19.20c, a. Hình 19.20b là đồ thị biểu thị tính chất phi tuyến của tinh thể. Tín hiệu sóng dội từ anten về cùng với tín hiệu của bộ dao động nội trộn với nhau tại bộ trộn tinh thể và xuất ra tín hiệu tần số trung gian (trung tần) 60MHz, như dạng tín hiệu (5) trên hình 19.15, đưa sang bộ tiền khuyếch đại.

19.3.8 Bộ tiền khuếch đại và bộ khuếch đại chủ

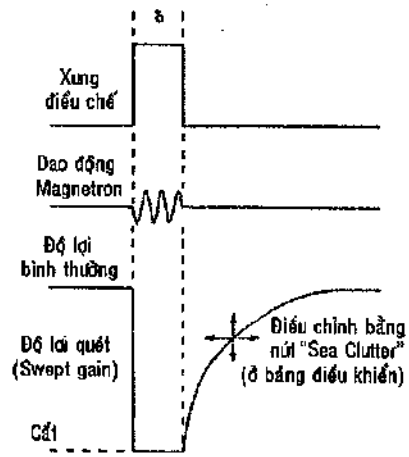
Trung tần 60 MHz từ sóng dội chuyển đổi sang là một thành phần yếu cần được khuếch đại trước khi đưa sang thực hiện các quá trình khác. Bộ tiền khuếch đại nằm trong thiết bị máy thu được thiết kế đặt ngay gần anten. Bộ khuếch đại chủ thì nằm ngay ở thiết bị chỉ báo đặt trong buồng lái, tín hiệu cần được khuếch đại ở bộ tiền khuếch đại trước khi đưa theo đường dây đồng trục dẫn về bộ khuếch đại chủ. Bộ khuếch đại chủ thường có 6 cấp khuếch đại, mục đích của bộ khuếch đại này là làm tăng biên độ của sóng trung tần IF. Việc điều chỉnh độ lợi (độ nhạy của máy thu) GAIN được thực hiện ở ngay bộ khuếch đại chủ.

19.3.9 Mạch chống nhiễu biển

Khi rađa hoạt động, nhất là trong điều kiện sóng lớn, đặt biệt là sóng biển gần chung quanh tàu phản xạ sóng dội mạnh hơn, làm cho chung quanh tâm quét của màn hình xuất hiện nhiều sóng dội đến mức gay nên một vùng sáng, khiến cho việc quan sát sóng dội của các mục tiêu lẫn trong đó rất khó khăn. Mục đích của mạch chống nhiễu là làm giảm độ khuếch

đại của riêng các sóng dội gần tàu, mà không ảnh hưởng đến các sóng đội khác ở xa hơn. Việc đó được thực hiện bằng mạch chống nhiễu biển.

Mạch chống nhiễu biển (Anti Sea Clutter) đôi khi còn gọi là mạch " swept gain" hoạt động khi nhận được xung điều chế chữ nhật (xung số (2) hình 19.15) từ mạch điều chế (hình 19.14) đưa sang. Ở ngay thời điểm đầu tiên khi anten phát đi dao động siêu cao thì thì mạch khống chế "Sea Clutter" cũng "cắt" ngay hoạt động khuếch đại của một hoặc vài cấp khuếch đại ở mạch tiền khuếch đại, theo như hình 19.21, nghĩa là độ lợi của nó đang ở trạng thái bình thường bổng nhiên bị giảm xuống ngay khi anten phát sóng. Sau khi kết thúc xung điều chế thì độ khuếch đại lại hồi phục ở trang thái độ lợi bình thường. Như vậy, thời gian độ lợi giảm chỉ diễn ra rất ngắn trong khoảng cách của các mục tiêu gần, sau đó độ lợi vẫn hồi phục bình thường cho các mục tiêu ở xa hơn. "Swept gain" có thể điều chỉnh được bằng nút "Sea Clutter" trên bảng điều khiển màn hình rađa.



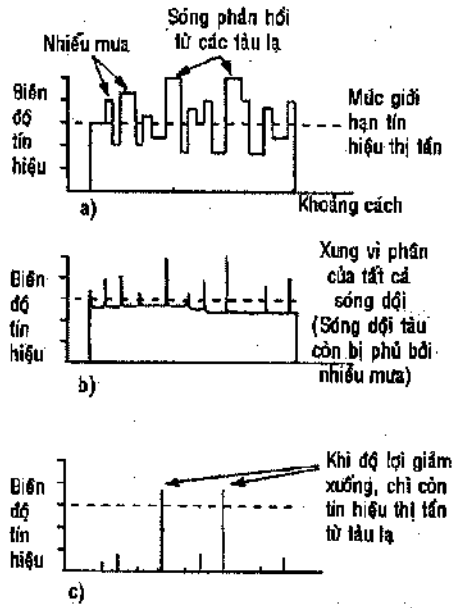
Hình 19.21

19.3.10 Mạch tách sóng thứ hai

Có thể coi bộ trộn để chuyển đổi tần số siêu cao xuống thành tần số trung gian 60 MHz trong máy thu là mạch tách sóng thứ nhất. Mạch tách sóng thứ hai đặt ngay sau mạch khuếch đại tần số trung gian chính gồm có đèn bán dẫn hai cực (diod) và các mạch lọc CR để tách sóng xung 60 MHz thành sóng "thị tần" (video) bằng cách tách tần số trung gian ra khỏi đường bao của nó như dạng xung số (6) trên hình 19.15.

19.3.11 Khử nhiễu mưa

Mưa cũng phản xạ sóng radio trở về anten, sóng dội từ các khu vực mưa dông hình thành những vùng sáng trên màn hình khiến các mục tiêu cần quan sát nằm lẫn trong mưa hoặc phía sau mưa không nhìn thấy được. Hình 19.22a cho thấy sóng dội từ các tàu lạ lẫn vào trong sóng dội của mưa. Một mạch vi phân có nhiệm vụ tách các sóng dội hình chữ nhật và chỉ lấy phần mép của nó, như hình 19.22b. Hình này cho thấy các sóng dội từ tàu còn bị phủ trên nền nhiễu mưa. Khi mạch vi phân hoạt động, nếu giảm độ lợi của máy thu dưới mức giới hạn tín hiệu thị tần sẽ làm giảm đồng thời các tín hiệu sóng dội từ mục tiêu và tín hiệu nhiễu mưa, cho đến khi tín hiệu nhiễu nằm dưới mức giới hạn, chỉ còn lại tín hiệu sóng dội của tàu như hình 19.22c. Trên màn hình lúc này chỉ còn lại các tín hiệu từ các tàu và mục tiêu cần quan sát.



Hình 19.22

19.3.12 Mạch trộn thị tần và khuếch đại thị tần

Mạch trộn thị tần nhận tín hiệu thị tần từ các mạch sau đây (xem hình 19.14):

- mạch tạo dấu khoảng cách biến đổi;
- mạch tạo các vòng đánh dấu cự ly cố định;
- mạch tạo dấu mũi tàu;
- mạch tạo dấu phương vị điện tử;
- mạch kiểm soát tính năng
- tín hiệu sóng dội thị tần từ bộ tách sóng thứ hai

Các tín hiệu từ các mạch nói trên được trộn với nhau nhưng không ảnh hưởng lẫn nhau và đưa sang mạch khuếch đại thị tần. Đây là mạch khuếch đại băng rộng độ lợi thấp. Tín hiệu thị tần từ mạch khuếch đại thị tần đưa sang cực âm ống tia âm cực dưới dạng thị tần âm. Chính thị tần âm này điều chế tia điện tử kích thích màn huỳnh quang làm hiện lên các điểm sáng, tức các sóng dội mục tiêu trên màn hình rađa.

19.3.13 Mạch phát xung cửa

Mạch này dùng để chuyển xung hình chữ nhật từ mạch điều chế có chiều ngang hẹp thành xung cửa kéo dài, dạng tín hiệu (8) trên hình 19.15. Xung cửa dùng để xác định khoảng cách, chiều dài của nó như sau,

- 12,2 μs cho khoảng cách 1 hải lý
- 36,6μs cho khoảng cách 3 hải lý

Xung cửa có bốn chức năng như sau (xem hình 19.14),

- Xung tăng sáng cho màn hình (Brilliance), dạng (11) hình 19.15.
- Khởi động và kiểm soát cho mạch tạo xung xác định thời gian timebase (xung răng cưa), dạng (9) hình 19.15.
- Khởi động và kiểm soát thời gian cho mạch tạo xung vòng khoảng cách cố định, dạng (10) hình 19.15.
- Khởi động và kiểm soát dấu hiệu khoảng cách biến đổi.

Các mạch nói trên hoạt động một cách đồng bộ. Xung cửa xác định thời gian kéo dài lớn nhất để cho các mạch này thực hiện đúng chức năng của mình. Ví dụ, khi cho rađa hoạt động ở tầm 12 hải lý thì mạch tạo xung thời gian "timebase" phải kéo dài 12 x 12,2 μs = 146,4 μs để gây lệch tia điện tử trong ống phóng điện tử làm cho điểm sáng quét từ trung tâm màn hình ra đến biên; mạch tạo vòng khoảng cách cố định phải tạo ra được bảy xung nhọn trong vòng 146,4 μs (xem dạng xung (10) hình 19.15) để vẽ thành bảy vòng tròn trên màn hình biểu thị khoảng cách (sáu vòng tròn nhìn thấy, vòng tròn thứ bảy trùng với tâm màn hình). Xung tăng sáng có thể điều chỉnh được thông qua nút điều chỉnh " Brilliance" ở bảng điều khiển để điều chỉnh độ sáng màn hình đến mức ngưỡng tối thiểu.

19.3.14 Mạch phát xung xác định thời gian (Time-base)

Mạch timebase tạo ra xung hình răng cưa tăng dần tuyến tính như dạng xung (9) hình 19.15, độ dốc của răng cưa (chiều dài của xung) quyết định ở thang tầm xa mà ta lựa chọn. Khi cho rađa hoạt động ở tầm ngắn, ví dụ 1/4 hải lý, thì xung răng cưa kéo dài rất ngắn để dịch chuyển điểm sáng (spot) trên màn hình từ tâm ra đến biên tương đương 1/4 hải lý, nghĩa là xung chỉ kéo dài 12,2/4 = 3,05 μs. Ngược lại, khi chọn tầm hoạt động của rađa lớn, chẳng hạn 96 hải lý thì xung răng cưa phải kéo dài 12,2x96 = 1172,2 μs, thời gian đó cần thiết cho điểm sáng quét từ tâm màn hình ra đến biên để có thể hiển thị tất cả các xung sóng dội của các mục tiêu nằm trong vòng bán kính 96 hải lý.

Dòng điện xung răng cưa sau khi khuếch đại được đưa sang cuộn dây gây lệch tia của ống tia âm cực.

19.3.15 Ống tia âm cực

Ống tia âm cực (Cathode Ray Tube - CRT) hình 19.23, gồm 3 phần chính:

- Tia điện tử
- Hệ thống gây lệch tia điện tử
- Màn huỳnh quang

1. Tia điện tử và màn huỳnh quang

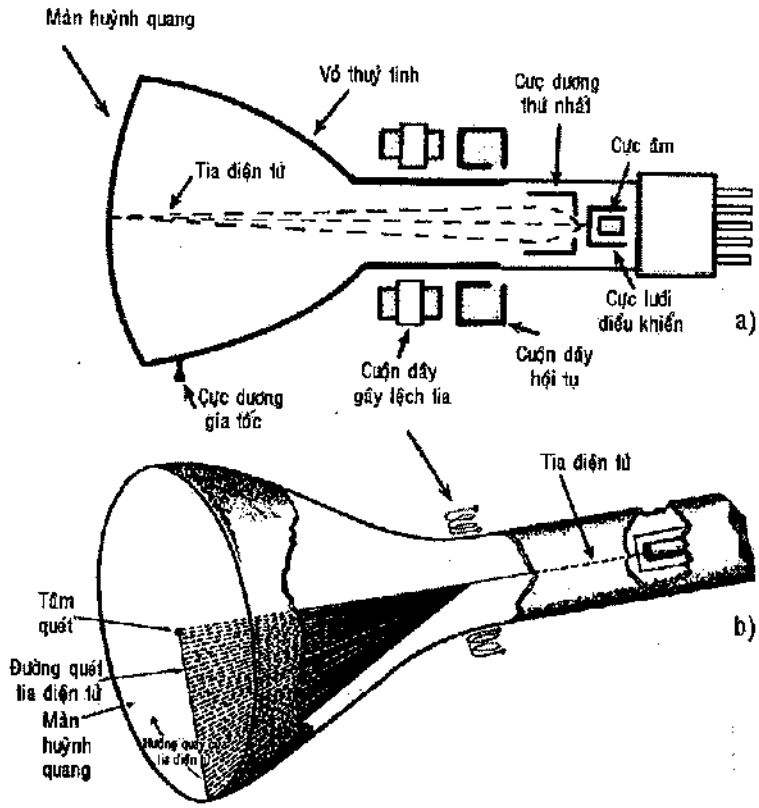
Theo nguyên lý chung của đèn điện tử, cấu tạo của ống tia cực âm gồm một bầu thuỷ tinh chân không, cực âm bên trong ống được đốt nóng phóng ra điện tử, cực dương thứ nhất làm chức năng hội tụ điện tử và cực dương gia tốc (điện áp cung cấp từ 15~20kV), nằm bao quanh ở phần trên của ống, hút điện tử về phía màn hình, khiến các điện tử tập hợp thành tia mãnh bắn vào tâm điểm của màn huỳnh quang. Nhờ tác dụng của chất huỳnh quang phủ bên trong màn hình, dưới tác dụng bắn phá của điện tử, tâm màn hình hình thành một điểm sáng, đó là tâm quét. Số lượng điện tử phóng ra từ cực âm nhiều hay ít quyết định độ sáng của điểm sáng. Số lượng điện tử còn phụ thuộc vào điên áp đặt vào giữa cực lưới điều khiển và cực âm (hình 19.23a). Tín hiệu thị tần (gồn sóng dội, các tín hiệu đo...) cung cấp cho cực âm của ống tia âm cực làm thay đổi điện áp giữa lưới và cực âm, khiến cho số lượng điện tử phóng đi thay đổi theo điện áp đặt vào giữa lưới và cực âm. Nhờ đó, khi cho tia điện tử dịch chuyển từ tâm ra đến biên theo một tốc độ xác định thì độ sáng trên lộ trình quét thay đổi theo số lượng điện tử phóng ra ở mỗi tức thời, tạo thành các điểm sáng biểu thị các sóng dội của mục tiêu.

Có thể điều chỉnh điện áp đặt vào lưới để điều chỉnh số lượng điện tử, cũng tức là điều chỉnh độ sáng trên màn hình. Việc điều chỉnh này thực hiện bằng nút điều chỉnh độ sáng "Brilliance" trên bảng điều khiển của rađa. Độ hội tụ của tia điện tử được điều chỉnh bằng nút hội tụ " Focus" để làm thay đổi điện áp đặt vào cực dương thứ nhất.

2. Cuộn dây gây lệch tia

Như đã trình bày ở trên, để rađa có thể hiển thị các điểm sáng biểu thị sóng dội, tia điện tử cần phải quét từ trung tâm ra đến biên màn hình, động tác quét được thực hiện bằng cuộn lệch tia. Cuôn dây lệch tia gồm hai cuộn dây đặt vuông góc nhau quấn chung quanh cổ ống tia âm cực như mô tả trên hình 19.23a, khi cung cấp cho cuộn dây xung dòng điện hình răng cưa (timebase) tăng dần theo tuyến tính (xem dạng xung (9) hình 19.15), thì dưới tác dụng của từ trường có cường độ tăng dần, tia điện tử đi qua chịu tác dụng của từ trường làm cho

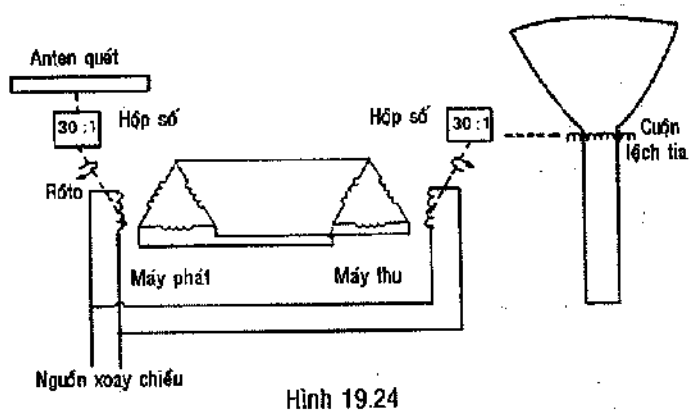
điểm quét điện tử quét từ trung tâm ra đến biên màn hình theo tốc độ tuyến tính. Khi xung timebase bắt đầu bằng "0" thì điểm quét nằm ở tâm màn hình, khi xung timebase đạt tới cực đại thì điểm quét vừa ra đến biên màn hình, khi xung timebase nhanh chóng kết thúc thì điểm quét lại nhanh chóng trở về điểm xuất phát ở tâm chờ đến xung timebase tiếp theo. Nhờ cách quét như vậy mà rađa có thể đo được khoảng cách đến các mục tiêu, như đã nói ở phần đầu của chương này.



Hình 19.23

Để rađa có thể phát hiện mục tiêu trên mọi hướng chung quanh tàu và đo được hướng của chúng, ngoài động tác dịch chuyển để quét từ tâm màn hình ra biên, tia quét điện tử còn phải quay đồng bộ với anten quét, việc này được thực hiện bằng máy phát đồng bộ đặt trên anten và máy thu đồng bộ đặt ở thiết bị chỉ báo (hình 19.24). Rôto máy phát đồng bộ quay theo anten thông qua hộp số. Sau khi nhận tín hiệu từ máy phát đồng bộ, rôto máy thu đồng bộ quay và kéo cuộn lệch tia cùng quay khiến cho từ trường trong cuộn gây lệch tia quay làm cho tia điện tử quay đồng bộ với anten. Rôto máy thu và máy phát được cung cấp nguồn một chiều cho máy thu và máy phát động bộ hoạt động.

Trong một số rađa hiện đại áp dụng cuộn lệch tia cố định. Khi rôto máy phát trên anten quay làm quay môtơ servo đặt trên thiết bị hiển thị, môtơ servo quay rôto của "thiết bị giải sin/cos" (Sine/Cosine resolver) để tạo ra từ trường quay trong cuộn lệch tia. Thay vì phải quay nhờ hệ cơ, bằng phương pháp này tia quét điện tử cũng quay đồng bộ với anten nhờ tác dụng của từ trường quay.



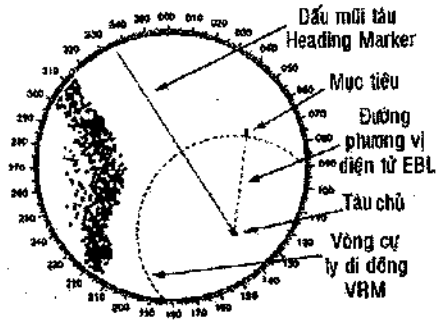
Hình 19.24

Một số rađa hàng hải kiểu mới đã áp dụng bộ vi xử lý để tạo ra từ trường quay trên cuộn lệch tia. Trong hệ thống này, thông tin về hướng của anten được chuyển qua thiết bị giải sin/cos để tạo ra tín hiệu dạng tương tự, các thành phần sin và cos được chuyển đổi thành dạng số để cung cấp cho bộ vi xử lý. Bộ vi xử lý phân tích tín hiệu số hoá mà nó nhận được thành hai thành phần "X" và "Y" để điều khiển tia quét điện tử quay đồng bộ với anten.

Anten quét quay với tốc độ chậm (20~30 vòng/phút), nhưng tia điện tử vừa quét tròn đồng bộ với anten và vừa quét theo bán kính rất nhanh từ tâm ra biên, mắt không nhìn thấy được, cho nên những gì nhìn thấy trên màn hình là một vạch sáng rất mờ quay liên tục quanh tâm của màn hình, các sóng dội lần lượt "vẽ" lên màn hình các mục tiêu chung quanh tàu. Nhờ phương pháp này ta có thể thực hiện việc đo hướng của mục tiêu trên màn hình như trình bày ở phần đầu của chương này.

19.3.16 Chuyển động thật

Những gì trình bày ở trên cho thấy, tâm màn hình cũng tức là tâm quét điện tử, đó là một điểm cố định biểu thị vị trí tàu chủ (tàu ta). Khi ra đa hoạt động, trên màn hình tàu chủ thì cố định còn mục tiêu cố định thì chuyển động ngược với hướng đi của tàu chủ, đó là chuyển động tương đối.



Hình 19.25

Để nhìn thấy "chuyển động thật" trên màn hình cần phải cho tâm điện tử chuyển động qua màn hình theo tốc độ tỷ lệ thuận với tốc độ tàu chủ. Động tác này được thực hiện bằng giải pháp lắp thêm một cặp "cuộn dây dịch chuyển" ở cổ ống tia âm cực (xem hình 19.14). Cuộn dây dịch chuyển gồm hai cuộn dây "X" và "Y" đặt vuông góc với nhau. Vectơ tốc độ tàu được chia ra hai véc tơ thành phần và chuyển hai thành phần này thành hai dòng điện với tốc độ tăng dần thật chậm, tỷ lệ thuận với chúng. Hai dòng điện thành phần này cung cấp cho hai cuộn dây "X" và "Y", chúng sẽ tạo ra từ trường tổng hợp với cường độ tăng dần tuyến tính tác dụng vào tia điện tử khiến tâm tia điện tử dịch chuyển chậm qua màn với tốc độ tỷ lệ thuận với tốc độ tàu chủ. Trên màn hình chuyển động thật, như mô tả trên hình 19.25, "tàu chủ" (điểm sáng ở tâm điện tử) sẽ dịch chuyển còn các mục tiêu cố định thì không chuyển động, các mục tiêu di động thì

chuyển động theo hướng và tốc độ thật của chúng, nếu không xét tới ảnh hưởng của dòng chảy.

Trên hai cuộn dây cũng có thể được cung cấp các thông tin, dưới dạng dòng điện, về dòng chảy trên biển (phân tích vectơ dòng chảy ra hai thành phần trên trục đứng và trên trục ngang chuyển thành dòng điện tương ứng đưa vào hai cuộn dây). Lúc này màn hình hiển thị chuyển động thật của tất cả các mục tiêu (kể cả của tàu chủ) qua đáy biển.

19.3.17 Chuyển động thật điều khiển bằng kỹ thuật số

Chuyển động thật thực hiện bằng "kỹ thuật tương tự" như trình bày ở trên phát sinh nhiều bất tiện. Các thành phần cấu kiện mỗi lúc một già cỗi phát sinh biến đổi thông số, biến đổi nhiệt độ, độ ẩm môi trường ảnh hưởng đến các phần tử mạch điện tử đều có thể làm phát sinh sai số và làm cho chuyển động thật không còn chính xác. Kỹ thuật số với các mạch điện đơn giản là phương tiện hỗ trợ hiệu quả và ưu việt giải quyết các nhược điểm nói trên giúp nâng cao độ tin cậy và độ chính xác của chuyển động thật trên màn hình.

"Chuyển động thật" có thể được điều khiển bởi một bộ vi xử lý chẳng hạn bộ PLA (Programmable Logic Arrays). Giống như trong hệ thống kỹ thuật tương tự, thông tin đưa vào bộ vi xử lý gồm tốc độ tàu và hướng đi của tàu ta (tương đối với hướng bắc).

Tốc độ tàu ta lấy từ tốc độ kế của tàu chuyển thành các xung tốc độ với điện áp tương ứng và số hoá bằng mạch chuyển mã A-D, các dữ liệu này chuyển qua bộ vi xử lý.

Thông tin về hướng đi có thể chuyển thành tín hiệu số hoá thông qua đĩa mã hoá quang học. Đĩa quay theo thông tin lấy từ la bàn phản ảnh của la bàn con quay và mã hoá hướng đi dưới dạng nhị phân, các dữ liệu này cũng được chuyển qua bộ vi xử lý.

Giống như trên màn hình chuyển động thật theo nguyên lý tương tự, thông tin đầu vào của màn hình chuyển động thật kỹ thuật số gồm tất cả thông tin từ các thiết bị ngoại vi dưới dạng số hoặc mã hoá từ số liệu gốc hoặc chuyển từ nguồn số liệu tương tự, gồm có:

- Tốc độ từ tốc độ kế;
- Tốc độ dòng chảy thuỷ triều;
- Hướng theo la bàn con quay;
- Hướng dòng thuỷ triều;
- Hiển thị thang tầm xa;
- Các chỉnh định bằng tay;
- ...

tất cả các dữ liệu đều được lưu trữ trong bộ nhớ và bộ vi xử lý và hiển thị chuyển động thật trên màn hình khi rađa hoạt động.

19.3.18 Mạch tạo xung các vòng tròn cự ly cố định (Range Rings)

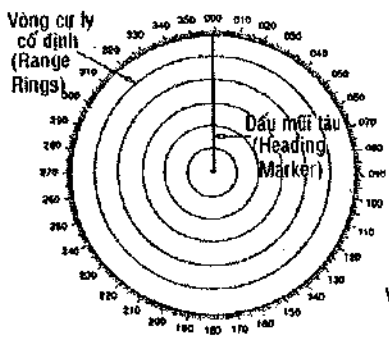
Đây là một mạch dao động có chức năng tạo ra các xung nhọn như dạng xung (10) hình 19.15, nhằm mục đích hình thành các điểm sáng trong quá trình tia quét quét từ tâm ra biên màn hình; khi tia quét quay, các điểm sáng này vẽ thành các vòng tròn đồng tâm trên màn hình như hình như hình 19.26. Các vòng tròn cách nhau một khoảng cách xác định tuỳ thang

tầm xa lựa chọn của radar. Vòng tròn cự ly cố định dùng để đo cự ly của các mục tiêu đến tâm màn hình (vị trí tàu chủ).

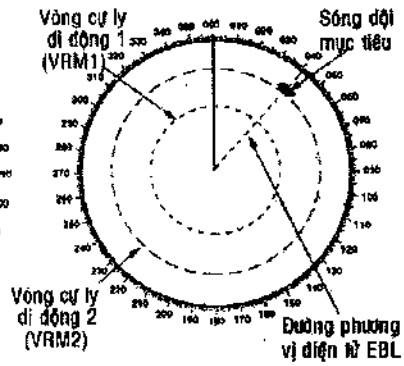
19.3.19 Dấu cự ly di động (Variable Range Marker - VRM)

Cự ly của các mục tiêu nằm giữa hai vòng tròn cự ly cố định có thể xác định bằng nội suy. Tuy nhiên để đo cự ly chính xác hơn phải áp dụng cách đo bằng vòng tròn cự ly di động như hình 19.27. Người sử dụng có thể điều chỉnh cho VRM trùng khít với mép bên trong mục tiêu và đọc cự ly trên một thiết bị chỉ báo. Độ chính xác của cự ly đo được của vòng tròn cự ly cố định và dấu cự ly di động như nhau, theo yêu cầu của hàng hải, sai số cự ly đo được không vượt quá 70 mét hoặc 1,5% khoảng cách lớn nhất của thang tầm xa đang sử dụng.

Trên một số rađa có hai vòng cự ly di động, đó là hai vòng tròn được phân biệt bằng hai đường không liền nét thưa và dày khác nhau (hình 19.27).



Hình 19.26



Hình 19.27

19.3.20 Dấu mũi tàu (Heading line hoặc Heading Marker - HM)

Dấu mũi tàu là một đường sáng chỉ hướng mũi tàu, khi màn hình hoạt động ở phương thức "Mũi tàu" (HM) thì dấu mũi tàu chỉ đúng 000^0 trên vành khắc độ cố định chung quanh màn hình, xem hình 19.26. Sai số của dấu chỉ hướng mũi tàu chừng $\pm 1^0$, độ dày của dấu mũi tàu trên màn hình là $0,5^0$. Dấu mũi tàu do mạch dấu mũi tàu tạo ra, mạch này kích hoạt nhờ một tiếp điểm chỉ chập khi anten của rađa quay đúng hướng mũi tàu.

19.3.21 Đường phương vị điện tử (Electronic Bearing Line –EBL) .

Đó là một đường sáng, xem hình 19.27, được tạo ra bằng phương pháp điện tử vẽ lên màn hình một đường thẳng kéo dài từ tâm quét diện tử ra đến biên màn hình độc lập với tia quét điện tử. Đường EBL dùng để đo góc mạn hoặc hướng ngắm của mục tiêu. Bằng một nút điều chỉnh có thể cho đường EBL quay chung quanh tâm màn hình sao cho đường EBL trùng với mục tiêu là có thể đọc được góc mạn của mục tiêu chỉ báo trên màn hình.

19.3.22 Các phương thức định hướng trên màn hình rađa

Thường có 3 phương thức định hướng trên màn hình rađa như sau:

1. Phương thức định hướng mũi tàu (Head-up Mode), hình 19.28a.

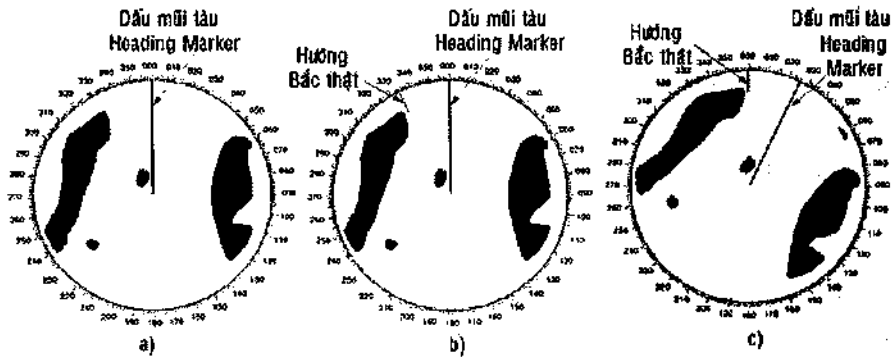
Ở phương thức này rađa định hướng theo dấu mũi tàu. Dấu mũi tàu trên màn hình là một đường chớp sáng chạy từ tâm quét về phía điểm "0" ở đỉnh màn hình trên vành khắc độ, điểm « 0 » này biểu thị hướng mũi tàu. Các mục tiêu hai bên hiện trên màn hình theo hướng

tương đối với dấu mũi tàu. Khi rađa hoạt động ở phương thức này ta chỉ xác định được góc mạn của mục tiêu trên màn hình.

2. Phương thức định hướng theo hướng đi (Course-Up Mode), xem hình 19.28b.

Để có thể đo phương vị của mục tiêu trên màn hình, cho cuộn dây lệch tia tiếp nhận tín hiệu từ la bàn con quay, (như mô tả trên hình 19.24), để màn hình hiển thị phương thức định hướng theo hướng đi và hướng bắc thật.

Với phương thức định hướng định hướng theo hướng đi, máy phát và thu hướng đồng bộ không những đồng bộ với nhau mà còn nối đồng bộ với la bàn con quay làm cho màn hình luôn định hướng theo hướng Bắc, nhưng dấu hiệu mũi tàu biểu thị hướng đi vẫn luôn chỉ về điểm "0" trên vành khắc độ, như hình 19.28b.

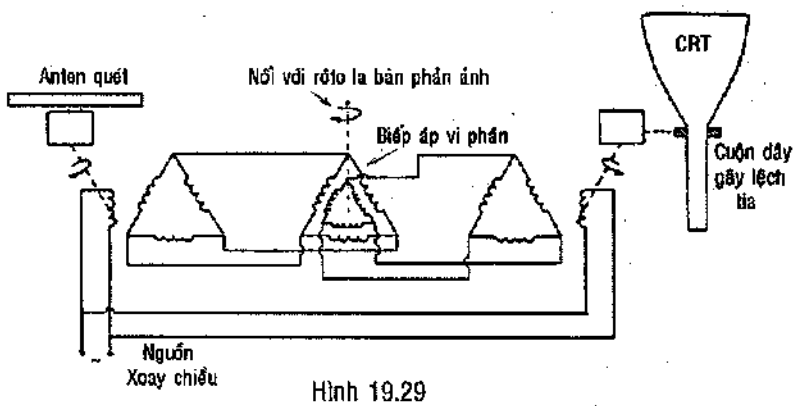


Hình 19.28

Ở phương thức màn hình định hướng theo hướng đi, khi tàu đổi hướng thì chỉ có hướng Bắc dịch chuyển thông qua một vành khắc độ động, mang cả hình ảnh sóng dội dịch chuyển theo, còn dấu mũi tàu vẫn giữ nguyên tại vị trí "0" ở đỉnh màn hình. Ở phương thức này, khi tàu đổi hướng hoặc đảo mũi, hình ảnh mục tiêu bị nhoè.

3. Phương thức định hướng Bắc (North-Up Mode), hình 19.28c.

Ở phương thức này, màn hình cũng nối đồng bộ với la bàn, nhưng hướng Bắc (N) nằm ngay vị trí khắc độ "0" ở đỉnh trên vành khắc độ cố định (về phía mũi tàu). Còn dấu hiệu mũi tàu thì chỉ thị đúng hướng đi của tàu trên vành khắc độ.



Hình 19.29

Khi tàu đổi hướng thì chỉ có dấu mũi tàu HM dịch chuyển, hướng bắc thật vẫn giữ nguyên ở vị trí đỉnh màn hình, vị trí tương đối của ảnh sóng đội mục tiêu trên màn hình không thay đổi, nhờ đó tránh được hiện tượng nhòe ảnh.

Để thực hiện phương thức định hướng bắc thật trong hệ thống tương tự người ta sử dụng một biến áp vi phân như hình 19.29. Cuộn rôto của biến áp vi phân do la bàn phản ảnh của la bàn con quay lai và định hướng theo la bàn con quay khi tàu đổi hướng, cuộn stato thì cố định, khi rôto quay làm biến đổi sức điện động cảm ứng trong stato nhờ đó làm cho máy phát và thu đồng bộ ở anten khiến thiết bị hiển thị định hướng theo hướng bắc thật.

19.3.23 Những điều cần biết về an toàn khi dùng rađa

- Trước khi cho rađa hoạt động cần quan sát không có người đứng gần anten, đề phòng anten quay đập vào người có thể gây tử vong.
- Khi cần làm việc tại vị trí anten, phải mang dây và mũ bảo vệ, phải đảm bảo đã tắt nguồn điện rađa, và treo biển báo không được cho rađa hoạt động, đang sửa chữa.
- Trong máy có các bộ phận chứa điện áp cao có thể gây sóc điện đe doạ tính mệnh con người. Vì vậy khi máy hư hỏng hoặc cần điều chỉnh bên trong phải mời chuyên viên kỹ thuật hoặc thông báo cho người cung ứng máy để điều chỉnh, sửa chữa, không được tự ý thoá mở máy.
- Trong máy có những bộ phận tích điện mạnh, vì vậy sau khi tắt nguồn điện 2, 3 phút vẫn còn tồn tại điện tích mạnh có thể gây nguy hiểm. Khi cần bảo dưỡng, điều chỉnh, phải đợi ít nhất 3 phút sau khi tắt nguồn điện rồi mới tiến hành.
- Ảnh hưởng của bức xạ năng lượng sóng điện từ từ anten rađa có thể có hại, đặc biệt là hại mắt. Không được đứng trước anten hoặc nhìn trực tiếp vào anten ở khoảng cách gần khi rađa đang hoạt động.

19.3.24 Một số công việc tự bảo dưỡng rađa

Việc bảo dưỡng rađa thực hiện theo yêu cầu của nhà chế tạo ghi trong sổ tay hướng dẫn sử dụng rađa, ở đây chỉ nêu một vài điều có thể tự làm hàng ngày.

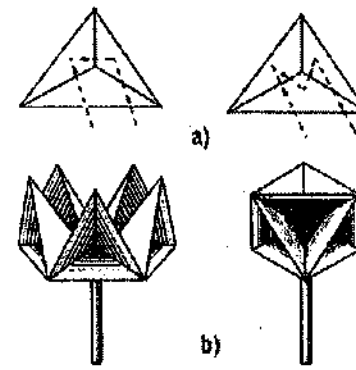
- Hàng tuần dùng vải mềm khô lau bên ngoài màn hình. Tốt nhất dùng chất vệ sinh màn hình chống tĩnh điện có bán trên thị trường để xịt, lau. Màn hình rađa thường tích tĩnh điện và hút bụi làm mờ màn hình, không được dùng các chất tẩy mạnh để lau.
- Các ốc vít trên khối anten có thể bị lỏng hoặc gỉ sét cần tẩy sạch, siết lại. Có thể bôi một lớp mỏng mỡ nhờn giữa ốc và vít để dễ tháo khi cần. Không được sơn trên mặt trước của anten.
- Mặt anten có thể bị bụi bám bẩn. Dùng vải mềm nhúng nước lau sạch. Nếu có chỗ bị nứt có thể dùng keo dán xử lý tạm thời đề phòng nước vào bên trong làm hỏng anten, gọi chuyên viên kỹ thuật sửa chữa.

19.4 Các thiết bị hỗ trợ rađa

19.4.1 Bộ phản xạ rađa (Radar Reflectors)

Mục đích của việc thiết kế bộ phản xạ rađa đặt tại các mục tiêu là để tăng cường khả năng phản xạ, cũng tức là tăng tầm xa phát hiện của mục tiêu. Có thể chứng minh các tấm kim

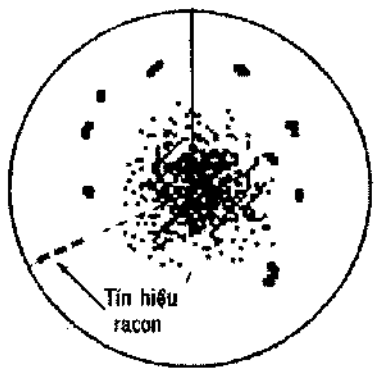
loại đặt vuông góc có tính phản xạ rất tốt, cho dù sóng truyền lan đến theo các hướng khác nhau nhưng qua phản xạ nhiều lần thì sóng phản xạ quay về hướng mà từ đó sóng truyền lan tới, như hình 19.30a. Hình 19.30b là các bộ phản xạ cấu tạo bằng các tấm kim loại đặt vuông góc với nhau nhiều hình dáng khác nhau, chúng được đặt ở những vị trí cần thiết, chẳng hạn trên đỉnh phao tiêu, các gềnh đá nhô trên mặt nước... để nâng cao khả năng phát hiện của rađa đối với mục tiêu.



Hình 19.30

19.4.2 Rađa thụ động - Tiêu Racon (Radar beacon)

Tiêu Racon là một thiết bị vô tuyến có thể thu và phát sóng nằm trong băng tần rađa. Racon được đặt trên các phao tiêu, các mô đá và ở các vị trí xung yếu trên các tuyến, luồng hẹp hàng hải, dùng năng lượng ắc quy hay năng lượng mặt trời để hoạt động.



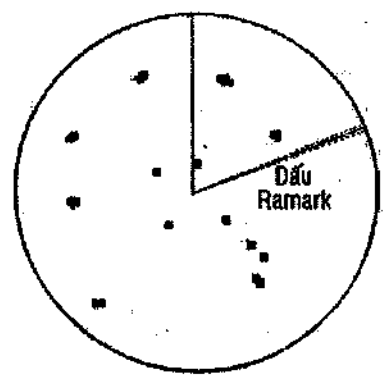
Hình 19.31

Tiêu racon hoạt động như là bộ phản hồi (transponder), về cơ bản nó hoạt động theo nguyên lý thu phát của rađa, tuy nhiên, nó không có màn hình hiển thị, tín hiệu phát đi với công suất nhỏ. Khi nó nhận được xung tín hiệu của bất cứ rađa nào phát về hướng của nó, thường là rađa băng tần "X" (3 cm) (đôi khi cũng được thiết kế dùng cho băng tần "S", 10 cm), thì racon được khởi động và phát đi các xung sóng cao tần để " trả lời" bằng các mã nhận dạng đặc trưng theo tín hiệu morse, như hình 19.31.

Người sử dụng rađa ở trong phạm vi tầm xa của racon có thể nhận dạng racon qua tín hiệu morse, ví dụ chữ O (- - -) như trên hình vẽ, đồng thời có thể xác định hướng và khoảng cách đến racon. Khoảng cách đến racon đo từ tâm màn hình đến dấu hiệu morse gần nhất, khoảng cách này không được chính xác vì bản thân racon phải nhận được tín hiệu từ rađa rồi mới phát tín hiệu đi, thời gian chậm khoảng 0,5 μs, khi thu nhận tín hiệu racon ở khoảng cách xa thì sai số khoảng cách đến 75 mét.

19.4.3 Tiêu chỉ hướng Ramark

Ramark là một loại tiêu hàng hải có lắp máy phát sóng điện từ 3,2 cm, khi có sương mù hay tầm nhìn xa bị hạn chế, từ tiêu phát ra các tín hiệu xung theo chu kỳ nhất định. Rađa 3,2cm trên tàu có thể tiếp nhận tín hiệu từ ramark và thể hiện thành một đường sáng kéo dài từ vị trí của tiêu đến tâm quét màn ảnh, biểu thị hướng của tiêu, như mô tả ở hình 19.32. Ramark được sử dụng rất phổ biến, thường được đặt ở các trạm hải đăng và các tàu hải đăng...



Hình 19.32

19.5 Sự truyền lan của sóng rađa

19.5.1 Phương trình tầm xa thám sát cực đại của rađa

Tầm xa thám sát cực đại của của rađa phụ thuộc vào các yếu tố sau đây:

- Độ cong của mặt đất;
- Chiều cao của anten;
- Chiều cao của mục tiêu;
- Điều kiện khí quyển.

Khả năng của một thiết bị rađa thám sát mục tiêu ra sao quyết định ở các thông số của nó như: công suất phát, độ nhạy của máy thu...

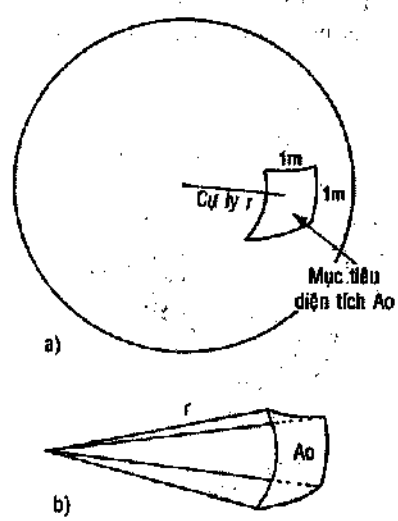
Để lập phương trình tầm xa thám sát cực đại của rađa, giả thiết rằng sóng rađa truyền lan trong không gian tự do, máy phát của rađa phát đi công suất đỉnh là P_t (W), độ dài của xung δ (μs), phát đi bằng một anten vô hướng.

Năng lượng chứa trong một xung phát là $P_t x \delta$ (Jouls), bức xạ dưới dạng cầu toả ra mọi phía với tốc độ ánh sáng, như hình 19.33a. Nếu mục tiêu cách anten cự ly r mét, khi năng lượng chạm vào mục tiêu, thì vào thời điểm đó năng lượng $P_t x \delta$ sẽ phân bố đều trên bề mặt quả cầu diện tích $4\pi r^2$ (quả cầu có bán kính r). Vậy năng lương phân bố trên một đơn vị diện tích là:

$$\frac{P_t \times \delta}{4\pi r^2} \quad (J/m^2)$$

Với mục tiêu có diện tích vuông góc với hướng anten là A_0 (m^2) thì tổng năng lượng đập vào mục tiêu là,

$$\frac{P_t \times \delta \times A_0}{4\pi r^2} \quad (J)$$



Hình 19.33

Như trình bày phần trên, rađa hàng hải sử dụng anten quét định hướng (scanner), cho nên năng lượng tập trung cường độ rất cao so với an ten vô hướng.

Trên anten định hướng, ngoài số năng lượng không đáng kể cho phép rò ra nhiều hướng (do đặc điểm kỹ thuật), thì toàn bộ năng lượng được hội tụ vào một chùm tia hẹp như hình 19.33b, ví như ánh sáng tập trung ở một đèn pha ôtô, nhờ đó năng lượng phát đi tăng lên rất mạnh.

Cho G là hệ số độ lợi (Gain) của anten định hướng so với an ten vô hướng (tức là tỷ số năng lượng phát của anten định hướng đập vào mục tiêu so với năng lượng phát của anten vô hướng đập vào cùng mục tiêu đó). Vậy, khi sử dụng anten định hướng thì tổng năng lượng của sóng rađa đập vào mục tiêu như sau,

$$\frac{P_t \times \delta \times A_o \times G}{4\pi r^2} \quad (J)$$

Giả sử sau khi nhận được sóng rađa, mục tiêu lại bức xạ sóng mà nó tiếp nhận được về mọi hướng (mục tiêu giống như một an ten vô hướng), một quả cầu thứ hai cũng với bán hính r lại được xác lập, sóng bức xạ từ mục tiêu toả ra từ tâm quả cầu đó, chỉ một phần nhỏ năng

lượng này trở về anten. Cường độ năng lượng trên một đơn vị diện tích ở bề mặt quả cầu tính như sau,

$$\frac{P_t \times \delta \times A_o \times G}{4\pi r^2 \times 4\pi r^2} \text{ (J/m}^2\text{)}$$

Tuy nhiên, mục tiêu không bức xạ toàn bộ năng lượng đập vào nó, điều đó phụ thuộc vào hình dáng, kích thước, chất liệu, góc độ của mục tiêu. Đặt (k) là hệ số phản xạ để biểu thị các đặc tính đó của mục tiêu. Như vậy, cường độ năng lượng khi trở về nơi anten thu là,

$$\frac{P_t \times \delta \times A_o \times G \times k}{4\pi r^2 \times 4\pi r^2} \text{ (J/m}^2\text{)}$$

Anten thu tiếp nhận được bao nhiêu năng lượng khi sóng phản xạ trở về lại phụ thuộc vào "độ mở" A_r anten thu (Aperture), đây là một hệ số biểu thị độ nhạy của anten và máy thu rađa, quyết định ở bước sóng của sóng siêu cực ngắn phát đi. Nếu xét tới độ mở anten thu thì phương trình trên trở thành,

$$\frac{P_t \times \delta \times A_o \times G \times k \times A_r}{4\pi r^2 \times 4\pi r^2} \text{ (J)}$$

Năng lượng, tức là cường độ sóng dội chứa trong một sóng phản hồi có thể diễn đạt bằng $P_r x\delta$, (trong đó P_r là công suất thu được, δ là độ dài xung tính bằng μs). Vậy, năng lượng chứa trong sóng phản hồi có thể xác lập bằng cách cân bằng hai công thức tính năng lượng nói trên,

$$P_r \times \delta = \frac{P_t \times \delta \times A_o \times G \times k \times A_r}{16\pi^2 r^4} \text{ (J)}$$

Phương trình trên cho thấy rằng cường độ của sóng dội tỷ lệ nghịch với r^4, cường độ giảm xuống nhanh chóng khi tầm xa tăng lên, chẳng hạn nếu tầm xa tăng lên gấp đôi thì cường độ sóng dội giảm xuống 16 lần. Cường độ sóng dội tỷ lệ thuận với các yếu tố còn lại, nếu các yếu tố khác tăng lên gấp đôi thì cường độ sóng dội cũng tăng lên gấp đôi.

Đặt P_{min} là công suất sóng dội nhỏ nhất phản xạ từ một mục tiêu riêng biệt có tầm quan sát tối đa r_{max} mà một máy thu của rađa nào đó có thể thu nhận được, thì phương trình trên có thể viết,

$$P_{min} \times \delta = \frac{P_t \times \delta \times A_o \times G \times k \times A_r}{16\pi^2 r_{max}^4} \text{ (J)}$$

Vậy tầm xa quan sát cực đại của rađa đó là,

$$r_{max} = \sqrt[4]{1/16\pi^2 (P_t \times \delta)(1/P_{min} \times \delta)(A_r \times G)(A_o \times k)} \text{ (mét)}$$

Đây là phương trình tầm xa thám sát cực đại của rađa hàng hải trong không gian tự do.

19.5.2 Sự khúc xạ, phản xạ của sóng rađa

1. Chỉ số khúc xạ tiêu chuẩn

Sóng siêu cực ngắn từ anten rađa bức xạ và truyền lan trong không gian. Giống như sóng ánh sáng, do điều kiện của khí quyển như áp suất, nhiệt độ, thay vì truyền lan theo đường thẳng,

sóng siêu cực ngắn bị khúc xạ và truyền lan theo quỹ đạo cong nhẹ về phía mặt đất. Sóng cực ngắn còn chịu ảnh hưởng của độ ẩm không khí. Vì những lý do đó mà chân trời rađa lớn hơn chân trời quang học, vì sóng siêu cực ngắn có bước sóng lớn hơn nhiều so với sóng ánh sáng.

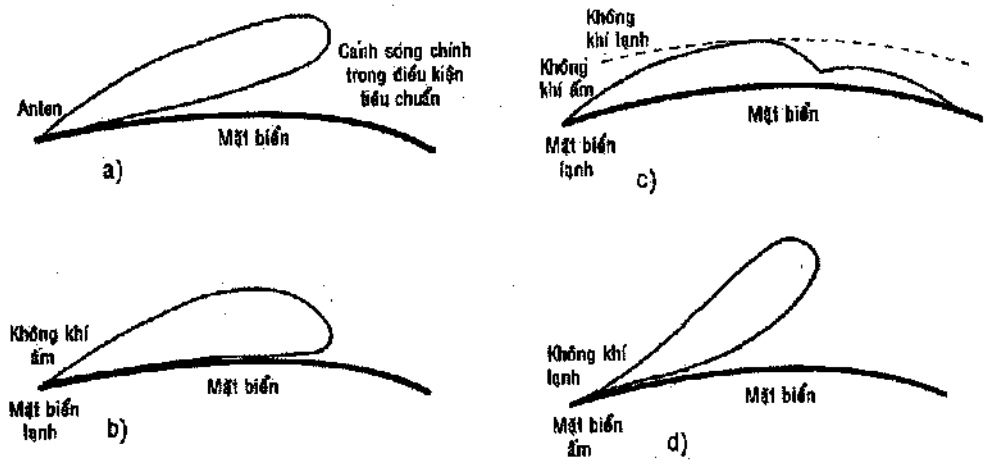
Để có thể xác định sóng rađa truyền lan như thế nào, cần thiết phải giả định điều kiện khí quyển "tiêu chuẩn" để so sánh. Điều kiện khí quyển tiêu chuẩn được quốc tế thống nhất như sau:

- Khí áp trên mặt biển là 1013 hPA, khí áp giảm xuống 36 hPA khi độ cao tăng lên 305 mét (1000 foot)
- Nhiệt độ trên mặt biển 15^0C (59^0F), nhiệt độ giảm xuống 2^0C ($3,6^0$F) khi độ cao tăng lên 305 mét.
- Độ ẩm tương đối là 60%, giữ nguyên không thay đổi theo độ cao.

Dưới điều kiện tiêu chuẩn chỉ số khúc xạ của khí quyển là 1,000325, giảm xuống đều đặn 0,000013 mỗi khi độ cao tăng lên 305 mét.

Với điều kiện sóng truyền lan trong khí quyển tiêu chuẩn có thể coi như tầm xa phát hiện cực đại của rađa phụ thuộc vào chiều cao của anten và chiều cao của mục tiêu như đã trình bày ở phần chân trời rađa. Hình 19.34a mô tả cánh sóng rađa trong điều kiện khúc xạ tiêu chuẩn.

Bất kỳ sự thay đổi nào của điều kiện khí quyển tiêu chuẩn cũng làm thay đổi chỉ số khúc xạ và làm biến đổi độ cong của đường truyền lan của sóng rađa.



Hình 19.34

2. Siêu khúc xạ (Super refraction)

Siêu khúc xạ, xem hình 19.33b, là trường hợp khúc xạ rất tốt trong điều kiện sóng truyền lan qua lộ trình không khí ấm, khô nằm trên mặt biển lạnh. Khi điều kiện này xảy ra thì cánh sóng cong về phía mặt biển, khiến tầm xa phát hiện của rađa tăng lên, trên màn hình có thể phát hiện những mục tiêu xa đột biến. Siêu khúc xạ thường xảy ra vào những buổi tối sau một ngày nắng nóng trên vùng biển nhiệt đới/ấm gần bờ biển.

3. Truyền lan đường ống (Ducting)

Là dạng khúc xạ dị thường, hình 19.34c làm tăng đột biến tầm xa quan sát cực đại của rađa, thường gấp đôi hay gấp ba lộ trình quét của tia quét điện tử, đôi khi còn lớn hơn.

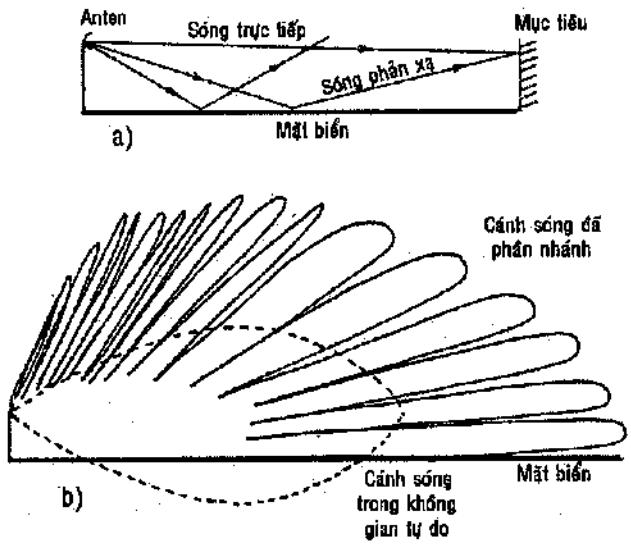
Nguyên nhân của khúc xạ dị thường là do một lớp mỏng không khí ấm bị kẹp giữa mặt biển lạnh ở phía dưới và một lớp không khí lạnh nằm bên trên, lớp không khí ấm giống như một "đường ống dẫn sóng" , khi cánh sóng rađa hướng đúng vào "ống" thì sóng cực ngắn phản xạ qua lại giữa hai "vách" lạnh và truyền lan đi rất xa, kiểu truyền lan "đường ống" này diễn ra ở sát mặt biển. Sóng phản hồi từ mục tiêu, nếu có, cũng được dẫn theo đường ống về anten và làm hiện trên màn hình vào các lộ trình quét tia điện tử tiếp theo, gây nên hiện tượng sóng dội lần hai, ba...

4. Khúc xạ kém (Sub-refraction)

Hiện tượng khúc xạ kém thường xuất hiện ở vùng cực, ở đó nhiệt độ mặt biển thường ấm hơn đáng kể so với không khí lạnh ở bên trên, làm cho cánh sóng bị uốn cong lên trên, khiến tầm quan sát của rađa bị giảm nghiêm trọng có khi giảm đến 50% của tầm xa thám sát bình thường, xem hình 19.34d. Điều kiện này có thể nhìn thấy bằng mắt thường ở vùng cực khi gió lạnh từ đất liền thổi ra mặt biển ấm gây nên một làn hơi nước bốc lên trên mặt biển.

Khúc xạ kém cũng có thể sinh ra do nhiệt độ trên mặt biển giảm nhanh chóng và độ ẩm tương đối tăng lên trên mặt biển, làm cho cánh sóng uốn cong lên khỏi mặt biển.

19.5.3 Ảnh hưởng của mặt biển, mặt đất đến sự truyền lan của sóng rađa - Sự phân nhánh cánh sóng.



Hình 19.35

Nếu truyền vào không gian không có vật ngăn trở thì sóng siêu cực ngắn hình thành cánh sóng (cánh công suất) lý tưởng mở rộng theo chiều đứng như nói ở phần trên. Tuy nhiên, khi cánh sóng gặp mặt biển (hoặc mặt đất) thì sóng sẽ bị phản xạ từ mặt biển do đó cánh sóng bị phân nhánh theo chiều đứng. Theo như hình 19.35a, sóng phát, một phần đi trực tiếp theo đường thẳng, một phần khác chịu sự phản xạ từ mặt biển về phía trước gọi là sóng phản sạ.

Sóng trực tiếp và sóng phản xạ gặp nhau và giao thoa lẫn nhau, trên đường truyền lan hai loại sóng này có thể cùng pha khiến công suất sóng tổng hợp tăng lên, lệch pha làm cho sóng tổng hợp bị yếu đi, hay ngược pha nhau làm cho sóng tổng hợp bằng không, kết quả là cánh sóng bị phân nhánh theo như hình 19.35b. Sự phân nhánh của cánh sóng khiến cho công suất phát đến mục tiêu cũng yếu đi.

19.5.4 Ảnh hưởng của sương mù, mưa, mưa đá và tuyết đối với tầm xa thám sát của rađa

Năng lượng của sóng siêu cực ngắn truyền lan trong không gian bị oxygen và hơi nước trong khí quyển hấp thụ và suy giảm. Mức độ suy giảm này thay đổi phụ thuộc vào nhiệt độ và lượng hơi nước, ở thể lỏng hoặc thể rắn, chứa trong một đơn vị thể tích của khí không khí. Do năng lượng bị hấp thụ nên sóng truyền lan qua vùng giáng thuỷ làm cho tầm xa thám sát của rađa bị giảm. Sự hấp thụ năng lượng của sóng trong giáng thuỷ còn phụ thuộc vào bước sóng của sóng siêu cực ngắn, rađa sử dụng bước sóng 10 cm chịu ảnh hưởng ít hơn so với rađa sử dụng bước sóng 3 cm.

Giáng thuỷ không những làm giảm tầm quan sát của rađa mà gây khó khăn cho việc nhận biết sóng dội mục tiêu lẩn khuất trong sóng dội của giáng thủy, mục tiêu nằm ở ngay vùng giáng thuỷ.

Dưới đây phân tích ảnh hưởng của của một số hiện tượng giáng thuỷ khác nhau

1. Sương mù

Ảnh hưởng của sương mù đối với sóng siêu cực ngắn có liên quan đến lượng nước trong sương mù, (sương mù là các hạt nước li ti trong không khí mà không phải là hơi nước) lượng nước chứa trong không khí càng nhiều nghĩa là tầm nhìn xa càng kém thì tầm xa phát hiện của rađa giảm xuống. Tuy nhiên ảnh hưởng của sương mù đối với tầm xa thám sát của rađa không lớn lắm trừ khi sương mù dày đặc. Trong thực tiễn đã thống kê cho thấy, một mục tiêu trong điều kiện bình thường phát hiện ở tầm xa 27 hải lý, nhưng trong sương mù tầm nhìn xa 300 mét, tầm xa phát hiện của nó trên rađa chỉ còn 16 hải lý.

2. Mây

Do cánh sóng của rađa hàng hải rộng theo chiều đứng cho nên các đám mây trên cao cũng bị cánh sóng quét đến. Tuy nhiên kinh nghiệm cho thấy chỉ có một số ít loại mây có thể cho sóng dội trở về có thể nhìn thấy trên màn hình rađa trừ khi có giáng thuỷ từ đám mây. Ảnh hưởng nghiêm trọng của sóng dội từ mây là gây phiền toái cho việc nhận dạng các sóng dội mục tiêu lẩn khuất trong sóng dội của mây.

3. Mưa, tuyết

Mưa (tuyết) hấp thụ sóng siêu cực ngắn nghiêm trọng, làm cho mức độ suy giảm của sóng tăng cao khiến cho tầm xa thám sát của rađa rút ngắn. Mặt khác, mưa chung quanh mục tiêu có thể gây nhiễu do sóng dội phản xạ từ mưa che khuất sóng dội mục tiêu nằm trong vùng nhiễu mưa.

Kích thước của hạt mưa so sánh tương đối với bước sóng rađa có liên quan mật thiết với độ suy giảm của năng lượng. Sóng băng tần "S" (10 cm) với bước sóng dài cho nên gây suy giảm năng lượng ít hơn sóng băng tần "X" (3 cm).

Với bước sóng 3 cm ảnh hưởng của mưa rất nghiêm trọng, trong điều kiện bình thường không khí khô rađa quan sát được mục tiêu cách xa 25 hải lý, tầm xa quan sát bị giảm xuống 22 hải

lý trong mưa lất phất, còn 15 hải lý trong mưa nhẹ, 5 hải lý trong mưa trung bình và 1 hải lý trong mưa nặng hạt.

Ngược lại khi sử dụng bước sóng 10 cm thì ảnh hưởng của nhiễu biển và nhiễu mưa đều giảm hẳn, nhưng cũng làm giảm độ phân giải mục tiêu. Chính vì vậy mà trên một số tàu sử dụng hai rađa với hai bước sóng 3 cm và 10 cm.

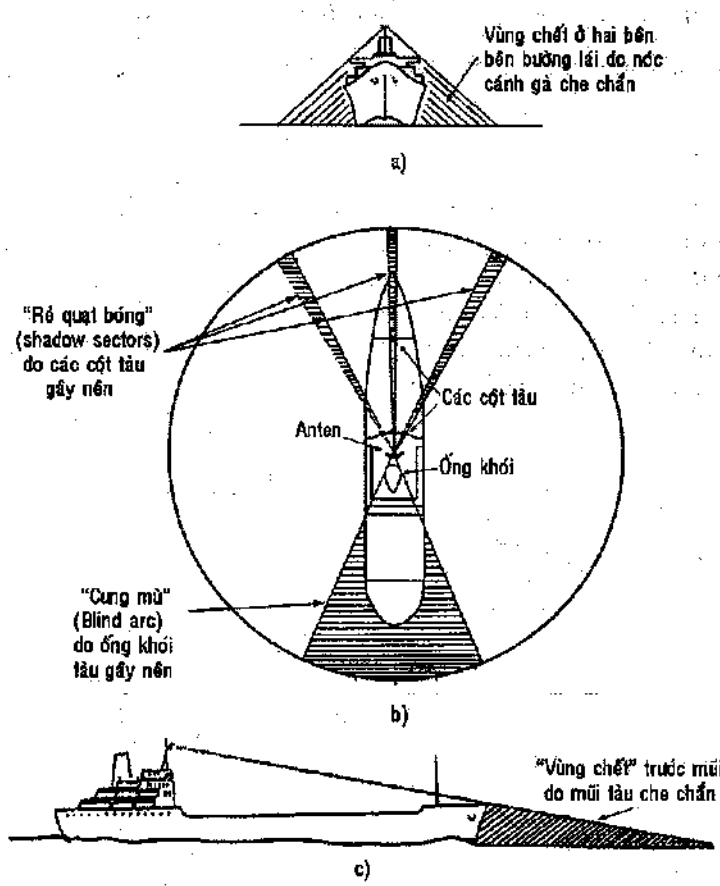
19.6 Nhận dạng sóng dội mục tiêu, ứng dụng rađa để xác định vị trí và dẫn đường

19.6.1 Sóng dội giả và hiệu ứng của chúng

1. Rẻ quạt bóng, cung mù (Hình 19.36)

Rẻ quạt bóng (Shadow Sectors) là các vùng che khuất sóng rađa bởi các cột trên tàu như các cột đèn hàng hải, cột cần cẩu..., nhìn trên màn hình chúng hình thành các rẻ quạt hẹp hơi tối ở ngay vị trí các cột đó, xem hình 19.36b, việc thám sát các mục tiêu trong phạm vi rẻ quạt yếu đi do các vật đó phản xạ hoặc hấp thụ năng lượng của sóng.

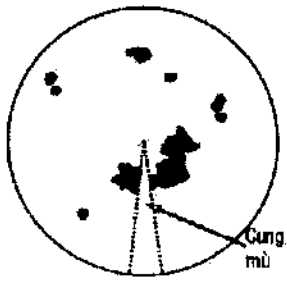
Các cung mù (Blind Sectors) và vùng chết là một khu vực bị che khuất bởi một vật chướng ngại rộng gần anten, chẳng hạn như ống khói tàu, hoặc nóc cánh gà buồng lái hoặc mũi tàu



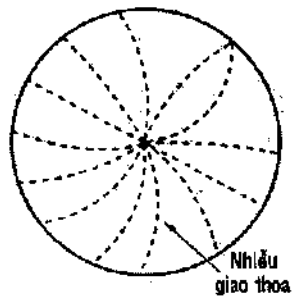
Hình 19.36

làm mất hoàn toàn các sóng dội mục tiêu nằm phía sau nó như hình 19.36a và c. Khi lắp ráp anten rađa phải vẽ sơ đồ các cánh quạt bóng, cung mù để tham khảo khi sử dụng. Hình

19.37 mô tả ảnh hưởng của cung mù trên màn hình rađa, toàn bộ mục tiêu trên rẻ quạt bị che khuất.



Hình 19.37



Hình 19.38

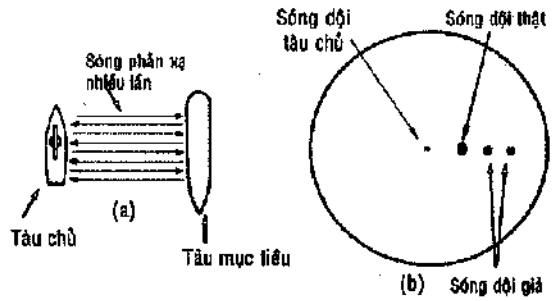
4. Nhiễu giao thoa, nút xoá nhiễu giao thoa và kéo dài sóng dội mục tiêu [IR/EXP]

Khi rađa của tàu ta hoạt động, có thể bị ảnh hưởng bởi nhiễu giao thoa của rađa một tàu khác có cùng tần số cùng hoạt động. Nhiễu này tạo thành những đường cong xuất phát từ tâm màn hình và dịch chuyển liên tục gây trở ngại cho rađa của ta, như mô tả trên hình 19.38. Cách khử , tham khảo hướng dẫn của từng thiết bị rađa.

Khi mục tiêu ở xa khó quan sát, có thể dùng nút EXP để kéo dài sóng dội của mục tiêu giúp ta dễ quan sát.

5. Sóng dội nhiều lần

Loại sóng dội giả này sinh ra là do sự phản xạ qua lại nhiều lần giữa một bên là thân tàu chủ (tàu ta) và một bên là thân tàu mục tiêu như mô tả trên hình 19.39a. Khi hai thân tàu này chạy song song với nhau, anten tàu chủ thu được các sóng rađa phản xạ qua lại giữa hai tấm phẳng song song này làm xuất hiện trên màn hình các sóng dội giả như hình 19.39b. Đặc điểm của sóng dội giả này là chúng cách đều nhau và hiển thị trên cùng một hướng. trong đó có một sóng dội thật ở gần nhất.



Hình 19.39

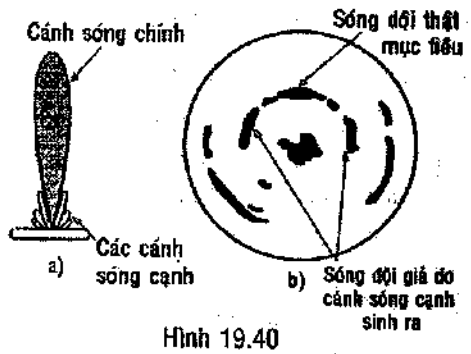
6. Sóng dội từ các cánh sóng cạnh

Do những đặc điểm kỹ thuật người ta không thể thiết kế một anten có thể tập trung toàn bộ năng lượng sóng siêu cao vào một cánh sóng với góc chùm tia hẹp, bên cạnh cánh sóng chính đồng thời tồn tại các cánh sóng cạnh (cánh sóng phụ) với công suất nhỏ hơn nhiều so với cánh sóng chính như mô tả trên hình 19.40a. Bình thường thì cánh sóng phụ vì quá yếu

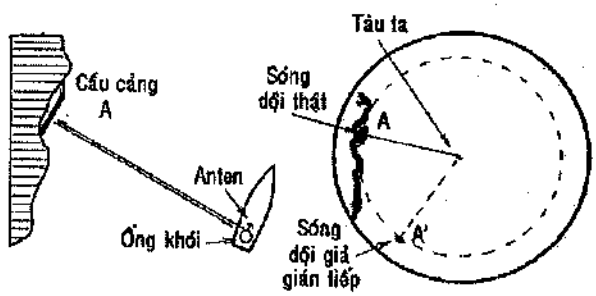
nên không thám sát được mục tiêu nào. Tuy nhiên, trong trường hợp có một mục tiêu mạnh lại ở gần anten thì các cánh sóng phụ cũng "quan sát" được mục tiêu đó và hình thành các sóng dội giả trên màn hình như hình 19.40b, các sóng dội giả hình thành một vòng cung sóng dội có cùng khoảng cách và yếu dần về hai bên.

7. Sóng dội gián tiếp

Sóng dội gián tiếp sinh ra là do sự phản xạ qua lại của sóng dội mục tiêu giữa các vật kiến trúc trên tàu hay các vật kiến trúc trên bờ làm xuất hiện các sóng dội giả không nằm cùng hướng và khoảng cách của sóng dội thật. Hình 19.41 là một ví dụ về sóng dội gián tiếp của cầu tàu lên ống khói tàu chủ, khi anten quay và phát sóng về hướng cầu cảng A, trên màn hình nhận được một sóng dội thật của cầu cảng A. Khi anten quay thêm một góc nào đó và phát năng lượng, ngẫu nhiên, năng lượng này gặp ống khói tàu nhưng từ ống khói lại phản xạ về phía anten tới cầu tàu A rồi mới phản xạ về anten rađa, làm xuất hiện một mục tiêu gián tiếp A'của cầu tàu. Sóng dội A' không nằm trên cùng hướng của mục tiêu A và khoảng cách cũng không bằng nhau. Khi tàu chạy trong luồng hẹp, nhiều sóng dội giả loại này xuất hiện trên màn hình.



Hình 19.40



Hình 19.41

Có thể phân biệt sóng dội gián tiếp bằng cách phân tích và tích lũy kinh nghiệm quan sát, đặc điểm của những sóng dội gián tiếp như sau :

1) Nó thường xuất hiện ở những khu vực cung mù và rẻ quạt bóng.

2) Khi các sóng dội gián tiếp sinh ra bởi các kiến trúc của tàu như ống khói, cột cần cẩu đại thì thường xuất hiện trên cùng một hướng với các kiến trúc đó.

3) Nếu sóng dội gián tiếp gây nên bởi các chướng ngại vật trên bản thân tàu ta, thì khoảng cách của sóng dội giả cũng tương đương với khoảng cách của sóng dội thật.

4) Nếu sóng dội giả gây nên bởi chướng ngại vật không nằm trên tàu ta thì khoảng cách của sóng dội giả bằng tổng khoảng cách từ tàu ta đến chướng ngại vật cộng với khoảng cách từ mục tiêu đến chướng ngại vật.

5) Khi tàu chạy thì chuyển động của sóng dội giả sẽ không bình thường và biến đổi.

8. Sóng dội giả trên tia quét lần thứ hai

Như đã trình bày ở trên, trong điều kiện truyền sóng dị thường theo "đường ống", anten rađa có thể nhận được sóng dội từ mục tiêu rất xa. Sóng dội này xuất hiện trên màn hình theo đúng hướng của nó nhưng cự ly thì rất ngắn so với cự ly thật của nó. Nguyên nhân của hiện tượng này là sau khi tia điện tử quét qua một lộ trình (anten phát xung đi) , khi bắt đầu quét lộ trình tiếp theo thì sóng dội từ xa (các sóng dội nằm ngoài thang tầm xa hiện sử dụng) mới trở về an ten làm xuất hiện sóng dội với cự ly không đúng thật.

9. Nhận dạng mục tiêu trên màn hình

Tín hiệu trên màn hình rađa chỉ là sóng phản xạ từ các mục tiêu như bờ cát, vách núi, cái cầu, con thuyền, đàn chim, thể hiện dưới dạng những chấm sáng tạo thành những vệt sáng trên màn hình. Nó không phản ảnh đầy đủ hình ảnh thực của mục tiêu, thậm chí có thể bị biến dạng, hoặc bị che khuất nếu mục tiêu nào đó nằm ở phía sau những mục tiêu cao, lớn hơn.

Để có thể làm quen với việc "đọc" màn hình rađa, tốt nhất người sử dụng rađa nên mở rađa luyện quan sát trong điều kiên thời tiết tốt, ban ngày.

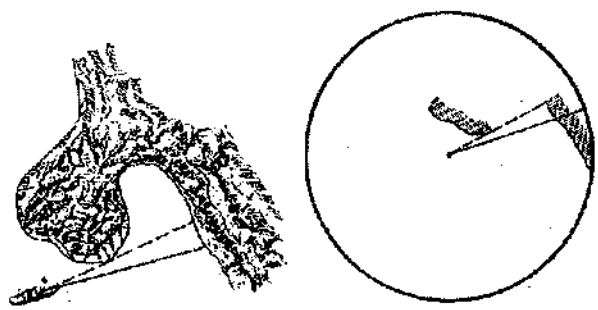
Nguyên nhân của sự biến dạng, mất hình ảnh hiển thị trên màn hình:

1) Hình 19.42 mô tả những mục tiêu lục địa mà rađa không phát hiện được do bị núi cao hơn ở phía trước che khuất.

2) Bản thân sóng siêu cao phát đi dưới dạng xung bị kéo dài thời gian δ (độ rộng xung phát) khiến cho sóng dội kéo dài theo cự ly do đó hình ảnh của mục tiêu bị biến dạng theo chiều dài, biến dạng này phụ thuộc vào độ dài xung δ.

3) Góc mở ngang chùm tia mặc dù hẹp nhưng ở cự ly càng xa thì thời gian quét qua một mục tiêu kéo dài khiến cho sóng dội biến dạng theo chiều ngang. Nếu góc mở ngang cánh sóng bằng α, khi cánh sóng ấy quét qua mục tiêu sẽ làm cho hình ảnh của mục tiêu mở rộng theo chiều ngang mỗi bên một góc độ bằng α/2. Bất cứ mục tiêu nào cũng bị phóng đại theo chiều ngang như vậy.

Mặt khác nếu các mục tiêu ở quá gần nhau theo cự ly hoặc theo góc tương đối với anten thì

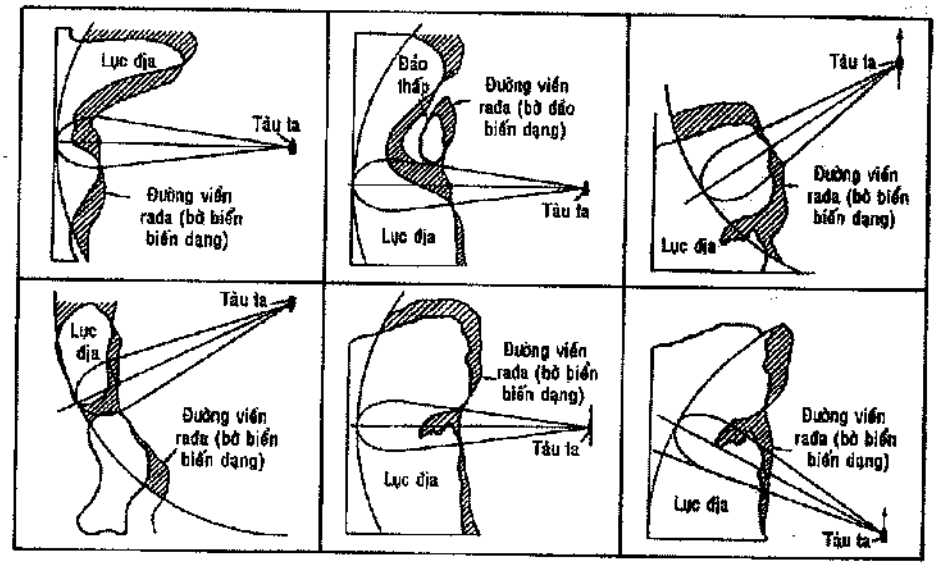


Hình 19.42

sóng dội của chúng có thể bị dính liền nhau, không phân biệt được trên màn hình (xem phần độ phân giải của rađa Mục 19.2.8 và 19.2.9).

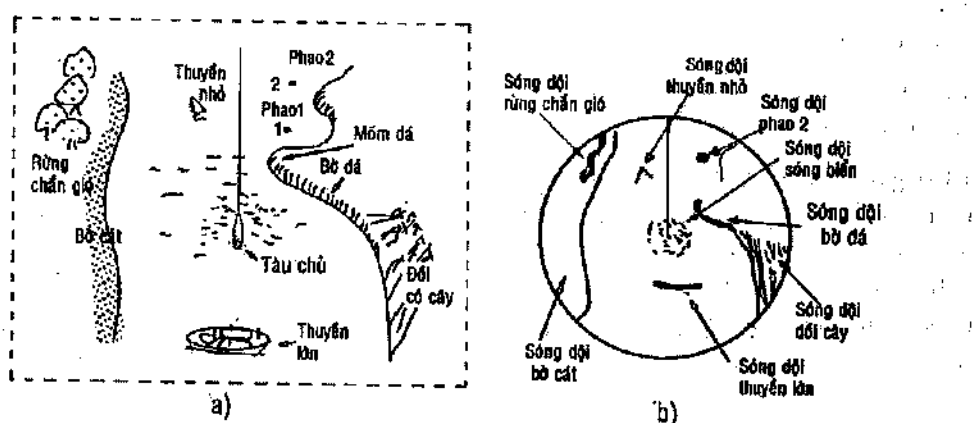
Vì các nguyên nhân trên, khiến cho sóng dội các đường viền bờ biển trên màn hình bị biến dạng theo như mô tả ở hình 19.43, phần có gạch chéo là những gì hiện thị trên màn hình, các phần để trắng là thực địa không nhìn thấy trên màn hình. Các đảo thấp có thể cho "thấy"

phần mục tiêu lục địa ở phía sau, các mục tiêu cao quá có thể che khuất các mục tiêu ở phía sau.



Hình 19.43

Các ví dụ hình 19.44 dưới đây mô tả chi tiết hơn sự biến dạng của tín hiệu hoặc tín hiệu giả trên màn hình rađa.Trên hình 19.44a là thực địa với tàu thuyền cây cối, bờ biển, hình 19.44b là hình ảnh hiển thị trên màn hình radar. Ta nhận thấy, phao 1 cùng với đoạn bờ phía trên bên phải bị mõm đá che khuất. Phao số 2 thì hiện rất rõ. Hình con thuyền lớn biến thành một vệt sáng dài vì nó ở gần. Còn con thuyền nhỏ thì thành một chấm nhỏ vì nó ở xa nên phản xạ yếu. Ngọn đồi phía dưới bên tay phải có cây rừng dày đặc nên phản xạ thành một vùng rộng. Bờ đá cao bên trên phía tay phải phản xạ tốt nên tín hiệu đậm rõ. Bãi cát bên trái rõ ràng nhưng thấp nên chỉ thể hiện thành một đường mãnh yếu. Còn khu rừng chắn gió phía trên bên trái thì phản xạ tốt, tạo thành tín hiệu đậm. Sóng biển chung quanh tàu ta hiện rõ chung quanh tâm màn hình (vị trí tàu ta).



Hình 19.44

19.6.2 Ứng dụng rađa xác định vị trí tàu

1. Tầm xa phát hiện của một vài loại mục tiêu điển hình

Dựa vào thực tiễn sử dụng rađa, trong điều kiện khí tượng bình thường, rađa hoạt động bình thường, người ta tổng hợp và thống kê tầm xa quan sát của rađa đối với một số mục tiêu điển hình như sau:

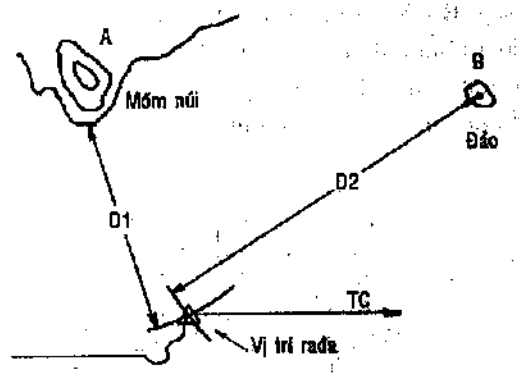
Loại mục tiêu	*Tầm xa cực đại của rađa có thể quan sát mục tiêu*
Tàu trên 3.000 tấn	17 hải lý
Tàu từ 1.000 đến 3.000 tấn	10 hải lý
Tàu từ 300 đến 1.000 tấn	3 - 7 hải lý
Thuyền buồm	Tùy loại, có buồm hay không mà tầm xa phát hiện khác nhau.
Đảo nhỏ	Trên dưới 20 hải lý
Núi cao	Trên dưới 35 hải lý, hoặc xa hơn
Phao tiêu	4 - 5 hải lý

2. Phương pháp xác định vị trí tàu bằng rađa.

Sau khi đã nhận biết mục tiêu trên màn hình, thì vấn đề xác định vị trí bằng rađa không còn có khó khăn gì nữa. Nói chung, về cơ bản có hai phương pháp xác định vị trí bằng rađa:

1) Xác định vị trí bằng khoảng cách rađa

Đồng thời đo cự ly của hai hoặc ba mục tiêu trên màn ảnh, sau đó, trên hải đồ lấy mục tiêu làm tâm, lấy khoảng cách theo thước tỷ lệ của hải đồ làm bán kính vẽ các cung tròn ở gần khu vực vị trí suy tính của tàu, hai hoặc ba cung tròn này giao nhau tại một điểm chính là vị trí tàu, như hình 19.45.



Hình 19.45

Phương pháp xác định vị trí bằng khoảng cách có độ chính xác cao hơn phương pháp xác định bằng phương vị, vì nó không phụ thuộc vào la bàn. Khi sử dụng rađa với điều kiện cho phép cố gắng sử dụng phương pháp xác định vị trí này.

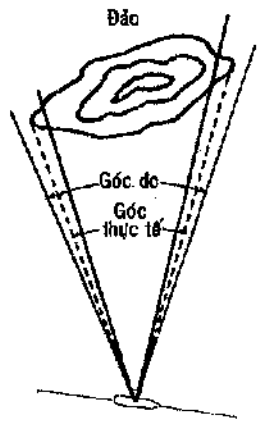
Xác định vị trí bằng khoảng cách cần phải chú ý những điểm sau đây :

a) Cố gắng lựa chọn những mục tiêu độc lập, rõ ràng, nổi bật. Nếu sử dụng mõm núi, mép đảo, bờ biển thì phải chọn những nơi có bờ dốc cao, nếu không, do ảnh hưởng của thủy triều có thể làm cho khoảng cách không được chính xác. Đối với bờ biển xa nằm dưới chân trời rađa, chỉ có thể quan sát những đỉnh núi cao, nhưng phải luôn ghi nhớ, đỉnh núi xuất hiện đầu tiên trên màn ảnh rađa chưa chắc là đỉnh cao nhất. Với những sóng dội xuất hiện trước tiên, cần được phân tích, phán đoán cẩn thận và theo dõi liên tục để chờ những sóng dội xuất hiện tiếp theo.

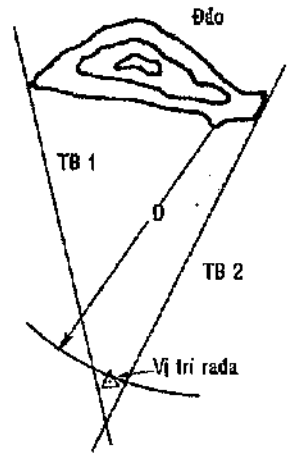
b) Giống như xác định vị trí bằng phương vị, xác định vị trí bằng hai, ba, khoảng cách yếu

cầu góc kẹp giữa hai mục tiêu liên tiếp tốt nhất gần 90^0, không nhỏ hơn 30^0, không lớn hơn 150^0, nhưng trình tự đo thì ngược với xác định vị trí bằng phương vị, nghĩa là đo mục tiêu gần chính ngang trước, đo các mục tiêu ở phía mũi và lái sau, bởi vì cự ly của mục tiêu gần chính ngang thay đổi chậm hơn mục tiêu ở phía mũi lái. Nếu hai cung tròn vị trí giao nhau ở hai điểm thì lấy giao điểm gần vị trí suy tính làm vị trí tàu.

2) Xác định vị trí bằng khoảng cách và hướng ngắm rađa



Hình 19.46



Hình 19.47

Xác định vị trí bằng một hướng ngắm và một khoảng cách của một mục tiêu cũng là một phương pháp xác định vị trí nhanh chóng. Tuy nhiên, như đã giải thích ở các phần trên, góc mở ngang của cánh sóng rađa chừng khoảng 1 đến 2^0, cho nên sóng dội mục tiêu bị biến dạng về hai bên, mỗi bên mục tiêu bị kéo dãn ra bằng 1/2 góc mở ngang α của cánh sóng như mô tả trên hình 19.46, trên đó biểu thị mục tiêu thực địa, đường chấm là hướng đo thực tế, còn đường liền nét là hướng đo bằng rađa. Vì vậy, khi đo hướng ngắn của mục tiêu có khả năng phát sinh sai số bằng nửa góc mở ngang của cánh sóng. Mặt khác, nếu rađa nối với bộ phát hướng của la bàn con quay, rađa hoạt động theo phương thức ổn định theo hướng Bắc thật thì sai số khi đo hướng ngắm trên rađa còn phụ thuộc vào độ chính xác của la bàn.

Từ phân tích trên dễ nhận thấy rằng khi sử dụng rađa, đo hướng ngắm có độ chính xác kém hơn là đo khoảng cách, tức là vị trí xác định bằng hướng ngắm và một khoảng cách không chính xác bằng vị trí xác định bằng hai khoảng cách.

Với loại rađa mà vòng phương vị của nó không nối với la bàn con quay thì trên rađa ta chỉ đo được góc mạn của mục tiêu, trong trường hợp đó, vào thời điểm đo góc mạn phải đọc hướng đi của tàu, sau đó chuyển góc mạn của mục tiêu ra hướng ngắm của mục tiêu đó. Sau khi đã có một hướng ngắm và một khoảng cách, có thể vẽ trên hải đồ để xác định vị trí giống như trong xác định vị trí bằng địa văn.

Chú ý, đối với những mục tiêu như một hải đảo dài, tốt nhất nên lấy hướng ngắm ở hai mép đảo, vì như vậy hướng ngắm dễ lấy chính xác hơn, đồng thời có thể kết hợp với một khoảng cách lấy ở một mép bờ nhô ra rõ rệt, như hình 19.47.

Khi đo khoảng cách và hướng ngắm mục tiêu trên màn hình rađa cần chú ý như sau:

Khi đo hướng ngắm của mục tiêu nên chọn những mục tiêu điểm như tàu đèn, hải đăng, đảo nhỏ, mép bán đảo có độ dốc lớn. Khi đo hướng ngắm cần chọn thang tầm xa thích hợp. Nếu sóng dội nằm gần tâm màn ảnh thì nên thu nhỏ thang tầm xa sao cho sóng dội dịch chuyển ra xa tâm để đo hướng ngắm chính xác hơn. Nhưng cũng không nên đo khi sóng dội mục tiêu ở tận mép màn hình. Khi đọc số trên vòng phương vị nên nhìn từ trên xuống theo đường thẳng đi qua tâm vuông góc với mặt phẳng màn ảnh để tránh thị sai. Nếu màn hình hoạt động theo phương thức hướng Bắc thật, nghĩa là bộ phận đồng bộ của rađa nối với bộ phát hướng của la bàn con quay thì sau khi đo hướng ngắm phải hiệu chỉnh sai số la bàn.

3. Sai số đo hướng ngắm và đo khoảng cách trên rađa

1) Nguyên nhân sai số đo hướng ngắm

a) Sóng dội mục tiêu bị phóng đại, biến dạng do ảnh hưởng của góc mở ngang chùm tia rađa. Nên điều chỉnh độ lợi (Gain) cho sóng dội sắc nét, đồng thời chỉnh nút hội tụ đến mức nét nhất trước khi đo hướng ngắm sóng dội để giảm sai số này.

b) Sai số sinh ra do lúc đo tàu bị nghiêng (lắc và bổ). Cố gắng đo hướng ngắm trên rađa vào thời điểm tàu cân bằng.

c) Sai số sinh ra do sai số của la bàn con quay không chính xác.

d) Sinh ra là do tâm quét không trùng với tâm hình học của màn hình. Phải thường xuyên kiểm tra tâm quét của rađa và điều chỉnh, nếu rađa có nút điều chỉnh.

e) Do thị sai, khi đọc hướng ngắm phải nhìn từ trên xuống theo đường vuông góc với màn ảnh.

f) Sai số sinh ra do đường ký hiệu mũi tàu không đồng bộ với đường quét và anten, nói cách khác, đường mũi tàu chỉ không đúng hướng mũi tàu. Nên thường xuyên kiểm tra đường mũi tàu để kịp thời chỉnh định.

2) Nguyên nhân sai số đo khoảng cách

a) Sai số sinh ra do kích thước của điểm quét (độ tinh hoặc thô của tia điện tử), nếu kích thước của điểm quét quá lớn và độ lợi được điều chỉnh quá lớn đều có thể làm cho tín hiệu sóng dội không phản ảnh chân thật hình ảnh mục tiêu và vị trí của nó dẫn tới sai số khoảng cách. Vì vậy cần chú ý điều chỉnh độ hội tụ thật nét, đồng thời điều chỉnh độ lợi thích hợp, không nên điều chỉnh độ lợi quá lớn.

b) Sai số do các vòng dấu cự ly không chính xác.

19.6.3 Sử dụng rađa nhập bờ và dẫn đường - Ứng dụng PI

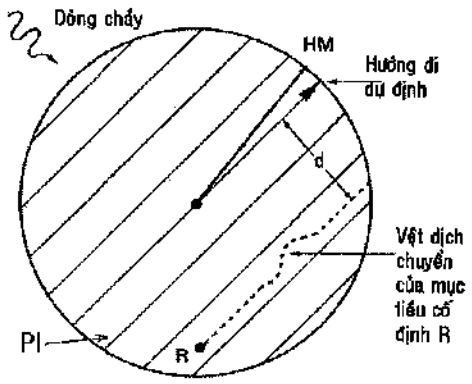
1. Vạch chuẩn song song - PARALLEL INDEXING (PI)

Đó là những đường tham chiếu song song với một đường thẳng qua tâm kẻ lên một đĩa mica trong suốt đặt trên màn hình ra đa, đĩa có thể quay tự do quanh tâm màn hình. Các rađa hiện đại đường PI được tạo ra bằng phương pháp điện tử.

Áp dụng vạch chuẩn song song là một phương pháp đơn giản mà hiệu qủa để kiểm soát đường đi của tàu.

1) Dùng PI để kiểm soát liên tục xu hướng dịch chuyển ngang của vị trí tàu cả trong điều kiện tầm nhìn xa xấu và tốt.

Hình 19.48 miêu tả cách kiểm soát dịch chuyển ngang của tàu bằng PI. Đường PI đặt song song với đường đi kế hoạch tiếp xúc qua mục tiêu cố định R rõ đột xuất trên rađa. Trên màn hình chuyển động tương đối, con tàu là tâm màn hình với dấu hiệu mũi tàu biểu thị hướng đi dự định. Nếu không có ảnh hưởng bên ngoài như gió và dòng chảy, khi con tàu tiến tới thì mục tiêu R dần dần dịch chuyển về phía sau dọc theo các đường PI trên đĩa. Nếu có tác dụng của dòng chảy như trên hình vẽ, thì phải bẻ lái về bên trái để duy trì cho mục tiêu R dịch chuyển song song với PI, có nghĩa là đường đi thực tế của tàu phải đảm bảo giữ một khoảng cách an toàn d. (vết dịch chuyển của mục tiêu R thực tế không nhìn thấy trên màn hình, chỗ cong mô tả khi tàu bị dòng chảy đẩy dạt ngang về bên phải mà chưa chỉnh góc lái).



Hình 19.48

Trên thực tế khi lập kế hoạch hành trình người ta thường đánh dấu các vạch chuẩn song song tức là kẻ những đường song song với đường đi kế hoạch ở những vị trí có mục tiêu ra-đa rõ đột xuất trên hải độ (xem Phần Lập kế hoạch hải trình).

Phương pháp dùng vạch chuẩn song song hiệu quả nhất khi ra-đa hoạt động ở dạng chuyển động tương đối, phương thức định hướng BẮC THẬT.

2) Dùng PI đưa tàu vào vị trí neo

Vạch chuẩn song song có thể được ứng dụng trong những trường hợp khác, chẳng hạn dùng để xác định hướng và khoảng cách đến một mục tiêu chuẩn nào đó bắt đầu tiến hành bẻ lái chuyển sang một hướng mới, hoặc cũng có thể dùng để xác định khoảng cách và hướng tương đối giữa hai mục tiêu trên màn hình ra-đa.

Hình 19.49 hướng dẫn ứng dụng PI để đưa tàu đến vị tí neo A, màn hình chuyển động tương đối và phương thức định hướng bắc thật.

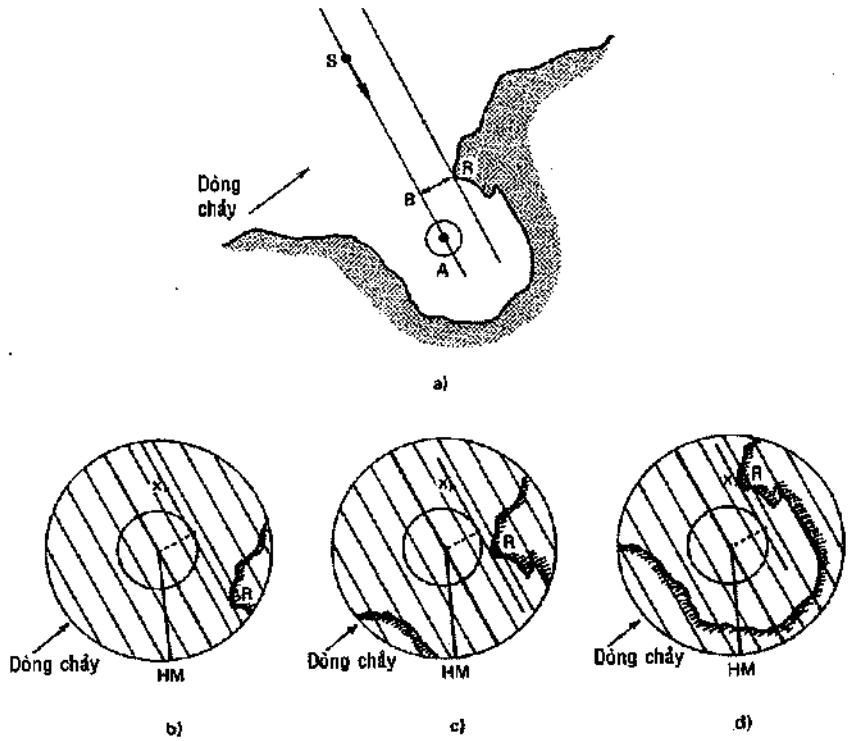
Trên hải đồ hình 19.49a tiến hành:

- Đánh dấu điểm neo A;
- Xác định đường đi thực tế qua S, kẻ đường SA, đó là hướng đi dự định.
- Chọn một điểm cố định R rõ đột xuất đối với rađa và ở gần làm điểm tham khảo, kẻ đường song song RA qua R; đo cự ly tham khảo ngang BR, và cự ly tham khảo dọc AB;

Quan sát màn hình, điều động tàu;

- Chọn thang tầm xa ngắn nhất sao cho khi tàu đến A thì vẫn còn thấy điểm B và R trên màn hình;
- Xoay các đường PI song song với hướng đi dự định SA;
- Đặt khoảng vòng cự ly di động ở khoảng cách bằng BA;
- Kẻ một đường tiếp tuyến với vòng tròn di động, song song với hướng đi dự định, đi qua R, đánh dấu "x" trên đường này bằng khoảng cách AB, hình 19.49b.

- Điều động tàu sao cho điểm R dịch chuyển song song với các đường PI như hình 19.49c và d..
- Ném neo khi điểm R trùng với điểm "x"



Hình 19.49

Cũng giống như trong kĩ thuật ứng dụng rađa nói chung, cần phải thường xuyên thực hành sử dụng các vạch chuẩn song song PI một cách thành thạo trong điều kiện tầm nhìn xa tốt để có thể sử dụng chúng một cách tự tin khi tầm nhìn xa dày đặc không thể chạy tàu bằng mắt thường.

2. Hàng hải nhập bờ

Rađa rất có tác dụng khi nhập bờ, tiếp cận lục địa khi tầm nhìn xa bị hạn chế sau một thời gian dài hành hải xa bờ.

Điều mà các sĩ quan hàng hải thường cần phải quan tâm là sóng dội từ lục địa xuất hiện đầu tiên trên màn ảnh. Việc xuất hiện các sóng dội đầu tiên sớm hay muộn phụ thuộc vào nhiều yếu tố : tính chất của bản thân mục tiêu, độ dốc của mục tiêu, độ cao của anten, điều kiện khí tượng thủy văn, góc độ (hay còn gọi là PHÍA) mà tàu tiếp cận đến mục tiêu (một mục tiêu có cường độ phản xạ mạnh ở phía này chưa chắc sẽ phản xạ mạnh ở phía khác).

Mặt khác trên hải đồ không thể phản ánh được những đặc điểm phản xạ rađa của mục tiêu (trừ một loại hải đồ rađa đặc biệt, hiện nay không được ứng dụng rộng rãi). Hơn nữa với một tàu không chạy chuyên tuyến thì sĩ quan hàng hải không thông thạo và quen với địa hình tiếp cận.

Có thể tham khảo những kinh nghiệm đã được đúc kết sau đây,

1) Bờ biển, trừ những đoạn bờ đá dốc cao sẽ không thể phát hiện từ xa. Một số các sườn núi cao, một số mục tiêu có độ phản xạ tốt như một số công trình nhân tạo cao có thể được phát hiện sớm.

2) Thông thường không thể nào phát hiện được các hải đăng.

3) Tín hiệu các sóng dội đầu tiên dần dần dịch chuyển tương đối về phía tàu, các sóng dội khác lần lượt xuất hiện.

4) Các sóng dội xuất hiện đầu tiên không chắc là sóng dội từ mục tiêu cao nhất. Cần chú ý, trong một số bảng hàng hải có cung cấp "Bảng tầm xa chân trời rađa" (trong bảng cho biết với độ cao anten nào đó và với độ cao của mục tiêu xác định thì sẽ tra được tầm xa phát hiện của mục tiêu là bao nhiêu hải lý), bảng này chỉ nên áp dụng với một giới hạn nhất định.

5) Nếu sóng dội xuất hiện thành những nhóm trong một vùng rộng thì tốt nhất thỉnh thoảng giảm độ lợi (Gain) để phát hiện những mục tiêu có cường độ phản xạ mạnh. Sóng dội mạnh, như trên đã nói, không chắc là của mục tiêu cao nhất nhưng nó là một điểm tham khảo tốt.

6) Khi phát hiện những sóng dội đầu tiên cần ghi tầm xa phát hiện vào nhật ký rađa, ngoài ra có thể vẽ lại hình ảnh của nó, ghi rõ vùng biển để tham khảo cho những chuyến đi sau này.

Cần chú ý, không thể quyết định ngay một vị trí tàu chính xác khi chỉ có một mục tiêu, nếu không có kinh nghiệm, điều đó có thể dẫn tới những sai lầm đáng tiếc. Ít nhất phải có 3 mục tiêu cho các đường vị trí giao nhau tại một điểm thì mới có thể khẳng định một vị trí tàu chính xác. Tốt nhất trong điều kiện cho phép có thể kếp hợp với đường vị trí thiên văn, GPS hay đo sâu.

3. Hàng hải trong luồng hẹp

Hàng hải trong vùng nước hẹp đặc biệt là khi tầm nhìn xa bị hạn chế, rađa có một tác dụng hết sức to lớn.

Trong vùng nước hẹp như trong eo biển hoặc luồng sông, rất khó phân biệt các sóng dội phao tiêu, thuyền con, tàu lớn nhỏ đang chạy hoặc neo. Vì vậy nên sử dụng thang tầm xa ngắn thỉnh thoảng chuyển sang thang tầm xa lớn để có thể bao quát một khu vực rộng hơn.

Cần nghiên cứu kỹ hải đồ để nắm chắc địa hình luồng, nắm vững các phao tiêu và chướng ngại vật để có thể kịp thời phát hiện sóng dội của chúng trên màn ảnh rađa và phân biệt chúng với các mục tiêu khác. Nếu có quá nhiều phao tiêu làm rối việc quan sát trên rađa, cần phải kiểm tra kỹ và nên ghi chép khi đi qua mỗi phao.

Nếu quan sát trên màn hình khó khăn vì quá nhiều sóng dội kể cả nhiễu và sóng dội giả gây khó khăn cho việc quan sát, thì có thể giảm bớt độ lợi (Gain) đến chừng mực nhất định để phân biệt.

Cần đặc biệt chú ý, mỗi rađa có một tầm quan sát cực tiểu và vùng chết, nghĩa là một khu vực chung quanh, gần tàu, không có sóng dội phản xạ từ các mục tiêu nằm trong đó, rađa không quan sát được. Cần lưu ý những hình quạt mù và râm, ở đó có thể có các mục tiêu bị che chắn không có sóng dội trên rađa.

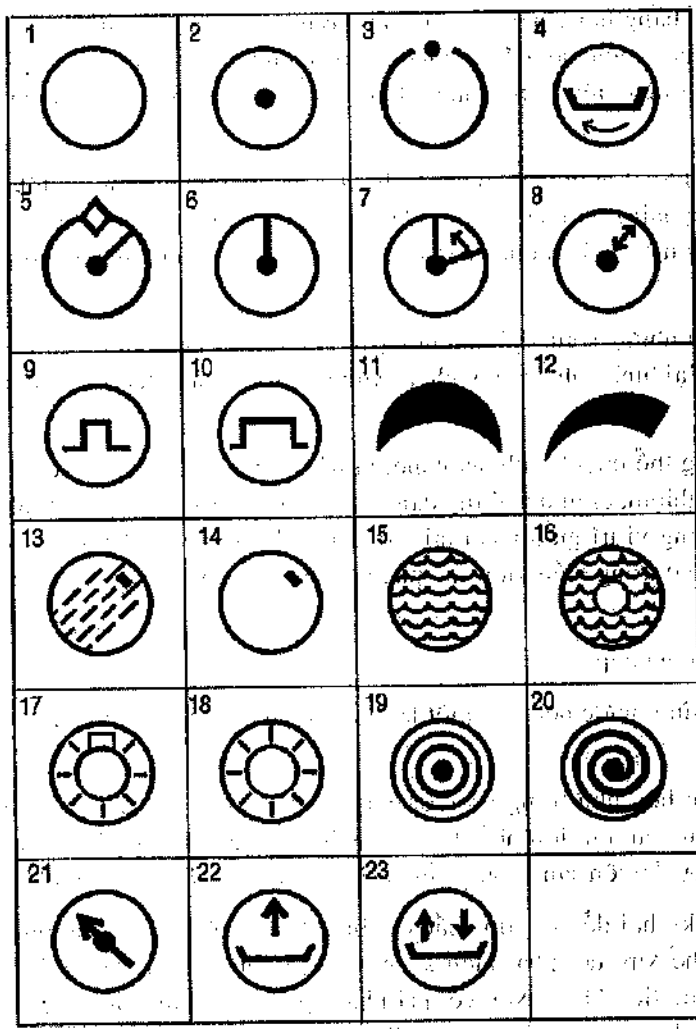
Cần áp dụng vạch chuẩn song song PI để điều chỉnh dạt ngang của tàu.

Để có thể tích lũy kinh nghiệm dẫn tàu trong luồng hẹp, khi chạy trong luồng trong điều kiện thời tiết tốt, tầm nhìn xa không bị hạn chế nên cho rađa hoạt động, kết hợp quan sát bằng mắt thường với quan sát trên màn ảnh rađa, làm quen với những sóng đội và mối tương quan giữa chúng trên màn hình, nếu cần có thể ghi chép để sử dụng về sau.

19.7 Thao tác và điều chỉnh cơ bản trên các loại rađa .

19.7.1 Ký hiệu của các nút điều chỉnh cơ bản trên ra đa

KÝ HIỆU CÁC NÚT ĐIỀU KHIỂN RADA



Hình 19.50

Để thuận tiện cho hoa tiêu cũng như các sĩ quan hàng hải mới lên tàu có thể làm quen với bất cứ rađa nào, IMO đưa ra một danh mục các ký hiệu của các nút điều chỉnh và điều khiển rađa, xem hình 19.50.

1.	Radar Off	Tắt rađa
2	Radar On	Mở rađa
3	Radar Stand-by	Rađa chuẩn bị hoạt động

4	Aerial Rotating	Quay Anten
5	North-up Presentation	Phương thức định hướng bắc
6	Head-Up Presentation	Phương thức định hướng mũi
7	Heading Marker Alignment	Chỉnh định dấu mũi tàu
8	Range Selector	Chọn thang tầm xa
9	Short Pulse (SL)	Xung ngắn
10	Long Pulse(LP)	Xung dài
11	Tuning	Điều hưởng
12	Gain	Độ lợi (tăng ích)
13	Anti Clutter Rain Minimum	Chống nhiễu mưa cực tiểu
14	Anti Clutter Rain Maximum	Chống nhiễu mưa cực đại
15	Anti Clutter Sea Minimum	Chống nhiễu biển cực tiểu
16	Anti Clutter Sea Maximum	Choongs nhiễu biển cực đại
17	Scale Illumination	Chiếu sáng thước tỷ lệ
18	Display Brilliance	Độ sáng hiển thị
19	Range Rings Brilliance	Độ sáng vòng cự ly
20	Variable Range Marker (VRM)	Dấu cự ly biến đổi
21	Bearing Marker	Dấu phương vị
22	Transmitted Power Monitor	Kiểm tra công suất phát
23	Transmit/Receive Monitor	Kiểm tra phát/thu

19.7.2 Chọn thang tầm xa - Range Selector

Thang tầm xa là tầm xa bao quát mặt biển trên màu hình. Mỗi rada có nhiều thang tầm xa khác nhau, chẳng hạn khi đặt thang tầm xa ở 0,5 hải lý có nghĩa là màn hình bao quát một vùng biển có bán kính 0,5 hải lý, khi đặt ở thang 48 hải lý thì màn hình bao quát một vùng có bán kính 48 hải lý. Thang tầm xa lớn nhất của rada cũng là khả năng phát hiện mục tiêu lớn nhất của rada đó (khả năng phát hiện xa nhất của rada còn phụ thuộc nhiều yếu tố khác). Chọn thang tầm xa nào để sử dụng là tuỳ ở phương pháp hàng hải và tình huống cụ thể trên biển.

19.7.3 Chỉnh độ sáng hiển thị - BRILL.

Dùng để điều chỉnh độ sáng tia điện tử quét trên màn hình. Chỉnh nhiều hay ít phụ thuộc vào ánh sáng ngày và đêm, chỉnh độ sáng sao cho vừa mắt người quan sát, đường quét điện tử vừa nhìn thấy, nhưng không quá sáng, trong khi nút "Gain" phải đặt ở vị trí nhỏ nhất. Nếu chỉnh độ sáng nhiều quá thì màn hình quá sáng, tia quét không hội tụ, làm cho sóng dội bị nhoè.

19.7.4 Chỉnh Độ lợi máy thu - Gain

Dùng để chỉnh độ nhạy của máy thu làm cho sóng dội mục tiêu xuất hiện trên màn hình. Cách chỉnh tốt nhất là chỉnh sao cho nhiễu nền và những tín hiệu tạp âm, vừa chớm xuất hiện trên nền màn hình. Nếu chỉnh độ lợi quá yếu thì nhiều sóng dội mục tiêu bị mất, nhưng nếu chỉnh quá lớn thì sóng dội mục tiêu mạnh có thể bị mất vì độ tương phản giữa các sóng dội trên màn hình yếu đi.

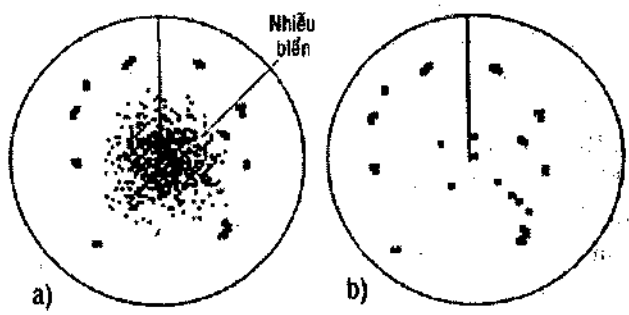
Để làm quen cách sử dụng nút này, khi ra đa hoạt động ta vặn nút này tận cùng bên trái ngược chiều kim đồng hồ sau đó vặn dần về tận cùng bên phải, tức tăng dần độ lợi, đồng thời quan sát sự biến đổi hình ảnh trên màn hình, từ đó có thể chọn vị trí tối ưu.

Khi chỉnh nút khử nhiễu mưa và khử nhiễu biển cần phải phối hợp với nút "Gain" sao cho nhiễu giảm xuống nhưng sóng dội mục tiêu trong vùng nhiễu không bị mất đi.

19.7.5 Khử nhiễu biển -Anti Clutter Sea (A/C SEA)

Trong điều kiện biển động, các sóng rada phản xạ từ sóng biển chung quanh tàu làm xuất hiện trên màn hình nhiều sóng dội biến đổi liên tục hình thành một vùng trắng chung quanh vị trí tàu ta, gọi là nhiễu biển, khiến các sóng dội mục tiêu ở gần tàu bị khuất vào trong nhiễu biển, như hình 19.51a.

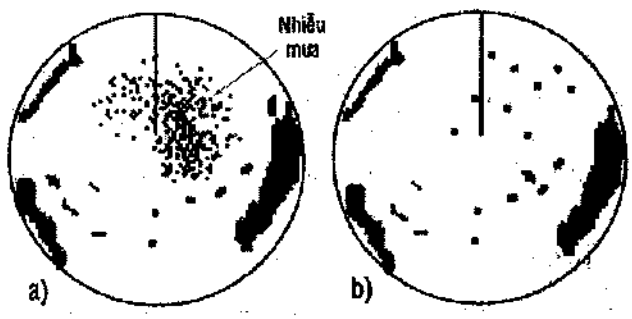
Nhờ áp dụng mạch khử nhiễu biển A/C Sea, bằng cách điều chỉnh nút khử nhiễu biển để giảm ảnh hưởng của nhiễu biển làm xuất lộ các sóng dội mục tiêu lẫn trong vùng nhiễu, như mô tả ở hình 19.51b.



Hình 19.51

Nút khử nhiễu biển có thể điều chỉnh từ cực tiểu đến cực đại, phải được chỉnh vừa phải đồng thời phối hợp với nút [GAIN] sao cho chỉ mất sóng biển mà không mất mục tiêu yếu lẫn khuất trong đó. Một sai lầm thường mắc phải là chỉnh nút A/C SEA quá tay làm mất luôn các sóng dội mục tiêu lẫn trong nhiễu biển.

19.7.6 Nhiễu mưa và khử nhiễu mưa - Anti Rain Clutter (A/C RAIN hoặc FTC, hoặc [RAIN CL]



Hình 19.52

Nếu thời tiết xấu, nhiều mây hoặc mưa, đặc biệt là mưa dông sẽ tạo ra các sóng dội phản xạ từ mưa làm xuất hiện trên màn hình những vùng sáng trên một phạm vi rất rộng che khuất các mục tiêu cần quan sát. Mưa còn hấp thụ sóng rada, làm giảm tầm xa thám sát của rada.

Nút khử nhiễu mưa A/C Rain cũng có vị trí cực tiểu và cực đại, cần được chỉnh vừa phải để giảm nhiễu do mưa gây ra nhưng không để mất sóng dội của các mục tiêu thám sát phía sau

vùng mưa. Hình 19.52a mô tả ảnh hưởng của nhiễu mưa, hình 19.52b mô tả hiệu quả sau khi chỉnh nút khử nhiễu mưa.

19.7.7 Điều hưởng máy thu [TUNE]

Dùng để điều hưởng tần số máy thu làm tăng khả năng thu sóng dội máy thu.

Bình thường nút điều hưởng đặt ở vị trí điều hưởng tự động [AUTO TUNE]. Vì máy thu được điều hưởng tự động ngay khi cho lắp đặt rađa cho nên nút này không để trên mặt máy, khi máy đã được điều hưởng thì chữ [AUTO TUNE] hiện lên trên màn hình. Khi không có chữ [AUTO TUNE] xuất hiện có nghĩa là máy chưa được điều hưởng, cần kiểm tra và chỉnh nút điều hưởng [TUNE] .

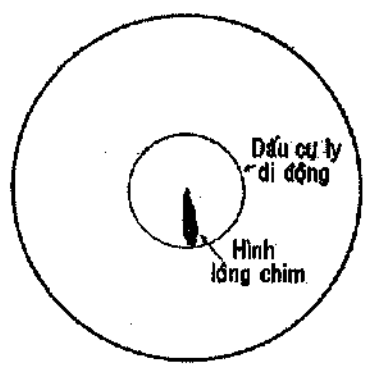
Cách chỉnh điều hưởng bằng tay như sau:

- Bật nút điều hưởng về vị trí bằng tay.
- Chuyển rađa hoạt động ở tầm xa lớn nhất, chỉnh nhẹ [TUNE] đạt điểm điều hưởng tốt nhất, tức vạch sáng trên đèn chỉ báo điều hưởng lớn nhất.
- Chuyển nút điều hưởng về tự động [AUTO] .
- Kiểm tra lại đèn chỉ báo điều hưởng.

17.7.8 Kiểm tra đặc tính máy phát/thu của rađa - Performance Monitor

Thiết bị kiểm tra đặc tính dùng để kiểm tra hiệu quả hoạt động của máy phát và máy thu rađa, đánh giá bằng cách đo độ dài của một ký hiệu hình lông chim trên màn hình tạo ra trong thiết bị rađa.

Bật công tắc kiểm tra, trên màn hình hiển thị hình lông chim (Plume) sáng như mô tả ở hình 19.53. Khi lắp mới rađa, sau khi đã điều chỉnh máy phát/thu tối ưu, phải tiến hành kiểm tra đặc tính của rađa bằng nút Performance Monitor. Dùng dấu hiệu khoảng cách biến đổi đo độ dài của hình lông chim và ghi chép vào trong nhật ký rađa. Người sử dụng bất cứ lúc nào cũng có thể đánh giá đặc tính của máy phát/ thu rađa bằng cách đo chiều dài hình lông chim thực tế và so sánh với chiều dài ban đầu của nó hoặc so sánh với chiều dài hình lông chim rada hoạt động tốt nhất. Nếu chiều dài của "hình lông chim" giảm 20% so với lúc đặc tính tốt nhất thì cần phải tiến hành điều hưởng lại máy thu, chỉnh định máy phát/thu.



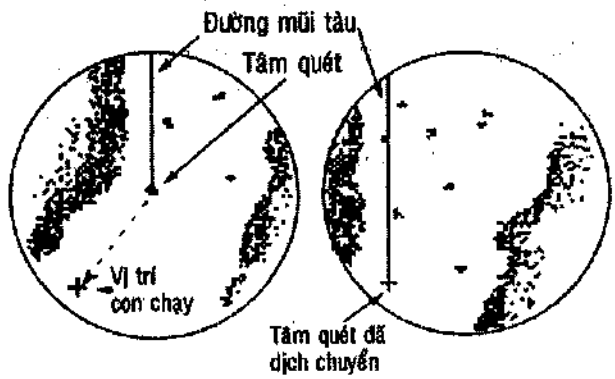
Hình 19.53

19.7.9 Chọn xung phát -LP/SP

Mỗi rađa có thể hoạt động với xung phát ngắn và xung phát dài. Xung ngắn [SP] cho các sóng dội mục tiêu ở gần sắc nét, rõ ràng còn xung dài [LP] có thể làm cho rađa phát hiện mục tiêu ở xa hơn. Trên màn hình rađa đều có nút chọn SP hay LP, tuỳ theo yêu cầu của người sử dụng có thể chọn SP hoặc LP.

19.7.10 Dịch chuyển tâm quét - OFF CENTER

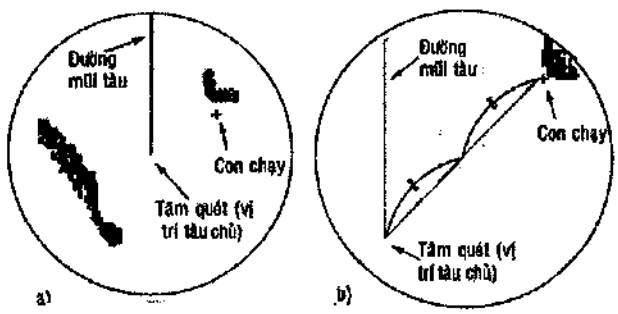
Dùng để dịch chuyển tâm quét (vị trí tàu) làm tăng tầm quan sát một phía nào đó trên màn hình mà không cần thay đổi tầm xa hoạt động của rađa, như hình 19.54. Cần lưu ý rằng dịch chuyển tâm quét, rađa vẫn hoạt động ở màn hình chuyển động tương đối, không phải là màn hình chuyển động thật, chỉ thay đổi là tâm quét không còn nằm ở tâm màn hình mà thôi.



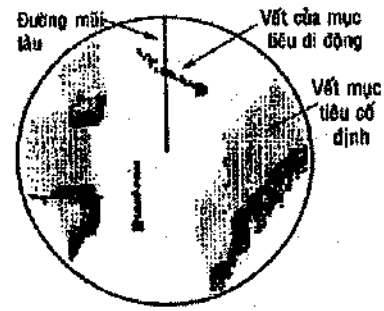
Hình 19.54

19.7.11 Phóng đại hình ảnh - ZOOM

Chức năng phóng đại ảnh dùng để mở rộng khu vực mà ta quan tâm. Hình 19.55a là màn hình chưa được phóng đại. Muốn phóng đại về hướng nào thì đặt con chạy ở hướng đó và ấn nút ZOOM. Hình 19.55b cho thấy phía mục tiêu bên phải đã được phóng đại hai lần tính từ tâm quét đến vị trí con trỏ.



Hình 19.55



Hình 19.56

19.7.12 Lưu vết mục tiêu -TRAILS

Khi rađa hoạt động ở chế độ chuyển động tương đối, tàu ta chuyển động trên biển nhưng trên màn hình vị trí tàu ta đứng yên ở tâm quét màn hình. Các sóng dội trên màn hình thì chuyển động tương đối với tàu ta. Sóng dội của các mục tiêu cố định như hải đảo, tàu neo chuyển động ngược chiều với vị trí tàu ta. Còn sóng dội của các mục tiêu di động như tàu đang chạy thì chuyển động theo hướng tương đối của nó đối với tàu ta.

Nút [TRAILS] tạo ra vết di chuyển như "cái đuôi" của mục tiêu mô phỏng hướng di chuyển của mục tiêu như hình 19.56. Lưu ý rằng mục tiêu cố định cũng có "đuôi" nhưng đuôi luôn luôn song song với hướng tàu ta đang chạy.

19.7.13 Vòng tròn cố định đo cự ly - RANGE RINGS

Đó là các vòng tròn đồng tâm cách đều nhau dùng để đo cự ly. Ở mỗi thang tầm xa khác nhau, các vòng tròn này cách nhau một khoảng cách cố định khác nhau.

Ấn nút [RINGS] các vòng tròn đo cự ly xuất hiện và trên màn hình thể hiện bằng chữ/số tầm xa hoạt động của rađa và mỗi vòng tròn cố định cách nhau bao nhiêu hải lý (xem hình 19.26).

19.7.14 Dấu di động đo cự ly - Variable Range Marker [VRM].

Các vòng cố định đo cự ly Range Rings như nói ở trên chỉ có thể giúp ta phán đoán cự ly từ tàu ta đến mục tiêu một cách gần đúng khi sóng dội mục tiêu đó nằm giữa hai vòng tròn cố định. Muốn đo cự ly của sóng dội này một cách chính xác phải dùng dấu di động đo cự ly VRM. Chỉ cần đặt vòng di động trùng với mục tiêu là có thể đọc cự ly đến mục tiêu một cách chính xác (xem hình 19.27).

19.7.15 Cài đặt vùng báo động cảnh giới - GUARD và ALM

Để thuận tiện trong việc theo dõi mục tiêu, đảm bảo an toàn hàng hải, người sử dụng có thể cài đặt một vùng cảnh giới tuỳ chọn. Sau khi cài đặt nếu có mục tiêu nào di chuyển vào vùng báo động hoặc ra khỏi vùng báo động thì máy sẽ cảnh báo bằng chuông. Cách cài đặt xem hướng dẫn sử dụng của thiết bị.

19.7.16 Các nút điều khiển chuyển động thật

Các phần điều khiển sau đây dùng để hỗ trợ sử dụng khi rađa hoạt động ở phương thức chuyển động thật. Nếu phương thức chuyển động thật của rađa được thiết kế bao gồm hiển thị ổn định tương đối với đáy, khi hoạt động ở phương thức này chuyển động của sóng dội đều chịu ảnh hưởng của các nút điều khiển thuỷ triều, dòng chảy, tốc độ và hướng đi thực tế.

1. Phương thức hoạt động - Operating Mode

   Khi một rađa được thiết kế cho phương thức chuyển động tương đối và chuyển động thật thì phải có nút điều khiển chuyển đổi giữa hai phương thức, hiển thị chuyển động tương ứng trên màn hình.

2. Cài đặt lại vị trí tàu ta

   Trong phương thức chuyển động thật, vị trí tàu ta không nằm ở tâm màn hình mà luôn chuyển động, khi tàu ta chuyển động đến một giới hạn nào đó trên màn hình thì cần phải cài đặt lại vị trí tàu ta trên màn hình. Cài đặt lại vị trí tàu ta có thể tiến hành bằng tay hoặc tự động. Việc cài đặt tự động, tuỳ theo thiết kế, vị trí tàu được cài đặt lại một cách tự động khi nó dịch chuyển quá một khoảng cách nào đó tính đến tâm màn hình, thông thường là vượt quá 2/3 bán kính màn hình tính từ tâm.

   Có loại rađa có thể điều khiển cài đặt chậm, nghĩa là cho tàu ta dịch chuyển đến tận mép màn hình so với cài đặt bình thường, đồng thời có tín hiệu báo động âm thanh khi tàu ta dịch chuyển đến phạm vi ấn định trước và tự động cài đặt lại.

3. Nút chọn nhập tốc độ tàu

   Trên rađa chuyển động thật cần thiết phải nhập tốc độ và hướng đi của tàu ta, nút chọn nhập tốc độ cho phép chọn nhập tự động tốc độ từ tốc độ kế của tàu hoặc nhập tốc độ bằng tay.

4. Điều chỉnh dòng chảy và dạt

Dòng chảy và dạt nhập vào máy để cung cấp dữ liệu cho phương thức chuyển động thật tương đối với đáy biển. Nếu các giá trị này nhập vào chính xác thì trên màn hình chuyển động thật, các mục tiêu cố định sẽ không còn dịch chuyển. Nút này thường có ký hiệu DRIFT DIRECTION (hướng dòng chảy) và DRIFT SPEED (tốc độ dòng chảy).

5. Điều khiển tốc độ và hướng đi thực tế

Thay vì thiết kế nút nhập dòng chảy và dạt, một số rađa thiết kế các nút điều chỉnh tốc độ và hướng đi thực tế tương đối với đáy biển trong chuyển động thật. Hướng đi thực tế cho phép nhập hướng có thể hiệu chỉnh trong vòng 25^0 , có thể nhập tốc độ từ tốc độ kế hoặc tốc độ nhân tạo.

6. Điều chỉnh tốc độ zêrô

Nút này khi đặt ở vị trí ZERO thì vị trí tàu ta cố định trên màn hình, khi đặt ở vị trí TRUE thì vị trí tàu ta dịch chuyển theo như tốc độ nhập vào.

Dưới đây giới thiệu một loại rađa để minh hoạ cách sử dụng rađa.

19.8 Hướng dẫn sử dụng RAĐA HÀNG HẢI JMA – 2254

19.8.1 Giới thiệu một số đặc điểm của thiết bị.

- Màn hình chuyển động thật [TM], (lưu ý, cần có tín hiệu tốc độ và hướng đi từ NMEA0183).
- Điều hưởng tự động AUTO TUNE
- Có thể cài đặt một vùng cảnh giới hình quạt báo động bằng âm thanh khi tàu ta vào hoặc ra khỏi khu vực cảnh giới đó.
- Lệch tâm 2/3 màn hình.
- Rađa cũng có thể phóng đại 200% quanh khu vực đặt con trỏ điện tử chỉ bằng một "nút chạm" đơn giản. Mục đích của việc phóng đại là để dễ phát hiện và giám sát các mục tiêu.

19.8.2 Các thông số cơ bản.

- Góc mở ngang cánh sóng : 2^0
- Góc mở đứng cánh sóng : 30^0
- Tốc độ quay của anten : 27 vòng/phút
- Tần số phát : 9410 ± 30MHz
- Công suất phát : 4kW
- Độ rộng xung/tần số lặp xung : 0,08 µs/2250Hz cho tầm xa ngắn.
- 0,35 µs/1500Hz cho tầm xa trung bình.
- 0,7 µs/700Hz cho tầm xa lớn.
- Màn hình : 10 inch vuông monochrome.
- Tầm xa lớn nhất : 48 hải lý.

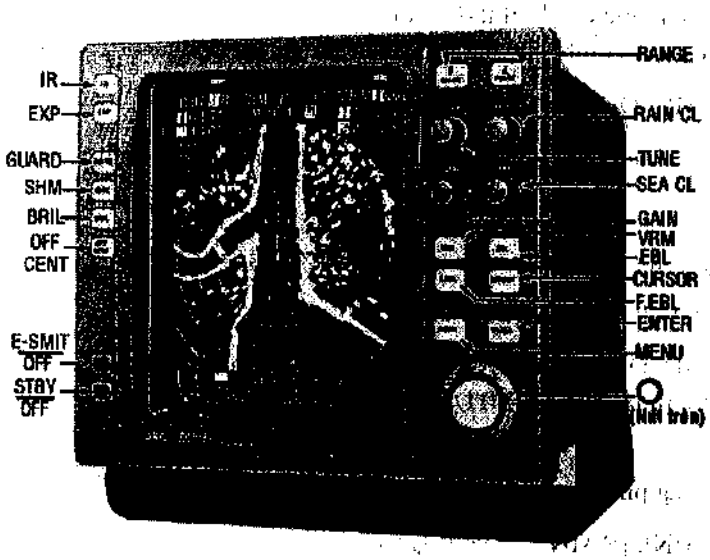
- Các thang tầm xa và vòng cự ly cố định:

Thang tầm xa (Hải lý)	0,125	0,25	0,5	0,75	1,5	3	6	12	24	32	48
Khoảng cách các vòng cự ly cố định (h.lý)	0,0625	0,125	0,25	0,25	0,25	0,5	1	2	4	8	8

- Nguồn điện cung cấp: : DC 10,8V, gần 80W .

19.8.3 Các nút điều khiển trên bảng điều khiển, xem hình 19.57

- RANGE ▼ RANGE ▲ - Nút chọn thang tầm xa.
- IR - Khử nhiễu giao thoa do rađa khác gây ra.
- EXP – Kéo dài ảnh mục tiêu.
- GUARD - Đặt vùng cảnh giới.



Hình 19.57

- SHM - Tắt mở đường đánh dấu hướng mũi tàu.
- BRILL - Điều chỉnh độ sáng màn hình.
- OFF CENT - Cho lệch tâm quét.
- VRM - Dấu cự ly di động.
- EBL - Đường phương vị điện tử.
- F.EBL - Thay đổi vị trí gốc của VRM và EBL
- COURSOR - Tắt mở con trỏ dấu [+].
- MENU - Danh mục tuỳ chọn.

- ENTR - Chọn chức năng.
- X-MIT/OFF - Chọn chế độ Phát/Tắt máy.
- STBY/OFF - Chọn chế độ Sẵn sàng/Tắt nguồn điện cho máy.
- TUNE - Chỉnh điều hưởng.
- GAIN - Chỉnh độ lợi.
- RAIN CL - Khử nhiễu mưa.
- SEA CL - Khử nhiễu biển.
- Nút tròn O màu xanh dùng để dịch chuyển con trỏ, điều khiển VRM và EBL.

19.8.4 Hướng dẫn vận hành thiết bị

1. Cho máy hoạt động

   - Ấn nút [STBY/OFF] để cấp điện vào máy. Chờ máy khởi động trong vòng 90 giây. Đồng hồ đếm ngược cho biết thời gian chờ khởi động còn lại. Sau 90 giây ký hiệu STBY xuất hiện trên màn hình cho biết máy sẵn sàng hoạt động.
   - Ấn nút [X- MIT/OFF], rada bắt đầu phát sóng. Anten quay.
   - Tiếp tục điều chỉnh theo yêu cầu sử dụng (xem phần điều chỉnh dưới đây)

2. Tắt máy

   Sau khi sử dụng xong muốn cho máy ở trạng thái chờ sẵn sàng thì:

   - Ấn nút thang tầm xa RANGE về 3 hải lý.
   - Ấn nút [X-MIT/OFF] để chuyển sang [OFF]. Lúc này máy ở trạng thái chờ, khi cần cho phát sóng thì ấn lại nút [X-MIT/OFF] chuyển sang phát ngay mà không phải chờ đợi 90 giây.

   Nếu máy đang phát, muốn tắt hẳn máy :

   - Vặn nút [GAIN], [RAIN CL] và [SEA CL] về tận cùng bên trái.
   - Chọn thang tầm xa [RANGE] 3 hải lý.
   - Ấn nút [X-MIT/OFF] về vị trí [OFF].
   - Ấn nút [STBY/OFF] về vị trí [OFF].

19.8.5 Các điều chỉnh chức năng

1. Chọn thang tầm xa.

   Đơn giản là ấn hai nút [RANGE] để tăng giảm tầm xa quan sát. Chú ý khi thay đổi thang tầm xa thì khoảng cách các vòng đo cự ly cố định cũng thay đổi.

2. Chỉnh điều hưởng [TUNE]

   Khi chỉnh điều hưởng bằng tay, vặn núm [TUNE] sao cho đèn chỉ báo điều hưởng sáng nhất, lúc này mục tiêu trên màn hình rõ ràng mà không mất mục tiêu.

Khi sử dụng máy, thường đặt sẵn chế độ điều hưởng tự động [TUNE AUTO], nút [TUNE] đặt ở vị trí giữa.

3. Chỉnh độ lợi [GAIN]

Vặn nút [GAIN] theo chiều kim đồng hồ đến mức các mục tiêu xuất hiện rõ và không bị nhiễu. Mức điều chỉnh có thể thay đổi nhiều ít tuỳ theo thang tầm xa. Cần lưu ý:

- Nếu chỉnh quá ít thì có thể mất mục tiêu nhỏ và yếu.
- Nếu chỉnh quá tay màn hình có thể bị bảo hoà bởi nhiễu tạp, làm cho việc quan sát mục tiêu trở nên khó khăn.

4. Khử nhiễu biển [SEA CL]

Chỉnh nhiễu biển là nhằm khử bỏ nhiễu do sóng biển tạo ra ở vùng chung quanh tàu để dễ phát hiện mục tiêu yếu và nhỏ lẫn trong đó. Cách chỉnh chỉ cần vặn ít nút [SEA CL] về bên phải sao cho các sóng dội của nhiễu biển trở thành những chấm li ti để lộ ra các mục tiêu yếu như thuyền nhỏ, phao lưới trong khu vực đó. Nếu chỉnh quá tay, nhiễu sóng biển mất nhưng các mục tiêu yếu cũng mất theo. Có thể phối hợp chỉnh nút [GAIN] để tăng một ít độ lợi trong khi khử nhiễu biển.

5. Khử nhiễu mưa [RAIN CL].

Mục đích là làm giảm sóng dội phản hồi từ mưa, mây dông, sương mù. Trong trường hợp mưa giông nặng hạt cần phối hợp giảm (vặn về bên trái) nút [GAIN] nhỏ hơn bình thường đồng thời tăng (vặn về bên phải) nút [RAIN CL] đến mức vừa phải sao cho các sóng dội từ tàu lạ và mục tiêu nhỏ xuất hiện. Chú ý tăng nút [GAIN] để phát hiện các mục tiêu ở sau vùng mưa.

6. Đo khoảng cách tới mục tiêu bằng dấu cự ly di động [VRM]

Loại máy này có hai dấu cự ly di động VRM1 và VRM2.

Cách tiến hành đo cự ly như sau:

- Ấn nút VRM chọn chức năng, chữ V xuất hiện ở góc dưới bên phải màn hình.
- Ấn VRM một lần nữa, một vòng tròn không liền nét (VRM1) có tâm trùng với tâm màn hình xuất hiện.
- Ấn mép phải hoặc trái nút tròn " O" để mở rộng hay thu hẹp vòng tròn VRM1 cho đến khi vòng tròn trùng với mép trong của mục tiêu cần đo. Đọc số hải lý ở góc trên bên phải màn hình.
- Nút VRM sẽ tự động thoát khỏi chức năng VRM sau 15 giây không sử dụng.

Sử dụng vòng đo cự ly VRM2

- Ấn nút [MENU], trên màn hình xuất hiện danh mục tuỳ chọn chính.
- Ấn mép trên hoặc mép dưới nút tròn "O" cho ô đen trên [MENU] chạy đến trùng với chữ [FUNCTION]
- Ấn nút [ENTER], chức năng tuỳ chọn chi tiết xuất hiện.
- Ấn mép dưới hoặc trên nút tròn "O" cho ô đen chạy đến trùng với hàng chữ #2 VRM.

- Ấn mép phải hoặc mép trái "O" để đưa ô đen đến trùng với chữ SET.
- Ấn ENTER để mở vòng đo cự ly VRM2.
- Ấn [MENU] để đưa về trạng thái bình thường.
- Ấn mép trái hoặc phải nút tròn "O" để phóng to hoặc thu nhỏ vòng tròn di động đến trùng với mục tiêu cần đo.

Cự ly VRM2 chỉ báo bên phải màn hình.

7. Đo góc mạn tới mục tiêu bằng đường ngắm điện tử EBL

Máy có hai đường phương vị điện tử dùng để đo góc mạn của các mục tiêu. Cách đo như sau:

- Ấn nút EBL để chọn chức năng EBL, có chữ E xuất hiện ở góc dưới bên phải màn hình.
- Ấn nút EBL một lần nữa để mở tia phương vị điện tử số EBL1.
- Ấn mép phải hay mép trái nút "O" để quay tia điện tử EBL1 theo chiều ngược xuôi cho đến khi tia điện tử cắt ngang mục tiêu hoặc cắt mép mục tiêu (nếu mục tiêu lớn).
- Đọc góc mạn của mục tiêu ở góc trên bên trái màn hình.

Sử dụng tia điện tử đo góc mạn EBL2.

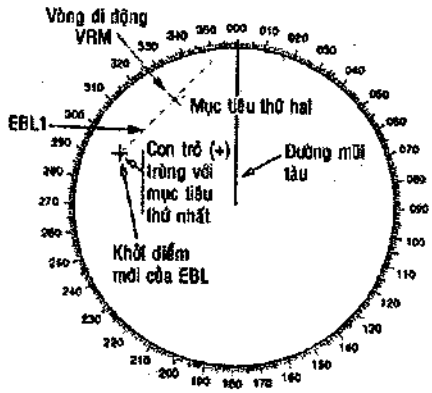
- Ấn nút MENU, danh mục tuỳ chọn chính xuất hiện.
- Ấn mép trên hoặc dưới của nút "O" đưa ô đen đến trùng với hàng chữ FUNCTION.
- Ấn ENTER cho chức năng tuỳ chọn chi tiết xuất hiện.
- Ấn mép trên hoặc mép dưới nút "O" để dời ô đen đến trùng hàng chữ #2EBL.
- Ấn mép trái hoặc mép phải nút "O" để dời ô đen đến trùng chữ SET.
- Ấn nút ENTER để mở tia EBL2.
- Ấn nút MENU để đưa về trạng thái bình thường.
- Ấn mép phải hay mép trái nút "O" để quay tia điện tử EBL2 theo chiều ngược xuôi cho đến khi tia điện tử cắt ngng mục tiêu.
- Đọc góc mạn của mục tiêu ở góc trên bên phải màn hình.
- Nút "O" sẽ tự động thoát khỏi chức năng VRM sau 15 giây không sử dụng. Nếu cần, lặp lại các bước trên.

8. Đo khoảng cách và góc mạn giữa hai mục tiêu.

Trong thực tế hàng hải nhiều khi muốn biết khoảng cách giữa hai tàu mục tiêu cách nhau bao xa thì phải tiến hành đo khoảng cách (và đôi khi cả góc mạn) giữa hai mục tiêu bằng phương pháp sau đây (Hình 19.58):

- Ấn nút [F.EBL], con trỏ dấu cộng [+], dấu cự ly di động VRM và tia phương vị điện tử EBL xuất hiện.

- Ấn nút"O" dời con trỏ [+] tới trùng với mục tiêu thứ nhất.
- Ấn ENTER, tâm của EBL1 và vòng VRM1 nhảy tới vị trí của dấu [+]
- Ấn nút VRM và dùng nút "O" (ấn phải, trái) chỉnh cho dấu cự ly đi động đến trùng với mục tiêu thứ hai, đọc khoảng cách giữa hai mục tiêu trên màn hình.
- Ấn nút EBL, dùng nút "O" (ấn phải hoặc trái) cho phương vị điện tử trùng với mục tiêu thứ hai, đọc góc mạn của mục tiêu hai đối với mục tiêu thứ nhất trên màn hình.



Hình 19.58

- Ấn nút [F.EBL] để tắt chức năng này.

9. Sử dụng con trỏ [+] đo nhanh cự ly và góc mạn mục tiêu.
   - Ấn nút CURSOR cho dấu [+] xuất hiện trên màn hình.
   - Ấn nút "O" dịch chuyển dấu [+] đến trùng với mục tiêu cần đo, khoảng cách và góc mạn của mục tiêu hiện ra ở góc dưới bên phải màn hình.
   - Ấn nút "O" một lần nữa để tắt dấu [+]
10. Kéo dài ảnh mục tiêu [EXP]

    Ấn [EXP] , chữ EXP xuất hiện ở góc trên bên trái, chức năng kéo dài ảnh mục tiêu đang hoạt động. Chức năng này chủ yếu dùng để quan sát rõ các mục tiêu.
11. Chức năng đặt lệch tâm quét [OFF CENT]

    Với chức năng này có thể đặt tâm quét (vị trí tàu ta) tại một vị trí bất kỳ trên màn hình, trong giới hạn 66% bán kính của thang tầm xa đang sử dụng, để mở rộng tầm quan sát như mô tả ở hình 19.54. Cách thực hiện:
    - Ấn nút [OFF CENT] dấu con trỏ [+] xuất hiện trên màn hình.
    - Ấn nút tròn "O" đưa con trỏ [+] tới vị trí mong muốn.
    - Ấn nút [ENTER] , tâm màn hình sẽ dịch tới vị trí có con trỏ.
    - Ấn [OFF CENTER] để đóng chức năng lệch tâm.
12. Khử nhiễu giao thoa [IR]
    - Ấn nút [IR] để khử nhiễu giao thoa do rađa tàu khác gây ra. Kí hiệu IR xuất hiện trên màn hình.
    - Ấn lại nút [IR] một lần nữa, đóng chức năng khử nhiễu.
13. Chỉnh độ sáng màn hình [BRIL]
    - Ấn nút [BRIL] độ sáng màn hình sẽ thay đổi từng nấc từ mức 1 đến mức 8, có thể điều chỉnh theo điều kiện ánh sáng chung quanh để quan sát rõ mục tiêu trên màn hình.

- Khi mở rađa, máy tự động đặt độ sáng ở mức 7.

14. Chỉnh độ chiếu sáng trên bảng điều khiển

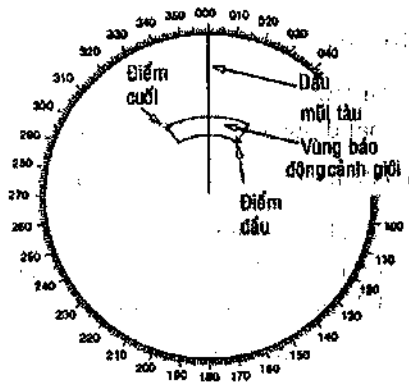
Có 8 mức độ chiếu sáng các nút trên bàng điều khiển máy, có thể chọn tuỳ theo ánh sáng trong buồng lái. Ban ngày nên chọn mức 0 để tăng tuổi thọ bóng đèn chiếu sáng.

- Ấn nút [MENU]
- Ấn mép trên hoặc mép dưới của nút tròn "O" để dời ô đen trên danh mục tuỳ chọn đến chữ [RADAR SET UP] .
- Ấn nút [ENTER], danh mục tuỳ chọn cài đặt rađa xuất hiện.
- Ấn mép trên hoặc mép dưới nút tròn "O" để dời ô đen trên danh mục tuỳ chọn đến trùng với hàng chữ [KEYBOARD DIMMER]
- Ấn mép trái hoặc mép phải nút "O" để chọn một trong 8 mức của độ chiếu sáng.
- Ấn [ENTER]
- Ấn nút [MENU để trở về trạng thái bình thường của máy.

15. Cài đặt vùng báo động cảnh giới [GUARD].

Có thể cài đặt vùng báo động ở bất cứ chỗ nào trên màn hình, thiết bị có hai loại báo động cảnh giới:

- Báo động vào, máy sẽ báo động bằng âm thanh khi có mục tiêu lọt vào vùng cảnh giới.
- Báo động ra, máy sẽ báo động bằng âm thanh khi có mục tiêu ra khỏi vùng cảnh giới.



Hình 19.59

Cách cài đặt vùng báo động như sau, xem hình 19.59,

- Ấn nút [GUARD] cho con trỏ [+] xuất hiện.
- Ấn nút "O" để dịch chuyển con trỏ [+] đến điểm bắt đầu của vùng cần báo động.
- Ấn [ENTER]
- Ấn nút "O" để dịch chuyển dấu con trỏ [+] tới điểm cuối của vùng cần báo động. Vùng báo động sẽ được vẽ ra trên màn hình.
- Ấn nút [ENTER] . Chữ ALM (báo động) hiện ở góc trên bên phải màn hình.
- Ấn và giữ nút [GUARD] khoảng một giây để ghi nhớ vùng báo động.
- Ấn nút [GUARD] để chọn kiểu báo động:
- I – báo động vào, O – báo động ra được chỉ báo dưới chữ ALM. Chức năng báo động cảnh giới bắt đầu hoạt động.

Tắt chức năng báo động:

- Ấn và giữ nút [GUARD] khoảng 1 giây.

16. Cài đặt mức báo động.

Có 7 mức báo động ứng với cường độ sóng dội mục tiêu từ yếu đến mạnh, mức 1 báo động khi có sóng dội yếu nhất, mức 7 báo động khi có sóng dội mạnh nhất.

- Ấn nút [MENU] , danh mục tuỳ chọn xuất hiện.
- Ấn mép trên hoặc mép dưới nút tròn "O" để dời ô đen đến trùng với hàng chữ [RADAR SET UP].
- Ấn [ENTER] , danh mục tuỳ chọn cài đặt xuất hiện.
- Ấn mép trên hoặc mép dưới nút tròn "O" để dời ô đen đến trùng với hàng chữ ALM LEVEL.
- Ấn mép trái hoặc mép phải nút tròn "O" để chọn mức đặt báo động. Tuỳ chọn từ mức 1 đến mức 7.
- Ấn [ENTER]
- Ấn [MENU] để thoát khỏi [MENU].

17. Tắt dấu mũi tàu SHM

Ấn và giữ nút SHM tạm thời tắt đường mũi tàu để dễ quan sát mục tiêu ngay trước mũi tàu.

19.9 Đồ giải tránh va bằng rađa

19.9.1 Khái niệm đồ giải

Đồ giải trên rađa nhằm hai mục đích:

1. Xem xét trong hoàn cảnh thực tế có tồn tại nguy cơ đâm va hay không, tàu ta đi qua cách mục tiêu bao xa ở điểm gần nhất (DCPA), thời gian còn lại trước khi đến điểm gần nhất (TCPA) (xem hình 11.23 Chương 11).
2. Nhờ các lần quan sát tàu mục tiêu trước đó, xác định một cách gần đúng hướng đi và tốc độ của nó để có thể áp dụng thích hợp hành động tránh va khi cần.

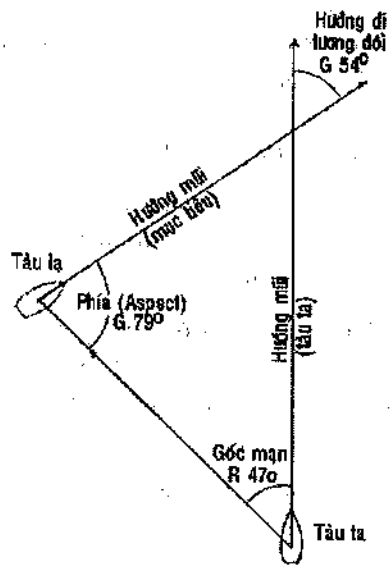
Liên quan đến mục đích thứ hai, sự giới hạn của rađa centimét không thể hiển thị cho ta nhận biết " góc phía" của tàu mục tiêu hoặc là mép trước của nó. Nói một cách khác, đồ giải không hiển thị cho ta biết hình dáng của mục tiêu vì vậy ta không thể biết hướng mũi của nó mà chỉ biết hướng dịch chuyển của nó trong khoảng thời gian đồ giải.

Có hai cách đồ giải:

- Đồ giải chuyển động thật và
- Đồ giải chuyển động tương đối.

19.9.2 Định nghĩa "Góc phía" (Aspect) của tàu mục tiêu

"Góc phía" là góc mạn của tàu ta đo từ tàu mục tiêu, xem hình 19.60, góc phía bên phải biểu thị bằng màu



Hình 19.60

xanh, góc phía bên trái biểu thị bằng màu đỏ. Ví dụ: Red 90^0 Aspect có nghĩa là tàu mục tiêu quan sát tàu ta ở ngay chính ngang bên trái của nó. Một mục tiêu chĩa mũi về phía tàu ta (head-on) có "góc phía" bằng zêrô, môt mục tiêu trưng lái về tàu ta (stern-on) có "góc phía" bằng 180^0.

Nói một cách nghiêm khắc thì "góc phía" không thể suy ra từ đồ giải nhưng có thể cho rằng từ đồ giải có thể suy diễn ra "góc phía" khả dĩ nhất.

Theo như hình 19.60, chuyển động của mục tiêu có thể được diễn đạt bởi "góc phía" của nó hoặc hướng đi tương đối hoặc là hướng đi thật (hướng mũi của mục tiêu).

19.9.3 Đồ giải chuyển động thật

Đồ giải chuyển động thật có thể tiến hành trên hải đồ có thang tỷ lệ lớn hoặc trên một tờ giấy thích hợp theo tỷ lệ xác định, trên đó vẽ ra tình hình chuyển động thực tế của tàu, tìm ra các yếu tố chuyển động của nó. Cách đồ giải như vậy gọi là đồ giải chuyển động thật.

Cách vẽ lược đồ *chuyển động thật* biểu thị trên hình 19.61. Đầu tiên chọn một điểm thích hợp C là điểm vị trí tàu ta khi bắt đầu quan sát, từ C vẽ CZ là đường dịch chuyển tàu ta.

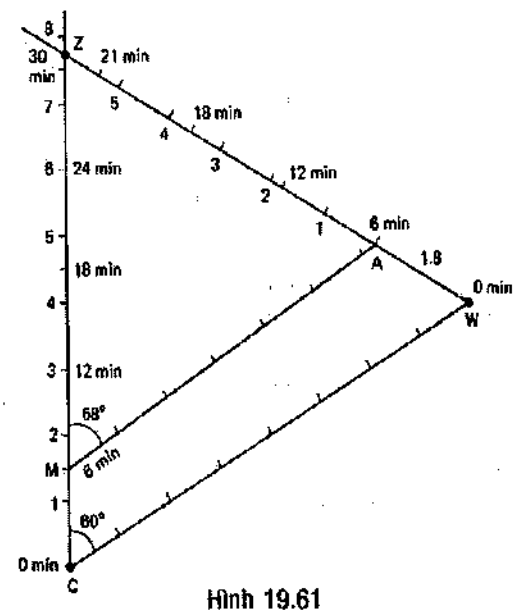
Tại thời điểm 0 min. hướng ngắm/cự ly đến tàu lạ là 60^0/8nm, xác định được điểm W. Sau 6 phút tại thời điểm 6 min., xác định được tàu lạ 58^0/6,3nm, xác định được điểm A. Nối WA và kéo dài thành WZ. Tiếp theo có thể xác định vị trí tàu lạ ở thời điểm 12min... Cách đồ giải này cho ta nhìn một cách trực quan tình hình hiện tại và sắp tới giữa hai tàu, đồng thời cũng có thể xác định tốc độ và hướng đi của tàu lạ bằng cách đo tốc độ dịch chuyển và hướng của đường WZ.

Tuy nhiên, cách đồ giải này có nhược điểm là:

Đầu tiên, như hình vẽ trên, sau khi tìm được điểm W và A thì không thể nhận ra ngay được hai tàu có nguy cơ đâm va hay không., Tuy nhiên việc này có thể thực hiện được bằng cách quan sát xem hướng ngắm của tàu lạ có biến đổi hay không, nhưng thực hiện điều đó lại phải tiến hành thêm các thao tác khác.

Thứ hai, bằng đồ giải này rất khó xác định DCPA (cự ly tiếp cận nhất) và TCPA (thời gian tiếp cận nhất).

Vì những lý do đó, đồ giải chuyển động thực không cung cấp đủ thông tin như đồ giải chuyển động tương đối sau đây, mặc dù nó rất dễ hiểu.



Hình 19.61

19.9.4 Đồ giải chuyển động tương đối

Như đã giải thích trong phần nguyên lý rađa, trên màn ảnh rađa chuyển động tương đối, vị trí của tàu ta được xem như là một điểm cố định nằm ở tâm quét của màn ảnh, còn chuyển động của tàu lạ là chuyển động tương đối đối với tàu ta.

Đồ giải *chuyển động tương đối* của rađa là phương pháp vẽ đồ căn cứ vào vị trí tương đối của sóng dội tàu lạ và vị trí cùng các yếu tố chuyển động của tàu ta, từ đó tìm ra các yếu tố chuyển động của tàu lạ, xác định có hay không có nguy cơ đâm va giữa hai tàu. Đồ giải chuyển động tương đối có thể tiến hành trên bất kỳ loại giấy nào, nhưng tiện lợi nhất là dùng loại mẫu giấy in sẵn, gọi là sơ đồ chuyển động vị trí tàu (Maneuvering Boards hoặc Ploatting Sheet) hoặc tiến hành bằng cách vẽ trực tiếp lên trên màn ảnh rađa.

Tùy theo thói quen của từng người và nhu cầu cụ thể, có nhiều cách đồ giải chuyển động tương đối. Ở đây chỉ giới thiệu cách đồ giải thường sử dụng tránh đâm va bằng rađa.

Đồ giải có thể tiến hành trên màn hình hoạt động theo phương thức định hướng mũi tàu (Head-Up Mode) hoặc phương thức định hướng Bắc thật (North-Up Mode). Tuy nhiên, vì trên màn hình định hướng mũi tàu, khi tàu bị đảo mũi, các mục tiêu bị dịch chuyển tương ứng trong khi dấu mũi tàu vẫn chỉ số "0" khiến cho việc đo góc mạn mục tiêu không chính xác, hơn nữa lại cần phải chuyển góc mạn sang phương vị. Cho nên đồ giải theo North-Up có độ chính xác cao hơn, thuận tiện thường được áp dụng.

1. Đồ giải chuyển động tương đối, xác định CPA, DCPA, TCPA , Aspect của tàu lạ

Ví dụ 1,

Xem ví dụ trên hình 19.62, tốc độ tàu ta 12 nơ, hướng đi 30^0. Tâm M trên sơ đồ đồ giải là vị trí tàu ta. Kẻ hướng đi tàu ta 30^0 trên sơ đồ đồ giải. Lúc 0800 quan sát môt tàu lạ bằng cách đo cự ly và phương vị của nó, được vị trí tàu lạ O. Qua một thời lượng nhất định, chẳng hạn 10 phút, vào lúc 0810, xác định tàu lạ tại A. Kẻ một đường kéo dài qua OA, đây là đường chuyển động tương đối của tàu lạ. Từ vị trí tàu lạ O vẽ hướng đi của tàu ta theo chiều ngược lại và đo một đoạn thẳng OW bằng đoạn đường mà tàu ta đi trong quãng thời gian 10 phút. Kẻ một đường thẳng qua WB, ta có tam giác véctơ chuyển động tương đối OWA:

Trong đó, $\vec{OA}$ - Véctơ chuyển động tương đối của tàu lạ;

$\vec{WA}$ - Véctơ chuyển động thật của tàu lạ

$\vec{WO}$ - Véctơ chuyển động của tàu ta

Từ tam giác chuyển động tương đối có thể tiếp tục đồ giải để giải quyết các yêu cầu sau đây:

1) Xác định có nguy cơ va chạm giữa hai tàu hay không.

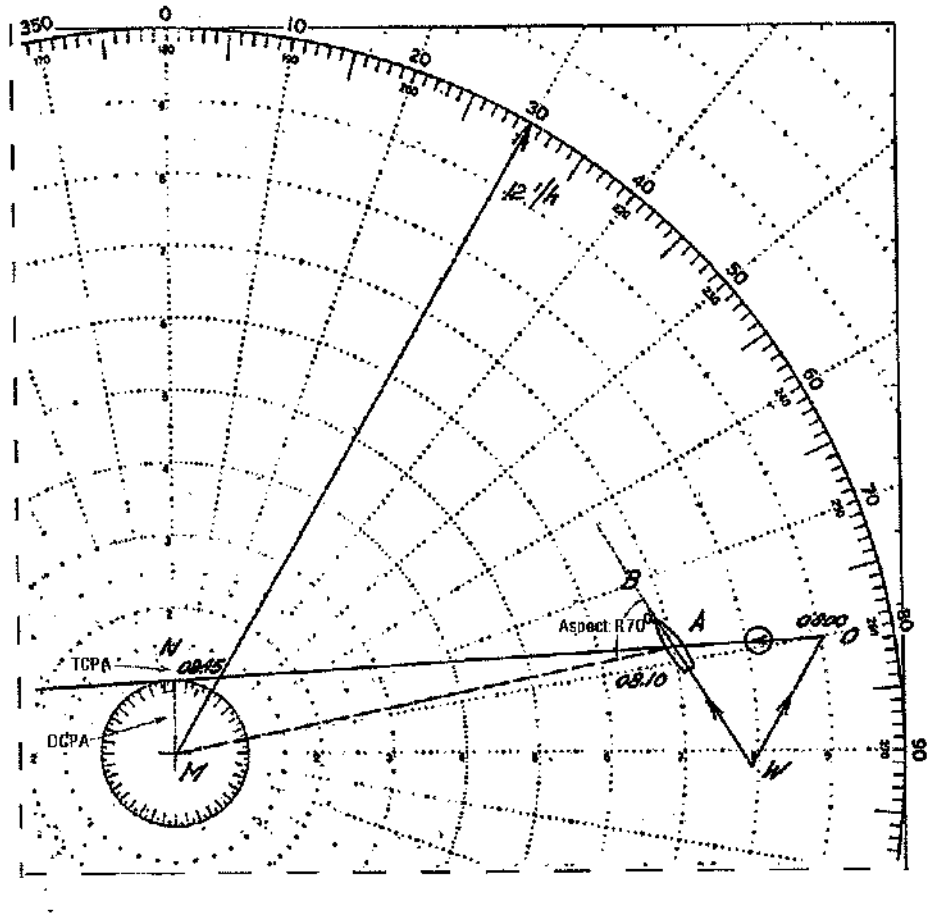
Kéo dài đoạn thẳng OA về phía M (vị trí tàu ta), phân tích vị trí tương đối giữa đường thẳng OA kéo dài và điểm M. Từ M vẽ đường vuông góc gặp đường OA kéo dài tại N. N chính là điểm tiếp cận nhất CPA, MN là cự ly tiếp cận nhất DCPA.

Nói chung khi MN nhỏ hơn 2 hải lý thì coi như có khả năng đâm va. Nếu MN nhỏ hơn 1 hải lý thì coi như có nguy cơ đâm va. Ngược lại, nếu khoảng cách MN lớn hơn 2 hải lý thì có thể coi như hai tàu đi qua nhau an toàn. Theo hình vẽ MN=1 hải lý, nghĩa là có nguy cơ đâm va.

2) Xác định các yếu tố chuyển động của tàu la, từ tam giác véctơ OWA,

- dựa vào OA có thể xác định tốc độ tương đối tàu lạ;

- hướng của OA là hướng chuyển động tương đối của tàu lạ;
- từ WA xác định tốc độ chuyển động thật của tàu lạ;
- hướng của WA là hướng chuyển động thật của tàu lạ;
- Góc BAM là phía của tàu lạ, có thể đo được Aspect R 70^0.



Hình 19.62

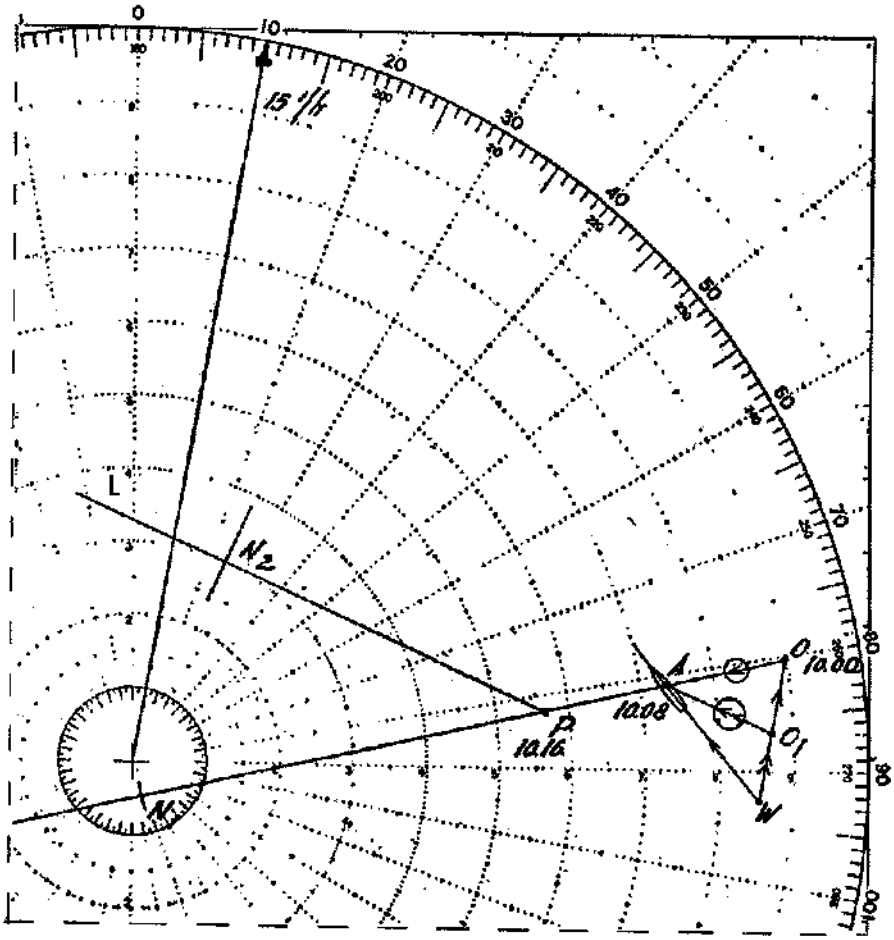
Từ Aspect R70^0 và phương vị của tàu lạ ta có thể nhận định trực quan về khả năng xảy ra đâm va hay không giữa tàu ta và tàu lạ.

2. Sau khi xác định có khả năng/nguy cơ đâm va xảy ra, và tàu ta có nghĩa vụ phải tránh theo COLREGS, thì tiếp tục đồ giải để xác định biện pháp tránh va bằng đổi tốc độ tàu ta hoặc bằng đổi hướng đi hoặc bằng đồng thời thay đổi tốc độ và đổi hướng đi của tàu ta.

3. Đồ giải để thay đổi tốc độ tránh va

Sau khi xem xét điều kiện và hoàn cảnh chung quanh, nếu quyết định thay đổi tốc độ để tránh va thì tiếp tục đồ giải để xác định nên thay đổi tốc độ như thế nào để hai tàu đi qua nhau an toàn. Ví dụ dưới đây là một tình huống khác.

Ví dụ 2:



Hình 19.63

Xem hình 19.63, tàu ta chạy với tốc độ 15 nơ, hướng đi thật 10^0, Lúc 10 giờ quan sát tàu lạ, đồ giải được điểm O, lúc 1008 được điểm A, trong 8 phút tàu ta di chuyển 2 hải lý, xác định được điểm W. Hướng WA là hướng đi thật của tàu lạ trong thời gian đồ giải. Từ điểm tiếp cận nhất N1 xác định DCPA nhỏ hơn 1 hải lý. Quyết định tránh va bằng giảm tốc độ để cho tàu lạ đi qua trước mũi tàu ta cách 3 hải lý, đồng thời quyết định hành động giảm tốc độ áp dụng vào lúc 1016 (cần lưu ý với điều kiện tàu lạ không thay đổi tốc độ và hướng đi). Chọn điểm P, lấy AP=OA (là quảng đường tàu lạ chạy thêm 8 phút nữa). Từ điểm P vẽ đường tiếp tuyến PL với vòng tròn 3 hải lý (tức điểm tiếp cận nhất DCPA sau khi tàu ta giảm tốc độ hai tàu đi qua nhau là 3 hải lý). Trong thực tế, từ khi bắt đầu giảm tốc độ phải qua một thời lượng nhất định tàu mới đạt được tốc độ theo yêu cầu, vì vậy trong ví dụ này phải ra lệnh giảm tốc độ từ 1012.

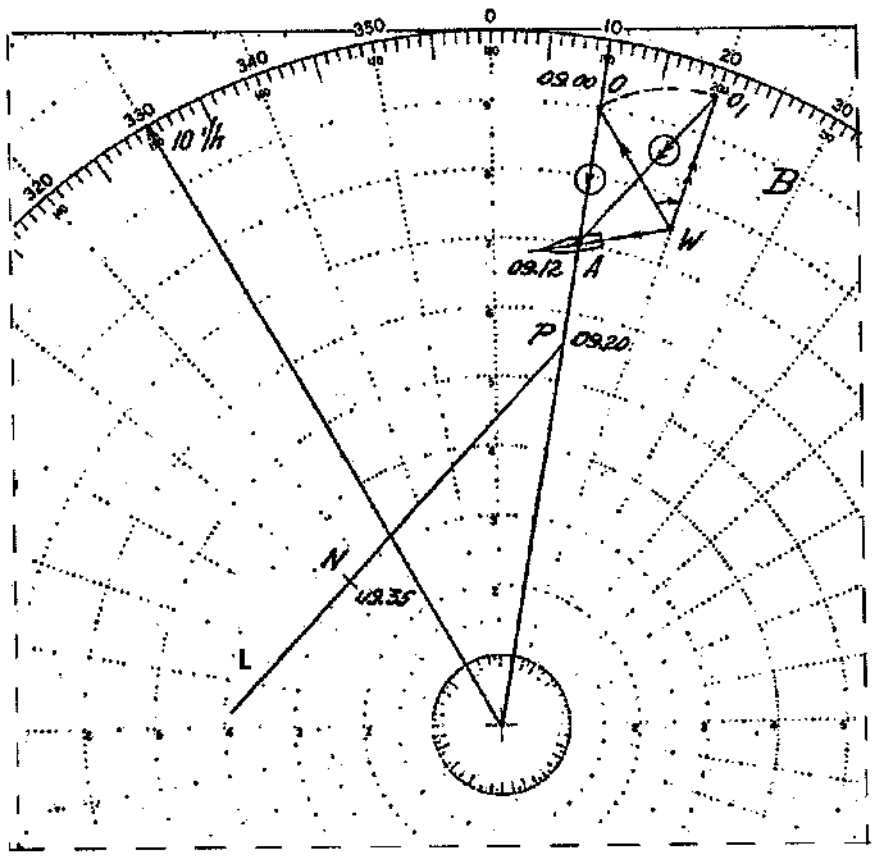
Từ A kẻ đường song song với PL cắt OW tại O_1, đoạn WO_1 chính là quảng đường mới của tàu ta cần thay đổi trong vòng 8 phút, đo đoạn WO_1 để tính ra tốc độ tàu ta là 7 nơ. Điều này có thể giải thích một cách đơn giản là trong khi tàu lạ giữ nguyên tốc độ và hướng đi (vectơ WA không đổi), tàu ta phải giảm tốc độ bằng WO_1, mới đảm bảo cho tốc độ và hướng đi chuyển tương đối của tàu lạ bằng AO_1 song song với đường PL.

Như vậy, để đảm bảo tránh va với DCPA 3 hải lý, tàu ta phải lập tức giảm tốc độ xuống còn 7 nơ tại điểm P.

4. Đồ giải để thay đổi hướng đi tránh đâm va

Tiếp theo, xem cách đồ giải để thay đổi hướng đi để tránh đâm va. Đây là biện pháp thường được lựa chọn áp dụng trong điều kiện bình thường trên biển. Dưới đây là ví dụ trong một tình huống khác.

Ví dụ 3:



Hình 19.64

Theo hình 19.64, hướng đi thật của tàu ta 330^0, tốc độ 10 nơ. Vào lúc 0900 quan sát tàu lạ B hướng ngắm 10^0, cự ly 9 hải lý; 12 phút sau, vào lúc 0912 hướng ngắm không đổi, cự ly 7 hải lý. Đồ giải tam giác véctơ chuyển động tương đối OWA như nói ở trên. Vì đường chuyển động tương đối của tàu lạ đi qua tâm sơ đồ đồ giải, xác định có nguy cơ đâm va, theo COLREG. tàu ta có nghĩa vụ phải tránh tàu lạ. Dự định để tàu ta đi qua sau lái tàu lạ cách 3 hải lý bằng cách đổi hướng đi của tàu ta vào lúc 0920, đồ giải tìm hướng đi mới để điều động tránh va. Dự định bẻ lái từ 0919, 0921 tàu ta đi vào hướng đi mới.

Từ P kẻ đường PL tiếp tuyến với vòng tròn cự ly 3 hải lý trên sơ đồ đồ giải, xác định N là điểm tiếp cận nhất CPA khi hai tàu đi qua nhau. Trên tam giác véctơ WOA, véctơ WA giữ nguyên không đổi, chỉ thay đổi hướng của vectơ WO, nhưng không thay đổi độ dài của nó (tốc độ tàu ta không đổi). Từ A kẻ đường song song với PL, dùng compa đo WO, giữ nguyên

khẩu độ compa quay một cung nhỏ gặp đường song song tại O_1, nối WO_1, dùng thước song song đo hướng của véctơ WO_1, đó là hướng đi mới cần thay đổi vào lúc 0919. Sau khi đổi hướng tránh va cần tiếp tục đồ giải trên hướng mới để kiểm tra hiệu quả của việc đổi hướng.

5. Một số ví dụ đồ giải khác

Hình 19.65 là một sơ đồ đồ giải (Plotting sheet) hoàn chỉnh bao gồm cả các thước tỷ lệ giúp cho người sử dụng có thể lấy cự ly theo những tỷ lệ khác nhau. Trên sơ đồ đưa ra các ví dụ đồ giải cho bốn tình huống riêng biệt của tàu ta, với các hướng đi khác nhau, để tham khảo.

1) *Tình huống I*:

Hướng đi tàu ta 0^0, tốc độ 12 nơ, quan sát rađa;

Tàu lạ A, 1000, hướng ngắm thật 20^0, cự ly 10';

1010, hướng ngắm thật 30^0, cự ly 6,9'.

Tìm hướng đi và tốc độ tàu lạ và "phía" của nó lúc 1010.

Đáp: Hướng đi 180^0, tốc độ 8,5 nơ, phía: $G30^0$.

2) *Tình huống II*:

Hướng đi tàu ta 340^0, tốc độ 12 nơ, quan sát rađa;

Tàu lạ B, 0800, hướng ngắm thật 290^0, cự ly 10';

0810, hướng ngắm thật 288^0, cự ly 7'.

Tìm hướng đi, tốc độ , phía, cự ly điểm tiếp cận nhất DCPA/TCPA của tàu lạ lúc 0810.

Đáp: Hướng đi 74^0, tốc độ 18,5 nơ, phía G340, DCPA 0,8 hải lý, TCPA 0833.

3) *Tình huống III*:

Hướng đi tàu ta 270^0, tốc độ 12 nơ, quan sát rađa;

Tàu lạ C, 0400, hướng ngắm thật 220^0, cự ly 10'

0410, hướng ngắm thật 221^0, cự ly 7'

Tìm: DCPA, TCPA

Giảm tốc độ vào lúc 0412 để tàu lạ đi qua trước mũi tàu ta cách 3 hải lý, dự kiến tốc độ giảm thực tế lúc 0415, tìm tốc độ mới và TCPA tại DCPA 3 hải lý.

Đáp: DCPA/TCPA 0,5'/0434. Tốc độ mới 3,5 nơ DCPA/TCPA 3'/0435.

4) *Tình huống IV*:

Hướng đi tàu ta 140^0, tốc độ 12 nơ, quan sát rađa;

Tàu lạ D, 1850, hướng ngắm thật 190^0, cự ly 9';

1900, hướng ngắm thật 190^0, cự ly 7'.

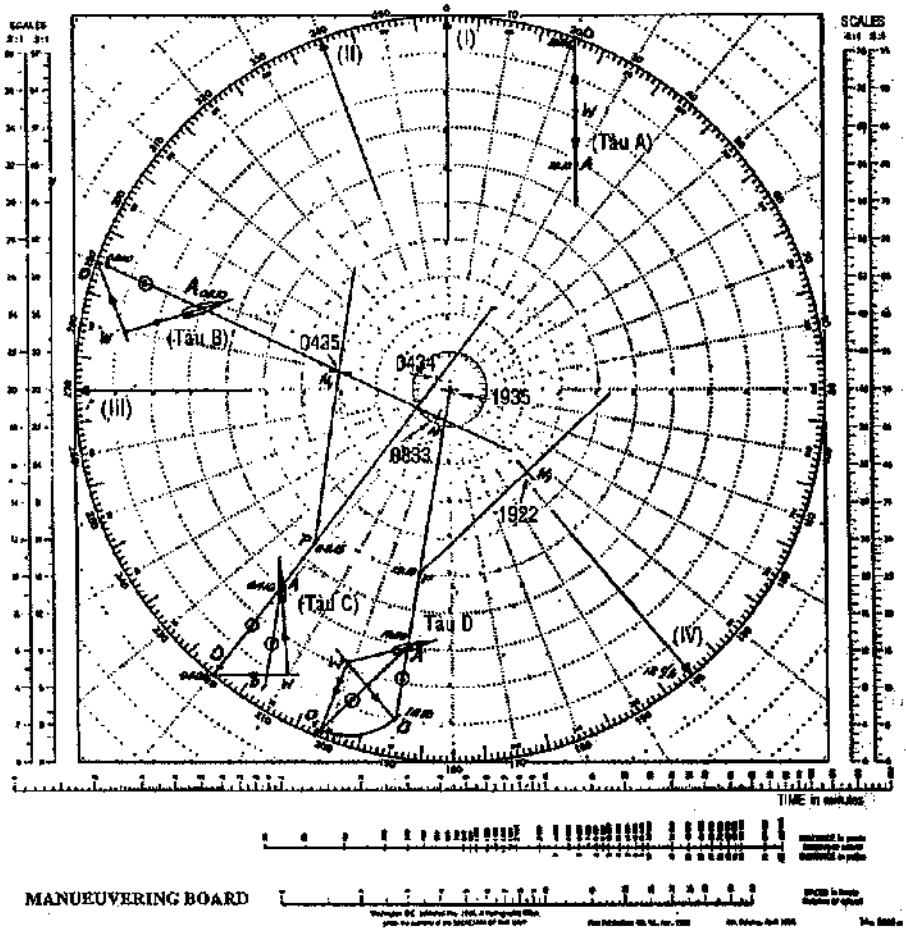
Tìm: DCPA/ DCPA

Tàu ta đổi hướng đi lúc 1909 để đi qua sau lái tàu lạ cách 3', lúc 1910 tàu ta mới đi vào hướng mới và giữ nguyên tốc độ. Tìm hướng mới, tìm TCPA ở DCPA 3'.

Đáp: Nguy cơ đâm va lúc 1935. Hướng mới 204^0 ở DCPA 3' thì TCPA 1922.

Có thể kết hợp điều động tránh va bằng cách đồng thời giảm tốc độ và đổi hướng đi, cách đố giải cũng kết hợp hai phương pháp trình bày ở trên.

Chọn thời lượng giữa hai lần quan sát tàu lạ có thể 6 phút hay 10 phút ... tuỳ người đố giải, miễn sao cho việc tính toán tốc độ tàu lạ nhanh chóng bằng cách đo trên các thước tỷ lệ có sẵn trên plotting sheet.



Hình 19.65

20

THIẾT BỊ ĐỒ GIẢI
RADAR TỰ ĐỘNG - ARPA

20.1 Khái niệm về ARPA

Sự phát triển các bộ vi xử lý giá rẻ cùng với công nghệ thông tin và vi tính vào thập niên 70, 80 thế kỹ trước đã hỗ trợ cho rađa áp dụng kỹ thuật máy vi tính để cải tiến hệ thống rađa hàng hải thương mại ứng dụng vào việc phòng tránh đâm va. Hệ thống đồ giải rađa tự động ARPA (Automatic Radar Plotting Aid) được chế tạo trong điều kiện đó. Có thể nói ARPA là một máy vi tính xử lý dữ liệu rađa, tạo ra các thông tin dự báo sự chuyển động của các mục tiêu hỗ trợ cho người điều khiển tàu phòng tránh đâm va trên biển.

Tổ chức hàng hải quốc tế IMO đã thiết lập tiêu chuẩn để sửa đổi các yêu cầu của SOLAS về việc lắp đặt ARPA trên các tàu biển. Có thể tóm tắt tính năng của ARPA theo tiêu chuẩn của IMO như sau, *đó là một thiết bị dùng để cải tiến hiệu quả tránh va trên biển, giảm nhẹ công việc đồ giải bằng tay của người quan sát rađa, giúp họ lựa chọn và tiếp nhận một cách tự động, nhanh chóng và đầy đủ các thông tin thích hợp của nhiều mục tiêu cùng một lúc, thay vì phải đồ giải bằng tay từng mục tiêu, để tự mình quyết định hành động tránh va.* Theo quy định của IMO, các tàu trên 10.000 GRT phải lắp đặt ARPA.

Một thiết bị ARPA cơ bản phải hiển thị được tình huống hiện tại, dùng kỹ thuật vi tính dự báo tình huống sắp tới, đánh giá nguy cơ đâm va, đề xuất cho người quan sát phương án điều động của tàu ta để tránh đâm va.

ARPA phải có các chức năng cụ thể sau đây:

1. Hiển thị chuyển động tương đối và chuyển động thật;
2. Tự động tuyển chọn mục tiêu đồng thời có thể tuyển chọn bằng tay;
3. Có thể đọc được dữ liệu bằng con số về hướng, tốc độ và cự ly, hướng ngắm, điểm tiếp cận nhất CPA, TCPA của mục tiêu chọn;
4. Có khả năng hiển thị thông tin đánh giá nguy cơ đâm va trực tiếp trên màn hình bằng cách sử dụng véctơ (thật hay tương đối) hoặc hiển thị bằng đồ họa "khu vực dự báo nguy hiểm" (PAD - Predicted Area Danger).
5. Có khả năng thực hiện điều động thử (trial manoeuvres) bao gồm đổi hướng hoặc đổi tốc độ hoặc đồng thời đổi hướng và tốc độ.
6. Tự động ổn định trên đáy (chuyển động tương đối vớ đáy) cho mục đích hành hải.

ARPA xử lý thông tin rađa nhanh hơn nhiều so với rađa truyền thống, tuy nhiên vẫn còn không ít hạn chế. Các dữ liệu do ARPA đưa ra chỉ chính xác tương tự như các dữ liêu đầu vào từ la bàn con quay và tốc độ kế...

20.2 Lý thuyết cơ bản của ARPA

20.2.1 ARPA tách biệt và ARPA tích hợp

Thời kỳ ban đầu, ARPA được thiết kế tách biệt với rađa như là một thiết bị phụ lắp đặt riêng với rađa truyền thống nhưng giao diện với rađa để lấy các dữ liệu rađa cơ bản.

Hơn mười năm qua, sự thay đổi có ý nghĩa to lớn của hệ thống ARPA là sự cách tân trong thiết kế của nó. Hầu hết các thiết kế ngày nay đều thiết kế tích hợp các đặc tính của ARPA với màn hình rađa. Hệ thống ARPA hiện đại kết hợp rađa truyền thống với hệ thống xử lý dữ liệu máy tính vào trong cùng một thiết bị, lợi ích chủ yếu của việc này là có thể so sánh trực tiếp dữ liệu trên rađa với ARPA.

20.2.2 Vai trò của ARPA trong tránh va

Hình 20.01 mô tả chu trình dẫn tới quyết định hành động tránh va của người điều khiển tàu trong mọi điều kiện. Trên mặt biển, vị trí tàu chủ và các mục tiêu hình thành tương quan hình học tạo thành các *tình huống*. Người điều khiển (tàu) tiếp nhận các thông tin từ các bộ cảm biến, bằng mắt thường (nếu thời tiết tốt) hoặc bằng rađa (trong sương mù) để xác định ngay *tình huống* thực tế bằng các dữ liệu đo đạc. Các dữ liệu này gồm có hướng ngắm, khoảng cách, thời gian, tiến hành đồ giải các dữ liệu đó, phân tích các dữ liệu để giải thích các chuyển động tương đối, chuyển động thật, xác định CPA và TCPA...

Bước tiếp theo, người điều khiển kết hợp các dữ liệu đồ giải hiển thị với kinh nghiệm cá nhân cùng với các điều luật tránh va COLREGS, điều kiện con tàu, vị trí địa lý... để quyết định hành động tránh va nếu thấy cần thiết. Nếu hành động tránh va được thực hiện thì *tình huống* giữa các tàu đã thay đổi, cần tiếp tục theo dõi và chuẩn bị cho hành động tiếp theo.

Tất cả những gì ARPA thực hiện là chiết trích dữ liệu từ bộ cảm biến rađa, tích trữ trong cơ sở dữ liệu, phân tích dữ liệu để có các thông tin tương ứng, xử lý và giải thích thông tin, hiển thị chúng dưới dạng trực quan (như vectơ) cho người điều khiển.

Thiết bị cho phép người điều khiển nhập vào tình huống thử điều động để xem xét hiệu quả của *điều động thử*. ARPA hỗ trợ cho người điều khiển tàu các dữ liệu để quyết định hành động tránh va, nghĩa là *phần việc khó khăn nhất là hành động tránh va vẫn giành vai trò con người*. Vai trò của ARPA được thể hiện trong phần đóng khung đậm nét trên hình 20.01.

Tóm lại quá trình hoạt động của ARPA có thể chia làm mấy giai đoạn sau đây:

a) Phát hiện mục tiêu

Trên cơ sở thông tin nhận được từ rađa, xác định các tình huống, chọn lọc, loại bỏ các thông tin không cần thiết, số hoá thông tin, chuyển các thông tin qua bộ xử lý, lưu trữ.

b) Theo vết mục tiêu

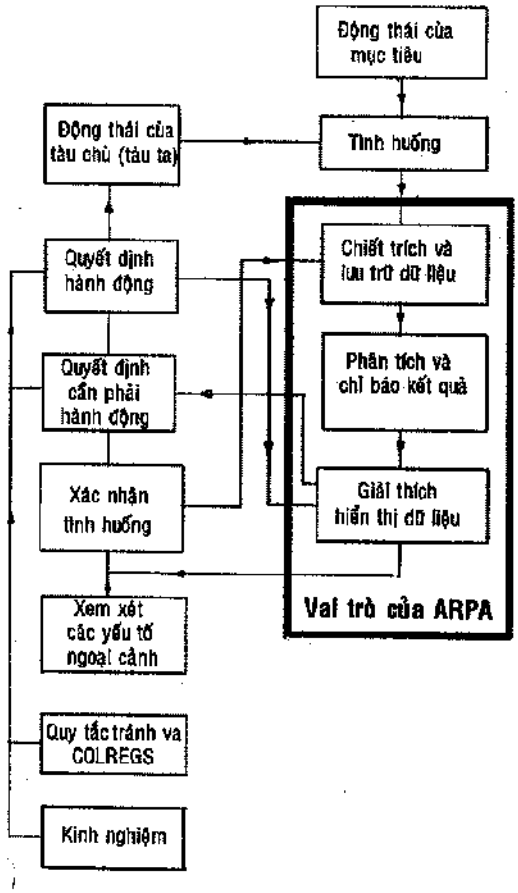
Đây là quá trình so sánh đối chiếu các dữ liệu sóng dội mục tiêu hiện tại với dữ liệu sóng dội mục tiêu quá khứ (đã lưu trữ) dựa trên số lần thông tin về sóng dội xuất hiện, sắp xếp và tính toán vị trí, khoảng cách, hướng ngắm của mục tiêu, phân tích và chỉ báo dữ liệu.

c) Xác định nguy cơ đâm va

Trên cơ sở dữ liệu từ mục b), xử lý phân tích thông tin về mục tiêu, xác định hướng đi, tốc độ của mục tiêu, hiển thị các tình huống dựa trên CPA, TCPA. Xác định nguy cơ đâm va dựa trên cơ sở so sánh CPA,TCPA với minCPA và minTCPA của tàu chủ.

d) Hiển thị thông tin

Các kết quả xử lý dữ liệu ở phần c) phải được giải thích và hiển thị dưới dạng trực quan bằng số liệu và bằng đồ hoạ cho người điều khiển tàu. Có thể tiến hành thử điều động trước khi người điều khiển quyết định áp dụng hành động tránh va.



Hình 20.01

20.2.3 Quá trình quét mục tiêu của rađa

Rađa hoạt động nhờ vào nguyên lý sóng dội, anten quét tròn (quay thành vòng tròn) và phát vào không gian các xung năng lượng siêu cao tần, các sóng siêu cao này trên đường truyền lan gặp các mục tiêu, mục tiêu phản xạ sóng siêu cao, một phần năng lượng sóng siêu cao phản xạ trở về anten để đưa vào máy thu và làm hiển thị trên màn hình rađa các sóng dội dưới dạng các đốm sáng. Tầm xa phát hiện của rađa phụ thuộc rất nhiều yếu tố như đã trình bày trong Chương 19 - Radar.

Liên quan đến nguyên lý hoạt động của ARPA, ta xem xét, trong quá trình quét của anten và quá trình phát xung của máy phát, thì một mục tiêu nhận được bao nhiêu xung sóng siêu cao ?

Có thể làm một con tính nhỏ như sau, với một anten chiều ngang 2 mét, tốc độ quay 20 vòng/phút, phát đi sóng siêu cao 10 000 MHz thì góc mở ngang cánh sóng chừng 1^0. Cho sóng siêu cao đập vào một mục tiêu mở theo chiều ngang cũng 1^0. Thử tính xem một mục tiêu như vậy nhận được bao nhiêu xung sóng siêu cao trong một vòng quay của anten.

Anten quay 20 vòng/phút thì nó thực hiện một vòng quay 3 giây, cần 1/120 giây để quét qua mục tiêu rộng 1^0; vì góc mở ngang cánh sóng cũng rộng 1^0 cho nên mục tiêu nhận năng lượng của sóng siêu cao trong khoảng thời gian 2/120 giây (tức 1/60 giây).

Giả sử rằng máy phát được thiết kế để phát đi năng lượng với tần số 1200 xung/giây, thì mục tiêu sẽ nhận được số lượng 1200/60 = 20 xung trong một vòng quay của anten.

Trong 20 xung đập vào mục tiêu có thể bị "mất" một phần. Ta biết rằng sóng phản xạ từ mục tiêu là vô hướng, vậy chỉ có một số năng lượng xung phản xạ trở lại anten phát. Tuy nhiên, thật không may mắn, một số xung do tính phân cực của năng lượng phản xạ khiến anten không "bắt" được chúng, hoặc là hướng phản xạ của chúng chệch khỏi hướng thu của anten, trong cả hai trường hợp sóng dội thu được quá yếu không lớn hơn nhiễu tạp âm của máy thu, vì vậy các sóng dội này không đủ mạnh để tạo ra được sóng dội trên màn hình, các sóng dội này có thể bị mất.

Qua thống kê, đối với một mục tiêu phản xạ yếu, xác định được trong 20 xung đập vào mục tiêu chỉ có 7 hoặc 8 sóng dội có thể nhìn thấy trên màn hình. Tất nhiên, điều đó còn phụ thuộc nhiều yếu tố như tầm xa, thời tiết... Ngoài ra, còn có ảnh hưởng của các yếu tố khác, đó là cùng một mục tiêu có thể phản xạ thành các sóng dội không hoàn toàn trùng khít với nhau ở các lần quét khác nhau. Mục tiêu phức tạp như một chiếc tàu sẽ không phản xạ tạo thành sóng đội tại một điểm cố định trên màn hình.

20.2.4 Sóng dội không cần thiết và cách khử bỏ

Đốm sáng mà mỗi sóng dội "vẽ " lên màn hình phụ thuộc vào cường độ phản xạ của sóng siêu cao từ mục tiêu, một mục tiêu phản xạ tốt dù nhỏ cũng có thể tạo ra vệt có độ sáng sáng hơn một mục tiêu phản xạ yếu. Các sóng dội từ cùng một mục tiêu của xung tiếp theo và các sóng dội của lần quét tiếp theo lại "tô" thêm đốm sáng trước đó làm các sóng dội cần thiết được giữ lại. Nhưng các sóng dội từ mưa, sóng biển ở gần tàu chủ, vì không ổn định nên chúng tạo ra cả một vùng sáng ở mọi phía, mọi nơi, thậm chí có vùng quá sáng và quá rộng làm che lấp các sóng dội cần thiết nằm trong đó, vì chúng yếu hơn hoặc độ tương phản kém, khiến cho người quan sát rađa không nhận thấy chúng.

Tất cả sóng dội từ bên ngoài phản hồi trở về không bị mất đều được anten tiếp nhận và máy thu để khuyếch đại. Tuy nhiên, không thể khuếch đại chúng theo cùng một tỷ lệ, với sóng dội mạnh mà khuếch đại quá lớn sẽ làm hỏng màn hình. Để xử lý tình huống này, người ta áp dụng "mạch hạn chế thị tần" để cắt các đỉnh thị tần quá mạnh. Như vậy, điều tệ hại là các *sóng dội không cần thiết* (từ mưa, sóng biển) vẫn tồn tại và nó lại có cùng độ sáng với *sóng dội cần thiết*.

Trong điều kiện như vậy, các biện pháp kỹ thuật đã được áp dụng để xoá các sóng dội không cần thiết và hiển thị các sóng dội cần thiết. Các phương pháp đó chia làm hai nhóm như sau:

a) Xoá các sóng dội không cần thiết trước khi chúng hiển thị lên màn hình bằng phương pháp gọi là *phương pháp tương tự.*

b) Chiết tách ra thành dạng khối của toàn bộ chuỗi tín hiệu chuyển chúng sang bộ vi xử lý chuyển các tín hiệu sang hệ đếm nhị phân, gọi là *phương pháp "số hoá"*.

Phương pháp thứ nhất được thực hiện ngay ở phần khuếch đại của máy thu. Bằng cách giảm độ nhạy (giảm độ lợi) của tất cả tín hiệu sóng dội làm cho cường độ các sóng dội tín hiệu

yếu nằm dưới giới hạn chỉnh định sẵn, do đó chúng hiển thị những vệt sáng yếu trên màn hình. Kỹ thuật này được thực hiện ở các cấp khuyếch đại tiếp theo bằng giải pháp tự động biến đổi độ nhạy máy thu phối hợp với tầm xa của rađa, đối với các sóng dội phản xạ từ mục tiêu ở gần như sóng biển quanh tàu thì độ nhạy máy thu tự động giảm xuống, khi tầm xa tăng lên thì độ nhạy của máy thu được hồi phục sao cho các tín hiệu mục tiêu ở xa có độ khuếch đại bằng nhau. Giải pháp này gọi là *phương pháp tương tự* (Analogue Methods) .

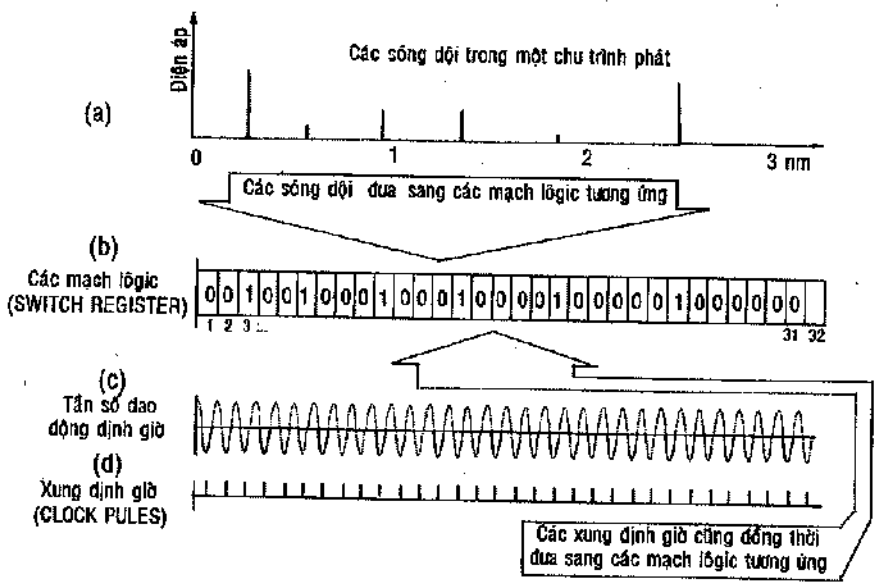
Một phương pháp tương tự khác áp dụng mạch vi phân (Differentiator circuit) để chiết tách tín hiệu mục tiêu ra khỏi nhiễu mưa và nhiễu biển nhưng không chuyển toàn bộ chuỗi tín hiệu xung, mà chỉ chuyển các xung xuất hiện ngay ở điểm biến đổi cường độ của xung.

Tất cả các phương pháp nói trên đều đã áp dụng trong các rađa truyền thống cho đến ngày nay, xem Chương 19 - Rađa hàng hải.

Phương pháp thứ hai – *phương pháp số hoá* được áp dụng trong các thiết bị ARPA.

20.2.5 Chiết tách dữ liệu, phương pháp "số hoá"

Bằng phương pháp này, các vi mạch được áp dụng để chiết tách thông tin của các tín hiệu sóng dội từ máy thu. Trước khi chuyển đến mạch hạn chế hoặc ống tia âm cực, chúng được "số hoá" thành một khối dữ liệu theo hệ đếm *nhị phân*. Dữ liệu nhị phân được đưa sang xử lý tại bộ xử lý kỹ thuật số và chuyển kết quả để hiển thị lên màn hình. Với phương pháp này các thuật toán, hoặc lôgic được áp dụng để xoá các tín hiệu không cần thiết. Tuỳ nhà chế tạo, các giải pháp áp dụng có thể khác nhau. Dưới đây chỉ trình bày nguyên lý khái quát.



Hình 20.02

Một tổ hợp (switch register) bao gồm nhiều mạch logic ghép liên tiếp với nhau. Mỗi một mạch logic, khi tiếp nhận hai xung đồng thời, có thể chuyển từ "đóng" (off) sang "mở (on). Nếu chỉ có một xung đưa vào thì trạng thái của mạch logic không thay đổi. Nguyên lý này được mô tả theo một cách đơn giản trên hình 20.02, giả sử tổ hợp "switch register" có tất cả

32 mạch logic, một đầu của mạch này nối vào đường xuất tín hiệu phản hồi (a) trong một chu trình phát (timebase) của bộ khuếch đại, đầu kia của mạch nối với mạch xung "định giờ" (clocks) (d), (các xung này hình thành từ một dao động đẳng biên như hình (c) với một tần số xác định).

Các xung định giờ lần lượt " định giờ" các mạch logic, từ mạch này chuyển tiếp theo sang mạch sau. Trên mỗi mạch logic nếu tiếp nhận đồng thời xung tín hiệu và xung định giờ thì mạch logic duy trì ở trạng thái mở (on), nếu mạch logic không có xung tín hiệu mà chỉ có xung định giờ thì mạch bị đóng (off) lại. Nhờ đó, sự xuất hiện sóng dội hay không có sóng dội ở các điểm khác nhau trên một "timebase" được diễn giải bằng động tác "mở" hoặc "đóng" trong các mạch logic, thông thường " mở" biểu thị bằng số "1", còn "đóng" biểu thị bằng số "0". Như vậy, tín hiệu trên một lộ trình quét sau khi thông qua xử lý máy tính được diễn giải bằng các số hệ nhị phân "1" và "0", như hình (b). Kết qủa này được ghi vào bộ nhớ.

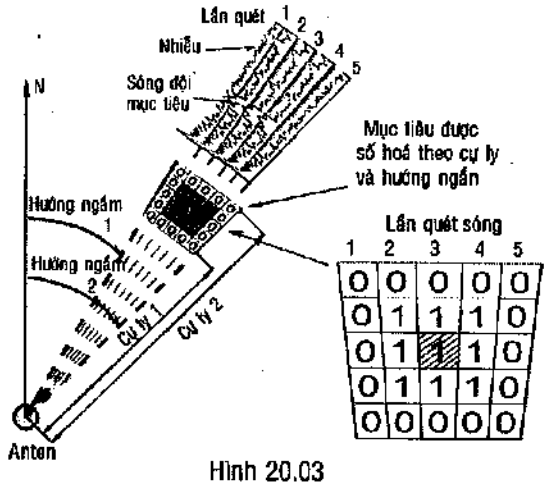
Như trình bày ở trên, xung định giờ được xác định bằng một dao động đẳng biên. Cần phải tính toán để có dao động đẳng biên phù hợp với số lượng các mạch logic và chu trình phát (timebase). Trong ví dụ này có tất cả 32 mạch logic, mỗi mạch logic gọi là một "cửa", giả sử được áp dụng cho chu trình phát trên tầm xa 3,2 hải lý. Năng lượng sóng dội trở về từ mục tiêu cách 3,2 hải lý cần khoảng thời gian là $3,2 \times 12,3 \approx 40\ \mu s$. Có 32 cửa để xác định xung "định giờ" cho một chu trình phát $40\ \mu s$, vậy mỗi xung định giờ phải kéo dài $40/32 = 1,25\ \mu s$. Từ đó có thể tính toán tần số dao động cần thiết để tạo xung "định giờ" là 0,8 MHz. Theo ví dụ này thì 3,2 hải lý có 32 "cửa", có nghĩa là mỗi "cửa" tương ứng với cự ly một liên (Cable). Để tăng độ chính xác số hoá các sóng dội cần tăng số cửa. Điều đó tuỳ thuộc ở thiết kế của thiệt bị. Khi thay đổi thang tầm xa thì cũng phải tăng số lượng các cửa. Chẳng hạn ở thang tầm xa 25 hải lý và cứ mỗi 1/4 liên xác định một cửa, thì cần đến 1 020 "cửa", tức cần đến từng ấy mạch logic với tần số tạo xung "định giờ" là 3,2MHz.

Các mạch điều chỉnh nhiễu (biển và mưa) đều được áp đặt theo một giá trị ngưỡng (giới hạn), chỉ có các năng lượng tín hiệu mạnh hơn giá trị ngưỡng thì mới được các mạch logic tiếp nhận.

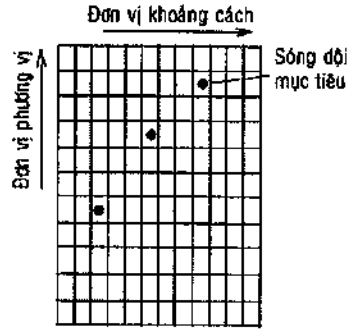
Sóng dội không những được số hoá theo khoảng cách mà còn được số hoá theo phương vị nhờ vào "bộ mã hoá bằng trục quay" (shaft encoder) đặt ở hệ thống quay đồng bộ với anten. Hình 20.03 mô phỏng tổng hợp quá trình số hoá theo khoảng cách và theo phương vị của mục tiêu.

Khi an ten quay và phát sóng, mục tiêu chỉ có thể nhận xung tín hiệu trong một lần sóng quét, các sóng dội từ mục tiêu phản xạ về. Theo như hình 20.03 thì khi anten lướt qua mục tiêu thì mục tiêu nhận được 5 lần sóng quét lên mục tiêu. Các sóng dội từ mục tiêu trở về đi qua "Shaft Encoder" và được mã hoá. Ở thời điểm có sóng dội thì được "Shaft Encoder" mã hoá thành số "1" của hệ nhị phân, ở thời điểm không có tín hiệu thì được mã hoá thành số "0". Các số "1" và "0" đều được mã hoá theo khoảng cách và phương vị của tín hiệu đó. Trên hình vẽ có 9 ô mang số "1" biểu thị sóng dội mục tiêu được số hóa. Việc số hoá tín hiệu sóng dội từ mục tiêu làm cho máy thu không thể hoặc ít nhất khó có thể "mất" sóng dội. Trong ví dụ hình 20.03, trong 9 ô sóng dội "1" chỉ cần chọn một ô nào đó để lấy tín hiệu sóng dội là đủ. Việc chọn vị trí nào trong 9 ô để làm tín hiệu sóng dội mục tiêu trên ARPA là tuỳ thuộc vào từng nhà chế tạo, mỗi vị trí "1" đều có những lợi thế riêng. Hiện nay nhiều

loại ARPA chọn "1" nằm ở trung tâm (khu vực có gạch chéo) làm tín hiệu đại diện cho mục tiêu.



Hình 20.03



Hình 20.04

Các thông tin sau khi số hoá bao gồm các dữ liệu cự ly và phương vị của mục tiêu chuyển sang thiết bị lưu trữ trong bộ nhớ "hit matric" của máy tính được sắp xếp theo toạ độ Đề các được mô tả trên hình 20.04.

20.2.6 Tái tạo hình ảnh nhân tạo

Sau khi các dữ liệu dưới dạng nhị phân đã được tích luỹ, bộ xử lý có thể tái tạo hình ảnh rađa nhân tạo bằng cách chuyển toàn bộ dữ liệu dưới dạng nhị phân để tạo ra các tín hiệu thị tần hiển thị trên màn hình ARPA. Các hình ảnh nhân tạo này có những đặc điểm riêng biệt với nhiều tiện ích hơn so với hình ảnh rađa thông thường ban đầu. Những tiện ích của nó như sau:

1. Có thể so sánh đối chiếu sóng dội của chu trình phát này với chu trình phát tiếp theo. Sóng dội của các chu trình phát được ghi nhớ trong bộ xử lý nên có thể so sánh các sóng dội giữa các chu trình phát bằng cách rất đơn giản, các sóng dội của của cùng một mục tiêu luôn biểu thị là số "1" và lặp lại hầu như cùng một vị trí ở nhiều chu trình phát thì được tiếp nhận, còn các sóng dội của nhiễu xuất hiện ngẫu nhiên cũng biểu thị bằng số "1" nhưng không lặp lại cùng một vị trí thì bị loại bỏ. Dĩ nhiên số "0" không đại diện cho sóng dội nào cả.

2. Các sóng dội có độ sáng như nhau

   Bất kể là tín hiệu mạnh hay yếu chúng đều được biểu thị bằng số "1" vì vậy chúng cũng chỉ tạo ra độ sáng đồng đều cho các sóng dội trên toàn bộ màn ảnh ARPA.

3. Cùng một tốc độ cho các chu trình phát

   Tốc độ dịch chuyển của điểm quét (spot) qua màn hình ống phóng tia điện tử là bằng nhau bất kể là ở tầm xa nào. Điều đó cho phép chuyển đổi giữa các thang tầm xa trong ARPA.

20.3 Tuyến mục tiêu

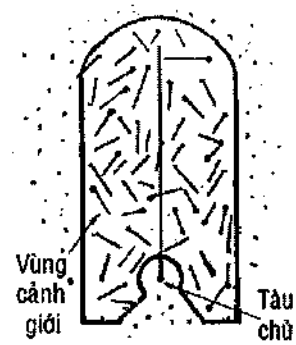
Các sóng dội sau khi chuyển thành các số nhị phân như trình bày ở phần trên sẽ được tái tạo hình ảnh trên màn hình, trong đó bao gồm sóng dội của các mục tiêu di động, cố định (hải đảo, bờ lục địa) và nhiễu. Tuy nhiên không phải tất cả các sóng dội đó đều cần thiết phải chuyển sang bộ vi xử lý. Chỉ cần phải *tuyển chọn* các mục tiêu dùng cho việc xử lý tránh va, sự lựa chọn như vậy gọi là "tuyển" (ACQUISITION). Trong hệ thống ARPA có hai cách tuyển mục tiêu để người điều khiển lựa chọn: *tuyển tự động* và *tuyển bằng tay.*

20.3.1 Tuyển mục tiêu tự động - Auto Acquisition

Tuyển tự động dùng để lựa chọn và tạo vết (tracked) các dữ liệu mục tiêu xuất hiện trên màn hình rađa trong một giới hạn nào đó mà không có sự can thiệp của người sử dụng.

Tuyển tự động làm giảm một phần công việc của người điều khiển. Tuy nhiên, điều đó cùng có nghĩa là có rất nhiều mục tiêu cùng các vectơ hiển thị trên màn hình mà không phải lúc nào cũng cần nhiều mục tiêu hiển thị như vậy, vì trong điều kiện luồng giao thông đông đúc rất khó nhận ra được các thông tin ưu tiên cho việc xử lý. Hình 20.05 mô tả màn hình ARPA tuyển tự động trong khu vực giao thông đông đúc, các mục tiêu có kèm theo vectơ là các mục tiêu tuyển tự động trong khu vực tuyển chọn.

Ở phương thức tuyển tự động, không phải tất cả mục tiêu đều được chọn, các loại nhiễu, lục địa đều bị loại bỏ. Số lượng mục tiêu tuyển tự động bao nhiêu tuỳ thuộc ở thiết kế của của nhà chế tạo. Như trong rađa kiểu "RADAR/ARPA hàng hải kiểu FAR-21x7(-BB)/28x7" của hãng FURUNO (xem hướng dẫn sử dụng ở phần tiếp theo), thì có thể tuyển tự động 25 đến 100 mục tiêu. Trong quá trình tuyển tự động, bộ xử lý của ARPA bao giờ cũng tuyển cho số mục tiêu quy định theo thứ tự ưu tiên, thiết bị tự phân tích xem xét mục tiêu nào cần tuyển và mục tiêu nào cần loại trừ. Thứ tự mục tiêu ưu tiên cũng luôn thay đổi theo tình huống thực tế của các sóng dội trên màn hình.



Hình 20.05

Có thể lựa chọn tự động trong một vùng cảnh giới cài đặt sẵn. Khi một mục tiêu được chọn tự động nằm trong vùng cảnh giới thì thiết bị sẽ phát tín hiệu cảnh báo cho người điều khiển, mục tiêu được phát cảnh báo có chỉ báo trên màn hình.

Khi các sóng dội thiết lập được các file truy vết, thì bộ xử lý hoạt động trên cở sở các dữ liệu mà nó tích lũy để tạo vết chuyển động, xử lý, hiển thị cùng một lúc và cập nhật liên tục trên màn hình của các mục tiêu đã tuyển.

Việc tuyển tự động đặt ra vấn đề cần giải quyết là làm thế nào ARPA có thể phân biệt được mục tiêu "tàu" và các mục tiêu đảo, lục địa, nhiễu biển, nhiễu mưa... Bằng cách khử bỏ nhiễu đã trình bày ở trên là một biện pháp được áp dụng. Ngoài ra, đối với sóng dội bờ biển, chẳng hạn có một mục tiêu bờ biển ở tầm xa có sóng dội theo chiều ngang trên 2^0, một mục tiêu như vậy quá lớn so với sóng dội của chiếc tàu. Nó sẽ bị loại bỏ vì vượt quá giới hạn cài đặt trước trong bộ xử lý máy tính.

20.3.2 Tuyển mục tiêu bằng tay - Manual Acquisition

"Tuyển bằng tay" để cho người sử dụng lựa chọn một số giới hạn các mục tiêu cần tạo vết để theo dõi. Trong bất cứ hệ thống ARPA nào, khi một mục tiêu được tuyển thì bộ phận truy

vết (tracker) sẽ theo đuổi mục tiêu đó cho đến khi người điều khiển huỷ bỏ việc theo đuổi nó, hoặc là bản thân mục tiêu đó bị "mất".

Công việc tuyển mục tiêu bằng tay được thực hiện như sau, dùng trackball hoặc joystick đặt một "cổng" (gate) nhỏ lên trên mục tiêu cần tuyển để chọn thông tin mục tiêu trên màn hình đồng thời hồi phục các thông tin của mục tiêu đó từ bộ nhớ, máy tính sẽ tự động đặt trung tâm của cổng trùng với mục tiêu và cổng dịch chuyển theo mục tiêu khi mục tiêu chuyển động. Thực chất của việc đặt "cổng" nhỏ lên màn hình tức là mở cổng "định giờ" tức thời cho một số mạch lôgic "số hoá", các sóng dội biểu thị dưới dạng nhị phân trong phạm vị cổng đó cho phép chúng hiển thị lên màn hình. Đến khi người điều khiển xoá "tuyển" (cũng bằng trackball hoặc joystic) thì cổng cũng bị xoá trên màn hình.

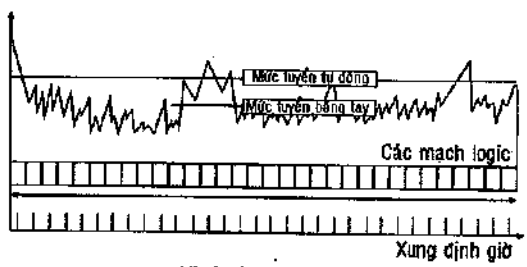
Tuyển bằng tay phải mất thời gian để tuyển và để xoá vết, nhưng nó giúp cho người sử dụng theo dõi được mục tiêu mà mình thực sự quan tâm.

Khi một mục tiêu được tuyển mà bị "mất" thì cổng cũng bị xoá. Mục tiêu có thể bị mất trong hệ thống ARPA vì những lý do sau đây:

- Mục tiêu di chuyển ra ngoài tầm xa của rada.
- Mục tiêu khuất trong nhiễu.
- Mục tiêu đi vào cung mù, bóng râm.
- Mục tiêu ngầm.

20.3.3 So sánh hai cách tuyển mục tiêu tự động và tuyển mục tiêu bằng tay

Khi vận hành ARPA, thì người điều khiển phải biết những hạn chế sau đây khi tuyển tự động mục tiêu, tuyển tự động thường không đạt kết quả như mong muốn bởi vì độ nhạy (độ lợi của máy thu) của hệ thông truy vết của ARPA suy giảm khi hoạt động ở phương thức chọn tự động. Theo như mô tả trên hình 20.06, để loại bỏ nhiễu khi tuyển tự động phải đưa mức ngưỡng chống nhiễu lên cao, như vậy vô tình không những loại bỏ nhiễu mà có khi loại bỏ cả mục tiêu cần thiết trong đó. Tuy vậy, đôi khi tuyển tự động cũng có thể tuyển cả sóng dội giả, nhiễu mạnh...Trong khi, tuyển bằng tay có thể chọn tuỳ ý mục tiêu để tuyển chỉ cần nhận thấy mục tiêu ấy là cần thiết để theo dõi và thiết lập tình huống tránh va.



Hình 20.06

Khi cho ARPA hoạt động ở phương thức "tuyển tự động " thì phải hiểu những hạn chế của hệ thống tạo vết sau đây:

- Cần nhớ rằng độ nhạy của ARPA bị giảm khi hoạt động ở phương thức "tuyển tự động"

- Ở chế độ "Guard ring", sóng dội chỉ tồn tại giữa hai vòng tròn giới hạn, sóng dội bị "thoát" tuyển (escape acquisition) vì tầm xa phát hiện mục tiêu nhỏ hơn tầm xa vòng bên trong.
- Ở chế độ "Search Area" sóng dội bị "thất" tuyển vì nó có thể nằm ngoài vùng giới hạn hoặc nhận được quá nhiều sóng dội làm cho hệ thống quá tải (overload).

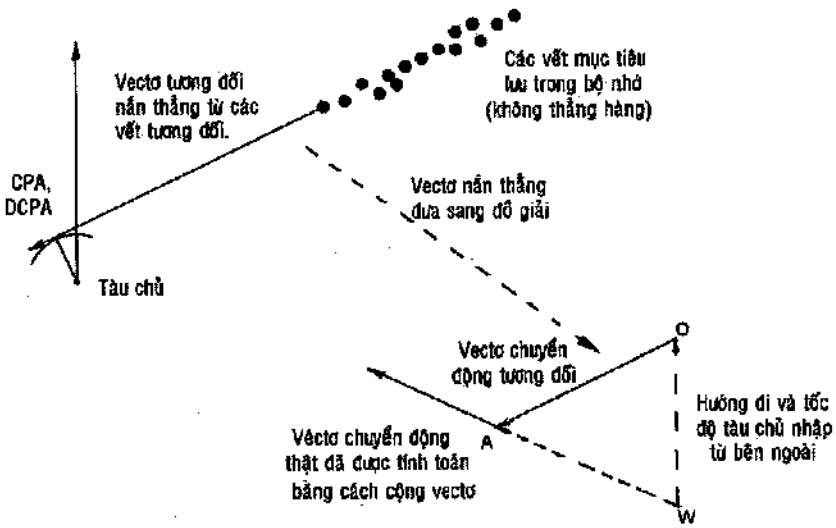
20.4 Hiển thị dữ liệu – truy theo vết mục tiêu

20.4.1 Hiển thị vectơ

Sau khi một mục tiêu được tuyển bằng tay hay tự động thì cổng theo dõi xuất hiện ở ngay vị trí vết mục tiêu. Khi cổng xuất hiện thì bộ phận truy vết của máy tính theo đuổi, tiếp nhận các dữ liệu của sóng dội mục tiêu và lưu trữ trong bộ nhớ. Bộ nhớ "hit matrix" của máy tính lưu trữ dữ liệu toạ độ của mỗi vết mục tiêu theo hệ Đề-các gồm khoảng cách và phương vị. Mỗi mục tiêu có một "track file" lưu trữ dữ liệu. Anten rađa quay tròn, trên mỗi hướng diễn ra các chu trình phát, các sóng dội liên tục xuất hiện trên màn hình, toàn bộ dữ liệu của tất cả các thông tin của mục tiêu chung quanh tàu chủ được lưu trữ dưới dạng số hoá.

Tất cả dữ liệu về vị trí mục tiêu hiện tại và quá khứ được chuyển sang bộ xử lý. Ở đây bộ xử lý hoạt động dựa trên cơ sở các vết sóng dội hiện tại và quá khứ của mục tiêu. Tuy nhiên, vì nhiều nguyên nhân, như "góc phía" của mục tiêu, sai số của anten..., chúng không xuất hiện thẳng hàng, bộ xử lý có nhiệm vụ *nắn thẳng* hướng dịch chuyển của sóng dội bằng *mạch lọc thuật toán,* tạo ra vectơ và hiển thị theo hướng dịch chuyển của mục tiêu.

Độ chính xác của việc nắn thẳng hướng chuyển động của vết mục tiêu phụ thuộc vào số lượng vết đã qua được lưu giữ. Thông thường các ARPA được thiết kế sao cho việc nắn thẳng hướng di chuyển của mục tiêu thực hiện sau 1~3 phút tạo vết, tích luỹ được 30~60 vết mục tiêu, để tạo vectơ chỉ hướng đi của mục tiêu ổn định.



Hình 20.07

Gốc của vectơ mục tiêu trùng với vị trí hiện tại của mục tiêu, còn ngọn của vectơ chỉ vị trí

dự tính của mục tiêu sau 3, 6, 9... phút, tuỳ người điều khiển lựa chọn. (Chú ý, khi mục tiêu chuyển động cùng hướng và tốc độ với tàu chủ thì độ dài của vectơ bằng 0).

Trên cơ sở các dữ liệu khoảng cách, phương vị đã lưu trữ của mục tiêu và các dữ liệu nhập từ tàu chủ, máy tính tiến hành tính toán, đồ giải và đưa ra kết quả giống như việc đồ giải bằng tay. Hình 20.07 là một ví dụ cách nắn thẳng các vết mục tiêu tương đối đã qua, và máy tiến hành đồ giải và hiển thị kết quả trên màn hình. Thiết bị còn tích lũy vết chuyển động thật và tiến hành đồ giải chuyển động thật, nắn thẳng hướng chuyển động thật để hiển thị các kết quả đồ giải chuyển dộng thật.

Đối với mục tiêu chuyển hướng (điều động), hệ thống truy vết của ARPA xác định ngay mục tiêu nào đó là mục tiêu " điều động" thì bộ xử lý cập nhật ngay thông tin đó cho người diều khiển bằng cách lấy dữ liệu trung bình được tính toán từ 3 lần quét sóng cuối cùng (tuỳ thuộc vào cấu hình phần mềm của nhà chế tạo), tính toán và hiển thị thông tin về sự điều động của mục tiêu. Phải mất một khoảng thời gian trước khi hệ thống ARPA "phát hiện" việc điều động, tính toán và hiển thị thông tin; có nghĩa là thông tin luôn luôn bị *trễ* so với "tình huống thực", động tác "điều động" xảy ra rồi mới được cập nhật thông tin trên hệ thống. Vì vậy người điều khiển phải luôn luôn chú ý xem xét sự chậm trễ này. Những gì nhìn thấy trên ARPA là điều đã qua (quá khứ).

Bằng các giải pháp kỹ thuật nhằm làm giảm hợp lý kích thước của cổng bởi vì kích thước cổng càng nhỏ thì dữ liệu thu được của mục tiêu đã tuyển càng có độ chính xác cao và vị trí dự tính cũng chính xác hơn.

Kích thước cổng nhỏ sẽ tránh được sự nhầm lẫn mục tiêu (Target Swop), cải thiện việc truy vết sóng dội mục tiêu lẫn trong nhiễu mưa và biển, đồng thời tăng khả năng hồi phục theo vết mục tiêu khi sóng dội của nó bị gián đoạn vì một lý do nào đó.

Tuy nhiên, khi tàu chủ hoặc mục tiêu đang trong trạng thái điều động, nếu kích thước của cổng quá nhỏ thì máy tính không thể xác định ra vị trí dự đoán kế tiếp, mục tiêu có thể bị mất. Trong trường hợp đó bộ vi xử lý tự động tăng kích thước của cổng để truy tìm mục tiêu bị mất và hồi phục truy vết mục tiêu đó.

20.4.2 Mất mục tiêu - giải pháp "rate aiding"

Cho đến phần này, ta đều hiểu rằng cứ một chu trình phát thì máy thu sẽ thu được sóng dội từ mục tiêu, qua mạch logic để số hoá sóng dội và lưu trữ trong bộ nhớ. Một cổng tuyển đặt trên mục tiêu như vậy thì mọi thứ đều diễn ra thuận lợi.

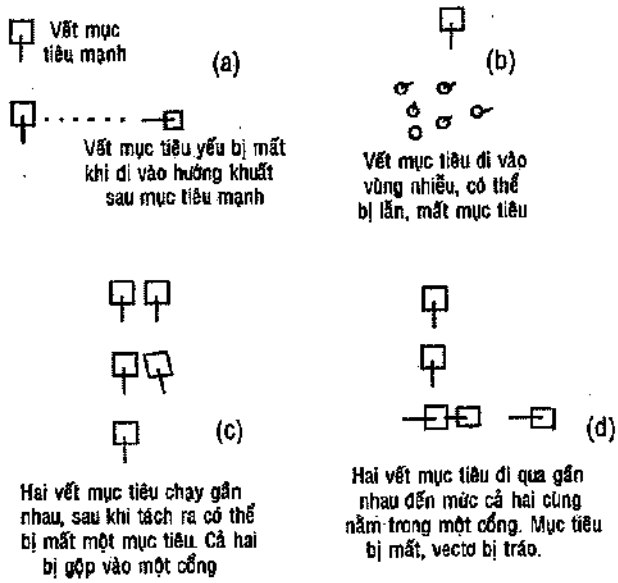
Nhưng, có nhiều trường hợp, không phải chu trình phát nào cũng có sóng dội phản xạ trở về, điều đó khiến cho "cổng" không biết dịch chuyển theo hướng nào. Cổng đành chờ đợi các sóng dội tiếp theo. Nếu các sóng dội phản hồi tiếp theo từ cùng một mục tiêu trở về còn nằm trong phạm vi cổng thì cổng lập tức hồi phục truy vết. Nhưng nếu sóng dội phản hồi tiếp theo của mục tiêu ấy trở về lại nằm ngoài phạm vi của cổng thì mục tiêu đó bị "mất".

Để cho mục tiêu không bị mất trong trường hợp như vậy, bộ vi xử lý áp dụng giải pháp "rate aiding" . Giải pháp đó được thiết kế như sau, cứ mỗi mục tiêu được tuyển, sau khi tạo vết và bắt đầu thiết lập chuyển động của mục tiêu, thì bộ xử lý vẫn phải tạo vết tiếp theo cho mục tiêu tuyển cho dù bị mất 5 trong 10 sóng dội phản hồi liên tiếp.

20.4.3 Tráo mục tiêu - Target swop

Xem hình 20.08, xét tới tình huống có hai sóng đội mục tiêu được tuyển đang tạo vết tiếp cận nhau như hình (a), và trong khoảnh khắc mục tiêu tạo vết yếu bị che khuất, bị gián đoạn bởi một chướng ngại khác (chẳng hạn khuất vào bóng râm của chiếc tàu khác). Trong khoảnh khắc đó, mục tiêu kia trở thành mục tiêu tạo vết, còn mục tiêu yếu đã tuyển thì biến mất.

Ngoài ra, do hiệu ứng của"rate aiding" làm cho cổng dịch chuyển bao trùm lên một mục tiêu khác (không được tuyển) khi mục tiêu này đến gần khiến cho mục tiêu kia trở thành mục tiêu "tạo vết", còn mục tiêu kia thì biến mất.



Hình 20.08

Một trường hợp tráo mục tiêu khác, khi mục tiêu được tuyển "tạo vết" di chuyển vào vùng nhiễu như hình (b), nhiễu ngẫu nhiên cường độ mạnh di chuyển vào cổng theo dõi có thể gây trở ngại cho việc tạo vết chính xác của mục tiêu chính, thậm chí làm mất vết mục tiêu đó. Còn lại 2 trường hợp (c) và (d) cũng là các ví dụ về việc tráo mục tiêu.

Tráo mục tiêu còn xảy ra khi hai vết mục tiêu cùng được tuyển trong một cổng khi hai mục tiêu ở gần nhau khiến cho việc nhận dạng bị nhầm lẫn, trường hợp này xảy ra ở vùng giao thông đông đúc hoặc vùng cửa khẩu. Hiệu ứng này được giải quyết bằng cách thu hẹp cổng tuyển mục tiêu khi tàu hoạt động ở vùng cảng (Harbour Mode).

20.4.4 Các mục tiêu ưu tiên - Prioritization

Nếu ở vùng giao thông có rất nhiều mục tiêu "tàu" vượt quá mức quy định theo thiết kế (chẳng hạn máy thiết kế có thể tuyển tự động 20 mục tiêu) thì cuối cùng mục tiêu tàu nào được tuyển ưu tiên ?

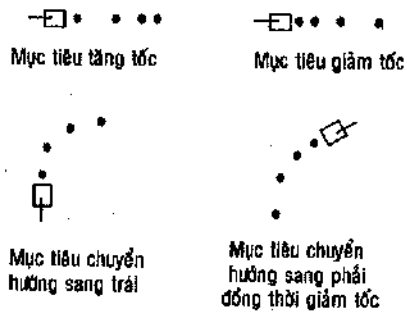
Nếu trên màn hình chỉ còn lại các mục tiêu "tàu", chẳng hạn có trên 200 mục tiêu, nhưng số lượng chỉ cho phép tuyển tự động 20 thì bộ xử lý có thể được lập trình dựa trên các dữ liệu đo được để chọn ưu tiên một trong các cách sau đây: chọn 20 mục tiêu có khoảng cách gần nhất, hoặc chọn 20 mục tiêu có CPA nhỏ nhất, hoặc chọn 20 mục tiêu tốc độ tiếp cận nhanh

nhất. Cũng có thể phối hợp cả 3 giải pháp vừa nói để xác định thứ tự ưu tiên tuyển tự động, từ chối tuyển các mục tiêu khác.

20.5 Hiển thị thông tin trên màn hình ARPA

20.5.1 Hiển thị thông tin đã qua

Dữ liệu về sóng dội trên màn hình sau khi số hoá được tích trữ trong bộ nhớ. ARPA có thể trích các dữ liệu đó và cho hiển thị các mục tiêu đã tuyển dưới dạng các chấm sáng biểu thị vị trí đã qua của mục tiêu. Khoảng cách giữa các chấm sáng của mục tiêu do người điều khiển chọn. Hình 20.09 mô tả các mục tiêu đã tuyển và các vị trí đã qua của chúng. Căn cứ khoảng cách giữa các sóng dội và hướng của các sóng dội có thể xác định mục tiêu giảm hay tăng tốc độ hay đổi hướng về phía nào. Mục tiêu đã qua có thể được hiển thị dưới dạng chuyển động tương đối hay chuyển động thật.



Hình 20.09

20.5.2 Các dữ liệu có thể hiển thị trên màn hình

Trên màn hình ARPA có thể hiển thị các dữ liệu sau đây,

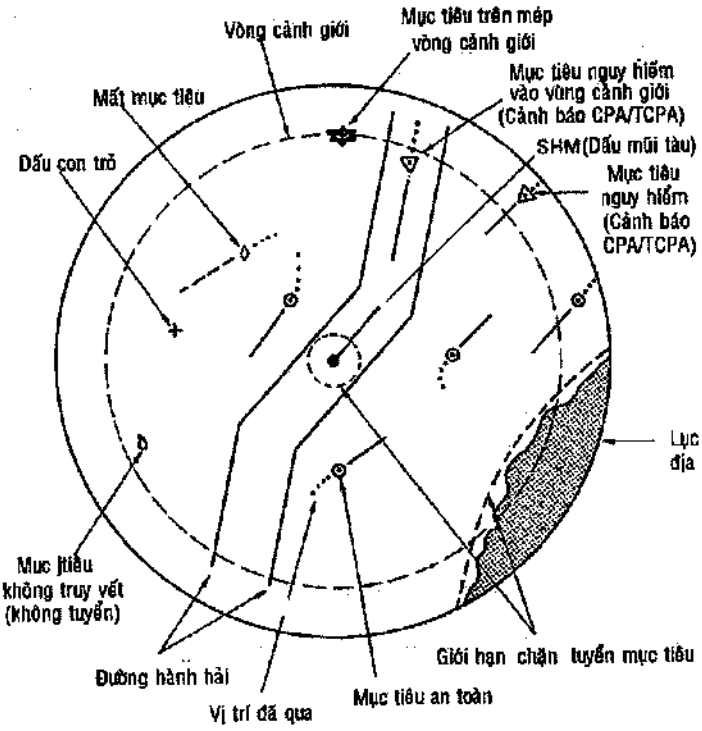
- Vectơ chuyển động tương đối;
- Vectơ chuyển động thật;
- Điểm đâm va, CPA, DCPA;
- Dự báo khu vực nguy hiểm (PAD);
- Vết tàu đã qua;
- Điều động thử;
- Xuất dữ liệu bằng ký tự;
- Đường hành hải và giới hạn;
- Cảnh báo vận hành;
- Cảnh báo thiết bị;
- Đường biên an toàn.

Màn hình ARPA thường có ít nhất các phương thức hiển thị như sau:

- Hiển thị hướng bắc (Head-up TB, North-up).

- Hiển thị hướng đi (Course-up).
- Chuyển động tương đối.
- Chuyển động thật hoặc ổn định tương đối đáy biển (True Motion sea or ground stabilization).

Hình 20.10 mô tả một màn hình ARPA, trên đó hiển thị các mục tiêu đã được tuyển cùng các vectơ biểu thị hướng đi của chúng, đường hành hải, lục địa...



Hình 20.10

Tuỳ theo màn hình chuyển động thật hay tương đối, hướng của vectơ biểu thị hướng chuyển động thật hay tương đối của mục tiêu. Đầu mút của vectơ biểu thị vị trí mục tiêu sau "x" phút, tuỳ theo chỉnh định của người sử dụng (setting vector length).

Trên phương thức chuyển động tương đối, người điều khiển có thể kéo dài vectơ về phía trung tâm màn hình (vị trí tàu chủ) để xác định CPA, DCPA của mục tiêu.

Dữ liệu như cự ly, phương vị, hướng tốc độ, CPA, DCPA của mục tiêu ... có thể dùng bàn phím hoặc trackball của hệ thống để yêu cầu chỉ báo trên màn hình.

20.5.3 Điều động thử - Trial Manoeuvres

Người điều khiển có thể lập mô phỏng việc điều động tàu chủ để tránh va với các mục tiêu bằng cách nhập hướng đi và/hoặc tốc độ tàu chủ dự kiến thay đổi cùng với thời lượng trễ (delay time). Đây là là một cách thử điều động trước khi tàu chủ quyết định hành động tránh va.

" Thời lượng trễ" là thời gian dự định chậm lại kể từ thời điểm hiện tại cho đến thời điểm tàu

chủ bắt đầu chuyển hướng và/hoặc đổi tốc độ trên thực tế. Để xác định "thời lượng trễ" cần phải xem xét tới đặc tính điều động của tàu chủ như mức độ chậm ăn lái, chậm trễ quay trở, chậm trễ tăng tốc. Đối với các con tàu lớn thì việc chọn thời lượng trễ khi tiến hành điều động thử rất quan trọng.

Màn hình có thể hiển thị hai phương thức: điều động thử động và điều động thử tĩnh.

1. Hiển thị điều động thử động (Dynamic Display)

Giả sử tất cả các mục tiêu vết duy trì tốc độ và hướng đi hiện tại của nó, cùng với hướng đi và/hoặc tốc độ dự kiến của tàu chủ thì chỉ trong vài giây, toàn bộ mô phỏng vị trí tương lai dự kiến của mục tiêu vết và tàu chủ sẽ hiển thị trên màn hình với các điểm cách nhau 1 phút (tuỳ lập trình của máy tính). Người điều khiển tàu có thể quan sát tình huống mô phỏng trên màn hình từ lúc dự kiến hành động tránh va đến kết quả của hành động đó.

2. Hiển thị điều động thử tĩnh (Static Display)

Chức năng điều động thử tĩnh chỉ hiển thị tình huống cuối cùng của mô phỏng. Chức năng điều động thử tĩnh tiện lợi cho người điều động khi cần biết kết quả điều động ngay lập tức.

Chú ý: Để nâng cao độ chính xác mô phỏng chuyển động của tàu trong điều động thử, thì đặc tính của tàu ta như gia tốc, vòng quay trở... phải được cài đặt thích hợp ngay từ khi lắp ráp ARPA lên tàu.

Trong quá trình thực hiện điều động thử thì máy tính vẫn tiếp tục công việc bình thường tiếp tục truy vết tất cả mục tiêu đã tuyển. Khi sử dụng chức năng thử trên màn hình xuất hiện chữ "T" để cảnh báo cho người điều khiển.

3. Cách hiển thị kết quả điều động thử

Để hiển thị kết quả điều động thử, mỗi nhà chế tạo có cách thiết kế khác nhau, ở đây lấy cách hiển thị vectơ làm ví dụ. Sau khi người điều khiển cung cấp các yếu tốc điều động thử vào máy thì trên màn hình sẽ hiển thị các vectơ biểu thị kết quả dự báo điều động thử thể hiện các tình huống vùng tiếp cận (close quater) của các mục tiêu tuyển và tàu chủ.

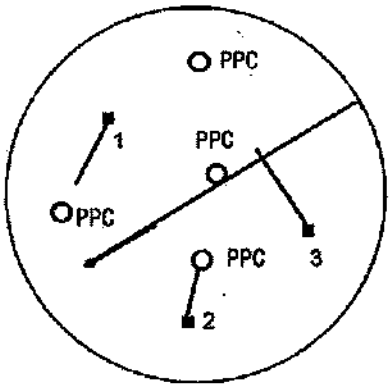
Khi tiến hành điều động thử cần chú ý các yếu tố:

- Đối với các tàu ở khoảng cách xa, thì tàu chủ có thể duy trì hướng đi hướng về điểm dự báo nguy cơ đâm va.
- Có thể ưu tiên tiến hành điều động thử cho một số mục tiêu vùng lân cận theo thứ tự hợp lý.
- Nên nhớ rằng các tàu mục tiêu cũng có thể đang điều động tránh va với nhau.
- Có thể cho hiển thị các vectơ tương đối hay chuyển động thật để quan sát, khi đánh giá hiệu quả điều động thử nên chọn dùng vectơ tương đối vì nó cung cấp kết quả trực quan CPA. Có thể điều chỉnh chiều dài vectơ để đánh giá CPA, DCPA.
- Khi tiến hành điều động thử trên màn hình sẽ hiển thị chữ T (Trail) hoặc chữ "SIM".

(Trong phần thực hành điều khiển ARPA trên thiết bị FURUNO ở cuối chương, kết quả điều động thử được hiển thị bằng một cách khác)

20.5.4 Điểm nguy cơ đâm va (PPC – Potential Collition Point)

Trên cơ sở đồ giải tự động các mục tiêu trong bộ xử lý, thiết bị có thể dự báo tàu chủ chạy hướng đi nào thì có nguy cơ đâm va và thông tin đó được hiển thị trên màn hình để cảnh báo cho người điều khiển tàu tránh chạy trên hướng đi đó. Dĩ nhiên nguy cơ đâm va đó cũng sẽ hiển thị ở tàu mục tiêu nếu họ cũng sử dụng ARPA. Cần lưu ý, nếu hành động của tàu chủ hoặc mục tiêu thay đổi (thay đổi tốc độ, hay hướng đi, hay cả hai) thì điểm nguy cơ đâm va cũng thay đổi. Có thể giải thích điểm nguy cơ đâm va trong các tình huống khác nhau bằng cách đồ giải bằng tay trên giấy (xem phần giải thích đồ giải tránh va trong Chương 19 - Rada hàng hải). Hình 20.11 mô tả các điểm PPC của các mục tiêu 1,2,3 hiển thị trên màn hình.



Hình 20.11

20.5.5 Khái niệm vùng dự báo nguy hiểm – PAD (Predicted Area of Danger)

Có thể suy diễn một cách logic rằng từ điểm nguy cơ đâm va PPC có thể mở rộng ra một khu vực chung quanh nó, với khu vực đó tàu không được xâm phạm đến để đảm bảo duy trì một khoảng cách an toàn xác định để tránh đâm va.

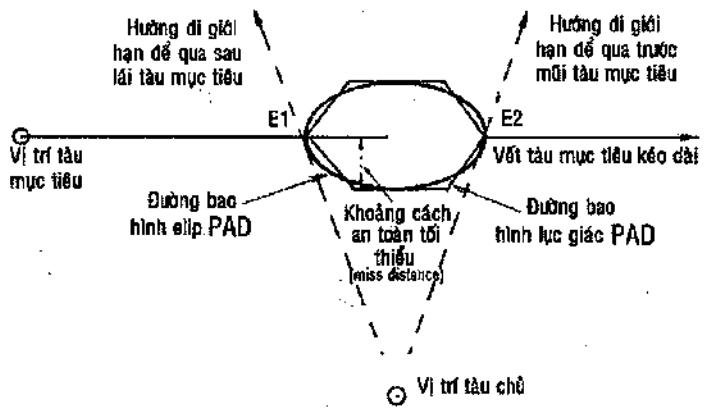
Phải mở rộng khái niệm về điểm va chạm ra thành một vùng (không phải là một điểm), do ảnh hưởng của những yếu tố sau đây:

a) Các dữ liệu từ mục tiêu tuyền không chính xác.

b) Kích thước vật lý của mục tiêu (tàu).

c) Cự ly tiếp cận an toàn (miss distance) mà người điều khiển tàu mong muốn.

Trên cơ sở phân tích các dữ liệu khi tàu chủ thay đổi hướng và thay đổi tốc độ (tăng hoặc giảm) trong khi các yếu tố điều động của mục tiêu không đổi, thì PAD giới hạn trong một hình elip hoặc một hình lục giác như mô tả trên hình 20.12.



Hình 20.12

Phân tích các yếu tố trong PAD trên hình 20.12 nhận thấy, với điều kiện mục tiêu không điều động, khi tàu chủ thay đổi hướng (tốc độ không đổi), bao giờ cũng tồn tại hướng đi của tàu chủ cắt đường kéo dài của vết mục tiêu. Trong phạm vi khu vực PAD tàu chủ có khả năng đổi hai hướng đi, hoặc đổi hướng về bên trái hoặc đổi hướng về bên phải. Hai hướng đi đó tạo ra hai điểm cắt, hoặc tàu chủ vượt qua trước mũi tàu mục tiêu khi đổi hướng về bên phải tạo điểm cắt mũi E2, hoặc tàu chủ đi qua sau lái tàu mục tiêu khi đổi hướng về bên trái tạo điểm cắt lái E1. Góc kẹp giữa hai hướng đi giới hạn đó phụ thuộc vào các yếu tố:

- Tốc độ tàu chủ

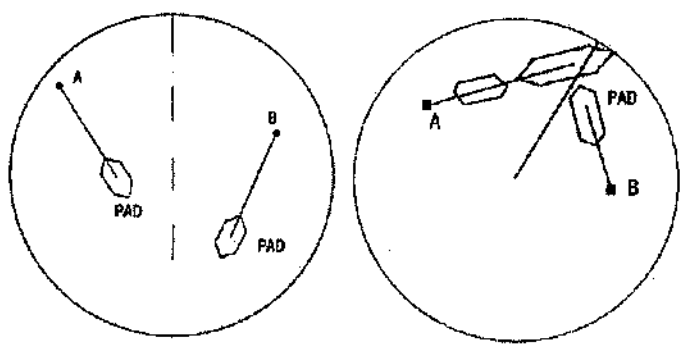
- Vị trí tàu mục tiêu

- "Góc phía" của tàu mục tiêu (xem định nghĩa Chương 19 – Radar hàng hải).

Bây giờ xem xét tới ảnh hưởng của yếu tố tốc độ tàu chủ, khi tàu chủ tăng tốc thì cũng tạo ra hai điểm cắt mũi lái như trình bày ở trên.

Tuy nhiên, khi tàu chủ giảm tốc độ, căn cứ vào yếu tốc vị trí và góc phía của mục tiêu, thì khả năng cắt mũi / cắt lái sẽ phức tạp hơn, có thể tạo ra các điểm nguy cơ đâm va thứ cấp, điều đó phụ thuộc vào khoảng cách an toàn tối thiểu mà người điều khiển mong muốn khi giảm tốc độ.

Trong thực tiễn PAD được xác định như sau, nếu lấy PAD là hình elip thì trục lớn của nó bằng hiệu số khoảng cách giữa hai điểm cắt mũi và cắt lái (E1E2) tính từ tàu mục tiêu, trục nhỏ của elip bằng hai lần khoảng cách an toàn tối thiểu (miss distance). Nếu lấy PAD là một hình lục giác thì vẽ bằng cách có thể coi hình lục giác gồm một hình chữ nhật và hai hình tam giác cân, đáy của tam giác cân bằng hai lần miss distance, chiều cao của tam giác cân bằng 1/4 E1E2. Lưu ý rằng điểm nguy cơ đâm va PPC không nhất thiết nằm tại tâm của PAD, PAD không nhất thiết là một hình đối xứng. PAD hiển thị trên màn hình mô tả trên hình 20.13.



Hình 20.13

20.5.6 Các loại cảnh báo

Các thiết bị ARPA có các chức năng báo động sau đây:

1. Báo động CPA, TCPA

ARPA thực hiện chức năng giám sát liên tục CPA và TCPA dự đoán của mỗi mục tiêu tạo vết được tuyển đối với tàu chủ. Khi CPA dự đoán của bất cứ mục tiêu nào vượt qua giới hạn CPA/TCPA đã cài đặt thì ARPA phát ra báo động. Khoảng cách CPA/TCPA cần phải được

cài đặt thích hợp trên cơ sở xem xét kích thước, trọng tải, tốc độ và đặc tính điều động của tàu ta.

Người điều khiển không nên coi tính năng báo động CPA/TCPA là phương pháp duy nhất để tránh va. Bất cứ lúc nào sĩ quan hàng hải cũng không được rời bỏ *trách nhiệm cảnh giới bằng mắt* để tránh va cho dù có sự hỗ trợ của RADAR/ARPA và các phương tiện đồ giải hay không.

2. Báo động vùng cảnh giới GUARD ZONE

   ARPA có chức năng cảnh báo cho người điều khiển khi có mục tiêu xâm phạm vào vùng cảnh giới đã cài đặt sẵn.

3. Báo động mất mục tiêu

   Khi hệ thống phát hiện mất một mục tiêu đã tuyển thì ARPA có cảnh báo cho người điều khiển bằng âm thanh và các hình thức cảnh báo khác tuỳ theo thiết kế của thiết bị.

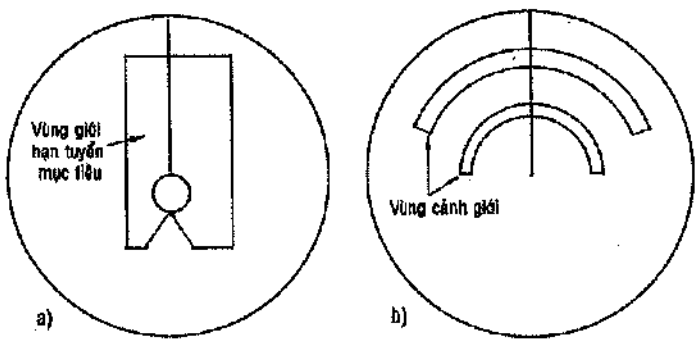
4. Báo động đầy mục tiêu

   Khi bộ nhớ của hệ thống bị đầy, hoặc hết khả năng tuyển các mục tiêu bằng tay hay tự động thì thiết bị cũng có tín hiệu cảnh báo cho người sử dụng.

5. Báo động hỏng hóc hệ thống

   Khi bộ xử lý không nhận được tín hiệu nhập vào từ rađa hoặc các thiết bị ngoại vi thì màn hình hiển thị cảnh báo.

20.5.7 Ranh giới từ chối tuyển mục tiêu -ARB (Area Rejection Boundaries)



Hình 20.14

Thông thường do bộ nhớ có giới hạn, một số hệ thống ARPA có chức năng thiết lập ranh giới cho tuyển tự động, các mục tiêu ngoài khu vực đó không tuyển tự động các mục tiêu. Bằng cách đó sẽ giảm được tải bộ nhớ khi đi gần bờ. Hình 20.14a mô tả ranh giới vùng giới hạn từ chối tuyển mục tiêu và vùng cảnh giới 20.14b, người điều khiển có thể áp đặt khi cần.

Tuyển bằng tay thì không cần giới hạn khu vực tuyển.

20.5.8 Hiển thị dữ liệu

Trên màn hình ARPA hiển thị các dữ liệu cả hai phương thức hiển thị chuyển động tương đối và chuyển động thật bao gồm:

- RNG/BRG: khoảng cách và hướng ngắm (hoặc góc mạn) từ tàu chủ đến mục tiêu tuyển.
- CSE/SPD: Hướng đi và tốc độ hiển thị cho mục tiêu tuyển.
- CPA/TCPA: Hai dữ liệu này được tính toán một cách tự động và hiển thị dưới dạng đồ họa và chữ số.
- BCR/BCT: BCR là cự ly tiếp cận nhất của mục tiêu được chọn mà mục tiêu đó dự kiến đi qua trước mũi tàu chủ. BCT là thời gian dự kiến cần để mục tiêu đó đi qua trước mũi tàu chủ.
- Nhận dạng các mục tiêu nguy hiểm.
- Hiển thị tàu ta đổi tốc độ hay hướng đi hoặc cả hai.
- Các dữ liệu về tốc độ và hướng đi của mục tiêu.
- Thám sát sự biến đổi tốc độ và hướng đi của mục tiêu.
- Hiển thị thử điều động.

20.6 Các thuật ngữ và ký hiêu dùng cho ARPA

20.6.1 Một số định nghĩa các thuật ngữ thường gặp khi sử dụng ARPA

TV - True Speed Vector , biểu thị hướng và tốc độ thật của mục tiêu

RV - Relative Speed Vector, biểu thị hướng đi và tốc độ tương đối của mục tiêu

TH - Track History, biểu thị vết đi đã qua có thể hiển thị theo yêu cầu bao gồm 4 vị trí cách đều nhau của sóng dội trước đó.

PPC - Point Possible Collision, là điểm có khả năng xảy ra đâm va

PAD - Predicted Area Danger, là khu vực nguy hiểm phải tránh trên cơ sở CPA / TCPA cài đặt và tốc độ tương đối của mục tiêu.

North Up - Phương thức hiển thị hướng Bắc thật (Hướng Bắc ở trên đỉnh)

Course Up - Phương thức hiển thị hướng đi (Hướng đi ở trên đỉnh)

Heading - Hướng mũi tàu.

Heading Up - Phương thức hiển thị hướng mũi tàu (Hướng mũi tàu ở đỉnh)

Bearing - Hướng ngắm, phương vị

Relative Bearing - Góc mạn

Target's Predicted Motion - Chuyển động dự báo của mục tiêu, đó là một vectơ suy diễn bằng cách nắn thẳng các vết đã qua.

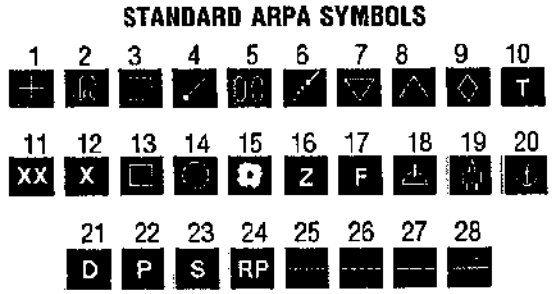
Acqisition - Tuyển chọn mục tiêu để theo dõi sự chuyển động của chúng.

Tracking - truy vết, tạo vết (theo dõi vết)

và một số thuật ngữ khác có thể tham khảo trong Chương 19 - Rađa hàng hải.

20.6.2 Các dấu hiệu tiêu chuẩn áp dụng cho ARPA (xem hình 20.15)

1. Con trỏ dùng để tuyển mục tiêu bằng tay trên hệ thống ARPA.



Hình 20.15

2. Là vùng giới hạn tuyển tự động, bên ngoài đường viền, các mục tiêu từ chối tuyển tự động.
3. Một hình vuông không liền nét bao bọc chung quanh sóng dội biểu thị mục tiêu tuyển ở trạng thái ban đầu, tiếp tục tạo vết mục tiêu được tuyển.
4. Một vectơ biểu thị hướng chuyển động dự báo tương đối hay chuyển động thật, chiều dài của vectơ biểu thị thời gian có thể điều chỉnh theo yêu cầu với một tỷ lệ nhất định. Điểm gốc của vectơ là một điểm chấm hay tâm của một vòng tròn có đường kính tối thiểu 2mm. Vị trí tàu chủ biểu thị bằng một điểm chấm.
5. Biểu thị PAD của mục tiêu.

   Hình có dạng elip hoặc lục giác, góc của vectơ là một điểm chấm hoặc tâm của một vòng tròn nhỏ biểu thị vết mục tiêu hiện tại.
6. Biểu thị vị trí sóng dội mục tiêu đã qua, gồm các chấm nối tiếp sau điểm gốc của vectơ.
7. Một hình tam giác đều đỉnh chỉ xuống, nhấp nháy, biểu thị mục tiêu đi vào vùng cảnh giới do người điều khiển cài đặt. Vùng cảnh giới bao quanh bởi một đường liên tục do người điều khiển chọn.
8. Một hình tam giác đều đỉnh chỉ lên trên chớp liên tục để cảnh báo CPA, TCPA của mục tiêu, cùng với vectơ cũng chớp liên tục.
9. Chỉ báo mất mục tiêu, gồm một hình thoi gồm hai tam giác ở trên và ở dưới chớp liên tục.
10. Chỉ báo điều động thử, chữ "T" xuất hiện phía phần dưới của màn hình.
11. Chỉ báo thử tính năng máy phát/thu, hai chữ "XX" chớp liên tục xuất hiện ở phần dưới màn hình.
12. Chỉ báo mục tiêu thử , chữ "X" xuất hiện, mục tiêu thử nhấp nháy. Trong quá trình thử chữ "XT" xuất hiện.
13. Dấu hiển thị dữ liệu, một hình vuông chứa dữ liệu mục tiêu.
14. Dấu hiệu tham khảo.
15. Vết mục tiêu không truy vết.
16. "Z", mục tiêu có tốc độ nhỏ hơn 1 nơ.
17. "F" , mục tiêu cố định.

18. Vị trí phao tiêu hàng hải.

19. Công trình trên biển (ngoài khơi)

20. Vùng neo.

21. "D" khu vực nguy hiểm.

22. "P", khu vực cấm.

23. "S" vùng đặc biệt.

24. "SP" vị trí tham chiếu.

25. Đường đồ bản tiêu chuẩn, chẳng hạn đường bờ biển.

26. Đường đồ bản không liên tục, ví dụ đường đẳng sâu.

27. Đường dấu mũi tàu chủ.

28. Đường phương vị điện tử.

20.7 Nguồn gốc các sai số ảnh hưởng hoạt động của ARPA

Nguồc gốc các sai số ảnh hưởng đến các dữ liệu hiển thị trên ARPA có thể chia làm 3 nhóm, tóm tắt như sau,

20.7.1 Sai số lắp ráp rađa và các thiết bị ngoại vi

Sai số sinh ra do bản thân rađa, tốc độ kế, la bàn con quay và việc lắp đặt chúng, chẳng hạn sai số trong việc tạo xung, phát và thu sóng dội của rađa, tốc độ quay và sự đồng bộ của anten với tia quét trên màn hình, sai số của bản thân la bàn con quay, tốc độ kế...Từ nguyên nhân đó phát sinh các loại sai số:

1. Nhoè sóng dội

Tàu mục tiêu bị sóng lắc, đảo, khiến sóng dội không ổn định tại một vị trí. Kích thước tàu mục tiêu là một ảnh hưởng hưởng đáng kể làm sinh ra hiện tượng loé (glint) của sóng dội làm phát sinh sai số phương vị ngẫu nhiên.

2. Sai số phương vị

Phát sinh do độ rơ của bánh răng quay anten, và trong hệ thống phát và thu đồng bộ giữa anten và tia quét trên màn hình, ảnh hưởng của không khí đến tốc độ quay của anten.

Do lắp đặt anten không chính xác, bị nghiêng trên mặt phẳng ngang. Mặt khác tàu chủ bị lắc, đảo cũng anh hưởng đến độ chính xác trong việc xác định phương vị.

Sai số do việc mã hoá phương vị trước khi đưa vào bộ xử lý máy tính.

Sai số phương vị còn phát sinh do dữ liệu về hướng lấy từ la bàn con quay mà bản thân la bàn cũng có sai số cố định, và sai số ngẫu nhiên do sự chuyển động của tàu ảnh hưởng đến hoạt động của la bàn con quay.

Các sai số này đều ảnh hưởng đến hướng của véc tơ biểu thị chuyển động của mục tiêu.

3. Sai số đo khoảng cách.

Phát sinh do tàu bị lắc ngang, do ảnh hưởng của biên độ xung sóng siêu cao phát đi. Ngoài ra ảnh hưởng lớn nhất là sai số ngẫu nhiên của tốc độ lấy từ tốc độ kế. Chính sai số này sẽ ảnh hưởng đến độ chính xác của độ dài vectơ của mục tiêu.

20.7.2 Sai số hiển thị dữ liệu trên màn hình

1. Mất mục tiêu,tráo mục tiêu, như đã trình bày ở phần trước, gây nên sự nhầm lẫn trong việc nhận dạng mục tiêu.
2. Sai số vết sóng dội

   Nguyên nhân chính của sai số này là do những hạn chế về mặt kỹ thuật của rađa làm cho các vết sóng dội tạo ra trên màn hình không nằm trên một đường thẳng, mặc dù trong thực tế mục tiêu di chuyển theo đường thẳng. Bộ xử lý máy vi tính đã áp dụng kỹ thuật lọc để để nắn thẳng và phát hiện sự biến đổi của mục tiêu.

   Tuy nhiên, do tính đa dạng của chuyển động mục tiêu, lúc nhanh lúc chậm, đổi hướng, có khi sóng dội bị mất... khiến bộ xử lý của máy tính đôi khi không thực hiện chính xác tính năng dự báo vectơ chuyển động.

   Đặc biệt khi tàu chủ chuyển động thì các vết tương đối của mục tiêu sẽ chịu ảnh hưởng của chuyển động tàu chủ và gây khó khăn cho việc nắn thẳng đường chuyển động của mục tiêu làm phát sinh sai số vết.

   Nếu cả tàu chủ và tàu mục tiêu cùng điều động (tăng giảm tốc độ, chuyển hướng) thì sự chỉ báo vết mục tiêu không còn đáng tin cậy cho đến khi cả hai dừng điều động và ổn định.

   Ngoài ra, khi mục tiêu đến gần tàu chủ thì sự biến thiên của phương vị mục tiêu quá nhanh, cổng truy vết không kịp dịch chuyển, theo dõi mục tiêu, có khi bị mất mục tiêu.
3. Sai số phát sinh do nhập sai dữ liệu hướng đi và tốc độ tàu chủ.

   Dễ dàng nhận thấy rằng, nếu nhập sai hướng đi và tốc độ của tàu chủ vào máy dẫn tới những tính toán sai lầm trong máy tính và cung cấp các dữ liệu sai trên màn hình. Vì vậy người điều khiển ARPA phải thường xuyên kiểm tra sự chính xác của dữ liệu nhập vào máy.

20.7.3 Các sai sót do việc giải thích, đo, đọc màn hình không chính xác

Các sai sót này phát sinh do người dùng nhầm lẫn hoặc không thành thạo việc giải thích màn hình, ví dụ:

- Người điều khiển đo CPA từ chuyển động thật của mục tiêu;
- Đo hướng và tốc độ của mục tiêu trên hướng dịch chuyển tương đối.

Đôi khi sai số do người điều khiển không chỉnh định cập nhật thông tin phù hợp trên các nút điều chỉnh.

20.8 ARPA và vai trò của CON NGƯỜI đối với an toàn trên biển

20.8.1 Khai thác và vận hành ARPA theo đúng hướng dẫn của nhà chế tạo

ARPA ngày càng được cải tiến trên nền tảng rađa truyền thống và công nghệ thông tin, vi tính. Trên các thiết bị mới ngày càng bổ sung nhiều chức năng hỗ trợ cho người sử dụng để cung cấp nhiều dữ liệu trong việc điều động tránh va. Việc điều khiển, điều chỉnh, ứng dụng ARPA có vẻ như rất phức tạp, tuy nhiên chỉ cần có kiến thức về đồ giải rađa, hiểu biết cơ

bản về công nghệ thông tin và vi tính thì việc sử dụng ARPA trở nên dễ dàng. Các "Hướng dẫn cho người sử dụng" kèm theo thiết bị sẽ giúp ích rất nhiều cho người sử dụng.

Tuỳ thuộc vào hãng sản xuất, quy trình khởi động hệ thống ARPA có khác nhau. Dưới đây đưa ra những lưu ý tối thiểu cần phải kiểm tra trước khi cho ARPA hoạt động.

1. Bật nguồn ARPA, kiểm tra rađa đã được khởi động và điều chỉnh thích hợp (cho ARPA tích hợp).
2. Kiểm tra hướng đi (đã hiệu chỉnh) của tàu được cung cấp cho hệ thống, nếu cần, phải hiệu chỉnh hướng đi của la bàn con quay.
3. Kiểm tra chính xác độ đồng bộ (alignment) của anten rađa.
4. Khi sử dụng cho tránh va, kiểm tra việc chọn phương thức hoạt động cần thiết của tốc độ kế, *tốc độ kế phải hoạt động tương đối với nước*, không hiệu chỉnh đối với dạt và dòng chảy.
5. Chọn phương thức hoạt động cần thiết của rađa, bình thường dùng phương thức chuyển động thật, định hướng hướng đi thật (Course Up) hoặc chuyển động thật, định hướng hướng Bắc thật (North Up) cho mục đích *giám sát giao thông*.
6. Chọn thang tầm xa, chiều dài véctơ, kiểu báo động đâm va cần thiết.
7. Hãy làm quen với các chỉ dẫn của nhà chế tạo.

20.8.2 Hiểu rõ phương thức hoạt động của ARPA tương đối với nước (Sea stabilized Mode) khi ARPA hoạt động tránh va

Khi ARPA sử dụng cho việc *tạo vết thật* (True Tracks Mode), thì các dữ liệu liên quan đến chuyển động của tàu chủ (tàu ta) được cung cấp từ tốc độ kế và la bàn. Yêu cầu các dữ liệu này không có sai số cảm biến. Mặt khác, tốc độ cung cấp cho hệ thống phải là tốc độ *tương đối với nước* không lấy tốc độ *tương đối với đáy* từ tốc độ kế doppler. Như vậy, vectơ mục tiêu hiển thị chuyển động của mục tiêu tương đối với nước, và chỉ báo *"góc phía" nhìn thấy* của mục tiêu, bất kể dòng chảy ra sao.

Tóm lại, khi sử dụng ARPA để tránh va thì chỉ sử dụng phương thức tương đối với nước (SEA STABILIZZED MODE).

Trong trường hợp sử dụng phương thức chuyển động tương đối với nước, khi có dòng chảy thì người điều khiển nhận thấy các sóng dội lục địa di chuyển theo dòng chảy. Điều này dễ xảy ra lẫn lộn khi áp dụng "Màn hình hải đồ" (đưa hải đồ lên màn hình).

20.8.3 Hiểu biết sự hạn chế của phương thức màn hình hiển thị tương đối với đáy

Khi có dòng chảy, để cho sóng dội lục địa không di chuyển, một số ARPA sử dụng chức năng "Auto drift" hoặc " Echo reference". Với chức năng này các mục tiêu cố định sẽ không di chuyển trên màn hình, màn hình trở thành *phương thức tương đối với đáy* (Ground Stabilizzed Mode).

Với phương thức này thì các véctơ của mục tiêu hiển thị tạo vết thật (True Tracks) qua đáy. Nhưng, vì lý do hiệu ứng nhầm lẫn các dữ liệu liên quan đến "góc phía" của mục tiêu cho nên *không nên sử dụng phương thức này để đánh giá nguy cơ đâm va và hoạch định hành động tránh va.*

20.8.4 Hiểu biết những hạn chế của ARPA và ảnh hưởng của nhiễu từ bên ngoài

1. Như đã phân tích trong phần sai số, ARPA còn một số nhược điểm và các hạn chế. Các hạn chế đó thể hiện:

   - Hạn chế trong việc xử lý dữ liệu, việc tuyển tự động không được nhạy bén, không thể nâng cao độ nhạy của hệ thống, vì độ nhạy cao sẽ tuyển cả nhiễu, độ nhạy thấp thì không tuyển tự động đủ mục tiêu.
   - Khi mục tiêu điều động, tăng giảm tốc độ, chuyển hướng thì qúa trình truy vết rất khó khăn, trong khi điều động đang diễn tiến thì cổng theo dõi rất khó xác định vị trí kế tiếp để đưa ra vectơ chính xác.
   - Khi tàu chủ điều động sẽ ảnh hưởng đến vết tương đối của mục tiêu, việc tính toán, xác định vết rất khó khăn khiến cho vết tương đối thiếu ổn định.
   - Các khiếm khuyết trong việc giải tam giác vectơ dưới dạng thuật toán hay đồ hoạ, kết quả phụ thuộc vào sai số khi xử lý dữ liêu đầu vào của rađa và dữ liệu nhập.

2. Ảnh hưởng của nhiễu

   1) Sóng dội từ biển (nhiễu biển)

   Nếu rađa được điều chỉnh A/C SEA hợp lý ảnh hưởng của sóng dội từ sóng biển không có ảnh hưởng nghiêm trọng bởi vì khi sóng dội của sóng biển ở xa, không bị ảnh hưởng của điều chỉnh nhiễu biển, được lọc bằng nguyên lý so sánh dữ liệu trùng khớp các lần quét liên tiếp (scan-to-scan matching of data).

   2) Sóng dội từ mưa và tuyết

   Loại sóng đội này có thể tạo vết như là mục tiêu và đôi khi được tuyển tự động một cách ngẫu nhiên. Cần điều chỉnh A/C RAIN phù hợp. Nếu mưa nặng hạt thì chuyển sang S-BAND (nếu có), hoặc bật công tắc chống nhiễu giao thoa, nếu nhiễu mưa vẫn tồn tại thì tốt nhất là tuyển mục tiêu bằng tay.

3. Mây

   Thông thường mây không ảnh hưởng đến ARPA, nếu cần, điều chỉnh A/C RAIN.

4. Khi độ nhạy của rađa thấp (Low Gain)

   Nếu độ nhạy của máy thu rađa không đủ hoặc thấp, thì các mục tiêu ở xa sẽ không được tuyển. Màn hình ARPA sẽ mất một số mục tiêu ở xa mặc dù có thể nhìn thấy bằng mắt, tăng độ nhạy (tăng GAIN) cũng không cải thiện bao nhiêu.

   Tuyển bằng tay có kết quả chỉ cần sóng dội mục tiêu hiển thị trên một lần. Tuyển tự động cũng sẽ có kết quả nếu phát hiện sóng dội mục tiêu 5~7 lần liên tục. Việc tạo vết có kết quả khi phát hiện sóng dội mục tiêu 5 lần trong 10 lần anten quét sóng lên mục tiêu (không nhất thiết liên tục). Nếu không phát hiện được sóng dội trong 10 lần quét coi như mất mục tiêu (Lost target).

   Nói cách khác, rađa tuyển sóng dội khi trong sáu lần quét liên tục mỗi một lần quét đều phát hiện cùng một sóng dội mục tiêu, và tạo vết cho mục tiêu đó nếu có một sóng dội trong mười lần quét tiếp theo, nếu không, mục tiêu bị mất.

5. Sóng dội lần hai

Khi tia sóng có hiện tượng siêu khúc xạ rađa có thể nhận được sóng dội mạnh phản xạ từ mục tiêu ở rất xa, khiến cho sóng dội có thể xuất hiện trên lộ trình xung quét sau chu kỳ lặp xung. Điều đó làm cho tầm xa của mục tiêu hiển thị không đúng trên màn hình. Trong điều kiện như vậy sóng dội lần hai của mục tiêu cũng được tuyển từ động và tạo vết, tuy nhiên nó hiển thị không đúng hướng đi và tốc độ khoảng cách của mục tiêu.

6. Góc mù và góc bóng râm

Góc mù và bóng râm của rađa do bản thân các vật kiến trúc trên tàu tạo ra khiến cho một số mục tiêu bị che khuất, rađa không thám sát được. Việc tạo vết mục tiêu trên ARPA bị gián đoạn khi các mục tiêu này bị che khuất. Dĩ nhiên, các mục tiêu này sẽ được tuyển lại sau khi nó dịch chuyển ra khỏi vùng khuất của góc mù hay bóng râm.

7. Sóng dội gián tiếp

Cần lưu ý đôi khi sóng dội gián tiếp cũng được tuyển bởi ARPA và tạo thành vết vectơ nếu sóng dội gián tiếp đó cũng được thám sát bởi 5 lần quét sóng liên tục. Có thể giảm độ nhạy (độ lợi - Gain) của rađa để giảm ảnh hưởng của phản xạ gián tiếp, nhưng lưu ý là điều đố cũng sẽ giảm khả năng tuyển mục tiêu của ARPA.

*

* *

ARPA trở thành một công cụ hiệu quả cho những nhà hàng hải được huấn luyện thích hợp, nhưng sẽ là một thiết bị nguy hiểm thậm chí có thể dẫn tới rủi ro đâm va cho những ai không được huấn luyện mà sử dụng nó.

Yêu cầu tối thượng cho những người sử dụng ARPA là phải có kiến thức về rađa, về nguyên lý đồ giải rađa để có thể hiểu biết những thông tin trên ARPA, có kỹ năng điều khiển và điều chỉnh hệ thống, nắm chắc các quy tắc tránh va trong COLREGS để ứng dụng thành thạo và hiệu quả trong quá trình phòng tránh đâm va trên biển.

Vì vậy, IMO đã khuyến cáo và yêu cầu những ai sử dụng RADAR/ARPA phải qua các chương trình huấn luyện về lý thuyết và thực hành bắt buộc.

20.9 THỰC HÀNH SỬ DỤNG RADAR/ARPA

Dưới đây lấy kiểu rađa mới " RADAR/ARPA hàng hải kiểu FAR-21x7(-BB)/28x7" (2004) của hãng FURUNO để hướng dẫn thực hành cách sử dụng RADAR và ARPA. Hệ thống thiết bị này ngoài chức năng RADAR, ARPA còn kết hợp chức năng AIS (hệ thống nhận dạng tự động) theo IMO SN Circ.217, IEC 60936-5 và tác nghiệp bản đồ rađa.

20.9.1 Các số liệu kỹ thuật cơ bản của RADAR/ARPA hàng hải kiểu FAR-21x7(-BB)/28x7

1. Anten

Loại anten XN20AS (dùng cho băng tần X):

- Dài: 6,5 feet
- Góc ngang H cánh sóng: $1,23^0$

- Góc đứng V cánh sóng: 20^0
- Phân cực: ngang
- Vòng quay: 24 hoặc 42 vòng phút

Loại anten SN36AS (dùng cho băng tần S):

- Dài: 12 feet
- Góc ngang cánh sóng H: $1,8^0$
- Góc đứng cánh sóng V: 25^0
- Phân cực: ngang
- Vòng quay: 24 hoặc 42 vòng phút

2. Máy phát thu

- Tần số : X-band: 9410±30 MHz; S-band 3050±30 MHz
- Công suất ra: 12/ 25 /30 kW (tuỳ số sê-ri của rađa)
-

Độ dài xung	S1	S2	M1	M2	M3	L
PL (μs)	0,07	0,15	0,3	0,5	0,7	1,2
PRF (Hz)	3000	3000	1500	1000	1000	600
Thang tầm xa (nm)	0.125, 0.25, 0.5, 0.75, 1.5	0.5, 0.75, 1.5, 3	0.75, 1.5, 3, 6	3, 6, 12, 24	3, 6, 12, 24	6, 12, 24, 48, 96, 120

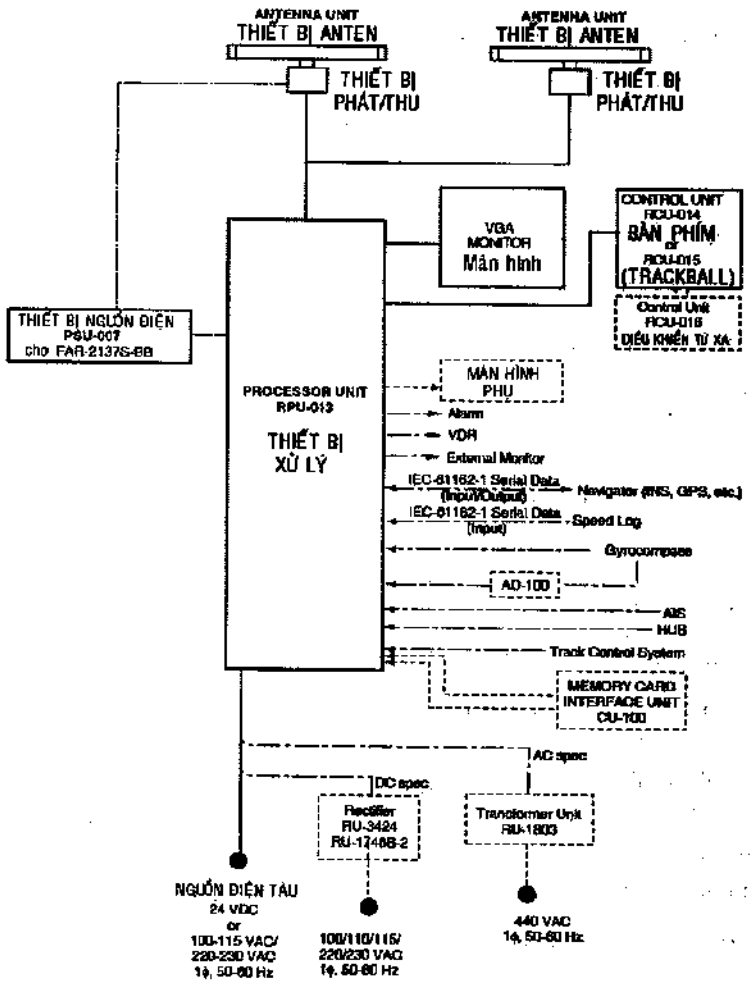
- Tần số trung gian IF: 60MHz
- Tạp âm 6 dB

3. Thiết bị hiển thị cho xêri FAR-21 x 7 và FAR-28 x 7

- Màn hình: Sóng dội màu vàng hoặc xanh lá cây 32 mức.
- Màn hình quét mành chiều đứng 60 Hz, chiều ngang 48,3kHz.
- Kích thước: MU-201CR 23,1-inch color LCD.
- Diện tích hiển thị: (mm) 399,36 x 314,49 hoặc 440,4 x 352,8
- Độ phân giải: 1280 x 1024 pixels hoặc 1280 x 1024 pixels
- Đường kính hiệu dụng rađa 308, 340 mm
- Tầm xa tối thiểu và độ phân giải theo khoảng cách 35 mét
- Thang tỷ lệ tầm xa (nm):
  0.125 (.025), 0.25 (0.05), 0.5 (0.1), 0.75 (0.25), 1 (0.25), 1.5 (0.25),
  Khoảng cách giữa các vòng tròn đánh dấu cự ly cố định: 3 (0.5), 4 (1), 6 (1), 8 (2), 12 (2), 16 (4), 24 (4), 32 (8), 48 (8), 96 (16), 120 (20).
- Độ chính xác cự ly: 1% tầm xa cực đại của thang tầm xa đang sử dụng hoặc 30 mét, chọn giá trị lớn hơn.
- Độ phân giải phương vị: $2,5^0$
- Độ chính xác hướng: $\pm 1^0$
- Các phương thức biểu thị hướng:
  - Hiển thị hướng mũi (Presentation mode Head-up).
  - Hiển thị hướng bắc (Head-up TB, North-up).
  - Hiển thị hướng đi (Course-up).

- Chuyển động thật hoặc ổn định tương đối đáy biển (True Motion sea or ground stabilization).

- Thiết bị đồ giải: tuyển mục tiêu tự động hoặc bằng tay 100 mục tiêu trên tầm xa 0,2 ~32 nm.
- Tự động truy theo tất cả các mục tiêu tuyển.
- Đường viền hàng hải trên bản đồ rađa, đường bờ biển, phao tiêu do người sử dụng tạo ra...6000 điểm trên phương thức rađa, 6000 điểm trên card IC dạng hải đồ.
- Vùng cảnh giới (GZ): hai vùng cảnh giới ở bất cứ vị trí nào.
- Đường tham chiếu song song PI: có thể chọn 2 hoặc 4 hoặc 6 đường.
- Thiết bị AIS theo IMO Circ. 217.



Hình 20.16

4. Giao diện:

- IEC 61162-1 Ed. 2 RSD, TTM, AIS related data, etc.
- Compass Built-in interface (option) for sync signal (20-135 V, 50-400 Hz), or
- stepper signal (20-135 VDC), any polarity, for gyrocompass, GPS compass SC-60/120 by IEC 61162-2

- Speed log NMEA format data
- Các thiết bị khác như Echo sounder, GPS navigator, water temperature, etc.

5. Nguồn điện

- DC version 24 VDC, 15.4 A max
- AC version 115/230 VAC, 1, 50/60 Hz, 270 VA
- 440 VAC, 3, 60 Hz (S-band)
- 380 VAC, 3, 50 Hz (S-band)
- Input voltage Display unit
  - FAR-21x7: 24 VDC, 2.3 A; 100-230 VAC, 0.7A (100 V)
  - FAR-28x7: 24 VDC, 3.2 A; 100-230 VAC, 0.9 A (100 V)
- Thiết bị xử lý

  FAR-2117/2817/2117-BB:

  - 24VDC: 7.6A1/8.5A2, 100-115 VAC: 2.6A1/3.0A2,
  - 220-230 VAC: 1.6A1/1.7A2

  FAR-2127/2827/2127-BB:

  - 24 VDC: 8.8A1/9.7A2, 100-115 VAC: 3.0A1/3.4A2,
  - 220-230 VAC: 1.8A1/1.9A2

6. Điều kiện môi trường

- Môi trường chung quanh (Phù hợp với IEC 60945)
  - Thiết bị trong phòng -15^{0}C to +55^{0}C
  - Thiết bị anten -25^{0}C to +55^{0}C
- Độ ẩm tương đối 95% ở 40^{0}C

Cần chú ý đối với mục tiêu tốc độ cao:

Giả sử tốc tốc độ tàu chủ 40 nơ, tàu mục tiêu tiếp cận tàu chủ tốc độ 40 nơ, như vậy tốc độ tương đối là 80 nơ. Với tốc độ anten quay 42 vòng/phút đốm sáng sóng dội mục tiêu nhảy 49m đến vị trí mới, mỗi lúc một gần tàu chủ. Mỗi lần đốm sáng nhảy tương đương 19mm trên màn hình ở thang tầm xa 0,25nm. Trên một thang tầm xa như vậy có thể mất vết mục tiêu trong nhiễu biển, các nhiễu ngẫu nhiên và các mục tiêu khác. Cần sử dụng thang tầm xa kế tiếp lớn hơn. ARPA sẽ mất vết mục tiêu khi tốc độ tương đối vượt quá 100 nơ.

7. Cấu hình của hệ thống (xem hình 20.16)

20.9.2 Vận hành, điều chỉnh rađa

Hình 20.17 mô tả màn hình và bàn phím điều khiển hệ thống.

1. Mở nguồn điện

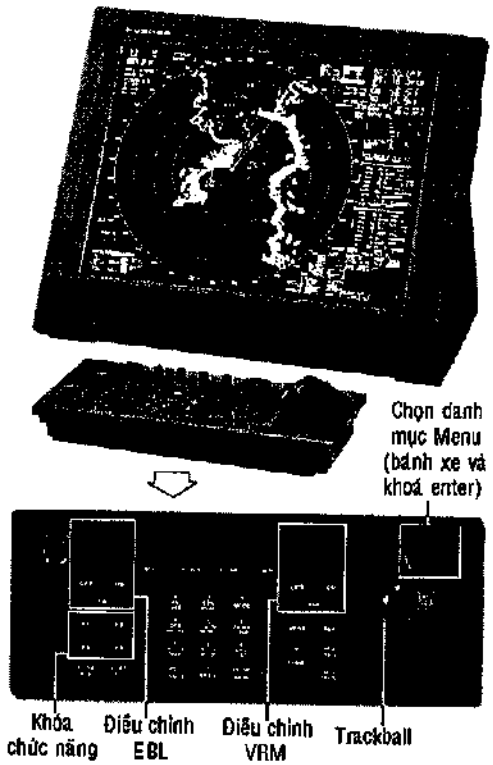
Công tắc nguồn [POWER] nằm ở góc bên trái của bàn phím, xem hình 20.18. Mở nắp công tắc nguồn, ấn cộng tắc [POWER] cho hệ thống ra đa hoạt động. Để tắt rađa, ấn nút [POWER] một lần nữa. Sau 30 giây mở nguồn, vòng phương vị và đồng hồ đếm ngược thời gian bắt đầu hiển thị. Đợi trong vòng ba phút, để magnetron đủ nóng. Khi đồng hồ chỉ 0:00,

trên trung tâm màn hình xuất hiện " ST-BY" (sẵn sàng) biểu thị máy sẵn sàng phát xung. Ở trạng thái "ST-BY" các dấu hiệu cự ly, bản đồ ... chưa hiển thị.

2. Cho máy phát hoạt động

Sau khi mở nguồn, magnetron đủ nóng, máy ở trạng thái sẵn sàng, bây giờ có thể phát xung bằng cách ấn phím [STBY/TX] trên bàn phím hoặc quay trackball để chọn hộp đề mục "TX RTBY" nằm ở dưới đáy bên trái màn hình, xem hình 20.18, và nhấn nút trái (trên trackball module). Dấu hiệu nằm trên hộp hướng dẫn (Guidance box) bên phải màn hình chuyển từ TX sang STBY.

Rađa bây giờ hoạt động theo như tầm xa và độ dài xung đã được cài đặt ở lần sử dụng trước.



Hình 20.17

Anten dừng quay khi đang ở "STBY" (sẵn sàng) và quay khi rađa ở "TX" (phát).

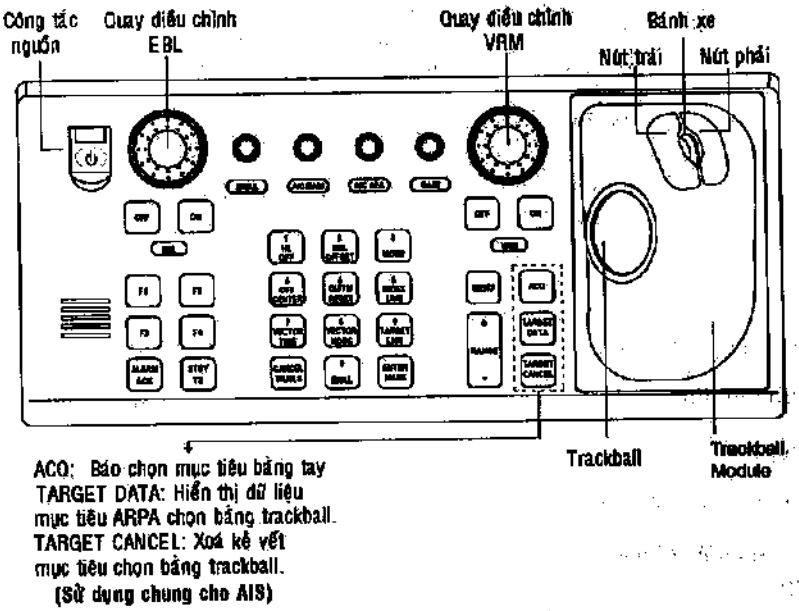
Chú ý: Khi không dùng rađa nên chuyển về "STBY" để kéo dài tuổi thọ của magnetron.

3. Bàn phím điều khiển

Trên bàn phím có các ký hiệu như sau:

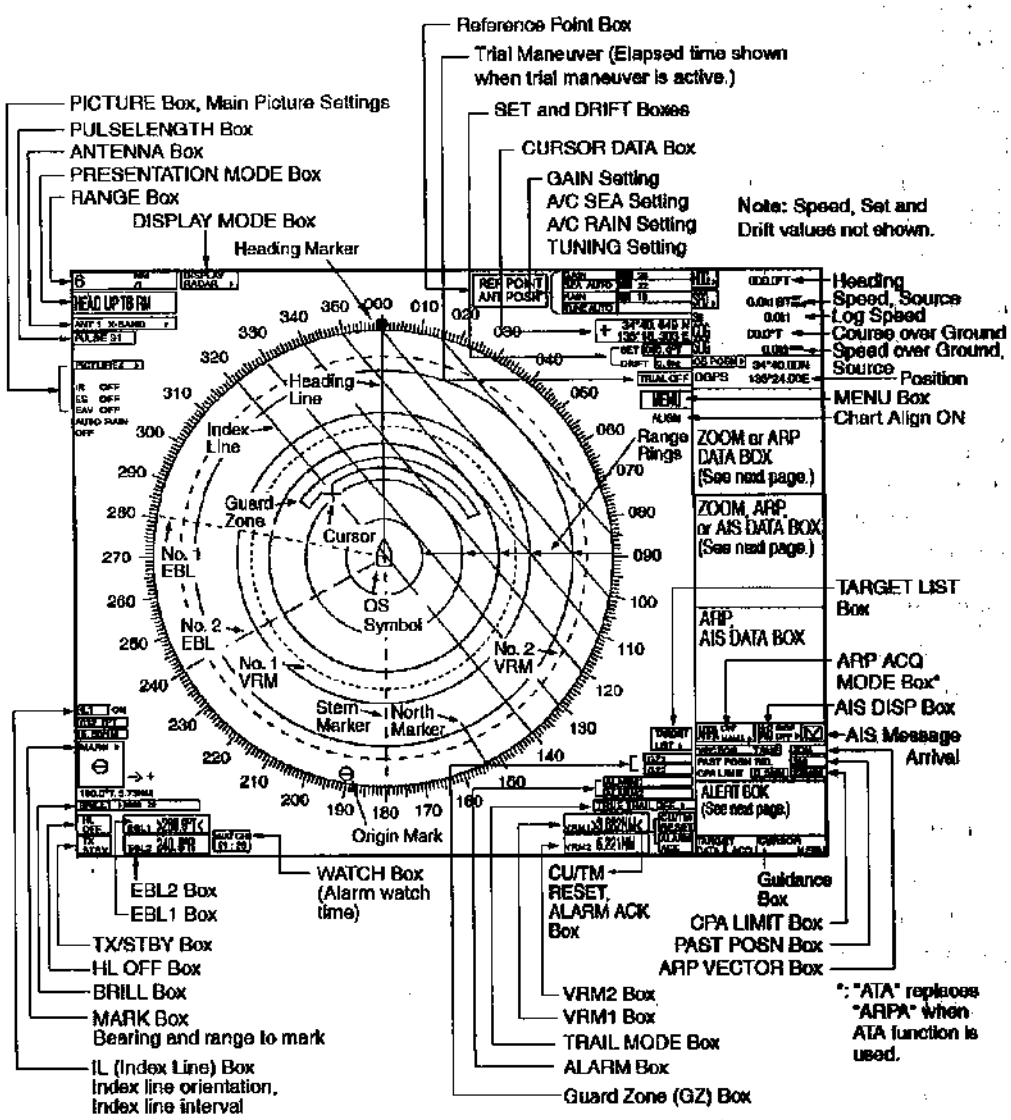
Nút điều khiển	*Chức năng*
POWER	Tắt, mở hệ thống
EBL,VRM	Quay điều chỉnh đường ph.vị điện tử và dấu cự ly di động
EBL ON, EBL OFF	Tắt mở EBL
F1-F4	Ấn định "short cut" menu thừa hành
ALARM ACK	Tắt âm thanh báo động
STBY- TX	Hoán chuyển "sẵn sàng" hoặc "phát"

BRILL	Điều chỉnh độ sáng
A/C RAIN	Giảm nhiễu mưa
A/C SEA	Giảm nhiễu biển
GAIN	Điều chỉnh độ nhạy máy thu
HL OF	Tắt tạm thời dấu mũi tàu bằng cách ấn và giữ
CU/TM RESET	▪ Dịch chuyển vị trí tàu trong 75% bán kính về phía lái ▪ Chỉnh định đường mũi tàu về 0^0 ở phương thức "Course up" và chuyển động thật
INDEX LINE	Tắt mở các đường vạch chuẩn song song
VECTOR TIME	Chọn thời giam kéo dài vectơ
VECTOR MODE	Chọn loại vectơ: tương đối hay thật
TARGET LIST	Hiển thị danh mục mục tiêu ARP (ARPA)
CANCEL TRAILS	Xoá đuôi mục tiêu, trong menu, xoá dữ liệu của vết mục tiêu
ENTER MARK	Đưa dấu hiệu vào màn hình, chấm dứt đưa vào bằng bàn phím.
VRM ON, VRM OFF	Tắt, mở dấu cự ly di động.
MENU	Đóng và mở MAIN MENU, đóng các menu khác
ACQ	▪ Ấn định mục tiêu sau khi tuyển nó bằng trackball ▪ Chuyển từ mục tiêu AIS "ngủ" sang mục tiêu kích hoạt sau khi chọn nó bằng trackball
RANGE	Chọn thang tầm xa hoạt động của rađa
TARGET DATA	Hiển thị dữ liệu cho mục tiêu ARP (ARPA) hoặc mục tiêu AIS sau khi chọn nó bằng trackball.
TARGET CANCEL	Xoá vết mục tiêu ARP hoặc AIS hoặc mục tiêu tham khảo đã chọn bằng trackball



Hình 20.18

Hình 20.19 mô tả màn hình, các dấu hiệu, ký hiệu và các hộp để mục hiển thị trên màn hình.



Hình 20.19

4. Menu chính (Main menu)

Có thể nhập MAIN menu bằng bàn phím hoặc bằng trackball. Các phần từ đây về ở sau chỉ thuyết minh nhập MAIN menu bằng trackball.

1) Vào MAIN menu bằng bàn phím:

(1) Ấn [MENU] trên bàn phím, ở khu vực để mục bên phải màn hình xuất hiện hộp để mục [MAIN MENU] như hình 20.20, trong đó,

1 [ECHO] - Chức năng xử lý sóng dội
2 [MARK] - Tất mở các dấu hiệu

[MAIN MENU]

1 [ECHO]
2 [MARK]
3 [ALARM]
4 [ARP • AIS]
5 [PLOTTER]
6 [CARD]
7 [NAV DATA]
8 [NAV LINE • WPT]
9 [CUSTOMIZE • TEST]

Hình 20.20

3 [ALARM] - Chức năng áp đặt vùng báo động; xuất tín hiệu báo động
4 [ARPl AIS] - Áp đặt chức năng ARPA và AIS
5 [PLOTTER] - Chức năng hải đồ và vết
6 [CARD] - Chức năng card nhớ (memory card)
7 [NAV DATA] - Tắt mở dữ liệu hành hải
8 [NAV LINE . WPT] - Xử lý đường hành hải và điểm hẹn (Nav lines and waypoints)
9 [CUSTOMIZE . TEST] - tác vụ tuỳ biến, thử, chẩn đoán

(2) Ấn các phím số tương ứng trên bàn phím để chọn menu mong muốn, ví dụ ấn phím [2], trên màn hình xuất hiện menu [MARK] như hình 20.21.

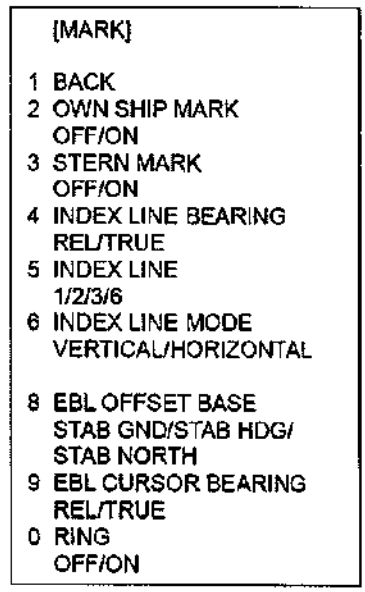
(3) Ấn phím số tương ứng với mục muốn chọn

(4) Tiếp tục ấn số như mục (3) ở trên để lựa chọn yêu cầu tương ứng, sau đó ấn phím [ENTER MARK] để đăng ký lựa chọn.
(5) Ấn phím MENU để đóng MENU

Các phím ứng dụng khi điều khiển menu:

Để xoá một dòng dữ liệu số dùng phím [CANCEL TRAILS]

Chuyển đổi giữa"+", "-" hoặc "N", "S" hoặc "E", "W" bằng cách nhấn phím số 2.



Hình 20.21

2) Vào MENU bằng trackball

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục [MENU] ở bên phải màn hình. Hộp hướng dẫn (Guidance box) nằm ở dưới cùng bên phải xuất hiện chữ [DISP MAIN MENU].

(2) Ấn nút trái bánh xe trên bàn phím, xem hình 20.18, để hiển thị Main menu như hình 20.20.

(3) Lăn bánh xe để chọn menu, ấn bánh xe hoặc nút trái để chọn. Ví dụ, chọn menu 2[MARK], ấn nút trái hiển thị menu [MARK] như hình 20.21.

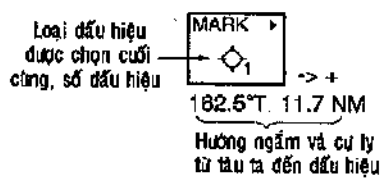
(4) Lăn bánh xe để chọn mục theo yêu cầu, ấn bánh xe hay nút bên trái.

(5) Lăn bánh xe chọn mục yêu cầu, nhấn bánh xe hoặc nút trái để đăng ký mục đã lựa chọn.

(6) Ấn nút phải để đóng menu.

5. Tác vụ sử dụng các hộp đề mục ngay trên màn hình

Có thể truy cập tất cả các chức năng của rađa chỉ bằng trackball. Đầu tiên chọn hộp đề mục trên màn hình (hình 20.21) bằng trackball, dùng trackball module điều khiển để chọn hạng mục. Các hộp đề mục trên màn hình có hai loại: loại thứ nhất là các hộp chọn chức năng, loại thứ hai chọn w/pop-up menu, loại thứ hai có dấu "▶" ở bên phải của hộp đề mục như ví dụ hộp đề



Hình 20.22

mục [MARK] hình 20.22.

Điều khiển rađa bằng cách kích hoạt các hộp đề mục trên màn hình thực hiện như sau:

1) Lăn trackball đặt dấu trackball bên trong hộp.

Chú ý: Cấu hình của dấu trackball biến đổi tuỳ theo vị trí của nó, có dấu mũi tên khi nó nằm ngoài màn hình hiệu dụng, và có dấu con trỏ "+" khi nằm trong màn hình hiệu dụng, đồng thời hộp hướng dẫn cũng biến đổi tương ứng khi lăn trackball.

Ví dụ, chọn hộp menu [MARK] nằm ở đáy góc bên trái, xem hình 20.22 và hình 20.19,

Sau khi một hộp đề mục được chọn chính xác thì nó chuyển từ xanh lá cây sang màu vàng và trên hộp hướng dẫn (Guidance box) nằm dưới cùng góc bên phải màn hình (hình 20.19), hiển thị các hướng dẫn chức năng của nút bên trái và bên phải; chẳng hạn như hộp đề mục MARK vừa mô tả ở trên thì hộp hướng dẫn (Guidance box) hiển thị [MARK SELECT / MARK MENU], có nghĩa là ấn nút trái thì mở MARK, ấn nút bên phải thì mở MENU.

2) Nhấn nút bên trái (hoặc quay bánh xe tuỳ theo hộp đề mục) cho đến khi nội dung chọn hiển thị trong hộp.

Chú ý: Khi tìm một nội dung lựa chọn trong hộp đề mục trên màn hình thì cả hộp đề mục và nội dung chọn chuyển sang màu đỏ, điều đó có nghĩa là nội dung chọn cài đặt khác với cài đặt thực tại. Để cài đặt lại thì nhấn bánh xe hoặc nút bên trái. Nếu không ấn nút trái hoặc nhấn bánh xe thì trong vòng 30 giây màn hình sẽ tự động hồi phục cài đặt trước đó.

3) Phần *pop-up menu* kèm theo trong hộp MARK là MARK MENU, nhấn nút phải để mở hộp đề mục này. Nội dung MARK MENU mở ra, như hình 20.23, nằm bên phải màn hình.

[MARK MENU]
1 ORIGIN MARK STAB GND/SEA
2 MARK KIND
ORIGIN MARK(No.)/
ORIGIN MARK(SYM)/
MAP MARK/
WP 1~50/
WP 51~100/
WP 101~150/
WP 151~198/
OWN SHIP SHAPE
9 MAP DISPLAY OFF/ON
0 MAP MARK COLOR* RED/GRN/BLU/YEL/ CYA/MAG/WHT

Hình 20.23

Chú ý: Tất cả menu đều có thể kích hoạt bằng bàn phím hoặc bằng trackball hoặc kết hợp cả hai. Dưới đây chỉ hướng dẫn sử dụng trackball.

4) Lăn bánh xe để chọn mục, ấn bánh xe hoặc nút bên trái, khi ấn bánh xe, mục được chọn hiển thị đường viền.

5) Lăn bánh xe để chọn nội dung, ấn bánh xe hoặc nút trái.

6) Nhấn nút phải để đóng menu (ở một số menu phải nhấn vài lần để đóng menu).

6. Menu con trỏ (Cursor Menu)

Các chức năng cần phải dùng con trỏ như EBL, offset và zoom thì có thể kích hoạt trực tiếp từ hộp hướng dẫn (Guidance box) hoặc CURSOR menu, cả hai đều thực hiện khi con trỏ nằm trong khu vực màn hình hiệu dụng. Dưới đây hướng dẫn cách chọn các chức năng liên quan đến con trỏ trong CURSOR MENU.

[CURSOR MENU]
2 ↓
TARGET DATA & ACQ/
TARGET CANCEL/
ACQ/
REF MARK/
EBL OFFSET/
OFFCENTER
ZOOM/
MARK DELETE/
CHART ALIGN
8 ↑

Hình 20.24

1) Lăn trackball đặt con trỏ bên trong khu vực màn hình hiệu dụng.

2) Lăn bánh xe cho xuất hiện "TARGET DATA & ACQ / CURSOR MENU" trong hộp hướng dẫn (guidance box).
3) Nhấn nút phải để hiển thị [CURSOR MENU] trong guidance box, như hình 20.24.
4) Lăn bánh xe để chọn 2, nhấn bánh xe hoặc nút trái.
5) Lăn bánh xe chọn chức năng và nhấn bánh xe hoặc nút trái.

Các chức năng trong CURSOR MENU như sau:

Mục Cursor Menu	*Tác dụng*
TARGET DATA & ACQ	ARPA: Tuyển mục tiêu ARPA, hiển thị dữ liệu để chọn mục tiêu ARPA. AIS: Kích hoạt mục tiêu ngủ AIS, hiển thị dữ liệu để chọn mục tiêu AIS.
TARGET CANCEL	ARPA: Huỷ vết trên mục tiêu ARPA được chọn AIS: Cho ngủ mục tiêu AIS được chọn
ACQ	ARPA: Tuyển sóng dội được chọn AIS: Kích hoạt mục tiêu AIS được chọn
REF MARK	Vẽ dấu hiệu tham khảo, để nhập tốc độ dựa trên mục tiêu
EBL OFFSET	Đánh dấu EBL, đo cự ly và hướng ngắm giữa hai mục tiêu
OFF CENTRE	Dịch chuyển tâm quét đến vị trí lựa chọn
ZOOM	Thay đổi tỷ lệ một khu vực lựa chọn
MARK DELETE	Xóa dấu hiệu lựa chọn (dấu hiệu đồ giải, dấu hiệu ban đầu, dấu hiệu điểm hẹn.
CHART ALIGN	Chỉnh trùng khớp ảnh rađa và hải đồ

7. Độ sáng màn hình (Brilliance)

Độ sáng màn hình có thể được điều chỉnh tuỳ theo điều kiện ánh sáng. Độ sáng màn hình phải được điều chỉnh trước khi điều chỉnh mức độ sáng tương đối trong "BRILL menu" sẽ trình bày ở phần sau.

1) Điều chỉnh bằng bàn phím

Điều chỉnh nút "BRILL" trên bàn phím, vặn theo chiều kim đồng hồ tăng độ sáng, ngược lại giảm độ sáng, xem mức độ sáng trong hộp để mục [BRILL] nằm ở đáy bên trái màn hình.

2) Điều chỉnh bằng trackball

(1) Lăn trackball đặt dấu mũi tên vào đồng hồ chỉ báo độ sáng trong hộp để mục độ sáng [BRILL] nằm ở đáy bên trái màn hình.

(2) Lăn bánh xe để thay đổi độ sáng, chiều dài của thanh ký hiệu trong hộp để mục biểu thị mức độ sáng.

8. Chọn định dạng hiển thị của màn hình (Display Mode)

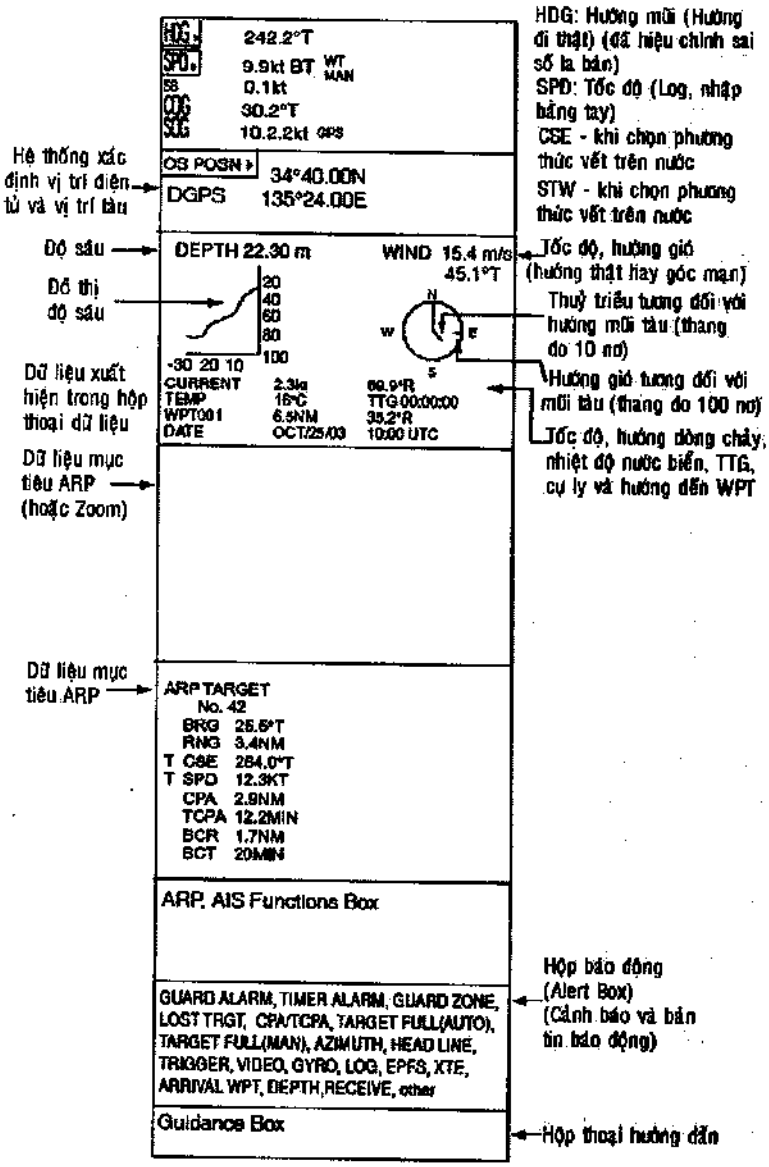
Radar có hai định dạng hiển thị trên màn hình: định dạng RADAR và định dạng RADAR+PLOTTER. Cách chọn định dạng như sau (chú ý, không thể chọn định dạng hiển thị khi menu đang mở).

1) Lăn trackball dặt dấu mũi tên vào hộp để mục [DISPLAY MODE) nằm trên đỉnh màn hình.

2) Ấn nút trái để chọn định dạng phù hợp:

- RADAR (hình ảnh rađa)
- + PLOTTER (hình ảnh rađa + hình ảnh đồ giải bao gồm hải đồ)

9. Các hộp để mục và các dấu hiệu ngay trên màn hình



Hình 20.25

Hình 20.19 mô tả tất cả các dấu hiệu và hộp để mục trên màn hình rađa. Hình 20.25 phóng đại phần dùng để hiển thị các dữ liệu ở bên phải màn hình radar trên hình 20.19.

10. Điều hưởng máy thu

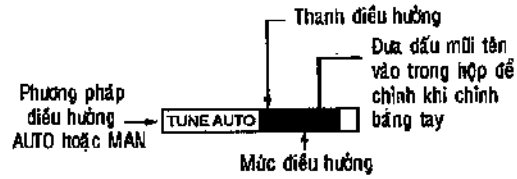
1) Chọn cách điều hưởng

Có hai cách điều hưởng: tự động và bằng tay, chọn như sau (hình 20.26),

(1) Lăn trackball chọn hộp để mục [TUNE] nằm trên đỉnh màn hình.

(2) Ấn nút bên trái hoặc lăn bánh xe để hiển thị chữ [TUNE AUTO] hoặc [TUNE MAN] theo yêu cầu.

(3) Nếu sử dụng bánh xe để chọn điều hưởng thì ấn bánh xe hoặc ấn nút trái để chuyển đổi phương pháp điều hưởng.



Hình 20.26

2) Điều hưởng ban đầu

Việc điều hưởng ban đầu đã được thực hiện sau khi thiết bị xuất xưởng. Tuy nhiên nếu cảm thấy điều hưởng ban đầu chưa thoả đáng có thể tiến hàn điều hưởng như sau,

(1) Lăn trackball chọn MAIN MENU (như hình 20.20) nằm bên phải màn hình, ấn bánh xe hoặc nút trái.

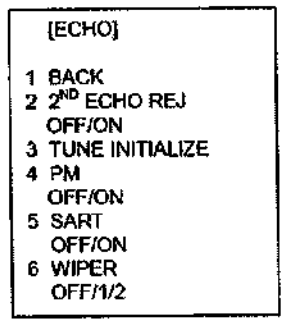
(2) Lăn bánh xe chọn 1 ECHO, ấn bánh xe hoặc nút trái, hiển thị menu ECHO (Hình 20.27).

(3) Lăn bánh xe chọn 3 TUNE INITIALIZE.

(4) Ấn bánh xe hoặc nút trái để điều hưởng tự động.

Khi sử dụng bàn phím, chọn và ấn phím [ENTER MARK], trong thời gian chỉnh điều hưởng, hộp báo động (Alert Box) xuất hiện chữ [WORK IN PROGRESS - TUNING INITIALIZE]

(5) Ấn nút phải hai lần để đóng menu.



Hình 20.27

3) Phương pháp chỉnh bằng tay

(1) Lăn trackball chọn [RANGE] (thang tầm xa) ở góc trái trên đỉnh màn hình, ấn nút trái hay phải để chọn thang 48 hải lý.

(2) Chọn TUNE MAN như nói ở trên.

(3) Lăn trackball đặt mũi tên vào thanh điều hưởng (như hình 20.26) trong hộp để mục [TUNE]

(4) Lăn bánh xe để điều chỉnh điều hưởng, điều hưởng tối ưu khi thanh điều hưởng dài tối đa.

11. Chỉnh định hướng mũi tàu phù hợp với la bàn con quay

Khi rađa nối với la bàn con quay thì hướng mũi tàu (hướng đi LBCQ) hiển thị bên phải màn hình. Sau khi cho rađa hoạt động phải chỉnh định hướng đi GYRO đọc trên màn hình phù hợp với hướng đi trên la bàn chon quay, thực hiện như sau:

1) Lăn trackball đưa mũi tên vào hộp để mục HDG nằm trên bên phải màn hình.

2) Ấn nút phải mở menu HDG (hình 20.28).

3) Lăn bánh xe chọn GC-10 SETTING, ấn bánh xe hoặc nút trái.

Chú ý: Nếu nguồn của hướng mũi (loại LBCQ) không phù hợp thì chọn 1 HDG SOURSE cho phù hợp.

4) Lăn bánh xe để chỉnh hướng (nếu dùng bàn phím thì sử dụng phím số).

5) Ấn bánh xe để kết thúc.

6) Ấn nút phải để đóng menu.

[HDG MENU]
1 HDG SOURCE
AD-10/SERIAL
2 GC-10 SETTING
000.0°

Hình 20.28

12. Các phương thức hiển thị trên màn hình

1) Có các phương thức hiển thị như sau:

Màn hình chuyển động tương đối (RM):

- Head-up: Dấu mũi tàu ở đỉnh màn hình, (Unstabilied)
- Head-up TB: Dấu mũi ở đỉnh, hướng ngắm thật ở đỉnh (True Bearing) , dấu mũi tàu ở trên đỉnh, nối với la bàn con quay, vòng phương vị quay cùng với đĩa khắc độ la bàn.
- Course-up: Ổn định theo la bàn tương đối với định hướng của tàu khi chọn phương thức Course-up.
- North-up: Phương thức hướng bắc, nối với la bàn, hướng bắc ở đỉnh.

Màn hình chuyển động thật (TM)

- North-up: Ổn định tương đối với đáy hoặc nước theo la bàn và nhập vào tốc độ tàu.

2) Cách chọn phương thức hiển thị

Bằng bàn phím:

Ấn phím [MODE] liên tục để chọn phương thức hiển thị.

Trên hộp đề mục [PRESENTATION MODE] luôn luôn hiển thị phương thức đang dùng.

Bằng trackball:

(1) Lăn trackball đưa mũi tên vào hộp đề mục [PRESENTATION MODE] ở góc bên trái đỉnh màn hình.

(2) Nhấn vào nút phải để có phương thức hiển thị mong muốn.

Chú ý: Khi mất tín hiệu la bàn con quay thì ở vị trí đọc hướng la bàn xuất hiện chữ HEADING SET màu đỏ, phương thức hiển thị tự động chuyển về Head-up, tất cả mục tiêu ARPA, AIS, hải đồ đều bị xoá, sau khi hồi phục tín hiệu la bàn con quay thì phải chọn lại phương thức hiển thị trên màn hình.

13. Nhập tốc độ tàu chủ

Khi hệ thống hoạt động với định dạng ARPA và phương thức North-up thì cần phải nhập tốc độ và nối với la bàn con quay. Tốc độ được nhập từ tốc độ kế (STW) hoặc nhập từ GPS (SOG), hoặc nhập bằng tay trên menu. Lưu ý, trên máy GP-90 FURUNO GPS NAVIGATOR có cung cấp COG và SOG.

[SPEED MENU]
1 SHIP SPEED
LOG(BT)/LOG(WT)/
GPS/MANUAL/REF
2 MANUAL SPEED
0.0kt
3 SET/DRIFT
OFF/ON

Hình 20.29

1) Nhập tự động tốc độ bằng tốc độ kế (Log) và GPS Navigator.

(1) Lăn trackball đặt mũi tên vào SPD menu.

(2) Nhấn nút phải để hiển thị SPEED menu, như hình 20.29.

(3) Lăn bánh xe chọn 1 SHIP SPEED, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn nguồn nhập tốc độ tương ứng (log hay GPS...), ấn bánh xe hoặc nút trái,

- LOG (BT): Tốc độ Log, tương đối với đáy (BT- Bottom tracking). Lưu ý rằng Log không thể tạo ra vết tương đối với đáy nếu không nhập hướng và tốc độ dòng chảy.
- LOG (WT): Tốc độ log tương đối với nước (STW- Speed Through Water)
- GPS: Tốc độ nhập bằng GPS Navigator.

(5) Ấn nút phải để đóng menu.

2) Nhập tốc độ bằng tay

Nếu tốc độ kế không hoạt động thì nhập tốc độ bằng tay như sau, lúc này trên hộp để mục tốc độ hiển thị MANUAL và STW (Speed Through Water - tốc độ tương đối với nước).

(1) Lăn trackball đặt mũi tên vào hộp để mục SPD.

(2) Ấn nút phải để hiển thị SPEED nemu.

(3) Lăn bánh xe chọn 1 SHIP SPEED, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn MANUAL, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Lăn bánh xe chọn 2 MANUAL SPEED, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(6) Lăn bánh xe để chỉnh tốc độ mong muốn (khi sử dụng bàn phím thì dùng các phím số).

(7) Ấn bánh xe để kết thúc.

(8) Ấn nút phải để đóng menu.

14. Chọn thang tầm xa

Các hộp để mục chọn thang tầm xa, chọn tỷ lệ các vòng cự ly cố định, và chọn độ dài xung đều nằm ở góc bên trái phía trên màn hình.

Chọn bằng bàn phím:

Dùng phím [RANGE] để chọn thang tầm xa, dấu (+) hoặc (-) để tăng giảm thang tầm xa.

Chọn bằng trackball:

1) Lăn trackball chọn hợp để mục RANGE, trên hộp hướng dẫn (Guidance box) hiển thị [RANGE DOWN/RANGE UP].

2) Ấn nút trái hoặc nút phải để giảm hoặc tăng thang tầm xa, trên hộp để mục RANGE hiển thị thang tầm xa. Cũng có thể lăn bánh xe để chọn thang tầm xa và ấn bánh xe hoặc nút trái để chọn.

15. Chọn độ dài xung (Pulse length)

Độ dài xung đang sử dụng hiển thị ở góc trái bên trên màn hình, các ký hiệu và độ dài xung tương ứng như sau:

Ký hiệu	*Độ dài xung (μs)*
S1 (xung ngắn 1)	0,07
S2 (xung ngắn 2)	0,15
M1 (xung trung bình 1)	0,3
M2 (xung trung bình 2)	0,5
M3 (xung trung bình 3)	0,7
L (xung dài)	1,2

Độ dài xung đã được chỉnh sẵn cho các tầm xa khác nhau, nếu thấy cần thiết có thể tự chỉnh như sau,

1) Chọn độ dài sung theo thang tầm xa

Có thể chọn độ dài xung cho thang tầm xa 0,5 đến 24 hải lý như sau:

(1) Lăn trackcball chọn hộp để mục PICTURE ở bên trái màn hình.

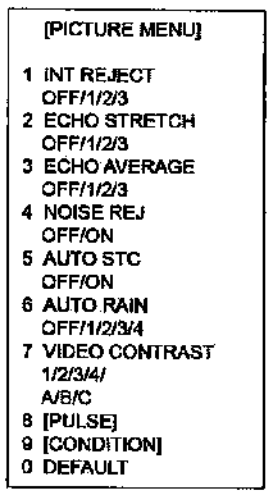
(2) Ấn nút trái để hiển thị [PICTURE MENU] như hình 20.30.

(3) Lăn bánh xe chọn 8 [PULSE], ấn bánh xe để hiển thị [PULSE MENU] như hình 20.31, ấn bánh xe.

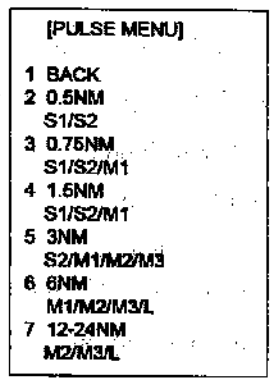
(4) Lăn bánh xe để chọn một thang tầm xa, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Lăn bánh xe chọn độ dài xung, ấn bánh xe hoặc nút trái, độ dài xung.

(6) Ấn nút phải hai lần để đóng menu.



Hình 20.30



Hình 20.31

2) Chọn độ dài xung

(1) Lăn trackball chọn hộp để mục PULSE LENGTH nằm bên trái màn hình. Trên hộp hướng dẫn để mục (Guidance Box) hiển thị [PULSE NARROW/PULSE WIDE].

Ấn nút phải hoặc nút trái để tăng giảm độ dài xung, trên hộp để mục hiển thị độ dài xung. Cũng có thể lăn bánh xe để chọn và ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

16. Điều chỉnh độ nhạy máy thu

Dùng nút "GAIN" để điều chỉnh độ nhạy máy thu.

Gain phải được điều chỉnh vừa phải, sao cho nền nhiễu vừa xuất hiện trên màn hình.

1) Điều chỉnh bằng bàn phím

Dấu hiệu chỉ thị " Gain" ở ngay bên trên màn hình. Vặn nút [GAIN] trên bàn phím để điều chỉnh độ nhạy máy thu.

2) Điều chỉnh bằng trackball

(1) Lăn trackball đặt mũi tên vào dấu chỉ báo mức GAIN (chia làm 100 mức) trên đỉnh màn hình.

(2) Lăn bánh xe xuống dưới thì tăng GAIN, lăn bánh xe lên trên thì giảm GAIN.

17. Chỉnh giảm nhiễu biển (xem Chương 19 – Rađa hàng hải).

Chỉnh giảm nhiễu biển bằng nút A/C SEA, có thể chỉnh bằng tay hoặc tự động.

1) Chọn phương pháp chỉnh

(1) Lăn trackball chọn SEA AUTO hoặc SEA MAN (chọn phần xuất hiện), trên đỉnh màn hình.

(2) Ấn nút trái để hiển thị SEA AUTO hoặc SEA MAN tương ứng.

2) Chỉnh tự động A/C SEA

Khi chọn chỉnh tự động thì mạch A/C SEA hoạt động một cách tự động. Khác với chỉnh bằng tay ở chỗ, ở gần vị trí tàu độ lợi (Gain) không giảm như ở cách chỉnh bằng tay.

Chú ý: khi hoạt động tự động, mạch A/C SEA có thể làm mất các mục tiêu yếu lẫn trong nhiễu, cho nên cần chỉnh thận trọng.

Chỉnh tự động bằng bàn phím

(1) Chọn chỉnh tự động SEA AUTO như nói ở trên.

(2) Khi thấy xuất hiện dấu chỉ báo mức A/C SEA, chỉnh [A/C SEA] trong phạm vi 100 mức.

Chỉnh tự động bằng trackball

(1) Chọn chỉnh tự động SEA AUTO như nói ở trên.

(2) Lăn trackball đặt mũi tên vào dấu chỉ báo mức A/C SEA.

(3) Trong khi quan sát dấu chỉ báo mức A/C SEA trong [A/C SEA], quay bánh xe để chỉnh trong phạm vi 100 mức.

3) Chỉnh bằng tay A/C SEA

Mức độ chỉnh, xem Chương 19 – Rađa hàng hải)

Chỉnh tay A/C SEA *bằng bàn phím*

(1) Chọn chỉnh tay SEA MAN như nói ở trên.

(2) Khi nhìn thấy xuất hiện dấu chỉ báo mức A/C SEA, chỉnh [A/C SEA] bằng nút [A/C SEA] trong phạm vi 100 mức.

Chỉnh tự động bằng trackball

(1) Chọn chỉnh SEA AUTO như nói ở trên.

(2) Lăn trackball đặt mũi tên vào dấu chỉ báo mức A/C SEA,

(3) Quan sát dấu chỉ báo mức A/C SEA trong [A/C SEA], quay bánh xe để chỉnh trong phạm vi 100 mức.

18. Chống nhiễu mưa - A/C RAIN

Có hai cách chỉnh chống nhiễu mưa AUTO RAIN và A/C RAIN, AUTO RAIN chỉnh chống nhiễu mưa ngay trên hình ảnh hiển thị trên màn hình, còn A/C RAIN thì giảm nhiễu mưa ngay trên anten.

1) Tắt mở AUTO RAIN

(1) Lăn trackball để chọn hộp đề mục [PICTURE]

(2) Ấn nút phải để hiển thị [PICTURE MENU] như hình 20.32.

(3) Lăn bánh xe để chọn 6 AUTO RAIN, nhấn bánh xe.

(4) Lăn bánh xe để chọn mức chỉnh AUTO RAIN, số càng lớn thì mức chống nhiễu mưa càng mạnh.

(5) Ấn nút phải để đóng menu.

2) Chỉnh A/C RAIN

Chỉnh bằng bàn phím

Chỉnh bằng nút [A/C RAIN] trên bàn phím.

Chỉnh bằng trackball

(1) Lăn bánh trackcball đặt mũi tên vào dấu chỉ báo mức A/C RAIN trên đỉnh bên phải màn hình.

(2) Vừa quan sát dấu chỉ báo vừa quay bánh xe để chỉnh A/C RAIN trong phạm vi 100.

[PICTURE MENU]
1 INT REJECT
OFF/1/2/3
2 ECHO STRETCH
OFF/1/2/3
3 ECHO AVERAGE
OFF/1/2/3
4 NOISE REJ
OFF/ON
5 AUTO STC
OFF/ON
6 AUTO RAIN
OFF/1/2/3/4
7 VIDEO CONTRAST
1/2/3/4/
A/B/C
8 [PULSE]
9 [CONDITION]
0 DEFAULT

Hình 20.32

19. Khử nhiễu giao thoa

Nhiễu giao thoa do ảnh hưởng của rađa tàu khác hoạt động cùng tần số gây ra. Cách khử,

1) Lăn trackball chọn hộp đề mục PICTURE.

2) Ấn nút phải để hiển thị [PICTURE MENU] như hình 20.32.

3) Lăn bánh xe chọn 1 INT REJECT và ấn bánh xe.

4) Quay bánh xe chọn mức chống nhiễu giao thoa, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

5) Ấn nút phải để đóng menu.

20. Đo cự ly

Cự ly được đo theo 3 cách, đo bằng các vòng cự ly cố định, bằng con trỏ hoặc bằng dấu cự ly di động.

1) Đóng mở các vòng cự ly cố định

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MENU nằm bên phải màn hình. Hộp GUIDANCE BOX hiển thị chữ [DISP MAIN MENU]

(2) Ấn nút trái để hiển thị MAIN MENU.

(3) Quay bánh xe chọn 2 [MARK], ấn bánh xe hoặc ấn nút trái,

[MARK]
1 BACK
2 OWN SHIP MARK
OFF/ON
3 STERN MARK
OFF/ON
4 INDEX LINE BEARING
REL/TRUE
5 INDEX LINE
1/2/3/8
6 INDEX LINE MODE
VERTICAL/HORIZONTAL
8 EBL OFFSET BASE
STAB GND/STAB HDG/
STAB NORTH
9 EBL CURSOR BEARING
REL/TRUE
0 RING
OFF/ON

Hình 20.33

hiển thị [MARRK], như hình 20.33.

(4) Quay bánh xe chọn 0 [RING], ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(5) Quay bánh xe chọn ON/OFF , ấn bánh xe hoặc ấn nút trái để đóng mở vòng cự ly cố định.

(6) Ấn nút phải hai lần để đóng menu.

2) Đo cự ly bằng dấu cự ly di động (VRM)

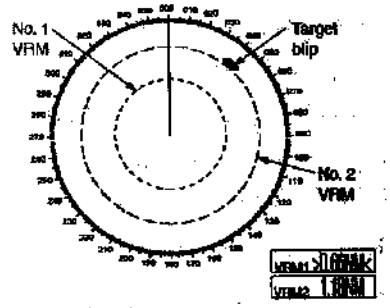
Có hai dấu cự ly di động VRM1 và VRM2 , dấu cự ly di động thể hiện bằng đường không liền nét để phân biệt với các vòng cự ly cố định.

Đo bằng bàn phím

(1) Ấn phím "VRM ON" để hiển thị cả hai VRM, ấn "VRM ON" liên tục để kích hoạt VRM1 hoặc VRM2. VRM đang hoạt động đóng trong dấu >.....< như hình 20.34.

(2) Vặn nút VRM để chỉnh cho dấu cự ly tiếp xúc với mép trong của mục tiêu, đọc cự ly ở góc dưới bên phải màn hình.

(3) Ấn phím "VRM OF" để xoá VRM.



Hình 20.34

Đo bằng trackball,

(1) Lăn trackball đặt mũi tên vào trong hộp VRM1 hoặc VRM2, truỳ chọn.

(2) Trong *hộp hướng dẫn* (Guidance Box) hiển thị "VRM ON", ấn nút trái để mở VRM, hộp đề mục hướng dẫn chuyển sang chữ "VRM SET L = DELETE/.".

(3) Ấn nút trái một lần nữa, con trỏ nhảy vào khu vực màn hình hiệu dụng, trên *hộp hướng dẫn* hiển thị "VRM FIX / EXIT".

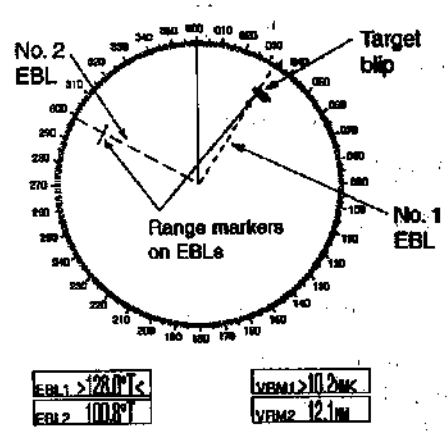
(4) Lăn trackball (chỉnh thô) hoặc bánh xe (chỉnh tinh) cho dấu cự ly tiếp xúc với mép trong mục tiêu (hình 20.34), đọc cự ly ở góc phải phía dưới màn hình.

(5) Ấn nút trái để neo VRM và cố định số đọc, hoặc ấn nút phải để trở về VRM trạng thái trước đó.

(6) Để xóa VRM, chọn hộp đọc cự ly VRM và ấn nút trái cho đến khi VRM mất trên màn hình.

21. Đo hướng ngắm

Dùng EBL (đường phương vị điển tử) để đo hướng ngắm của mục tiêu. Có hai đường phương vị điển tử EBL1 và EBL2. Đường không liền nét tinh là đường số 1, và đường không liền nét thô là đường số 2 như hình 20.35.



Hình 20.35

1) Cách đo hướng ngắm

Dùng bàn phím

(1) Ấn phím "EBL ON" để hiển thị cả hai EBL, ấn "EBL ON" liên tục để kích hoạt EBL1 hoặc EBL2. EBL đang hoạt động đóng trong dấu >.....< như hình 20.35.

(2) Vặn nút EBL để chỉnh cho dấu phương vị cắt mục tiêu, đọc hướng ngắm ở góc dưới bên trái màn hình.

(3) Ấn phím "EBL OFF" để xoá EBL.

Đo bằng trackball,

(1) Lăn trackball đặt mũi tên vào trong hộp EBL1 hoặc EBL2, chọn theo yêu cầu.

(2) Trong *hộp hướng dẫn* hiển thị " EBL ON", ấn nút trái để mở EBL, hộp đề mục hướng dẫn chuyển sang chữ "EBL SET L = DELETE/.".

(3) Ấn nút trái một lần nữa, con trỏ nhảy vào khu vực màn hình hiệu dụng, trên *hộp hướng dẫn* hiển thị "EBL FIX / EXIT".

(4) Lăn trackball (chỉnh thô) hoặc bánh xe (chỉnh tinh) cho dấu phương vị cắt mục tiêu, đọc hướng ngắm ở góc trái phía dưới màn hình.

(5) Ấn nút trái để neo EBL và cố định số đọc, hoặc ấn nút phải để trở về EBL trạng thái trước đó.

(6) Để xóa EBL, chọn hộp đọc phương vị EBL và ấn nút trái cho đến khi EBL mất trên màn hình.

2) Chọn *hướng ngắm thật* hoặc *góc mạn*

Hướng ngắm đọc từ EBL có kèm chữ "R" (relative) là góc mạn tính từ hướng mũi tàu, hướng ngắm có kèm chữ "T" (true) là hướng ngắm thật tính từ hướng bắc thật.

Để chọn đo góc mạn trong phương thức Head Up (mũi tàu ở đỉnh) tiến hành như sau:

(1) Lăn ttrackball để chọn hộp menu và ấn nút trái để mở MAIN menu.

(2) Lăn bánh xe chọn 2 MARK , ấn bánh xe hoặc ấn nút trái để mở MARK Menu như hình 20.33.

(3) Lăn bánh xe để chọn số 9 EBL CURSOR BEARING, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(4) Lăn bánh xe để chọn REL hoặc TRUE, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Ấn nút phải hai lần để đóng menu.

22. Đánh giá nguy cơ đâm va bằng OFFSET EBL

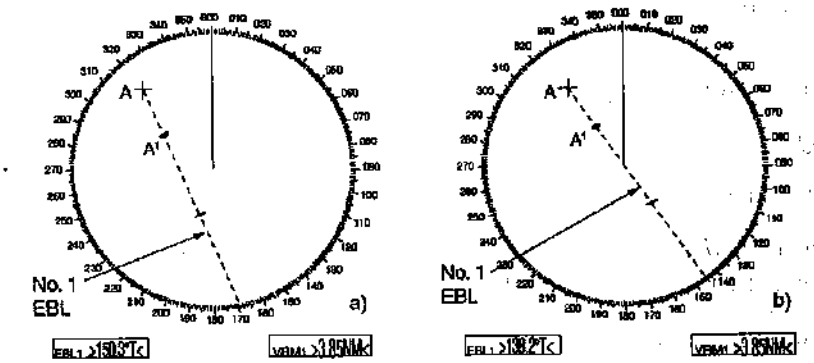
Dùng trackball đặt khởi điểm EBL ở bất cứ điểm nào trên màn hình để xác định hướng và khoảng cách giữa hai mục tiêu. Chức năng này cũng có thể ứng dụng hiệu quả để phán đoán nguy cơ đâm va giữa tàu mục tiêu và tàu chủ. Nhờ VRM có thể đo CPA (điểm tiếp cận nhất) theo như hình 20.36a, nếu EBL trùng lên tàu mục tiêu mà không thay đổi hướng ngắm có nghĩa là tàu mục tiêu đang có xu hướng đâm va với tàu chủ như hình 20.36b. Cụ thể ,

1) Cách phán đoán nguy cơ đâm va bằng OFFSET EBL

Bằng bàn phím

(1) ẤN phím [EBL ON] để hiển thị hoặc kích hoạt EBL (số 1 hoặc số 2)

(2) Lăn trackball đặt con trỏ (+) trùng lên mục tiêu đe doạ đâm va (mục tiêu A trên hình



Hình 20.36

20.36b.

(3) Nhấn phím [EBL OFFSET], khởi điểm của EBL đang hoạt động sẽ nhảy về vị trí con trỏ (+), ấn phím [EBL OFFSET] một lần nữa để neo lại gốc khởi điểm của EBL.

(4) Sau khi đợi vài phút (ít nhất 3 phút), dùng nút EBL quay đường EBL cắt qua mục tiêu A' (sau khoảng thời gian chờ đợi, mục tiêu A đã chuyển đến A'). Số đọc là hướng đi của tàu mục tiêu (có thể là góc mạn hay hướng thật tuỳ theo định dạng màn hình là chuyển động thật hay chuyển động tương đối. Đo CPA bằng VRM.

(5) Để đưa khởi điểm EBL trở về vị trí tàu chủ, ấn phím [EBL OFFSET] hai lần.

Bằng trackball

(1) Lăn trackball đặt mũi tên vào trong hộp EBL1 hoặc EBL2, chọn theo yêu cầu.

(2) Trong *hộp hướng dẫn* hiển thị " EBL ON", ấn nút trái để mở EBL, *hộp để mục hướng dẫn* chuyển sang chữ "EBL SET L = DELETE/.".

(3) Ấn nút trái một lần nữa, con trỏ nhảy vào khu vực màn hình hiệu dụng, quay bánh xe để *hộp hướng dẫn* hiển thị "EBL OFFSET / EXIT".

(4) Lăn bánh xe đặt gốc khởi điểm của EBL OFFSET trùng trên mục tiêu đe doạ đâm va. Ấn nút trái để giữ EBL theo như hình 20.36.

(5) Đợi vài phút (ít nhất 3 phút) , lăn trackball đưa EBL về trùng với mục tiêu A' (mục tiêu A đã di chuyển đến A'). Đọc EBL biểu thị hướng đi của tàu mục tiêu, có thể là hướng thật hoặc góc mạn tuỳ định dạng màn hình.

(6) Đưa gốc khởi điểm của EBL về tâm quét (tàu chủ), trên hộp hướng dẫn hiển thị "EBL OFFSET/EXIT", ấn nút trái.

2) Chọn điểm tham chiếu cho khởi điểm OFFSET EBL

Khởi điểm của OFFSET EBL có thể tương đối với đáy biển hoặc có thể tham chiếu với hướng mũi của tàu (chuyển động tương đối). Chọn như sau,

(1) Lăn trackball chọn hộp MENU, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 2 MARK, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái để hiển thị menu MARK như hình 20.33.

(3) Lăn bánh xe chọn 8 EBL OFFSET BASE, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn STA GND, STAB HDG hoặc STAB NORTH thích hợp, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(3) Ấn nút phải hai lần để đóng menu.

23. Đo cự ly, hướng giữa hai mục tiêu

Đo bằng bàn phím

(1) Nhấn phím [EBL OFSET]. Lăn trackball đặt khởi điểm của EBL (chẳng hạn EBL1) trùng với mục tiêu lựa chọn xem hình 20.37.

(2) Quay nút EBL cho đến khi EBL cắt qua mục tiêu thứ hai.

(3) Quay nút VRM cho đến khi dấu cự ly trên EBL tiếp xúc với mép trong của mục tiêu thứ hai. Số đọc trên VRM ở góc phải dưới màn hình là khoảng cách giữa hai mục tiêu, số đọc trên EBL góc trái dưới đáy màn hình là hướng giữa hai mục tiêu.

(4) Có thể đo mục tiêu thứ hai hoặc thứ ba bằng EBL2 và VRM2.

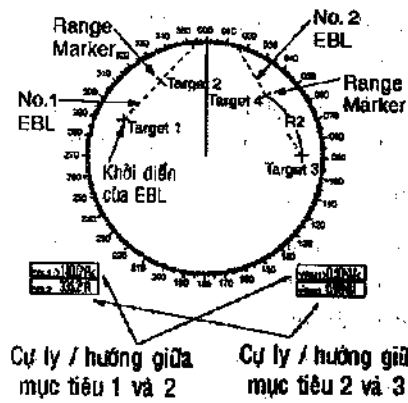
(5) Ấn [EBL OFSET] để đưa khởi điểm EBL về tâm màn hình.

Đo bằng trackball

(1) Lăn trackball đặt mũi tên vào trong hộp EBL1 hoặc EBL2, chọn theo yêu cầu.

(2) Trong *hộp hướng dẫn* hiển thị " EBL ON", ấn nút trái để mở EBL, hộp để mục hướng dẫn chuyển sang chữ "EBL SET L = DELETE/.".

(3) Ấn nút trái một lần nữa, con trỏ nhảy vào khu vực màn hình hiệu dụng, quay bánh xe để *hộp hướng dẫn* hiển thị "EBL OFFSET / EXIT".



Hình 20.37

(4) Lăn bánh xe đặt con trỏ vào EBL1, ấn bánh xe, kích hoạt VRM 1 trên EBL cho đến khi dấu range Marker (VRM) tiếp xúc mép trong của mục tiêu 2. Đọc cự ly giữa hai mục tiêu trên VRM (hình 20.37).

(5) Đưa EBL về tâm màn hình, cho hiển thị [EBL OFSET / EXIT] trên *hộp hướng dẫn*, ấn nút trái.

24. Cài đặt báo động mục tiêu (Target Alarm)

Target Alarm dùng để báo động bằng thính giác và bằng thị giác khi có các mục tiêu (như tàu lạ, đảo...) chuyển động vào khu vực cài đặt. Vùng cảnh giới báo động gồm một dải rộng 0,5 hải lý và được điều chỉnh cách 3 đến 5 hải lý (dải báo động 1) hoặc bất kỳ cự ly nào (dải báo động 2).

1) Cách cài đặt dải báo động mục tiêu

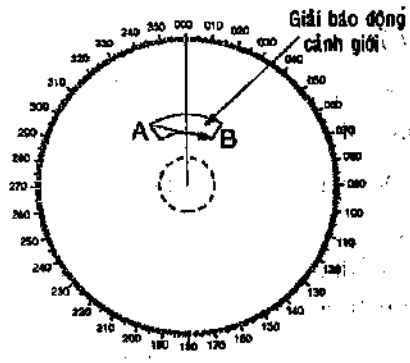
Dưới đây là ví dụ cài đặt dải báo động

(1) Lăn trackball chọn hộp ALARM1 hoặc ALARM2 ở góc phải dưới màn hình, tuỳ chọn.

(2) Nhấn nút trái, con trỏ nhảy vào vùng màn hình hiệu dụng, chữ "SET" hiển thị bên trong hộp ALARM đã chọn.

(3) Lăn trackball đặt con trỏ trên điểm A như hình 20.38, ấn nút trái để neo điểm chọn.

(4) Lăn trackball đến điểm B, ấn nút trái. Chữ "WORK" hiển thị thay chữ "SET" trong hộp ALARM. Dải ALARM xuất hiện, viền màu xanh.



Hình 20.38

Chú ý:

- Nếu muốn cài đặt vùng cảnh giới 360^0 chung quanh tàu thì chọn điểm B gần sát điểm A.
- Có thể cài đặt hai dải cảnh giới, tuy nhiên trong khi nhìn thấy cả dải thứ hai trên màn hình thì chỉ có dải thứ nhất hoạt động.
- Khi dải báo động mục tiêu không nằm trong thang tầm xa đang sử dụng thì chữ UP RNG xuất hiện bên phải hộp ALARM, trong trường hợp đó phải chọn thang tầm xa hiển thị dải báo động.
- Cần phải chỉnh nhiễu mưa và nhiễu biển A/C RAIN và A/C SEA hợp lý để đảm bảo hệ thống báo động không phản ứng với mục tiêu sóng dội quá yếu.

2) Báo nhận báo động

Một mục tiêu lọt vào dải báo động sẽ tạo ra tín hiệu âm thanh và tín hiệu ánh sáng. Để tắt tín hiệu âm thanh, ấn phím "ALARMx ACK" trên bàn phím hoặc dùng trackball chọn hộp ALARM, ấn nút trái, trên hộp để mục hiện dòng thoại [ALARMx ACK]. Động tác này chỉ làm mất tiếng báo động âm thanh mà không làm mất báo động đèn chớp khi mục tiêu còn trong dải báo động.

Để tái kích hoạt báo động âm thanh ấn phím "ALARMx ACK" trên bàn phím hoặc chọn hộp ALARM, ấn nút trái, trên hộp để mục hiển thị dòng chữ [ALARMx WORK].

3) Huỷ kích hoạt báo động mục tiêu

(1) Lăn trackball chọn ALARM1 hoặc ALARM2 tuỳ vùng báo động nào muốn huỷ.

(2) Ấn nút trái cho đến khi trạng thái báo động trong hộp ALARM biến mất.

4) Thuộc tính của TARGET ALARM

Người sử dụng có thể chọn cường độ tín hiệu sóng dội của mục tiêu để kích hoạt báo động và chọn âm lượng của báo động âm thanh như sau,

(1) Lăn trackball chọn hộp để mục MENU nằm bên phải màn hình, nhấn nút trái.

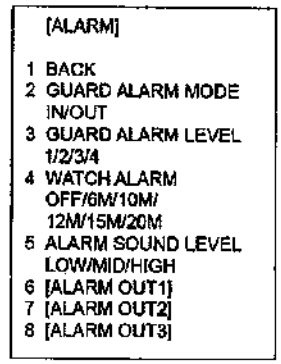
(2) Lăn bánh xe chọn 3[ALARM] và nhấn bánh xe hoặc nút trái, hiển thị [ARLARM] menu như hình 20.39.

(3) Lăn bánh xe chọn 2 GUARD ALARM MODE, ấn bánh xe hoặc nút trái.

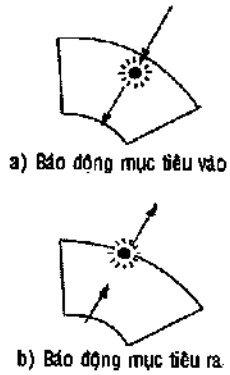
(4) Lăn bánh xe chọn IN (vùng cảnh giới) hoặc OUT (trực neo) tuỳ theo yêu cầu, ấn bánh xe hoặc nút trái, theo như hình 20.40.

(5) Lăn bánh xe chọn 3 GUARD ALARM LEVEL, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(6) Lăn bánh xe chọn cường độ sóng dội mục tiêu để kích hoạt báo động, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái. Cường độ sóng dội lớn nhất là "4".



Hình 20.39



Hình 20.40

(7) Lăn bánh xe chọn 5 ALARM SOUND LEVEL, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(8) Lăn bánh xe chọn âm lượng âm thanh báo động trong phạm vi LOW, MID, HIGH (thấp, trung bình, cao), ấn bánh xe hoặc nút trái.

(9) Ấn nút phải hai lần để đóng menu.

25. Hiển thị lệch tâm (Off-centering the Display).

Vị trí tàu ta hay tâm quét có thể dịch chuyển ra khỏi tâm hình học màn hình để mở rộng tầm quan sát mà không cần phải chuyển sang thang tầm xa lớn hơn, tâm quét dịch chuyển theo con trỏ nhưng không vượt quá 70% của thang tầm xa.

Dịch chuyển tâm quét như sau,

Bằng bàn phím

(1) Lăn trackball đặt con trỏ ở vị trí muốn đặt tâm quét.

(2) Ấn phím [OFF CENTER] tâm quét (vị trí tàu) sẽ nhảy về vị trí con trỏ.

(3) Để đưa tâm quét trở về lại tâm hình học của màn hình, ấn phím [OFF CENTER] một lần nữa.

Bằng trackball

(1) Khi con trỏ đã nằm trong khu vực màn hình hiệu dụng, lăn bánh xe để hiển thị [OFF CENTER/EXIT] trong *hộp hướng dẫn*, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(2) Lăn trackball đặt con trỏ ở vị trí muốn đặt tâm quét.

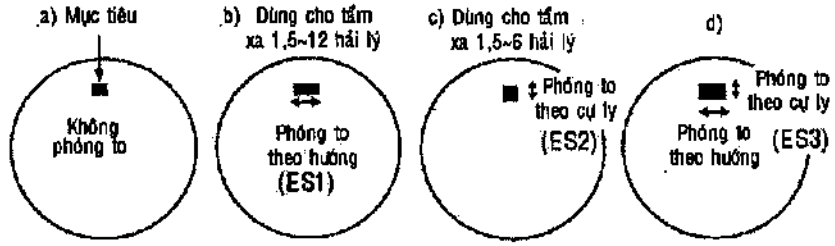
(3) Ấn nút trái tâm quét sẽ nhảy về vị trí con trỏ.

(4) Muốn xoá OFF CENTER, đưa tâm quét về tâm hình học màn hình thì ấn nút trái khi hộp hướng dẫn hiển thị [OFF CENTER/EXIT]

26. Phóng đại sóng dội (Echo stretch)

Sóng dội mục tiêu có thể được phóng đại để dễ dàng quan sát mục tiêu trên màn hình, chức năng này chỉ có trên thang tầm xa 1,5 ~12 hải lý tuỳ thuộc cách mở rộng sóng dội. Có 3 cách

cài đặt phóng đại sóng dội, mô tả trên hình 20.41 trong đó, a) là sóng dội bình thường không phóng đại mục tiêu, b) phóng đại theo hướng (ES1) để thám sát tầm xa, c) phóng đại theo cự ly (ES2), và d), phóng đại đồng thời theo hướng và cự ly (ES3).



Hình 20.41

Chú ý:

- Không có phóng đại sóng dội ở thang tầm xa 1,5 hải lý nếu sử dụng độ dài xung S1 và S2 và ở thang tầm xa 3 hải lý sử dụng độ dài xung S2.
- Phóng đại sóng dội mục tiêu cũng đồng thời phóng đại sóng dội từ sóng biển hoặc mưa..., cho nên khi sử dụng chức năng phóng đại sóng dội cần phải chỉnh chống nhiễu biển và nhiễu mưa thích hợp.

Cách thực hiện,

(1) Lăn trackball để chọn hộp đề mục [PICTURRE] bên trái màn hình.

(2) Ấn nút phải để chọn [PICTURRE MENU], như hình 20.32.

(3) Lăn bánh xe để chọn 2 ECHO STRETCH, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(4) Lăn bánh xe để chọn mục tiêu cần phóng đại, ấm nút trái.

(5) Ấn nút phải để đóng menu.

27. Làm đều sóng dội (Echo Everaging)

Chức năng làm đều sóng dội dựa trên kỹ thuật tương quan tín hiệu "scan-to-scan", nhờ phương pháp này thiết bị chỉ tiếp nhận giá trị trung bình (làm đều) các sóng dội từ mục tiêu tàu hoặc mục tiêu cố định mà các tín hiệu đó hầu như chỉ hiển thị liên tục tại một vị trí trên màn hình, còn các tín hiệu khác xuất hiện ngẫu nhiên như nhiễn biển thì cũng được làm đều nhưng hiển thị với độ sáng mờ nhạt.

Sau khi làm đều tín hiệu, các sóng dội của mục tiêu nhỏ như các phao tiêu, thuyền nhỏ vẫn hiển thị trên màn hình dễ phân biệt với sóng dội từ nhiễu đã được làm yếu đi.

Lưu ý:

- Phương pháp làm đều tín hiệu sẽ không có hiệu quả đối với mục tiêu (tàu) nhỏ tốc độ nhanh.
- Khi tàu lắc không nên dùng chức năng làm đều tín hiệu, vì có thể làm mất mục tiêu.

Để sử dụng chức năng làm đều tín hiệu, đầu tiên phải chỉnh A/C SEA đến mức tối ưu, tiếp theo thực hiện như sau,

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục [PICTURE] ở bên trái màn hình.

(2) Ấn nút phải để chọn [PICTURE MENU] (như hình 20.32).

(3) Ấn bánh xe chọn 3 ECHO EVERAGE, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn OFF,1 ,2 3 tương ứng tuỳ theo yêu cầu, ấn bánh xe hoặc nút trái.

Các vị trí,

OFF: tắt chức năng làm đều sóng dội.

1: Phân biệt mục tiêu từ trong nhiễu biển và giảm các mục tiêu độ sáng không ổn định.

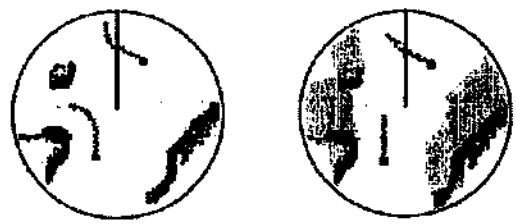
2: Phân biệt các mục tiêu cố định nhỏ.

3: Hiển thị ổn định các mục tiêu xa.

(5) Ấn nút phải để đóng menu.

28. Vết mục tiêu (Target trails)

Vết sóng dội của mục tiêu hiển thị trên màn hình tạo thành đuôi mờ kéo theo sau mục tiêu như hình 20.42. Có thể chọn vết theo chuyển động tương đối hay chuyển động thật; chuyển động qua nước hoặc chuyển động qua đáy. Để có đuôi chuyển động thật phải nhập tín hiệu la bàn và tốc độ tàu.



a) Vết sóng dội chuyển động thật

b) Vết sóng dội chuyển động tương đối

Hình 20.42

1) Vết chuyển động thật và vết chuyển động tương đối

(1) Lăn trackball đưa con trỏ vào hộp đề mục [TRAIL MODE] ở góc dưới bên phải màn hình, ấn nút phải để mở [TRAIL MENU].

(2) Lăn bánh xe chọn 1 TRAIL MODE, ấn bánh xe.

(3) Lăn bánh xe chọn TRUE hoặc REL tương ứng theo yêu cầu, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(4) Ấn nút phải để đóng menu.

Chú ý: TRUE TRAIL hiển thị thành màu đỏ khi màn hình sử dụng phương thức chuyển động tương đối.

2) Thời lượng của vết (Trail time)

Chọn thời lượng (thời gian kéo dài) đồ giải của vết như sau,

(1) Lăn trackball đặt mũi tên vào hộp TRAIL MODE ở góc dưới bên phải màn hình.

(2) Ấn nút trái chọn thời lượng trong hộp có chữ "*TRAIL** ", (* - chọn TRUE/REL, ** - chọn thời lượng của vết).

Có thể chọn thời lượng OFF, 15s,30s, 1m, 3m, 6m, 15m, 30m hoặc CONT(continuous), chọn thời lượng càng lớn thì vết mục tiêu càng dài.

3) Cài đặt lại vết mục tiêu

Có thể xoá hết các vết mục tiêu và cài đặt lại, tính thời lượng từ "0",

(1) Lăn trackball đưa con trỏ vào hộp đề mục [TRAIL MODE] ở góc dưới bên phải màn hình, ấn nút phải để mở [TRAIL MENU], hình 20.43.

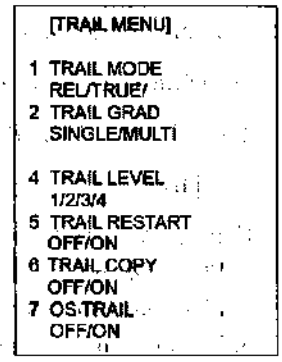
(2) Lăn bánh xe chọn 1 TRAIL MODE, ấn bánh xe.

(3) Lăn bánh xe chọn 5 TRAIL RESTART trên hình 20.43, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn "ON" hoặc "OFF", ấn bánh xe hoặc nút trái.

ON - Vết bắt đầu kéo dài từ tầm xa mới chọn.

OFF - Vết kéo dài từ tầm xa ban đầu.



Hình 20.43

(5) ẤN nút phải để đóng menu.

4) Copy vết mục tiêu

Khi chuyển thang tầm xa, vết sóng dội bị triệt tiêu và bắt đầu vết mới. Tuy nhiên vết có thể được lưu lại khi chuyển thang tầm xa bằng cách copy vết, nhưng khi chuyển thang tầm xa chỉ có các vết có sẵn trong tầm xa cũ mới tiếp tục, các mục tiêu nằm ngoài tầm xa cũ không có vết. Cách copy như sau,

(1) Lăn trackball đưa con trỏ vào hộp đề mục [TRAIL MODE] ở góc dưới bên phải màn hình, ấn nút phải để mở [TRAIL MENU].

(2) Lăn bánh xe chọn 1 TRAIL MODE, ấn bánh xe.

(2) Lăn bánh xe chọn 6 TRAIL COPY trên hình 20.43, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(3) Lăn bánh xe chọn "ON" hoặc "OFF" chọn copy hay không copy, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(4) Ấn nút phải đóng menu.

5) Cường độ vết (Trail level)

Có thể chọn cường độ của vết như sau,

(1) Lăn trackball đưa con trỏ vào hộp đề mục [TRAIL MODE] ở góc dưới bên phải màn hình, ấn nút phải để mở [TRAIL MENU] .

(2) Lăn bánh xe chọn 4 TRAIL LEVEL, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(3) Lăn bánh xe để chọn cường độ vết, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(4) Ấn nút phải đóng menu.

6) Huỷ bỏ vết

Bằng bàn phím,

Nhấn phím "CANCEL TRAIL"

Bằng trackball,

(1) Lăn bánh xe đặt mũi tên vào hộp [TRAIL MODE]

(2) Ấn nút trái để hiển thị OFF.

29. Vạch tham chiếu song song IL (Parallel Index Lines)

Có thể hiển thị hai vạch tham chiếu song song và có thể điều chỉnh hướng hoặc khoảng cách giữa hai vạch.

1) Hiển thị và xoá đường IL

Bằng bàn phím,

(1) Đóng menu, ấn phím "INDEX LINES", trên hộp hướng dẫn xuất hiện chữ DISP "INDEX LINE"

(2) Nhìn vào hộp IL ở bên trái màn hình, nhấn phím INDEX LINE để chọn số hiệu IL (IL1 hoặc IL2), ấn một lần nữa để xoá IL.

Bằng trackball,

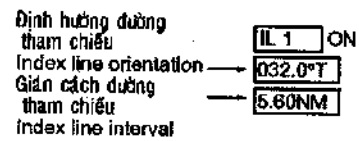
(1) Lăn trackball đặt mũi tên lên hộp IL ở phía dưới bên trái màn hình.

(2) Lăn bánh xe để chọn số hiệu IL (IL1, IL2), ấn nút trái hoặc bánh xe để đóng hoặc mở IL.

2) Điều chỉnh định hướng và gián cách IL

(1) Cho hiển thị IL như trình bày ở trên.

(2) Lăn trackball đưa mũi tên vào cửa sổ định hướng đường IL (Index line orientation) nằm ngay dưới hộp để mục IL như hình 20.44.



Hình 20.44

(3) Lăn bánh xe để chỉnh định hướng đường IL, trong phạm vi 0000~359,9(^{0}T).

(4) Lăn trackball để chỉnh gián cách các đường IL (Index line interval).

3) Hướng tham chiếu của đường IL

Đương IL có thể tham chiếu tương đối với đường mũi tàu (REL) cũng có thể tham chiếu hướng bắc thật (TRUE), chỉnh như sau,

(1) Lăn trackball chọn hộp để mục MENU nằm bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Chọn 2 MARK, ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị MARK menu như hình 20.33.

(3) Quay bánh xe chọn 4 INDEX LINE BEARING, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn TRUE hoặc REL tuỳ yêu cầu, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Ấn nút phải hai lần để đóng menu.

4) Chọn hiển thị tối đa các đường IL

(1) Lăn trackball chọn hộp để mục MENU nằm bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Chọn 2 MARK, ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị MARK menu như hình 20.33.

(3) Lăn bánh xe chọn 5 INDEX LINE, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn 1, 2, 3 hoặc 6 tuỳ yêu cầu, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Ấn nút phải hai lần để đóng menu.

30. Dấu khởi điểm (Origin Mark)

Có thể dùng Origin Mark để đánh dấu khởi điểm cho các mục tiêu đáng chú ý hoặc các điểm đặc biệt. Có thể nhập 20 điểm: 10 khởi điểm có số hiệu và một trong 10 khởi điểm bằng dấu hiệu, các dấu khởi điểm có thể ổn định tương đối với đáy (ground stabilized), cũng có thể tương đối với biển (sea stabilized). Để hiển thị dấu khởi điểm phải có hướng mũi tàu và phải có vị trí tàu.

1) Nhập dấu hiệu khởi điểm

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MARK phía bên trái màn hình. Trên hộp hướng dẫn hiển thị dòng chữ "MARK SELECT / MARK MENU."

(2) Nhấn nút phải mở MARK MENU như hình 20.23.

(3) Lăn bánh xe chọn 2 MARK KIND, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

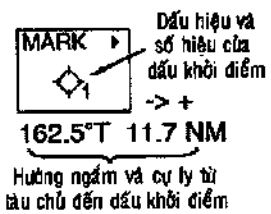
(4) Lăn bánh xe chọn ORIGIN MARK (No) hoặc ORIGIN MARK (SYM) tuỳ theo yêu cầu, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái. Chọn ORIGIN MARK (No) xuất hiện ký hiệu và số hiệu của khởi điểm, hướng ngắm và cự ly từ tàu chủ đến dấu khởi điểm hiển thị ngay ở dưới như hình 20.45. Chọn ORIGIN MARK (SYM) thì xuất hiện dấu hiệu không có số.

(5) Ấn nút trái.

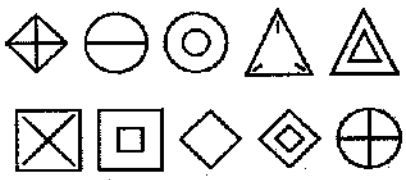
(6) Ấn nút phải để đóng menu, trên *hộp hướng dẫn* đọc dòng thoại "MARK SELECT / MARK MENU."

(7) Dùng con trỏ chọn hộp đề mục MARK, lăn xe chọn số hiệu của dấu khởi điểm cho ORIGIN MARK (No) hoặc chọn ký hiệu cho ORIGIN MARK (SYM), sau đó ấn nút trái, có các ký hiệu như mô tả trên hình 20.46.

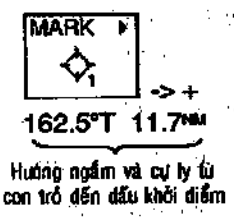
(8) Ấn nút trái một lần nữa, con trỏ nhảy đến khu vực màn hình hữu dụng, trên hộp đề mục hướng dẫn đọc dòng chữ "MARK/EXIT"



Hình 20.45



Hình 20.46



Hình 20.47

(9) Lăn trackball đặt con trỏ ở vị trí theo yêu cầu.

(10) Ấn nút trái để ấn định dấu khởi điểm đối với con trỏ. Hướng ngắm và cự ly từ dấu khởi điểm đến con trỏ hiển thị ở ngay dưới hộp đề mục MARK theo như hình 20.47.

Để thoát Orgin Mark ấn nút phải trong khi hộp hướng dẫn ghi chữ "MARK/EXIT"

2) Sự ổn định của dấu khởi điểm (Origin Mark Stabilization)

Dấu khởi điểm có thể cố định theo vị trí địa lý (tương đối với đáy - GND) cũng có thể di động (tương đối với biển - SEA), chỉnh như sau,

(1) Lăn trackball chọn hộp để mục MARK.

(2) Ấn nút phải để mở [MARK MENU] như hình 20.23.

(3) Lăn bánh xe chọn 1 ORIGIN MARK STAB, ấn bánh xe.

(4) Lăn bánh xe chọn GND hoặc SEA theo yêu cầu, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(5) Ấn nút phải để đóng menu.

3) Xoá một dấu hiệu khởi điểm riêng biệt.

Chú ý, không thể xoá cùng một lúc các dấu hiệu khởi điểm.

(1) Trong khi con trỏ nằm trong khu vực màn hình hiệu dụng, lăn bánh xe để hiển thị "MARK DELETE / EXIT" trên *hộp hướng dẫn.*

(2) Lăn bánh xe đặt con trỏ vào dấu khởi điểm cần xoá.

(3) Ấn nút trái hay bánh xe để xoá dấu khởi điểm.

(4) Để xoá một dấu khởi điểm khác lập lại bước 2 và 3.

(5) Để kết thúc, ấn nút phải trong khi trên hộp hướng dẫn ghi "MARK DELETE / EXIT"

31. Phóng to (ZOOM)

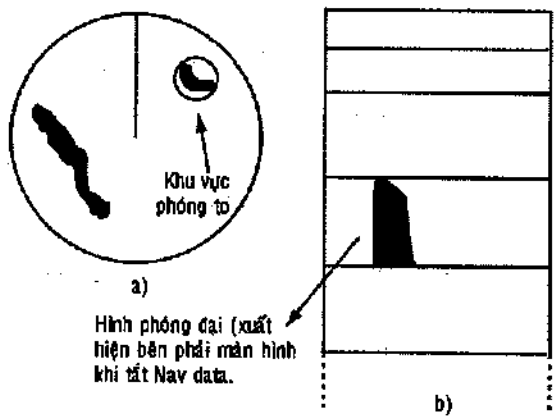
Chức năng ZOOM dùng để phóng to một khu vực cần quan tâm lớn gấp hai lần nhìn thấy bình thường trong một cửa sổ. Để hiển thị phóng đại phải mở DATA BOX menu.

(1) Trong khi con trỏ nằm ở khu vực màn hình hiệu dụng, lăn bánh xe để hiển thị ZOOM / EXIT ttrong hộp hướng dẫn.

(2) Lăn trackball để chọn vị trí cần phóng đại.

(3) Ấn nút trái hoặc bánh xe, một vòng tròn xuất hiện xác định vùng phóng đại như hình 20.48a và phần hình ảnh phóng đại hiển thị bên phải màn hình theo như hình 20.48b.

Để thoát khỏi ZOOM, ấn nút trái trong khi trên hộp hướng dẫn đọc dòng chữ "ZOOM / EXIT".



Hình 20.48

32. Các dấu hiệu (Markers)

1) Đường dấu mũi tàu (Heading Line)

Xoá tạm thời đường mũi tàu

Xoá tạm thời đường mũi tàu để nhìn thấy các mục tiêu nằm trùng ở ngay mũi tàu bằng cách ấn phím HL OFF trên bàn phím. Hoặc lăn trackball chọn hộp đề mục, chọn HL OFF ở đáy bên trái màn hình, ấn nút trái.

2) Đường phía lái tàu (Sturn maker)

Đó là một đường không liền nét xuất hiện ngược lại với Heading Line, hiển thị và xoá như sau:

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MENU, ấn nút trái để hiển thị MAIN MENU.

(2) Lăn bánh xe để chọn MARK, ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị MARK menu.

(3) Lăn bánh xe chọn 3 STERN MARK, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn OFF hoặc ON ấn bánh xe hoặc nút trái để tắt mở STERN MARK.

3) Dấu Hướng Bắc (North Marker).

Dấu hướng bắc xuất hiện thành đường không liền nét.

4) Dấu hiệu tàu chủ (Own Ship Symbol)

Dấu hiệu tàu chủ có thể cho xuất hiên hoặc xóa đi trong MARK menu. Dấu hiệu này tỷ lệ với chiều dài và chiều ngang của tàu, số liệu về tàu chủ có thể nhập vào.

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MENU, ấn nút trái để hiển thị MAIN MENU.

(2) Lăn bánh xe chọn MARK, ấn bánh xe hoặc nút trái chọn MARK MENU.

(3) Lăn bánh xe chọn 2 OWNSHIP MARK, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn OFF hoặc ON để tắt mở dấu hiệu tàu chủ.

(5) Ấn nút phải hai lần để đóng menu.

33. Chỉnh định tự động hình ảnh cho mục đích hành hải

Trên buồng lái cứ mỗi lần thay đổi công việc hoặc thay đổi hoàn cảnh thì phải chỉnh lại rađa, điều đó gây nên phiền phức, bận rộn cho sĩ quan hàng hải. Thay vì phải chỉnh định lại liên tục trong mỗi trường hợp, nhà sản xuất đã thiết kế ấn định sẵn các phím chức năng để hệ thống chỉnh định đến mức tối ưu một cách tự động trong một số trường hợp. Người sử dụng chỉ cần ấn phím có dấu hiệu tương ứng thì màn hình sẽ hiển thị tối ưu. Ví dụ, khi thám sát một phao tiêu hoặc thám sát một chiếc tàu thì việc chỉnh định khác nhau. Máy đã chỉnh định sẵn cho các trường hợp này, chỉ cần ấn SHIP hay BOUY thì màn hình sẽ tự động chỉnh định cho việc thám sát tàu hoặc phao tiêu.

Dưới đây là các chỉnh định hình ảnh chọn lựa,

KÝ HIỆU	*GIẢI THÍCH*	*KÝ HIỆU*	*GIẢI THÍCH*
NEAR	Chỉnh định tối ưu cho tầm quan sát ngắn sử dụng thang 3 h.lý hoặc thấp hơn cho biển êm.	FAR	Chỉnh định tối ưu cho thám sát tầm xa sử dụng thang 6 h.lý hoặc dài hơn.
NEAR BOUY	Chỉnh định tối ưu để thám sát phao tiêu hàng hải, tàu nhỏ các mục tiêu nhỏ trên mặt nước ở tầm ngắn .	FAR BOUY	Chỉnh định tối ưu để thám sát phao tiêu hàng hải, tàu nhỏ các mục tiêu nhỏ trên mặt nước ở tầm xa.
ROUGH	Chỉnh định tối ưu cho biển động	SHIP	Chỉnh định tối ưu cho thám sát

SEA	và mưa lớn.		tàu.
HARBOR	Chỉnh định tối ưu cho hành hải tầm ngắn trong cảng dừng thang 1,5 nm hoặc ngắn hơn.	COAST	Chỉnh định tối ưu cho hành hải ven bờ thang tầm xa 12 nm hoặc ngắn hơn.

1) Lựa chọn chỉnh định hình ảnh

(1) Lăn trackball chọn hộp để mục PICTURE ở góc trên bên trái màn hình, làm xuất hiện cửa sổ,



(2) Có thể chọn các chỉ báo khác gồm: NEAR, FAR, FAR BOUY, ROUGH SEA ... bằng cách ấn nút trái.

2) Hồi phục chỉnh định tự động hình ảnh trở về mặc định

Bất cứ chức năng nào của rada đã được lập trình chỉnh định sẵn hình ảnh như nói ở trên đều có thể hồi phục trở về trang thái mặc định để chỉnh định hình ảnh trong mỗi trường hợp riêng biệt. Cách thực hiện như sau,

(1) Lăn trackball chọn hộp PICTURE nằm bên trái màn hình.

(2) Ấn nút trái để chọn các chỉnh định sẵn (NEAR, FAR, BOUY...)

(3) Ấn nút phải để chọn PICTURE MENU như hình 20.32.

(4) Lăn bánh xe chọn 0 DEFAULT.

(5) Ấn bánh xe hoặc nút trái 3 lần để hội phục chỉnh định mặc định (nếu sử dụng bàn phím thì ấn phím [ENTER MARK] 3 lần.

(6) Ấn nút phải để đóng menu.

34. Chương trình hoá các phím chức năng

Các chức năng ít sử dụng đều có sẵn trong menu. Để tránh mở menu trong một số trường hợp, các phím chức năng F1~F4 được gán cho các chức năng biểu thị trong menu CUSTOMIZE.TEST .

1) Kích hoạt phím chức năng (Function Key)

Để kích hoạt một chức năng đã gán cho một phím chức năng, ấn tức thời phím chức năng cho mục đích cài đặt lại. Tiếp tục ấn phím đó để chọn.

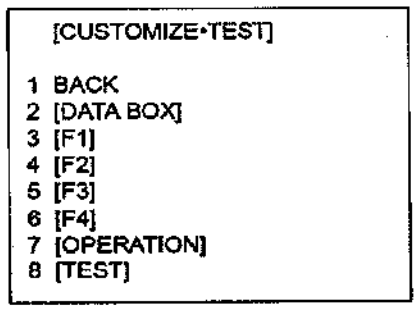
PHÍM CHỨC NĂNG	*CÀI ĐẶT MẶC ĐỊNH*
F1	Interference Rejector
F2	Echo Stretch
F3	Auto Rain
F4	Heading Line Off

2) Lập trình cho phím chức năng

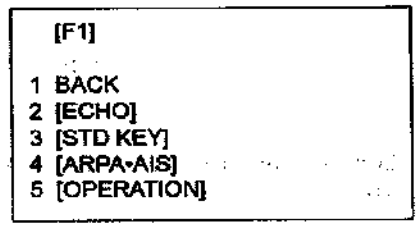
(1) Lăn trackball chọn hộp MENU bên phải màn hình và ấn nút trái để hiển thị MAIN menu.

(2) Lăn bánh xe để chọn 9 [CUSTOMIZE.TEST] như hình 20.49, ấn bánh xe.

(3) Lăn bánh xe chọn 3[F1], 4[F2], 5[F3], hoặc 6[F4] tuỳ chức năng muốn chọn để cài đặt, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái. Ví dụ chọn 3[F1], ấn nút trái. Trên màn hình hiển thị menu F1 như hình 20.50.

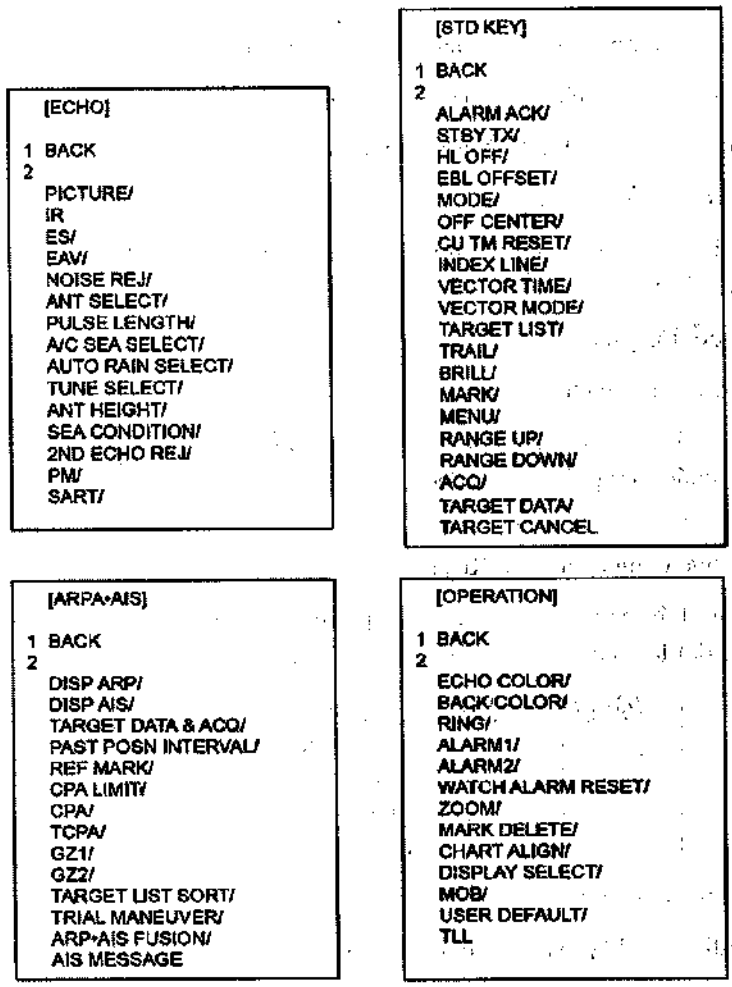


Hình 20.49



Hình 20.50

(4) Lăn bánh xe để chọn thể loại như ECHO, STD KEY, ARPA.AIS hoặc OPERATION, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái. Các hộp menu hình 20.51 là các thể loại tuỳ chọn.



Hình 20.51

(5) Lăn bánh xe chọn 2, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(6) Lăn bánh xe chọn chức năng theo yêu cầu, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(7) Ấn nút phải hai lần để đóng menu.

35. Vị trí tàu

Chọn nguồn dữ liệu vị trí tàu,

OS POSN ▶

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục OS POSN ở góc phải phía trên màn hình.

(2) Ấn nút phải để hiển thị OS POSN menu,như hình 20.52.

(3) Lăn bánh xe chọn 1 NAV AID, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn GPS1, GPS2 hoặc DEAD RECKONING tuỳ theo yêu cầu, ấn bánh xe hoặc nút trái.

GPS1: GPS Navigator nối với cổng Nav.

GPS2: GPS Navigator nối với cổng Speed Log hoặc cổng Track control.

(5) Nếu chọn DEAD RECKONING thì tiếp tục bước 6 để nhập vị trí bằng tay. Nếu chọn GPS1 hoặc GPS2 thì tiếp tục bước 7.

(6) Lăn bánh xe chọn MANUAL L/L, ấn bánh xe. Nhập kinh vĩ độ như sau,

a) Lăn bánh xe để chọn vĩ độ tương ứng, ấn bánh xe (ấn bánh xe một lần nữa để nhảy gián cách). Khi dùng bàn phím thì ấn phím số tương ứng, sau đó ấn phím [ENTER MARK].

b) Nhập kinh độ cũng làm như nhập vĩ độ.

(7) Ấn nút phải để đóng menu.

[OS POSN MENU]
1 NAV AID
GPS1/GPS2/
DEAD RECKONING
2 MANUAL L/L
00°00.00 N
000°00.00 W

Hình 20.52

36. Báo động trực cảnh giới (Watch Alarm)

Báo động trực cảnh giới bằng âm thanh trong khoảng thời gian dự định sẽ hỗ trợ cho sĩ quan hàng hải công việc cảnh giới trên rađa thường xuyên nhằm mục đích an toàn hoặc một mục đích khác nào đó.

Hộp đề mục ALARM nằm góc bên trái phía dưới màn hình trong đó có đồng hồ đếm thời gian (ví dụ 12.00),

WATCH
12.00

Thời gian cài đặt được đếm ngược khi hết thời gian đó thì đồng hồ trở về 00.0, chữ WATCH màu xanh chuyển thành màu đỏ.

Để tắt âm thanh báo động, ấn phím [ALARM ACK] trên bàn phím hoặc lăn trackball chọn hộp đề mục ALARM ACK và ấn nút trái. Lúc này màu của chữ WATCH trở về màu bình thường, đồng hồ báo động cảnh giới tự cài đặt lại giá trị ban đầu và bắt đầu tính giờ.

Chỉnh quãng thời gian báo động cảnh giới,

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MENU bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 3 ALARM, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái để hiển thị ALARM menu như hình 20.53.

(3) Lăn bánh xe chọn 4 WATCH ALARM, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn thời lượng tương ứng 4m, 10m ,12m ... , nhấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Nhấn nút phải hai lần để đóng menu.

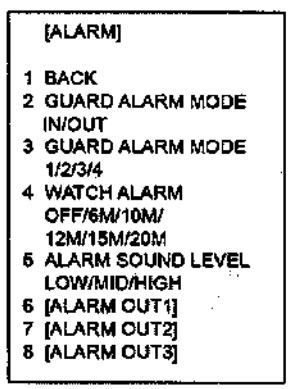
37. Cài đặt dữ liệu hàng hải

Gió, độ sâu, hải lưu, nhiệt độ, ngày tháng và điểm hẹn được cài đặt như sau,

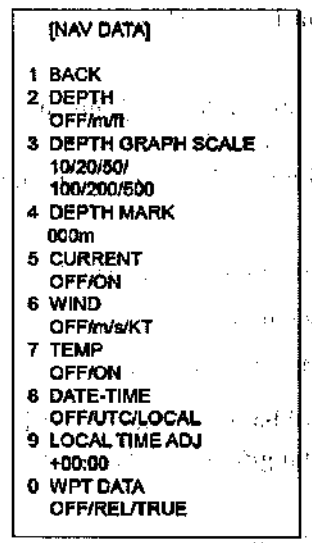
(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MENU phía bên phải màn hình và ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chon 7 NAV DATA, ấn nút trái để mở menu [NAV DATA], hình 20.54.

(3) Chọn các yêu cầu cần thiết theo bảng sau đây,



20.53

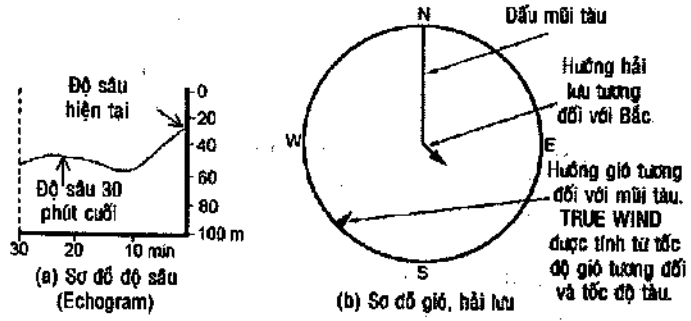


Hình 20.54

MỤC	*GIẢI THÍCH*
2 DEPTH	Chọn đơn vị đo sâu, hoặc tắt chỉ báo về độ sâu.
3 DEPTH GRAGH SCALES	Chọn thang đo sâu, sơ đồ độ sâu hiển thị độ sâu 30 phút cuối cùng độ sâu trên vết đi của tàu.
4 DEPTH MARK	Chọn độ sâu mà ở đó có dấu hiệu độ sâu
5 CURRENT	Tắt, mở chỉ báo hải lưu (hải lưu tương đối với hướng Bắc)
6 WIND	Chọn đơn vị đo tốc độ gió và tắt chỉ báo về gió.
7 TEMP	Tắt, mở chỉ báo về nhiệt độ
8 DATE-TIME	Chọn cách biểu thị ngày giờ OFF, UTC, LOCAL
9 LOCAL TIME ADJ	Nếu chọn 8 LOCAL TIME thì lăn bánh xe chọn số múi giữa UTC và giờ địa phương (local).
0 WPT DATA	Tắt dữ liệu điểm hẹn hoặc hiển thị khoảng cách và hướng ngắm đến điểm hẹn.

(4) Ấn nút phải hai lần để đóng menu.

Hình 20.55 mô tả chỉ báo độ sâu, dòng chảy và gió trên màn hình.



Hình 20.55

38. Báo động

Khi có sai sót trong hệ thống thì xuất hiện tín hiệu báo động (màu đỏ) đồng thời báo động bằng âm thanh. Tắt báo động âm thanh bằng phím [ALARM ACK] hoặc chọn hộp để mục ALARM ACK và ấn nút trái. Đèn chỉ báo sai sót tồn tại trên màn hình cho đến khi làm rõ nguồn sai sót.

1) Giải thích các báo động

Cảnh báo	*Báo động âm thanh*	*Báo động bằng ánh sáng*	*Thoát khỏi báo động*
Hỏng GYRO	2 tiếng bíp	HDG hiển thị "***.*", xuất hiện dòng chữ HEADING SET ở góc trái dưới màn hình, chữ GYRO màu đỏ. Màn hình tự động chuyển sang HEADING UP.	Ấn phím [MODE] xoá thông báo. Nếu cần đối chiếu HDG với số đọc la bàn.
Báo động cảnh giới (GUARD)	Các tiếng bíp	Có mục tiêu.	Ấn phím [ALARRM ACK] hoặc ấn nút trái vào hộp ALARM ACK.

Báo động trực ca (WATCH)	Các tiếng bíp	WATCH 00:0 Xuất hiện chữ WATCH, bắt đầu tính từ 00.0 giờ	Ấn phím [ALARRM ACK] hoặc ấn nút trái vào hộp WATCH.
Vĩ/Kinh độ tàu chủ Vĩ/Kinh độ con trỏ	Không	Dấu hiệu "***.*" xuất hiện trong khung vị trí tàu chủ hoặc trong khung vị trí con trỏ	Đảm bảo rằng vị trí tàu từ thiết bị trợ hàng bên ngoài đã được nhập vào hệ thống
Hỏng hóc của hệ thống	Không	Dòng thông báo ghi GYRO hiển thị phía đáy màn hình. Không có sóng dội trên màn hình. Chữ SYSTEM FAIL màu đỏ hiển thị bên trái đáy màn hình	Đảm bảo anten rađa đang hoạt động.
Hư hỏng tốc độ kế	2 tiếng bíp.	Các chữ LOG **.* và LOG hiển thị màu đỏ nếu không có tín hiệu từ tốc độ kế đưa vào trong vòng 30 s khi tốc độ tàu lớn trên 5 nơ.	Nếu hỏng SDME (Speed and Distance Mesuring Equipment) bị hỏng thì dùng bộ cảm biến khác, hoặc dùng MANUAL SPEED MODE.
Hỏng hệ thống xác định vị trí điện tử EPFS	Các tiếng bíp liên tục	Chữ EPFS biến thành màu đỏ	Tắt tiếng bíp, xoá cảnh báo bằng cách ấn phím [ALARM ACK] hoặc ấn phím trái vào hộp để mục ALARM ACK.
Chỉ báo SOG	không	Chỉ báo SOG (Speed Over Ground) biến thành màu đỏ khi trên menu chọn hiển thị SOG nhưng SDME (Speed and Distance Mesuring Equipment = Speed Log) không thám sát tốc độ vết qua đáy mà chỉ là tốc độ qua nước (STW)	
COLLISION Đâm va	Bíp liên tục	Chữ COLLISION xuất hiện khi khi mục tiêu tạo vết ARP di chuyển trên hướng đâm va.	Áp dụng hành động tránh va, hoặc kết thúc tạo vệt mục tiêu. Cảnh báo bằng ánh sáng chớp sẽ biến mất.
Chỉ báo TRUE VECTOR	Không	Chỉ báo TRUE VECTOR biến thành màu đỏ khi TRUE vector được chọn trong định dạng RM (chuyển động tương đối)	Chuyển về định dạng North Up TM (chuyển động thật) Màu sắc chỉ báo sẽ trở lại bình thường.
Báo động vùng cảnh giới GUARD ZONE	Bíp liên tục	Chữ GZ xuất hiện màu đỏ nếu có một mục tiêu vào vùng báo động, mục tiêu được đánh dấu bằng một tam giác nhấp nháy.	Ấn phím [ALARRM ACKL] hoặc nhấn nút trái vào hộp ALARM ACK để xác nhận báo động.
Báo động GZ OUT	không	Nếu một thang tầm xa giảm xuống làm cho vị trí của GZ lớn hơn 1,5 lần của thang tầm xa thì chữ GZ OUT biến thành màu đỏ.	Chuyển thang tầm xa.

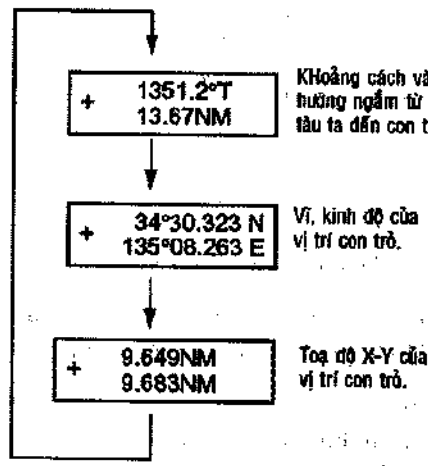
39. Dữ liệu của con trỏ

Khoảng cách và hướng ngắm con trỏ từ tàu, vị trí kinh vĩ độ và vị trí theo toạ độ X-Y của con trỏ chủ có thể được hiển thị trên màn hình.

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục CURSOR DATA bên phải màn hình.

(2) Ấn nút trái để hiển thị lần lược các dữ liệu của con trỏ như hình 20.56.

Ghi chú: Các dữ liệu của con trỏ không hiển thị khi con trỏ nằm ngoài màn hình hiệu dụng.



Hình 20.56

40. Kiểm tra tính năng kỹ thuật của rađa (Performance Monitor)

1) Kích hoạt và tắt kích hoạt chức năng kiểm tra tính năng

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MENU, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 1 ECHO, ấn bánh xe hoặc nút trái hiển thị ECHO menu như hình 20.57.

(3) Lăn bánh xe chọn 4 PM, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn OFF hoặc ON, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Ấn nút phải hai lần để đóng MENU.

Dấu hiệu để kiểm tra tính năng xuất hiện trên màn hình như hình 20.58.

2) Cách kiểm tra tính năng của rađa

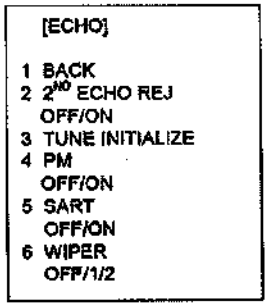
(1) Rađa được chỉnh định tự động như sau,

- Range: 24 nm
- Pulselength: Long
- Shadow Sector: Off
- STC: Off
- RAIN: Off
- Echo Stretch: Off
- Echo Average: Off
- Video Contrast: A
- Tune: Auto
- Gain: chỉnh định như ban đầu khi lắp ráp rađa.

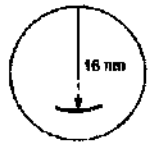
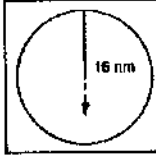
(2) Kích hoạt chức năng PM theo như điểm 1) Mục 39, ở trên.

(3) Sau khi quan sát kết quả, tắt PM.

Ra đa tự động cài ở tầm xa 24 hải lý, trên màn hình hiển thị một hoặc hai cung tròn. Nếu máy phát và máy thu của rađa hoạt động tốt như trạng thái ban đầu lắp đặt, khi mở PM thì mép trong của cung tín hiệu xuất hiện ở 16 hải lý, nếu máy phát và máy thu giảm 10db thì không có sóng dội trên màn hình như mô tả trên hình 20.58.



Hình 20.57

Màn hình	Tình trạng rada
	- Máy phát: bình thường - Máy thu: bình thường
	Máy phát, máy thu mất 10 db, không nhìn thấy sóng dội trên màn hình

Hình 20.58

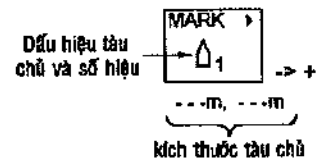
41. Ký hiệu tàu chủ (Own Ship Symbol)

Ký hiệu tàu chủ (tàu ta) có thể được ấn định lên màn hình. Có thể nhập 10 dấu hiệu tàu chủ, mỗi dấu hiệu đều mang số hiệu riêng,

1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MARK ở bên trái màn hình, trên hộp hướng dẫn đọc được dòng thoại "MARK SELECT / MARK MENU"

2) Ấn nút phải để mở MARK MENU, (hình 20.23).

3) Lăn bánh xe chọn 2 MARK KIND, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.



Hình 20.59

4) Lăn bánh xe chọn OWN SHIP SHAPE, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái, hiển thị hình 20.59.

5) Ấn nút phải để đóng menu.

6) Ấn nút trái, con trỏ nhảy vào trung tâm màn hình. Trên *hộp hướng dẫn* đọc được dòng thoại "MARK / EXIT"

7) Ấn nút trái để ấn định ký hiệu tàu chủ.

- Để nhập một dấu hiệu tàu chủ với số hiệu khác, đưa con trỏ vào hộp MARK, lăn bánh xe chọn số của dấu hiệu, ấn đúp nút trái, ấn nút trái.
- Để thoát khỏi chức năng nhập dấu hiệu tàu chủ ấn nút phải trong khi *hộp hướng dẫn* hiển thị "MARRK / EXIT".

42. Điểm tham chiếu cho CPA/TCPA

Điểm tham chiếu để xác định CPA/TCPA có thể là vị trí anten hay buồng lái của tàu. Tia quét sóng dội và các cung mù thì xác định dựa theo vị trí anten, cho dù có chọn vị trí tham chiếu ở bất cứ ở đâu, thì buồng lái vẫn là điểm tham chiếu cho VRM và EBL.

1) Lăn trackball để chọn hộp đề mục REFERENCE POINT ở trên đỉnh màn hình.

REF POINT ANT POSN

2) Ấn phải để chọn REF POINT hoặc ANT POSN tuỳ yêu cầu.

20.9.3 Vận hành, điều chỉnh ARPA

1. Những điều cần chú ý khi sử dụng

1) Chức năng ARPA được thiết kế để đáp ứng yêu cầu của IMO, trong nguyên bản MANUAL của thiết bị này dùng chữ ARP thay cho chữ ARPA .

2) Độ chính xác đồ giải của ARPA thoả mãn tiêu chuẩn của IMO. Độ chính xác kẻ vết chịu ảnh hưởng bởi các yếu tố sau đây:

- Sự biến đổi hướng đi. Cần một đến hai phút để hồi phục vector sau khi có sự biến động về hướng đi của tàu.
- Độ trễ vết vector tỷ lệ nghịch với tốc độ tương đối của mục tiêu, độ trễ theo quy luật 15~30 giây cho mục tiêu *tốc độ tương đối* cao, 30~60 giây cho mục tiêu *tốc độ tương đối* thấp.

3) Các dữ liệu tạo ra bởi ARPA chỉ để tham khảo, hãy xem chi tiết và cập nhật thông tin trên hải đồ hàng hải chính thức.

4) Một mục tiêu có kích thước 800 mét hoặc lớn hơn theo chiều bán kính hay theo chiều phương vị được xem như là một mục tiêu lục địa không cần phải *tuyển* (acquired) hoặc tạo *vết* (tracked). Các sóng dội nhỏ hơn 800 mét đều có thể tuyển hoặc tạo vết.

2. Điều khiển ARPA

Bằng bàn phím

Hệ thống ARPA điều khiển bằng bàn phím như mô tả trên hình 20.18, trên đó 3 phím chính giành cho ARPA:

ACQ : Phím tuyển mục tiêu bằng tay

TARGET DATA : Hiển thị dữ liệu mục tiêu ARPA tuyển bằng trackball.

TARGET CANCEL: Xoá tạo vết mục tiêu chọn bằng trackball.

Bằng trackball

Đặt con trỏ vào khu vực màn hình hiệu dụng, truy cập vào các chức năng của ARPA bằng cách lăn bánh xe để chọn các chức năng ARPA tương ứng trong CURSOR menu.

Lăn bánh xe để chỉ báo trong hộp hướng dẫn các chức năng sau:

TARGET DATA & ACQ: Tuyển mục tiêu bằng tay hoặc hiển thị dữ liệu mục tiêu ARPA.

TARGET CANCEL: Xoá tạo vết trên mục tiêu ARPA tuyển bằng con trỏ.

ACQ: Tuyển một mục tiêu bằng tay.

3. Kích hoạt và tắt kích hoạt ARPA

Kích hoạt tắt kích hoạt ARPA như sau:

1) Lăn trackball đặt mũi tên vào trong hộp đề mục ARP ACQ MODE nằm bên phải màn hình, xem hình 20.60.



Hình 20.60

2) Ấn nút trái OFF, MAN, AUTOMAN theo yêu cầu.

4. Tuyển mục tiêu tự động (Automatic Acqusition)

Loại rađa này có thể tuyển tối đa 100 mục tiêu. Số lượng mục tiêu tuyển tự động hay bằng tay có thể chọn ở ARP TARGET menu như sau.

Chọn menu	*Số lượng Mục tiêu tuyển*
MANUAL 100	100 mục tiêu bằng tay
AUTO25	25 mục tiêu tự động, 75 mục tiêu bằng tay
AUTO50	50 mục tiêu tự động, 50 mục tiêu bằng tay
AUTO75	75 mục tiêu tự động, 25 mục tgiêu bằng tay
AUTO100	100 mục tiêu tự động

Một mục tiêu tuyển tự động được đánh dấu bằng một hình vuông không liền nét và một vectơ, xuất hiện trong phạm vi 20 lần quét của an ten, hiển thị xu hướng chuyển động của mục tiêu. Trong phạm vi 60 lần quét thì giai đoạn tạo vết ban đầu kết thúc và mục tiêu trở nên cố định sẵn sàng cho việc tạo vết ổn định, liền sau đó dấu mục tiêu chuyển từ hình vuông không liền nét sang hình một vòng tròn. (Mục tiêu tuyển tự động khác với mục tiêu tuyển bằng tay, mục tiêu tuyển bằng tay hiển thị bằng nét đậm).

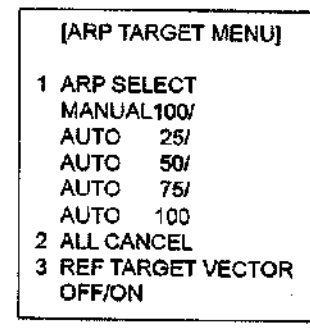
1) Chọn số lượng mục tiêu tuyển tự động như sau,

(1) Lăn trackball đặt mũi tên vào hộp đề mục ARPA ACQ MODE nằm bên phải màn hình, ấn nút phải để hiển thị dòng thoại [ARPA TARGET MENU] như hình 20.61.

(2) Lăn bánh xe chọn 1 ARPA SELECT, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(3) Lăn bánh xe chọn tuyển tự động theo yêu cầu (25/50/...) theo như bảng nói trên, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(4) Ấn nút phải để đóng menu.



Hình 20.61

2) Bỏ tạo vết mục tiêu (bao gồm mục tiêu tham khảo)

Khi ARPA đã tuyển tự động đủ số lượng mục tiêu theo như ấn định trong bảng chọn (ở trên) thì xuất hiện dòng chữ "TARGET-FULL (AUTO)" bên phải màn hình, như vậy không thể tự động tuyển thêm mục tiêu nào nữa (trừ khi mất mục tiêu). Nếu điều đó xảy ra thì xoá bớt tạo vết các mục tiêu hoặc tiếp tục tuyển bằng tay.

(1) Xoá tạo vết một mục tiêu riêng biệt,

Bằng bàn phím

(a) Lăn trackball đặt con trỏ (+) vào mục tiêu ARPA hoặc mục tiêu tham khảo cần xoá.

(b) Ấn phím [TARGET CANCEL]

Bằng trackball

(a) Đưa con trỏ nằm bên trong khu vực hiệu dụng của màn hình, lăn bánh xe để hiển thị dòng thoại "TARGET CANCEL / EXIT" trên hộp hướng dẫn.

(b) Lăn trackball dặt con trỏ (+) vào mục tiêu ARPA hoặc mục tiêu tham khảo cần xoá,

(c) Ấn bánh xe hoặc nút trái để xoá tạo vết cho mục tiêu chọn để xoá.

(d) Để kết thúc ấn nút phải.

(2) Xoá tạo vết trên tất cả các mục tiêu

(a) Lăn trackball đặt mũi tên vào hộp để mục ARPA ACQ MODE nằm bên phải màn hình, ấn nút phải để hiển thị [ARPA TARGET MENU] như hình 20.61.

(b) Lăn bánh xe chọn 2 ALL CANCEL,

(c) Ấn bánh xe hoặc ấn nút trái để xoá tạo vết trên tất cả các mục tiêu ARPA.

5. Tuyển mục tiêu bằng tay

Có thể tuyển bằng tay tối đa 100 mục tiêu. Chọn số lượng mục tiêu tuyển bằng tay như trình bày ở đoạn 1. (trong phần tuyển tự động mục tiêu).

Tuyển một mục tiêu bằng tay

Bằng bàn phím

(1) Lăn trackball đặt con trỏ lên trên mục tiêu chọn.

(2) Ấn phím ACQ.

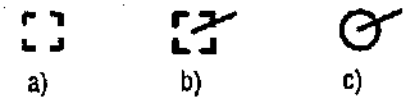
Bằng trackball

(1) Đưa con trỏ về khu vực màn hình hiệu dụng, lăn bánh xe để hiển thị " TARGET DATA & ACQ" hoặc "ACQ" trên *hộp hướng dẫn.*

(2) Lăn trackball đặt con trỏ lên trên mục tiêu cần tuyển,

(3) Ấn nút trái để tuyển mục tiêu.

Ở giai đoạn tuyển ban đầu, ký hiệu mục tiêu là một hình không liền nét như hình 20.62a, sau đó một phút thì xuất hiện một vectơ biểu thị xu hướng di chuyển của mục tiêu, hình 20.62b. Nếu mục tiêu còn được tiếp tục phát hiện sau thời gian 3 phút thì ký hiệu mục tiêu chuyển thành một vòng tròn nhỏ như hình 20.62c, biểu thị trạng thái tạo vết ổn định. Nếu tuyển mục tiêu không thành công thì ký hiệu mục tiêu biến mất.



Hình 20.62

Cần chú ý,

- Để tuyển mục tiêu có kết quả, thì mục tiêu phải ở cách xa tàu chủ từ 0,2 đến 22 hải lý và không bị trở ngại bởi nhiễu biển và nhiễu mưa.
- Khi không còn khả năng tuyển bằng tay thì một dòng thoại "TARGET-FULL (MAN)" hiển thị trên màn hình. Hãy xoá các mục tiêu không đe doạ va chạm nếu muốn tuyển thêm bằng tay các mục tiêu khác.
- Tráo lẫn mục tiêu (Target Swap, hoặc swop)

  Khi một mục tiêu tạo vết nào đó đến gần một mục tiêu tạo vết khác thì các mục tiêu có thể bị "tráo lẫn" vào nhau. Khi hai mục tiêu được tuyển hoặc tự động hoặc bằng tay "tráo lẫn" thì một trong hai mục tiêu trở thành "Mục tiêu mất" (Los Target). Nếu xảy ra trường hợp này thì khi hai mục tiêu tách rời ra nhau cần "tuyển lại" bằng tay.

6. Dấu hiệu ARPA

Hình 20.63 mô tả các dấu hiệu quy định trên ARPA

DẤU HIỆU ARPA

Mục	Dấu hiệu	Trạng thái	Ghi chú
Mục tiêu tuyển tự động		Giai đoạn ban đầu	Hình vuông không liền nét chung quanh sóng dội biểu thị mục tiêu đang tuyển trong giai đoạn kẻ vết ban đầu trước khi kẻ vết ổn định
			20 đến 60 vòng quét của anten sau khi tuyển (sóng dội chưa ổn định)
		Vết ổn định	Vòng tròn liền nét cùng với vecto biểu thị vết ở trạng thái ổn định (60 vòng quét sau khi tuyển)
	 (chớp)	Báo động CPA	Dấu hiệu đồ giải chuyển thành tam giác đều và chớp biểu thị mục tiêu dự đoán đi vào CPA hoặc TCPA
		Báo nhận báo động CPA	Không còn chớp sau khi báo nhận báo động CPA/TCPA
	 (chớp)	Mất mục tiêu	Mất mục tiêu biểu thị bằng hình thoi chớp, hình thoi hình thành bởi hai hình tam giác
Mục tiêu tuyển bằng tay		Giai đoạn ban đầu	Ký hiệu đồ giải cho một tiêu mục tuyển bằng tay biểu thị bằng đường không liền nét.
			Hình vuông nét thô không liền cho sóng dội 20~60 vòng quay của anten sau khi tuyển
		Kẻ vết ổn định	Dấu đồ giải bằng tay gồm một vòng tròn nét thô (60 vòng quay của anten sau khi tuyển)
	 (chớp)	Báo động CPA (hướng đâm va)	Dấu đồ giải chuyển thành tam giác cần chớp nếu một mục tiêu được dự đoán đi vào CPA hoặc TCPA cài đặt trước.
			Không còn chớp sau khi báo nhận báo động CPA/TCPA
	 (chớp)	Mất mục tiêu	Mất mục tiêu được chỉ báo bằng dấu đồ giải hình thoi chớp. Hình thoi tạo thành bởi hai hình tam giác bằng nhau.
Vùng cảnh giới	 (chớp)	Mục tiêu đi vào vùng cảnh giới cài đặt trước	Dấu đồ giải chuyển thành hình tam giác đều đỉnh chỉ xuống dưới, chớp, nếu mục tiêu đi vào vùng cảnh giới
Dữ liệu đọc trên mục tiêu tuyển.	 01	Trên mục tiêu tuyển	Dữ liệu mục tiêu tuyển (khoảng cách, hướng ngắm, hướng đi, tốc độ CPA, TCPA)
Mục tiêu tham khảo	 R Trong 60 vòng quét đổi thành 	Trên mục tiêu tham khảo	Dùng để tính toán tốc độ tương đối với đáy của tàu chủ
Điều động thử	T (chớp)	Giữa dưới cùng	Xuất hiện trong khi điều động thử.
Thử tính năng	XX (chớp)	Giữa dưới cùng	Xuất hiện trong khi thử tính năng máy phát/thu

Hình 20.63

7. Hiển thị dữ liệu mục tiêu

Ở phương thức hướng mũi tàu (trên đỉnh) và phương thức hướng mũi tàu hướng ngấm thật thì góc mạn, hướng đi, tốc độ, tuỳ theo chỉnh định chuyển động thật/tương đối, có thể hiển thị theo định dạng thật (có chữ T ở sau dữ liệu) hoặc theo định dạng tương đối (có chữ R ở sau dữ liệu). Còn đối với phương thức hướng bắc thật (hướng bắc trên đỉnh), phương thức hướng đi (hướng đi trên đỉnh) và phương thức chuyển dộng thật thì các dữ liệu hiển thị hướng ngấm, hướng đi thật và tốc độ tương đối với đáy.

1) Hiển thị dữ liệu một mục tiêu riêng biệt

Bằng bàn phím

Lăn trackball đặt con trỏ vào mục tiêu ARPA, ấn phím [TARRGET DATA]. Hình dáng của mục tiêu chuyển thành hình vuông, để xoá dữ liệu trong dữ liệu ấn phím này một lần nữa.

Bằng trackball

(1) Đưa con trỏ vào khu vực màn hình hiệu dụng, lăn bánh xe để hiển thị dòng thoại"TARGET DATA & ACQ / CURSOR MENU" trên hộp hướng dẫn.

(2) Lăn trackball đặt con trỏ vào mục tiêu ARPA, ấn nút trái.

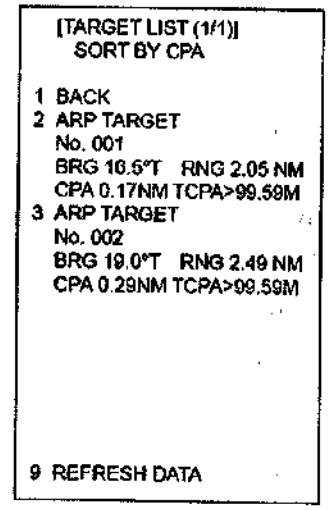
(3) Để xoá dữ liệu khỏi khung dữ liệu, lăn trackball chọn mục tiêu ARPA, ấn nút trái để xoá.

Dữ liệu mục tiêu hiển thị như sau,

- RNG/BRG: khoảng cách và hướng ngấm (hoặc góc mạn) từ tàu chủ đến mục tiêu tuyển, có đuôi chữ T (True) hoặc chữ R (Relative).
- CSE/SPD: Hướng đi và tốc độ hiển thị cho mục tiêu tuyển, có đuôi T hoặc R.
- CPA/TCPA: Hai dữ liệu này được tính toán một cách tự động. Sau khi một CPA đã đi qua tàu chủ thì TCPA có dấu (-) kèm theo (-TCPA). TCPA tính đến 99.9 phút, nếu vượt qua thời gian đó thì chỉ báo >99,9min.
- BCR/BCT: BCR là cự ly tiếp cận nhất của mục tiêu được chọn mà mục tiêu đó dự kiến đi qua trước mũi tàu chủ. BCT là thời gian dự kiến cần để mục tiêu đó đi qua trước mũi tàu chủ.

Có thể hiển thị dữ liệu của hai mục tiêu trong một hộp dữ liệu. (Cũng có thể hiển thị dữ liệu của sáu mục tiêu, tuỳ theo cài đặt chương trình ban đầu).

Ngoài ra thiết bị còn cho phép điều chỉnh độ sáng, kích thước và màu sắc của các dấu hiệu ARPA (xem Sách hướng dẫn MANUAL).



Hình 20.64

2) Danh sách mục tiêu (Target list)

Danh sách mục tiêu cung cấp đầy đủ dữ liệu các mục tiêu ARPA (và mục tiêu AIS) đã tuyển.

(1) Hiển thị danh sách mục tiêu

(a) Lăn trackball chọn hộp đề mục TARGET LIST ở phía bên phải màn hình.

(b) Ấn nút trái để hiển thị TARGET LIST ">" (trong TCPA có nghĩa là thời gian lớn hơn 99,9 min), như hình 20.64.

(c) Khi có trên 3 mục tiêu, chọn danh sách mục tiêu, chọn 0 NEXT, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

Chú ý: để cập nhật dữ liệu chọn 9 REFRESH DATA rồi ấn bánh xe (không cần cập nhật khi thay đổi phương pháp phân loại (sorting method).

(d) Ấn nút phải để đóng danh sách mục tiêu.

(2) Phân loại danh sách mục tiêu

Có thể phân loại mục tiêu theo CPA, TCPA, BCR, BCT, RANGE, hoặc SPEED (cho tầm xa 72 hoặc 96 hải lý) như sau:

(a) Lăn trackball chọn hộp đề mục TARGET LIST.

(b) Ấn nút phải để mở TARGET LIST MENU, hình 20.65.

(c) Lăn bánh xe chọn 1 SORT BY, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(d) Lăn bánh xe chọn phương pháp phân loại (Sorting method), ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(e) Ấn nút phải để đóng menu.



Hình 20.65

8. Định dạng vectơ

Vectơ mục tiêu có thể hiển thị tương đối với hướng mũi tàu chủ (Relative) hoặc hướng bắc thật (True)

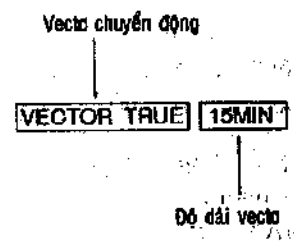
Chuyển động và chiều dài của vectơ,

Vectơ có thể hiển thị theo chuyển động thật hay chuyển động tương đối. Thời gian kéo dài của vectơ (độ dài của vectơ) có thể chọn từ 1, 2, 3, 6, 12, 15 ,30 giây (s).

Bằng bàn phím

(a) Ấn phím [VECTOR MODE] để chọn định dạng vectơ thật hay tương đối. Định dạng được chọn hiển thị trong khung Vector Mode. (Chú ý phím này cũng dùng để chọn độ dài của vectơ để hiển thị vị trí đã qua).

(b) Ấn phím [VECTOR TIME] để chọn độ dài vectơ. Độ dài vectơ hiển thị trên khung độ dài vectơ như hình 20.66.



Hình 20.66

Bằng trackball

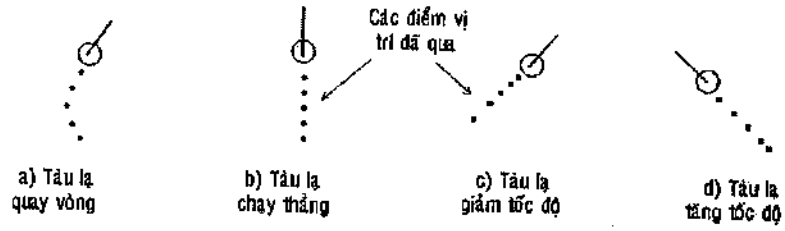
(a) Lăn trackball chọn [VECTOR TRUE] hoặc [VECTOR REL] phía bên phải màn hình, ấn nút trái để hiển thị [VECTOR TRUE] hoặc [VECTOR REL] (Chú ý phím này cũng dùng để chọn độ dài của vectơ để hiển thị vị trí đã qua).

(b) Lăn trackball chọn hộp độ dài vectơ .

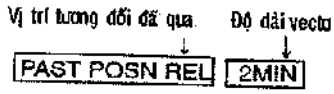
(c) Ấn nút trái để chọn độ dài (thời gian) theo yêu cầu.

9. Hiển thị vị trí đã qua

ARPA có thể hiển thị các điểm biểu thị vị trí đã qua với gián cách thời gian nhất định của bất cứ mục tiêu nào đã tuyển. Cứ qua một khoảng thời gian nhất định thì tăng thêm một điểm vị trí. Nếu mục tiêu thay đổi tốc độ thì khoảng cách giữa hai điểm vị trí cũng thay đổi. Nếu mục tiêu thay đổi hướng thì các điểm vị trí không nằm trên một đường thẳng... mô tả trên hình 20.67.



Hình 20.67



Hình 20.68

Hiển thị và xoá các điểm vị trí đã qua, chọn khoảng cách các điểm vị trí quá khứ ,

(a) Lăn trackball chọn hộp đề mục PART POSN phía bên phải màn hình như hình 20.68.

(b) Ấn nút trái để chọn giáng cách điểm vị trí: OFF, 30s, 1, 2, 3 hoặc 6 min. . Chọn OFF để xoá các điểm vị trí đã qua và kích hoạt lại để hiển thị điểm vị trí đã qua.

Ngoài ra thiết bị này còn cho phép chọn số điểm, màu sắc vị trí đã qua. (xem MANUAL).

10. Nhập hướng và tốc độ dòng chảy

Hướng dòng chảy có thể nhập bằng tay từng bước $0,1^0$, tốc độ dòng chảy cũng nhập bằng tay từng bước 0,1 nơ. Tiến hành như sau,

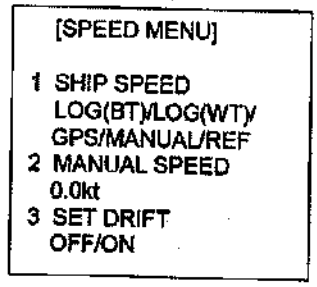
1) Lăn trackball chọn hộp đề mục SPD, ấn nút phải để hiển thị [SPEED MENU] như hình 20.69.

2) Lăn bánh xe chọn 3 SET DRIFT, ấn bánh xe hoặc nút trái.

3) Lăn bánh xe chọn ON, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

4) Ấn nút phải đóng menu. Hộp SET và DRIFT xuất hiện phía trên bên phải màn hình như hình 20.70.

5) Lăn trackball chọn hộp SET, dùng bánh xe chọn hướng dòng chảy, ấn bánh xe để xác nhận.



Hình 20.69



Hình 20.70

6) Lăn trackball để chọn DRIFT, lăn bánh xe để chọn tốc độ dòng chảy, ấn bánh xe xác nhận.

Chú ý:

- SET và DRIFT chỉ tồn tại khi sử dụng tốc độ kế tương đối với nước, trong trường hợp này nguồn tốc độ hiển thị chữ WTC.
- SET và DRIFT phải được kiểm tra và điều chỉnh thường xuyên.

11. Cài đặt khoảng cách báo động CPA và TCPA

ARPA thực hiện chức năng giám sát liên tục CPA và TCPA dự đoán của mỗi mục tiêu tạo vết được tuyển đối với tàu chủ. Khi CPA dự đoán của bất cứ mục tiêu nào nhỏ hơn khoảng cách báo động CPA đã cài đặt và TCPA dự đoán của bất cứ mục tiêu nào nhỏ hơn giới hạn báo động TCPA đã cài đặt thì ARPA phát ra báo động âm thanh và hiển thị dòng chữ **COLISION** trên màn hình. Ngoài ra, dấu hiệu ARPA chuyển thành hình tam giác và nhấp nháy liên tục cùng với vectơ. Bằng cách đó, thiết bị báo động cho người sử dụng nguy cơ đâm va. Điều quan trọng là người sử dụng phải điều chỉnh thích hợp GAIN, A/C SEA, A/C RAIN ...
Khoảng cách CPA/TCPA cần phải được cài đặt thích hợp trên cơ sở xem xét kích thước, trọng tải, tốc độ và đặc tính điều động của tàu ta.

Chú ý:

Không nên coi tính năng báo động CPA/TCPA là phương pháp duy nhất để tránh va. Bất cứ lúc nào sĩ quan hàng hải cũng không được rời bỏ *trách nhiệm cảnh giới bằng mắt* để tránh va cho dù có sự hỗ trợ của RADAR/ARPA và các phương tiện đồ giải hay không.

1) Cài đặt khoảng cách báo động CPA/TCPA

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục CPA LIMIT. Nếu chỉ xuất hiện "CPA LIMIT OFF" thì ấn nút trái để hiển thị hộp CPA và TCPA.

(2) Ấn nút trái hoặc lăn bánh xe chọn khung CPA LIMIT như hình 20.71 bánh xe.

Nút trái: 0.5, 1, 1.5, 2, 3, 4, 5, 6 (nm).

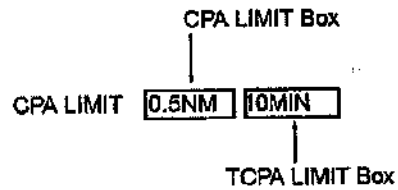
Bánh xe: 0.5~20 (nm), 0~10 (nm).

(3) Lăn trackball chọn khung TCPA LIMIT.

(4) Ấn nút trái hoặc lăn bánh xe chọn TCPA theo yêu cầu, sau đó ấn bánh xe.

Nút trái: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 15 (minute).

Bánh xe: 1~60 (mimute).



Hình 20.71

2) Tiếp nhận báo động CPA/TCPA

Để tiếp nhận và tắt âm thanh báo động CPA/TCPA ấn phím [ARLAM ACK] trên bàn phím, hoặc dùng trackball chọn hộp đề mục ARLAM ACK , ấn nút trái.

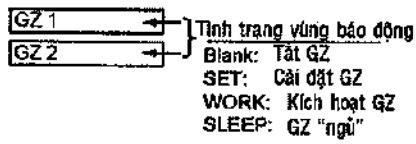
Dòng chữ COLISION và hình tam giác cùng với vectơ nhấp nháy vẫn tiếp tục tồn tại cho đến khi tình huống nguy hiểm đi qua, hoặc khi cố tình xóa vết mục tiêu.

Chú ý: Khi phát báo động COLLISION thì cũng là lúc màn hình AIS tự động mở ra.

12. Cài đặt vùng cảnh giới

Khi một mục tiêu đi qua vùng cảnh giới do người dùng cài đặt thì có báo động âm thanh và dòng chữ GUARD màu đỏ xuất hiện ở đáy màn hình. Mục tiêu gây nên cảnh báo hiển thị rõ ràng bằng một hình tam giác chúc đỉnh nhấp nháy. Vùng cảnh giới coi như là một khu vực « tuyển » tự động (Automatic Acquisition), bất cứ mục tiêu nào vào khu vực này cũng đều được tuyển.

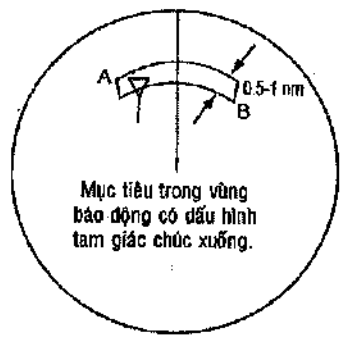
1) Kích hoạt khu vực cảnh giới



Hình 20.72

Có thể chọn một hoặc hai vùng cảnh giới, vùng cảnh giới thứ nhất (No1) nằm trong khu vực 3~6 hải lý, vùng cảnh giới thứ hai (No 2) có thể đặt ở bất cứ đâu sau khi đã sử dụng vùng cảnh giới thứ nhất.

Dưới đây là một ví dụ giải thích quy trình cài đặt vùng cảnh giới,



Hình 20.73

(1) Lăn trackball chọn một trong hai khung GZ (Guard Zone), hình 20.72, nằm bên phải màn hình.

(2) Ấn nút trái, hộp GZ bây giờ đọc được dòng chữ « GZxSET ».

(3) Lăn trackball đặt con trỏ tại điểm A như hình 20.73, nhấn nút trái.

(4) Lăn trackball đặt con trỏ ở điểm B, ấn nút trái, hộp GZ chuyển thành dòng chữ « GZxWORK »

Nếu cài đặt vùng cảnh giới No 2 bằng một hình đa giác thì phải ấn định ít nhất 3 điểm và ấn nút phải để kết thúc.

Chú ý,

- Muốn cài đặt một vùng báo động bao quanh tàu chủ thì chọn hai điểm A và B gần nhau (cách nhau chừng 3^0).
- Nếu thang tầm xa nhỏ hơn một nửa vòng cảnh giới thì trên hộp GZ hiển thị chữ « GZxOUT » . Ấn nút trái trong tình trạng này thì vùng báo động cảnh giới đi vào trạng thái « ngủ », trên hộp hướng dẫn đọc được dòng thoại [GZ WORK L = DELETE]

2) Cho « ngủ » (Sleeping) và hồi phục vùng cảnh giới

(1) Lăn trackball chọn hộp GZ tương ứng.

(2) Cho « ngủ » (Sleeping) hoặc hồi phục GZ :

Sleep Guard zone : Ấn nút trái tức thời để dời vùng cảnh giới ra khỏi màn hình, chỉ báo trên hộp GZ chuyển từ « GZxWORK » sang « GZxSLEEP », để hồi phục GZ thì lặp lại trình tự trên để hiển thị « GZxWORK »

Bỏ Guard Zone : Ấn và giữ nút trái, GZ sẽ mờ đi.

3) Báo nhận báo động vùng cảnh giới

Để báo nhận và dừng âm thanh báo động vùng cảnh giới ấn phím [ARLAM ACK] trên bàn phím hoặc chọn hộp để mục "ARLAM ACK" và ấn nút trái.

4) Điểm tham chiếu cho Guard Zone

Guard Zone có thể tham chiếu đường mũi tàu, cũng có thể tham chiếu hướng Bắc thật, chuyển đổi như sau,

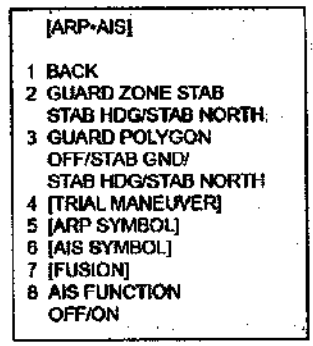
(1) Lăn trackball chọn hộp để mục MENU bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 4 ARP.AIS, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái có hộp để mục như hình 20.74.

(3) Lăn bánh xe chọn 2 GUARD ZONE STAB, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn STAB HDG hoặc STAB NORTH tuỳ theo yêu cầu, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(5) Ấn nút phải hai lần để đóng menu.



Hình 20.74

5) Hình dáng và sự ổn định của Guard Zone

Hình dáng của GZ N0 2 có thể là một góc cung hoặc là một hình đa giác (POLYGON). Có thể chọn như sau,

(1) Lăn trackball chọn hộp để mục MENU nằm bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 4 ARP.AIS, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(3) Lăn bánh xe chọn 3 GUARD POLYGON, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn OFF, STAB GND, STB HDG, hoặc STAB NORTH tuỳ theo yêu cầu, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

OFF: GZ chiếm một góc cung giới hạn 4 điểm đỉnh.

STAB GND: GZ ổn định tương đối với đáy, GZ có thể là hình đa giác có 3~10 đỉnh.

STAB HDG: GZ ổn định tương đối với hướng mũi tàu, có thể là hình đa giác có 3~10 đỉnh.

STAB NORTH: GZ ổn định tương đối với hướng Bắc thật, có thể là hình đa giác có 3~10 đỉnh.

(5) Ấn nút phải hai lần để đóng menu.

13. Các loại cảnh báo khi ARPA hoạt động

Có 6 tình huống sau đây khiến ARPA kích hoạt báo động bằng âm thanh và bằng thị giác,

1) Báo động đâm va (CPA/TCPA)

Hiển thị dòng chữ "COLLISION" và âm thanh, biểu thị mục tiêu đã vượt qua giới hạn cài đặt.

Báo nhận báo động và ngừng âm thanh: nhấn phím [ARRLAM ACK] , hoặc chọn hộp để mục ARLAM ACK, ấn nút trái.

2) Báo động vùng cảnh giới

Hiển thị từ "GUARD" và âm thanh, biểu thị mục tiêu đã vượt qua giới hạn cài đặt.

Báo nhận báo động và dừng âm thanh: nhấn phím [ARRLAM ACK] , hoặc chọn hộp để mục ARLAM ACK, ấn nút trái.

3) Báo động mất mục tiêu

Khi hệ thống phát hiện mất một mục tiêu đánh dấu thì dấu hiệu của mục tiêu chuyển thành một hình thoi nhấp nháy, xuất hiện từ "LOST", đồng thời báo động âm thanh cũng xuất hiện.

Để báo nhận và tắt âm thanh, nhấn phím [ARLAM ACK], hoặc chọn hộp để mục ARLAM ACK, ấn nút trái, dấu hiệu mục tiêu "LOST" biến mất.

4) Báo động đầy mục tiêu

Khi bộ nhớ của hệ thống bị đầy thì trạng thái đầy được hiển thị bởi dòng cảnh báo "TARRGET FULL (AUTO + MAN)" đồng thời có tiếng bíp ngắn.

5) Báo động các mục tiêu tuyển bằng tay đầy

Chỉ báo " TARGET FULL (MAN)" xuất hiện dưới đáy màn hình với một tiếng bíp ngắn khi dung lượng mục tiêu tuyển bằng tay ấn định đã hết.

6) Báo động các mục tiêu tuyển tự động đầy

Chỉ báo " TARGET FULL (AUTO)" xuất hiện dưới đáy màn hình với một tiếng bíp ngắn khi dung lượng mục tiêu tuyển tự động ấn định đã hết.

7) Báo động hỏng hóc hệ thống

Khi SPU không nhận được tín hiệu nhập vào từ rađa hoặc các thiết bị ngoại vi thì màn hình hiển thị cảnh báo "ARP SYSTEM ERROR" cùng với các ghi chú nguyên nhân hỏng hóc như sau:

Mất tín hiệu	*Chỉ báo*
Tín hiệu tốc độ kế	LOG
Tín hiệu mũi tàu, La bàn con quay	GYRO
Tín hiệu khởi động từ rađa	TRIGGER
Thị tần từ rađa	VIDEO
Tín hiệu phương vị từ anten rađa	AZIMUTH
Xung mũi tàu từ anten rađa	HEADLINE

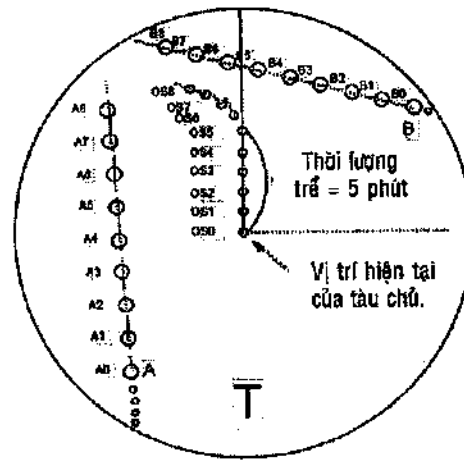
14. Điều động thử

Chức năng điều động thử *mô phỏng* ảnh hưởng của tất cả các mục tiêu tạo vết (mục tiêu được tuyển) đến tàu chủ khi tàu chủ tiến hành điều động thử mà không ảnh hưởng gì đến việc cập nhật dữ liệu của các mục tiêu đó.

1) Các loại điều động thử

(1) Điều động thử động (Dynamic)

Điều động thử động hiển thị trên màn hình các vị trí dự đoán của "mục tiêu tạo vết" (tracked targets) và của tàu chủ. Để điều động thử cần nhập vào tốc độ và hướng đi dự định của tàu chủ với một "thời lượng trễ" (delay time) nhất định. Giả sử rằng tất cả các mục tiêu vết duy trì tốc độ và hướng đi hiện tại của nó thì chỉ trong vài giây, toàn bộ mô phỏng vị trí tương lai dự kiến của mục tiêu vết và tàu chủ sẽ hiển thị trên màn hình với các điểm cách nhau 1 phút như mô tả trên hình 20.75.



Hình 20.75

" Thời lượng trễ" là thời gian chậm lại kể từ thời điểm hiện tại cho đến thời điểm tàu chủ bắt đầu chuyển hướng và/hoặc tốc đo trên thực tế. Để xác định "thời lượng trễ" cần phải xem xét tới đặc tính điều động của tàu ta như : mức độ chậm ăn lái, chậm trễ vòng quay, chậm trễ tăng tốc. Đối với các con tàu lớn thì việc chọn thời lượng trễ khi tiến hành điều động thử rất quan trọng.

Trong ví dụ ở hình 20.75, tàu ta sẽ tiếp tục đi thẳng (ngay cả sau khi ra lệnh điều động) với thời gian chậm 5 phút và sau đó đổi tốc độ và hướng đi cho đến khi đạt được tốc độ và hướng đi mà người điều động dự kiến (trong ví dụ này là vị trí 0S7).

Chú ý: Khi mô phỏng điều động thử động bắt đầu thì không thể đổi tốc độ thử, hướng đi thử và thời giam chậm thử cho đến khi kết thúc một lần thử.

(2) Điều động thử tĩnh

Chức năng điều động thử tĩnh chỉ hiển thị tình huống cuối cùng của mô phỏng. Nếu nhập cùng một tốc độ thử, hướng đi thử và thời lượng trễ thử trong cùng một tình huống giống như trong ví dụ điều động thử động như vừa trình bày ở trên thì màn hình hiển thị ngay vị trí OS7 cho tàu chủ, vị trí A7 cho mục tiêu A, vị trí B7 cho mục tiêu B, bỏ qua các vị trí trung gian. Chức năng điều động thử tĩnh tiện lợi cho người điều động khi cần biết kết quả cuối cùng của điều động thử ngay lập tức.

Chú ý: Để nâng cao độ chính xác mô phỏng chuyển động của tàu trong điều động thử, thì đặc tính của tàu ta như gia tốc, vòng quay trở phải được cài đặt thích hợp ngay từ khi lắp ráp ARPA lên tàu.

2) Thực hiện điều động thử

Thực hiện điều động thử như sau,

(1) Lăn trackball chọn hộp để mục MENU bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 4 ARP.AIS, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái để hiển thị menu ARP.AIS như hình 20.74.

(3) Lăn bánh xe chọn 4 TRIAL MANEUVER, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái để hiển thị menu TRIAL MANEUVER như hình 20.76.

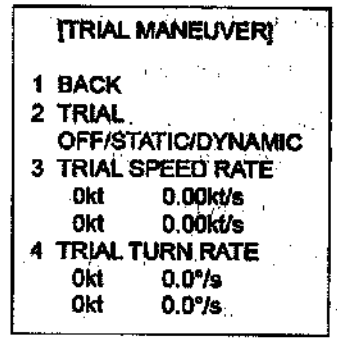
(4) Lăn bánh xe chọn số 2 TRIAL, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(5) Lăn bánh xe chọn DYNAMIC hoặc STATIC tuỳ yêu cầu, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(6) Lăn bánh xe chọn 3 TRIAL SPEED RATE. Lăn bánh xe chọn tốc độ, ấn bánh xe để xác nhận.

(7) Lăn bánh xe để chọn số 4 TRIAL TURN RATE. Lăn bánh xe chọn tốc độ quay, ấn bánh xe xác nhận.

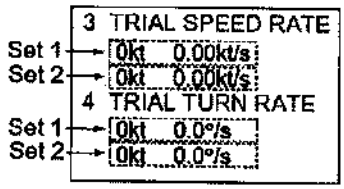
Ghi chú: Có hai nhóm tốc độ dài và tốc độ quay, nhập dữ liệu theo nhóm như hình 20.77.



Hình 20.76

(8) Ấn nút phải 3 lần để đóng menu. Sau đó hộp đề mục TRIAL như hình 20.78 xuất hiện bên phải màn hình.

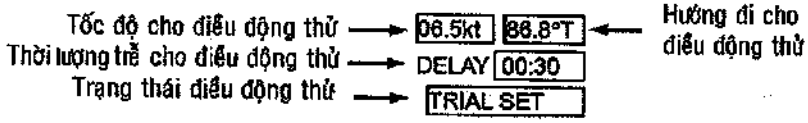
(9) Lăn trackball chọn hộp đề mục TRIAL, ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị TRIAL SET. Khi có TRIAL SET, bên trên hộp TRIAL chỉ báo các thông số điều động như hình 20.79.



Hình 20.77



Hình 20.78



Hình 20.79

(10) Dùng bánh xe để chọn thời lượng trễ tại DELAY (hình 20.79), đó là thời gian mà sau đó thể hiện trạng thái tàu ta, không phải thời gian bắt đầu mô phỏng. Có thể thay đổi thời lượng trễ tuỳ theo tình hình mớn nước của tàu ta... , lăn bánh xe để chọn, ấn bánh xe để ấn định.

(11) Lăn bánh xe chọn hướng đi trong hộp hướng đi cho điều động thử. Lăn bánh xe chọn trị số, ấn bánh xe để ấn định.

(12) Lăn bánh xe chọn tốc độ trong hộp tốc độ cho điều động thử. Lăn bánh xe chọn trị số, ấn bánh xe để ấn định.

(13) Lăn bánh xe chọn TRIAL SET. Ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị TRIAL WORK.

Điều động thử diễn ra trong vòng 3 phút với chữ "T" hiển thị dưới đáy màn hình. Nếu như có một mục tiêu vết nào đó dự báo đang đi với hướng gây đâm va với tàu ta (tức là tàu mục tiêu đến cận giới hạn CPA/TCPA cài đặt trước) thì dấu hiệu mục tiêu đồ giải chuyển thành hình tam giác nhấp nháy. Nếu điều đó xảy ra, thì phải đổi hướng đi thử, tốc độ thử và thời

lượng trễ thử để có thể điều động an toàn. Điều động thử sẽ tự động kết thúc và hồi phục hình ảnh rada bình thường sau 3 phút.

3) Kết thúc điều động thử

Điều động thử tự động kết thúc sau 3 phút từ khi bắt đầu. Muốn kết thúc bằng tay sớm hơn thì thực hiện như sau,

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục TRIAL ở bên phải màn hình.

(2) Ấn và giữ nút trái để hiển thị TRIAL OFF.

15. Thử tính năng của ARPA

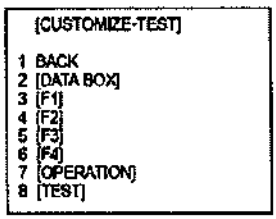
Chương trình thử này dùng để đánh giá toàn bộ tính năng kỹ thuật của ARPA. Hoạt động bình thường của rada tạm dừng trong khi thử, ở đáy vùng hoạt động hiệu dụng của màn hình rada hiển thị chữ "XX".

1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MENU, ấn nút trái.

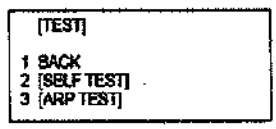
2) Lăn bánh xe chọn 9 [CUSTOMIZE.TEST], ấn bánh xe hoặc ấn nút trái để mở menu như hình 20.80.

3) Lăn bánh xe chọn 8 TEST, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái mở [TEST] menu hình 20.81.

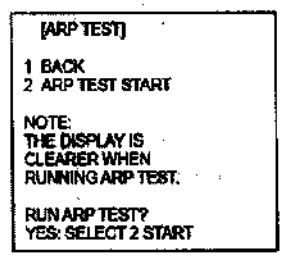
4) Lăn bánh xe chọn 3 [ARP.TEST], ấn bánh xe hoặc ấn nút trái, mở menu hình 20.82.



Hình 20.80



Hình 20.81



Hình 20.82

5) Lăn bánh xe chọn 2 ARP TEST START, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái để bắt đầu thử.

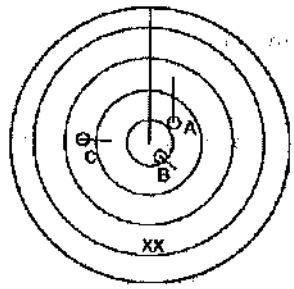
Trong khi thử có cảnh báo bằng chữ "XX" nhấp nháy. Đợi chừng 3 phút để các vectơ đều hiển thị. Trong khi thử không cần tín hiệu sóng dội, tín hiệu gyro, tín hiệu tốc độ nhập vào. Cả 3 mục tiêu có tốc độ, hướng đi khác nhau (như thống kê trong bảng dưới đây), hướng đi và tốc độ đều được mô phỏng một cách tự động giống như mục tiêu. Các mục tiêu có thể được xử lý như là một mục tiêu ARPA bình thường nghĩa là có thể xoá, cho hiển thị số liệu...

Thử: Chọn bằng con trỏ bất kỳ mục tiêu nào trong 3 mục tiêu A, B, C hình 20.83, và kiểm tra các dữ liệu hiển thị trên mục tiêu phù hợp với số liệu ghi trong bảng. CPA/TCPA cho trong bảng trên cơ sở tốc độ tàu chủ bằng 0 kt. Khoảng cách, hướng ngắm, CPA,TCPA biến đổi theo thời gian.

6) Việc thử có thể kéo dài 5 phút, sau đó lặp lại.

Để kết thúc thử, ấn phím [STBY TX] trên bàn phím hoặc chọn TX STBY ở góc trái đáy màn hình, ấn nút trái.

	Range (nm)	Bearing (°)	Speed (kt)	Course (°)	CPA (nm)	TCPA (min)
Target A	3.0	45.0	20.0	0	2.1	-6.4
Target B	2.0	120.0	5.0	120.0	0.0	-24.0
Target C	7.0	270.0	10.0	90.0	0.0	42.0



Hình 20.83

20.9.4 Vận hành, điều chỉnh hệ thống AIS

Hệ thống nhận dạng tự động AIS FURUNO kiểu FA-100 giao diện cùng hệ thống RADAR/ ARPA, các thông tin AIS hiển thị trên màn hình đồ hoạ cùng với các thông tin rađa và ARPA.

Rađa Furuno chấp nhận dữ liệu về vị trí xác định bởi hệ quy chiếu WGS-84, các hệ thống định vị đều đã chỉnh tương thích để nối vào rađa. Nếu một hệ quy chiếu khác nối vào mà không phù hợp thì thiết bị hiển thị chữ "DATUM" và hệ thống AIS không hoạt động.

1. Vận hành AIS (xem Chương 14 – Hệ thống nhận dạng tự động)

Bằng bàn phím

Sử dụng các phím trên hình 20.18.

Trên đó,

ACQ - kích hoạt mục tiêu AIS được chọn.

TARGET DATA – hiển thị dữ liệu mục tiêu AIS được chọn bởi trackball.

CANCEL – cho "ngủ" mục tiêu AIS được chọn.

Bằng trackball,

Đặt con trỏ vào bên trong khu vực màn hình hiệu dụng, lăn bánh xe chọn chức năng AIS trong hộp menu CURSOR.

Lăn bánh xe cho hiển thị trong hộp để mục hướng dẫn các chỉ báo các chức năng AIS sau đây,

- TARGET DATA & ACQ - kích hoạt mục tiêu AIS được chọn, hiển thị dữ liệu mục tiêu AIS được chọn bởi trackball.
- TARGET CANCEL – cho "ngủ" mục tiêu AIS được chọn.
- ACQ – kích hoạt mục tiêu AIS được chọn

2. Mở và tắt chức năng AIS.

1) Lăn trackball chọn hộp để mục MAIN MENU bên phải màn hình, ấn nút trái hiển thị menu chính như hình 20.20.

2) Lăn bánh xe chọn 4 ARP.AIS, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái hiển thị menu ARPA.AIS như hình 20.74.

3) Lăn bánh xe chọn 8 AIS FUNCTION, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

4) Lăn bánh xe chọn OFF hoặc ON tuỳ theo yêu cầu, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

5) Ấn nút phải hai lần để đóng menu.

Chú ý: Chữ "AIS" xuất hiện dưới đáy góc bên phải màn hình khi chức năng "AIS" hoạt động.

3. Tắt mở chỉ báo AIS

1) Lăn trackball chọn hộp AIS DISP ở bên phải màn hình.
2) Ấn nút trái để hiển thị AIS ON hoặc AIS OFF theo yêu cầu.
   - ON – có nghĩa là tất cả mục tiêu thu nhận từ phản xạ AIS được hiển thị cùng với dấu hiệu của nó.
   - OFF – tất cả dấu hiệu AIS đều biến mất.

Sau khi mở AIS các mục tiêu AIS được đánh dấu tương ứng như mô tả trên hình 20.84.

Chú ý:

- Khi tắt chức năng AIS, thì thiết bị vẫn tiếp tục xử lý các mục tiêu AIS. Khi mở lại chức năng AIS thì các dấu hiệu AIS lập tức xuất hiện.
- Dấu hiệu AIS đôi khi bị mờ do dấu hiệu mũi tàu dịch chuyển ở phương thức Head Up.
- Khi không thu nhận được dữ liệu AIS thì chữ "RECEIVE" xuất hiện trên hộp để mục. Cần kiểm tra lại bộ transponder của AIS.



Hình 20.84

4. Cài đặt dữ liệu cho một hành trình

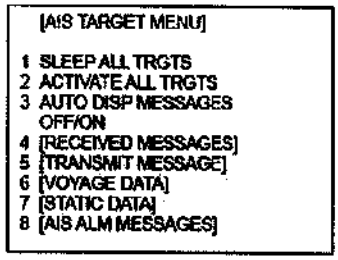
Có 5 mục trong menu VOYAGE DATA cần phải nhập vào lúc bắt đầu hành trình gồm : Tình trạng hành hải, ETA, điểm đích, mớn nước và thuyền bộ. Nhập như sau,

1) Lăn trackball chọn hộp AIS DISP bên phải màn hình.

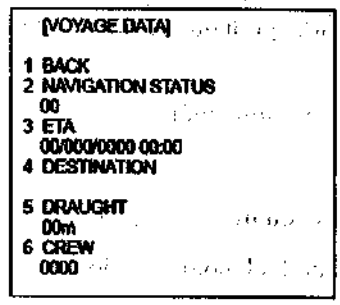
2) Ấn nút phải để mở [AIS TARGET MENU] như hình 20.85.

3) Lăn bánh xe chọn 6 VOYAGE DATA, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

4) Lăn bánh xe chọn 2 NAVIGATION STATUS, như hình 20.86, ấn nút trái .



Hình 20.85



Hình 20.86

5) Lăn bánh xe chọn số tương ứng với trạng thái hàng hải phù hợp theo các thông tin dưới đây, ấn bánh xe.

00: Underway using engine (default)

01: At anchor

02: Not under command

03: Restricted maneuverability

04: Constrained by draught

05: Moored

06: Aground

07: Engaged in fishing

08: Underway by sailing

09: Reserved for high speed craft (HSC)

10: Reserved for wing in ground (WIG, for example, hydrofoil)

11-15: Reserved for future use

6) Lăn bánh xe chọn 3 ETA, ấn bánh xe hoặc nút trái.

7) Dùng bánh xe để nhập ngày giờ dự kiến đến đích (ETA) theo thứ tự ngày(2 con số), tháng năm (4 con số) và giờ. Ấn bánh xe sau khi nhập xong.

8) Lăn bánh xe chọn 4 DESTINATION, ấn bánh xe hoặc nút trái.

9) Nhập cảng tới: Lăn bánh xe chọn các chữ số, ấn bánh xe để nhập.

10) Lăn bánh xe chọn 5 DRAUGHT, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

11) Lăn bánh xe để chọn mớn nước của tàu (từ 0.1~25mét) , xong, ấn bánh xe.

12) Lăn bánh xe chọn 6 CREW, ấn bánh xe hoặc nút trái.

13) Lăn bánh xe chọn số lượng thuyền viên (0~8191), xong, ấn bánh xe.

14) Ấn nút phải để đóng menu.

5. Kích hoạt mục tiêu

Khi chuyển một mục tiêu "ngủ" sang một mục tiêu kích hoạt thì hướng và tốc độ của mục tiêu chỉ báo theo vectơ, người điều khiển rất dễ nhận biết chuyển động của mục tiêu nhờ vectơ.

1) Kích hoạt một mục tiêu riêng biệt

Bằng bàn phím

(1) Lăn trackball đưa con trỏ vào mục tiêu AIS cần kích hoạt.

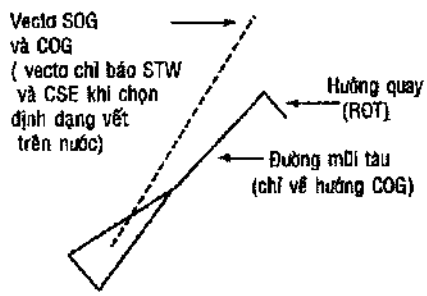
(2) Ấn phím [ACQ] để kích hoạt mục tiêu.

Bằng trackball

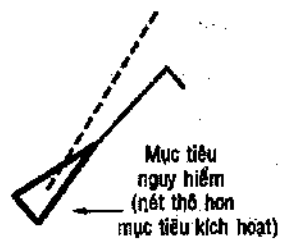
(1) Con trỏ nằm trong vùng hiệu dụng của màn hình, lăn bánh xe để hiển thị dòng thoại "TARGET DATA & ACQ / CURSOR MENU" trên hộp hướng dẫn.

(2) Lăn trackball đặt con trỏ vào mục tiêu AIS đang "ngủ" để biết chuyển động của nó.

(3) Ấn nút trái để kích hoạt mục tiêu, hình 20.87 là một mục tiêu được kích hoạt.



Hình 20.87



Hình 20.88

Chú ý: Mục tiêu kích hoạt xâm phạm giới hạn CPA/TCPA thì lập tức chuyển thành mục tiêu mang dấu hiệu báo động nguy hiểm màu đỏ, nhấp nháy như hình 20,88 và xuất hiện chữ "COLLISION". Báo nhận báo động và thực hiện hành động tránh va.

2) Kích hoạt tất cả các mục tiêu

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục AIS DISP bên phải màn hình.

(2) Ấn nút phải để mở AIS TARGET menu.

(3) Lăn bánh xe chọn 2 ACTIVATE ALL TRGTS, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(4) Ấn nút phải để đóng menu.

6. Cho mục tiêu AIS "ngủ"

1) Cho "ngủ" một mục tiêu AIS

Có thể cho "ngủ" một mục tiêu AIS khi màn hình trở nên dày đặc các mục tiêu có thể gây trở ngại cho việc nhận dạng các mục tiêu rađa và mục tiêu AIS quan trọng. Chú ý, các mục tiêu AIS kích hoạt tự động không thể "ngủ".

(1) Đặt con trỏ vào khu vực màn hình hiệu dụng, lăn bánh xe để hiển thị "TARGET CANCEL / EXIT" trên hộp hướng dẫn.

(2) Lăn trackball đặt con trỏ vào dấu hiệu mục tiêu AIS đã kích hoạt.

(3) Ấn nút trái. Dấu hiệu mục tiêu AIS kích hoạt được thay thế bằng dấu mục tiêu AIS "ngủ" theo như hình ARPA070.

2) Cho "ngủ" tất cả các mục tiêu AIS

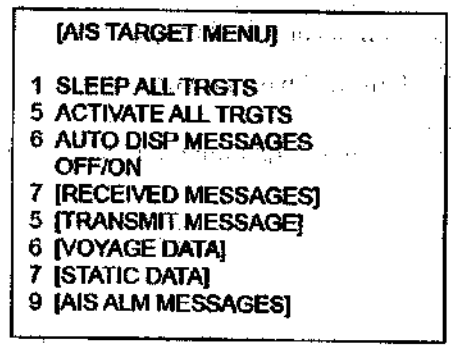
(1) Lăn trackball chọn hộp AIS DISP bên phải màn hình.

(2) Ấn nút phải để mở AIS TARGET MENU như hình 20.89.

(3) Lăn bánh xe chọn 1 SLEEP ALL TGTS.

(4) Ấn nút trái hoặc bánh xe để cho "ngủ" tất cả mục tiêu AIS.

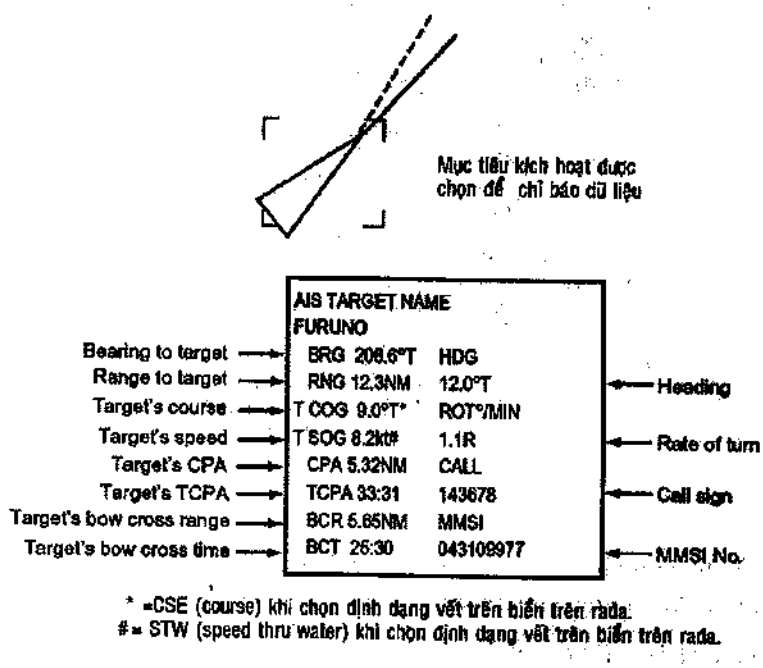
(5) Ấn nút phải để đóng menu.



Hình 20.89

7. Hiển thị dữ liệu mục tiêu AIS.

1) Hiển thị các dữ liệu cơ bản



Hình 20.90

Bằng bàn phím

(1) Lăn trackball đặt con trỏ vào dấu hiệu mục tiêu AIS mà ta muốn biết dữ liệu của nó.

(2) Ấn phím [TARRGET DATA].

Bằng trackball

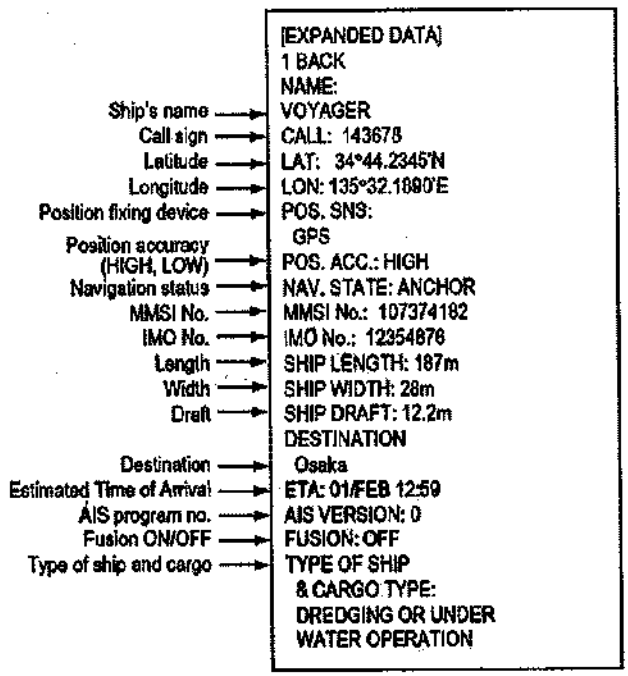
(1) Con trỏ nằm trong vùng màn hình hiệu dụng, lăn bánh xe hiển thị "TARGET DATA & ACQ / CURSOR MENU".

(2) Lăn trackball đặt con trỏ vào dấu hiệu mục tiêu AIS cần quan tâm, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái. Một hình vuông không liền nét đánh dấu mục tiêu lựa chọn kèm theo một khung dữ liệu như hình 20.90. Tên tàu xuất hiện gần mục tiêu, nếu không có các dữ liệu này thì số MMSI cũng không có.

2) Các dữ liệu chi tiết của mục tiêu AIS.

(1) Lăn trackball đặt con trỏ vào mục tiêu AIS quan tâm trên hộp dữ liệu bên phải màn hình.

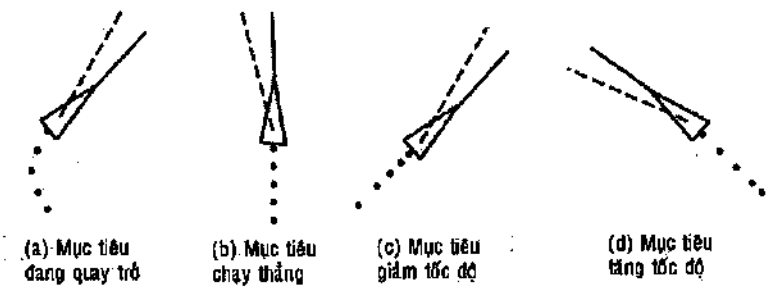
(2) Ấn nút trái để hiển thị dữ liệu chi tiết như hình 20.91.



Hình 20.91

Ngoài ra, hệ thống còn cho phép người dùng chỉnh định độ sáng, kích thước, màu sắc của dấu hiệu mục tiêu AIS. (Xem chi tiết trong MANUAL của thiết bị).

8. Hiển thị vị trí mục tiêu AIS đã qua



Hình 20.92

Vị trí mục tiêu AIS đã qua có thể hiển thị thành các điểm cách nhau một thời lượng xác định tuỳ chọn. Nếu mục tiêu thay đổi tốc độ thì các điểm vị trí cách nhau không đều, nếu mục tiêu biến đổi hướng thì các điểm vị trí không nằm trên cùng một đường thẳng, theo như hình 20.92.

Cho hiển thị, xoá vị trí AIS đã qua, chọn gián cách giữa các điểm AIS đã qua như sau,

PAST POSN REL 2MIN

Hình 20.93

(1) Lăn trackball chọn hộp PAST PSN REL như hình 20.93 ở bên phải màn hình.

(2) Ấn nút trái để chọn gián cách thời gian theo yêu cầu: OFF, 30s, 1, 2, 3, 6 min. Chọn OFF để xoá hết các điểm vị trí đã qua đồng thời tắt hiển thị vị trí đã qua.

Ngoài ra có thể chọn màu sắc vị trí đã qua, ấn hộp MENU, ấn 4 ARPA.AIS, ấn 7[AID SYMBOL, hiển thị hình 20.94, ấn 2[AIS SYMBOL COLOR].

[AIS SYMBOL]

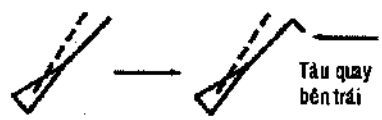
1 BACK
2 AIS SYMBOL COLOR
RED*/GRN/BLU/YEL/
CYA/MAG/WHT
3 AIS SYMBOL SIZE
SMALL/STD/LARGE
4 ROT TAG LIMIT
000.1°/min
5 PAST POSN COLOR
RED/GRN/BLU/YEL/
CYA/MAG/WHT
6 PAST POSN POINTS
5/10

Hình 20.94

9. Mất mục tiêu

Một mục tiêu coi như mất nếu sau 6 phút hoặc sau 5 điểm vị trí mà nó không hiển thị dữ liệu. Mục tiêu bị mất hiển thị bằng một gạch chéo qua dấu hiệu và chớp, đồng thời xuất hiện chữ "LOST". Báo nhận mục tiêu bị mất bằng cách ấn phím [ARLAM ACK].

Chú ý: khi ấn ARLAM ACK thì mục tiêu AIS mất bị xoá và cả mục tiêu ARPA mất cũng bị xoá.



Hình 20.95

10. Cài đặt ROT (Rate Of Turn)

Có thể cài đặt ROT để cho đường mũi tàu của dấu hiệu mục tiêu chỉ theo hướng quay của mục tiêu.

1) Lăn trackball chọn hộp MENU, ấn nút trái.
2) Lăn bánh xe chọn 4 ARP.AIS, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.
3) Lăn bánh xe chọn 6, hiển thị [AIS SYMBOL] như hình 20.94, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.
4) Lăn bánh xe chọn 4 ROT TAG LIMIT, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.
5) Dùng phím số hoặc dùng bánh xe chọn nhập ROT (phạm vi 0.1 ~ 720.0^0/min) .
6) Ấn nút trái 3 lần để đóng menu.

Hình 20.95 biển thị mục tiêu quay về bên trái.

11. Sự liên kết giữa mục tiêu ARPA và mục tiêu AIS

Các mục tiêu tàu có trang bị AIS thường thường hiển thị hai loại dấu hiệu trên màn hình rađa. nguyên nhân của hiệu ứng này là vì vị trí của mục tiêu tàu AIS được đo bằng hệ thống GPS Navigator, trong khi đó rađa tầu chủ thám sát cũng cùng tàu đó theo nguyên lý PPI (chỉ báo vị trí phẳng, hướng ngắm và khoảng cách đến tầu mục tiêu tương đối với vị trí anten).

Để tránh hiển thị hai dấu hiệu cho cùng một mục tiêu, hệ thống rađa có thêm chức năng "liên kết " (Fusion) hai dấu hiệu với nhau. Thực hiện chức năng này như sau,

1) Xác nhận rằng hộp ARP ACQ MODE Box* (xem hình 20.19) đang chỉ báo AUTO hoặc AUTO MENU.

2) Lăn trackball chọn hộp MAIN MENU, ấn nút trái, hiển thị như hình 20.20.

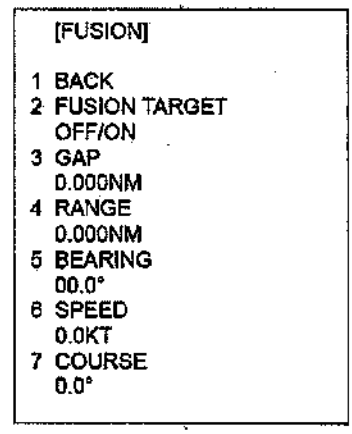
3) Lăn bánh xe chọn số 4 ARP.AIS, ấn nút trái, hiển thị như hình 20.74.

4) Lăn bánh xe chọn 7[FUSION] ấn nút trái để hiển thị [FUSION] menu như hình 20.96.

5) Lăn bánh xe chọn 2 FUSION TARGET, ấn nút trái.

6) Lăn bánh xe chọn ON, ấn bánh xe.

7) Lăn bánh xe nhập các thông tin sau đây, mỗi khi nhập xong một dữ liệu, ấn bánh xe (hoặc nhấn phím "MARK ENTRY" trên bàn phím). Những thông tin này sẽ quyết định mục tiêu ARPA nào sẽ chuyển đổi.



Hình 20.96

- GAP: Nhập khoảng cách giữa mục tiêu AIS và mục tiêu ARPA (phạm vi điều chỉnh 0.000~0.999 nm).
- RANGE: Nhập hiệu khoảng cách từ tàu chủ đến mục tiêu AIS với mục tiêu ARPA (phạm vi điều chỉnh 0.000~0.999 nm).
- BEARING: Nhập hiệu phương vị từ tàu chủ đến mục tiêu AIS với mục tiêu ARPA (phạm vị điều chỉnh 0.0~9.90).
- SPEED: Nhập hiệu tốc độ giữa mục tiêu AIS với mục tiêu ARPA (phạm vi điều chỉnh 0.0~9.9 kt).
- COURSE: Nhập hiệu hướng đi giữa mục tiêu AIS với mục tiêu ARPA (phạm vi điều chỉnh 0.0~9.90).

8) Ấn nút phải 3 lần để đóng menu.

Chú ý: Khi sử dụng chức năng này thì mục tiêu ARPA bị xoá đi chỉ còn mục tiêu AIS hiển thị, góc phải đáy màn hình chỉ báo dòng chữ " ARPA FUSION", mục tiêu ARPA không còn xuất hiện kèm theo mục tiêu AIS nữa. Những mục tiêu ARPA nào có tốc độ dưới 1 nơ thì chuyển thành mục tiêu AIS nếu thoả mãn các điều kiện ngoài hướng đi.

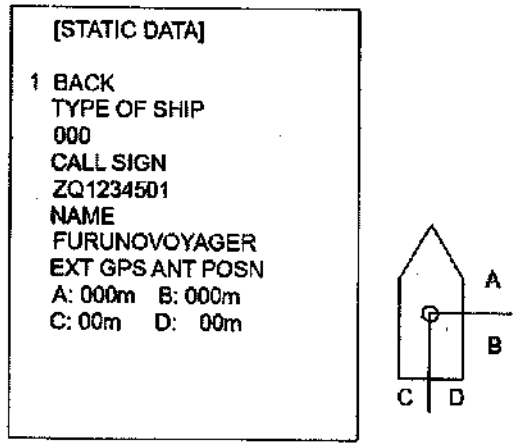
12. Dữ liệu tàu chủ

Dữ liệu tàu ta (loại tàu, hô hiệu, vị trí bên trong và bên ngoài anten GPS) có thể xem như sau,

1) Lăn trackball chọn hộp đề mục AIS DISP bên phải màn hình, ấn nút phải để mở menu AIS TARGET.

2) Lăn bánh xe chọn 7 STATIC DATA ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu STATIC DATA như hình 20.97.

3) Ấn nút phải để đóng menu.



Hình 20.97

13. Bản tin (Message)

Có thể gửi bản tin hoặc nhận bản tin qua đường VHF đến một địa chỉ MMSI hoặc cho tất cả các tàu trong khu vực. Bản tin được gửi đi để cảnh báo về an toàn hàng hải ví dụ như nhìn thấy băng trôi... Các bản tin ngắn ở hệ thống này chỉ là phương pháp phụ trợ, không thay thế những yêu cầu trong GMDSS.

1) Viết bản tin và lưu giữ bản tin

Hệ thống có thể ghi nhớ 9 bản tin.

(1) Lăn trackball chọn hộp để mục AIS DISP bên phải màn hình, ấn nút phải để mở menu AIS TARGET.

(2) Lăn bánh xe chọn 5 TRANSMIT MESSAGE , ấn bánh xe hoặc nút trái để mở menu như hình 20.98.

(3) Lăn bánh xe để chọn ADDRESS TYPE, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn ADDRESSED (bản tin cho một MMSI riêng biệt) hoặc BROADCAST (bản tin cho tất cả các tàu có trang bị AIS trong khu vực), ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Lăn bánh xe chọn 3 MESSAGE TYPE, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(6) Lăn bánh xe chọn SAFETY cho bản tin an toàn hàng hải hoặc BINARY cho bản tin thông thường.

(7) Nếu là bản tin cho ADDRESSED (cho địa chỉ riêng biệt), thì tiếp tục các bước a,b sau đây, nếu bản tin chung BROADCAST thì tiếp tục theo bước thứ 8.

a) Lăn bánh xe chọn 4 MMSI N0., ấn bánh xe hoặc nút trái.

b) Dùng bánh xe để nhập MMSI No.:, lăn bánh xe chọn ký tự, số và ấn bánh xe.

(8) Lăn bánh xe chọn 5 CHANNEL NO, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(9) Lăn bánh xe chọn kênh (channel) để phát bản tin qua A,B, C hoặc qua B hoặc qua A và B, ấn bánh xe sau khi lựa chọn.

(10) Lăn bánh xe chọn 8 EDIT, ấn bánh xe hoặc nút trái, dùng bàn phím nhỏ dưới menu (hình 20.99) để viết (gõ) bản tin.

(11) Lăn bánh xe chọn ký tự và ấn bánh xe. Lập lại cho từng ký tự.

Số ký tự tối đa cho phép như sau:

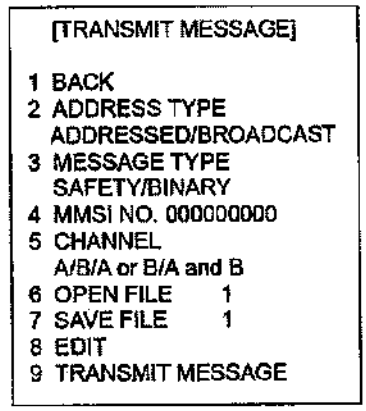
- ADDRESSED BINARY: 151
- ADDRESSED SAFETY: 156
- BROADCAST BINARY: 151
- BROADCAST SAFETY: 161

(12) Lăn trackball chọn END, ấn bánh xe.

(13) Lăn trackball chọn 7 SAVE FILE, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(14) Lăn bánh xe chọn số thích hợp, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(15) Ấn nút phải để đóng menu.



Hình 20.98



Hình 20.99

2) Phát bản tin

Có hai cách phát bản tin, hoặc gõ bản tin và phát đi hoặc chọn và phát bản tin đã lưu trong bộ nhớ.

(1) Lăn trackball chọn hộp để mục AIS DISP bên phải màn hình.

(2) Ấn nút phải để mở AIS TARGET menu.

(3) Chọn một trong hai cách sau đây:

a) Viết một bản tin như trình bày ở phần trên.

b) Lấy bản tin đã ghi trong bộ nhớ bằng cách chọn 6 OPEN FILE (hình 20.98), ấn nút trái lăn bánh xe chọn file.

(4) Để phát bản tin, chọn 9 TRANSMIT MESSAGE (hình 20.98), ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Ấn nút phải để đóng menu.

3) Xem bản tin AIS

Khi nhận được một bản tin AIS (AIS message), màn hình sẽ hiển thị một biểu tượng tương ứng để cảnh báo cho ta biết. Nếu đã cài đặt hiển thị tự động bản tin thì bản tin sẽ tự động hiển thị trên màn hình. Hệ thống có thể lưu giữ 20 bản tin. Khi số lượng bản tin lưu giữ vượt quá giới hạn thì các bản tin cũ nhất bị xoá.

Xem bản tin AIS bằng tay:

(1) Lăn trackball chọn hộp để mục AIS DISP bên phải màn hình.

(2) Ấn nút phải để chọn AIS TARGET MENU, như hình 20.89.

(3) Lăn bánh xe chọn 4 RECEIVED MESSAGES, ấn bánh xe hoặc nút trái hiển thị RECEIVED MESSAGE như hình 20.100.

(4) Lăn bánh xe chọn Message cần xem, ấn bánh xe hoặc nút trái. Hình 20.101 là ví dụ nội dung một bản tin .

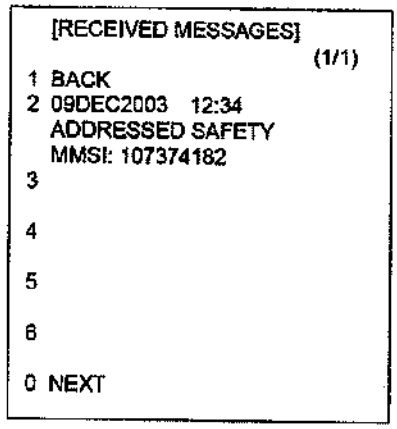
Tự động hiển thị bản tin AIS:

Có thể cho hiển thị bản tin nhận được như sau,

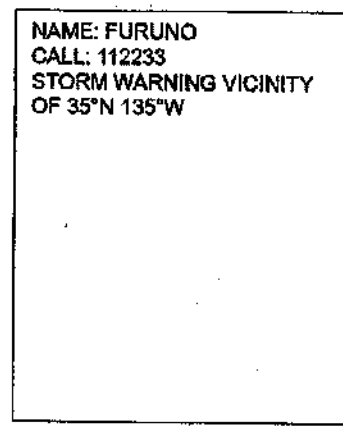
(1) Lăn trackball chọn hộp để mục AIS DISP bên phải màn hình.

(2) Ấn nút phải mở AIS TARGET MENU (hình 20.89)

(3) Lăn bánh xe chọn 3 AUTO DISP MESSAGES, ấn bánh xe hoặc nút trái.



Hình 20.100



Hình 20.101

(4) Lăn bánh xe chọn ON, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Ấn nút phải để đóng menu.

Khi có một bản tin đến thì biểu tượng "✉" xuất hiện bên tay phải màn hình. Ấn nút trái vào biểu tượng để đọc bản tin.

Xem bản tin báo động AIS bằng tay:

Các transponder phát ra bản tin báo động AIS, có thể đọc như sau,

(1) Lăn trackball chọn hộp để mục AIS DISP bên phải màn hình.

(2) Ấn nút phải mở AIS TARGET MENU (hình 20.89)

(3) Lăn bánh xe chọn 8 AIS ALM MESSAGE, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn ON tương ứng, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Ấn nút phải đóng menu.

20.9.5 Vận hành thiết bị đồ hoạ (Video Plotter)

1. Giới thiệu khái quát

Thiết bị đồ họa dùng để:

- Đồ giải vết tàu ta và vết tàu lạ,
- Nhập điểm hẹn, đường hành hải và dấu hiệu
- Ghi dữ liệu vào card nhớ (Memory Card).

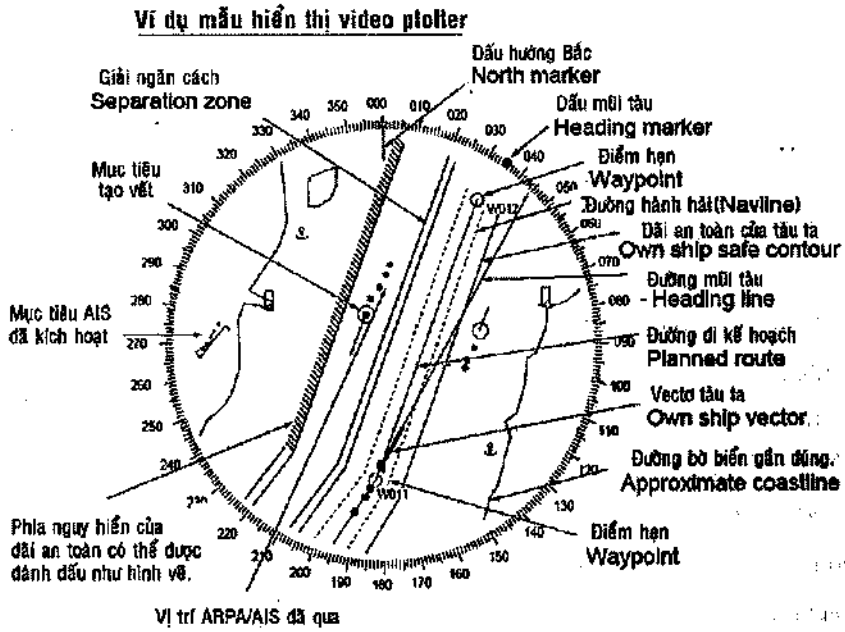
Hệ thống sử dụng hai loại memory card: RAM card để lưu giữ vết và dấu hiệu tàu ta và tàu lạ, và ROM Card (card hải đồ kỹ thuật số). Có 30 đường hành hải, mỗi đường gồm 30 điểm hẹn được lưu giữ trong card. Có thể hiển thị đồng thời 5 đường hành hải gồm 200 điểm hẹn.

Hải đồ hiển thị chồng khít trên hình ảnh rađa không làm ảnh hưởng việc quan sát rađa. Tỷ lệ hải đồ phụ thuộc vào tầm xa quan sát của rađa.

2. Kiểu hiển thị (Display Mode)

Có hai kiểu hiển thị RADAR và RADAR + VIDEO PLOTTER. Sử dụng hộp đề mục DISPLAY MODE để chọn kiểu hiểm thị. (Khi kiểu VIDEO PLOTTER hiển thị trên 5 giây, thì rađa tự động chuyển sang trạng thái sẵn sàng).

Chú ý: Không thể chọn display mode khi menu đang mở. Hãy đóng menu khi chọn display mode. Hình 20.102 mô tả một ví dụ hiển thị video plotter.



Hình 20.102

3. Phương thức chỉ báo

Có 5 phương thức chỉ báo: North-up, Course-up, Head-up, Head-up TB (True Bearing) và North-up TM (True Motion- chuyển động thật). Để chọn một trong 5 phương thức dùng phím [MODE] trên bàn phím hoặc chọn hộp đề mục PRESENTATION MODE, ấn nút trái.

Chú ý:

- Các dữ liệu hải đồ không chỉ báo trên phương thức HEAD UP và HEAD UP TB

- Màn hình có thể nhấp nháy khi đường mũi tàu chuyển đổi lớn hơn 1^0 ở phương thức HEAD UP và HEAD UP TB.
- Ở kiểu chuyển động thật, dấu hiệu tàu chủ sẽ tự động nhảy về phía sau lái khoảng cách 75% từ trung tâm màn hình khi nó dịch chuyển đến 75% khoảng cách phía trước mũi tính từ trung tâm.

4. Nhập bản đồ rađa (Radar Map)

Bản đồ rađa là một tập hợp các đường viền bản đồ và các dấu hiệu trong đó sĩ quan hàng hải có thể đưa vào các dữ liệu, vạch đường đi và kiểm soát dữ liệu. Bản đồ rađa chứa khoảng 3000 điểm dữ liệu, các dữ liệu này có thể ghi nhớ vào máy và lặp lại cho người dùng. Sĩ quan hàng hải có thể lập bản đồ rađa khi rađa đang sử dụng, cũng có thể lập bản đồ khi tàu đang neo đậu. Vị trí của bản đồ có thể ở bất cứ vùng nước nào theo yêu cầu.

Các chức năng bản đồ rađa có thể truy cập từ trên màn hình rađa. Để chọn màn hình rađa, dùng trackball chọn hộp đề mục DISPLAY MODE, ấn nút trái để hiển thị chữ « RADAR », tiếp theo thực hiên theo các trình tự dưới đây để lập bản đồ rađa.

1) Mở màn hình bản đồ radar.

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MARK.

(2) Ấn nút phải để mở [MARK MENU] như hình 20.23.

(3) Lăn bánh xe chọn 9 MAP DISPLAY, ấn bánh xe.

(4) Lăn bánh xe chọn ON, ấn bánh xe, hoặc nút trái.

(5) Ấn nút phải để đóng menu.

2) Nhập bản đồ rađa, dấu hiệu và đường lên màn hình.

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MARK.

(2) Ấn nút phải để mở [MARK MENU] như hình 20.23.

(3) Lăn bánh xe chọn 2 MARK KIND, ấn bánh hoặc nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn MAP MARK, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Ấn nút phải để đóng menu. Trong hộp hướng dẫn hiển thị dòng thoại " MARK SELECT/MARK MENU".

(6) Đưa con trỏ chọn hộp đề mục MARK, lăn bánh xe chọn kiểu dấu hiệu và kiểu đường kẻ (tuỳ chọn), ấn nút trái. Xem các kiểu ký hiệu , đường mô tả trên hình 20.103,

(7) Ấn nút trái con trỏ nhảy vào khu vực màn hình hiệu dụng, trên hộp hướng dẫn có dòng thoại "MARK / EXIT".

(8) Lăn bánh xe đặt con trỏ vào vị trí theo yêu cầu (có thể kiểm soát khoảng cách và hướng ngắm từ vị trí tàu chủ đến con trỏ nằm ngay dưới hộp đề mục MARK).

(9) Ấn nút trái để ấn định điểm dấu hiệu và đường lên màn hình.

- Để tiếp tục nhập đường, dấu hiệu, trong khi hộp hướng dẫn vẫn hiển thị dòng thoại "MARK / EXIT", đưa con trỏ chọn một vị trí khác, ấn nút trái.

- Để thoát khỏi việc nhập dấu hiệu và đường, ấn nút phải trong khi hộp hướng dẫn hiển thị "MARK / EXIT".

5. Xoá ký hiệu, đường trên bản đồ rađa

Có tất cả 3000 điểm giành cho việc vẽ các ký hiệu, đường trên bản đồ rađa, nếu sử dụng hết 3000 điểm này thì không thể nhập các dấu hiệu đường được nữa trừ khi xoá bớt các ký hiệu và đường không cần thiết.

1) Xoá ký hiệu và đường bản đồ rađa riêng biệt.

(1) Đưa con trỏ vào bên trong khu vực màn hình hiệu dụng, lăn bánh xe để hiển thị dòng thoại " MARK DELECT / EXIT" trong hộp hướng dẫn.

(2) Lăn trackball đặt con trỏ trùng lên ký hiệu hoặc đường bản đồ rađa muốn xoá.

Các ký hiệu, đường để vẽ bản đồ rađa

Non-IMO	IMO
Orange Available in seven colors	Red
Purple Available in seven colors	Green
Red Available in seven colors	Red
Red Available in seven colors	Green
Red Available in seven colors	Red
Red Available in seven colors	Green
Orange Available in seven colors	Red
Purple Available in seven colors	Green
Orange Available in seven colors	Purple
Orange Available in seven colors	Purple
Orange Available in seven colors	Orange
Orange Available in seven colors	Orange
Orange Available in seven colors	Orange
Orange Available in seven colors	Purple NAV LINE
Orange Available in seven colors	White COAST LINE
Purple NAV LINE Available in seven colors	Gray CONTOUR LINE
White COAST LINE Available in seven colors	Purple PROHIBITED AREAS
Gray CONTOUR LINE Available in seven colors	Purple CABLE
Purple PROHIBITED AREAS Available in seven colors	Orange
Purple CABLE Available in seven colors	Orange

Hình 20.103

(3) Ấn nút trái để xoá ký hiệu hoặc đường đã chọn.

Chú ý: Khi xoá một đường thì vị trí của con trỏ sẽ quyết định xoá đường đó như thế nào. Để xoá một đoạn thẳng chỉ cần đặt con trỏ lên một đầu nào đó của đoạn thẳng, ấn nút trái. Khi muốn xoá một đường gấp khúc gồm hai đoạn thẳng, thì đặt con trỏ vào chỗ nối hai đoạn thẳng, ấn nút trái.

2) Xoá cùng một lúc các ký hiệu và đường bản đồ rađa.

Phải đảm bảo chắc chắn không cần các ký hiệu và đường, vì sau khi xoá không hồi phục lại được các ký hiệu và đường đó.

(1) Lăn trackball chọn hộp để mục MAIN MENU (Hình 20.20), nhấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 5 PLOTTER, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(3) Lăn bánh xe chọn 8 DATA ERASE (Hình 20.104), ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu [DATTA ERASE].

(4) Lăn bánh xe chọn 4 MARRK ALL ERASE, ấn bánh xe hoặc nút trái để xoá.

(5) Ấn nút phải 3 lần để đóng menu.

```
[DATA ERASE]

1 BACK
2 OWN TRACK
  30%/50%/80%/ALL
3 TARGET TRACK*
  30%/50%/80%/ALL
4 MARK ALL ERASE
5 WP ALL ERASE
6 NAV LINE ALL ERASE
```

Hình 20.104

6. Hiệu chỉnh ký hiệu, đường của bản đồ rađa

1) Hiệu chỉnh bản đồ rađa

Khi có sự sai lệch vị trí giữa màn hình rađa với các ký hiệu, đường bản đồ rađa thì cần phải hiệu chỉnh như sau,

(1) Đặt con trỏ bên trong màn hình hiệu dụng, lăn bánh xe hiển thị dòng thoại "CHART ALIGN L=OFF / EXIT" trong hộp hướng dẫn.

(2) Lăn trackball chỉnh cho ký hiệu, đường bản đồ rađa trùng khớp với màn hình rađa.

(3) Ấn nút trái để neo ký hiệu và đường bản đồ rađa. Dòng thoại " MAN ALIGNED" (đã chỉnh định bằng tay) xuất hiện bên phải màn hình.

Để thoát việc hiệu chỉnh bản đồ rađa, cho hiển thị "CHART ALIGN L=OFF / EXIT" trên *hộp hướng dẫn*, ấn nút trái cho đến khi chữ "MAN ALIGNED" biến mất khỏi màn hình.

2) Hiệu chỉnh dữ liệu con trỏ

(1) Lăn bánh xe chọn hộp để mục MENU, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 5 PLOTTER, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái để hiển thị menu PLOTTER như hình 20.105.

(3) Lăn bánh xe chọn 7 CURSOR L/L ALIGN, ấn bánh

```
[PLOTTER]

1 BACK
2 CHART COLOR*
  GRN/YEL/CYA
  ORANGE/GRAY
3 OWN TRACK INTERVAL
  OFF/10S/30S/
  1M/2M/3M/6M
4 OWN TRACK COLOR
  RED/GRN/BLU/YEL/
  CYA/MAG/WHT
5 TGT TRACK INTERVAL*
  10S/30S/1M/
  2 M/3M/6M
6 TGT TRACK COLOR*
  RED/GRN/BLU/YEL/
  CYA/MAG/WHT
7 CURSOR L/L ALIGN
  OFF/ON
8 [DATA ERASE]
9 [DISPLAY]
```

Hình 20.105

xe hoặc nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn ON, ấn bánh xe hoặc nút trái, chữ "ALIGN" màu đỏ xuất hiện ngay bên cạnh con trỏ. (Để bỏ hiệu chỉnh, chọn OFF, nếu đang dùng chức năng AIS thì chọn ON).

(5) Ấn nút phải hai lần để đóng menu.

7. Card hải đồ (Chart Card)

Hải đồ có thể đặt trùng khớp trên hình ảnh rađa (không yêu cầu trong rađa IMO) khi màn hình giao diện với một card I/F Unit CU-200.

1) Hiển thị card hải đồ

(1) Đưa card vào ổ đĩa.

(2) Ấn nút nguồn điện " POWER" cho rađa hoạt động. Khi rađa ở trạng thái phát, chọn phương thức hiển thị màn hình Head Up, Course Up, True Motion hoặc màn hình rađa/rađa plotter để hiển thị hải đồ.

Sau khi rađa hoạt động, để hiển thị hải đồ, thay đổi thang tầm xa bằng cách ấn phím [RANGE+] hoặc [RANGE-] hoặc điều chỉnh trong hộp để mục RANGE trên màn hình.

2) Hiệu chỉnh vị trí hải đồ

Có trường hợp hải đồ đặt vào không trùng khít với hình ảnh rađa, nguyên nhân không trùng khít có thể là do sai số trong hệ thống xác định vị trí (GPS, LORAN...) hoặc khác biệt giữa hệ toạ độ hệ thống xác định vị trí và rađa. Cách chỉnh như sau,

(1) Đưa con trỏ vào bên trong khu vực hiệu dụng của màn hình, lăn bánh xe để hiển thị dòng thoại "CHART ALIGN L=OFF / EXIT" trên hộp hướng dẫn.

(2) Điều chỉnh trackball chỉnh định cho hải đồ trùng khít với bản đồ rađa.

(3) Ấn nút trái để neo hải đồ. Dòng thoại CHART ALIGN màu đỏ xuất hiện bên phải màn hình.

Để thoát khỏi hiệu chỉnh vị trí hải đồ, cho hiển thị "CHART ALIGN L=OFF / EXIT" trong hộp hướng dẫn, ấn nút trái cho đến khi chữ "CHART ALIGN" biến mất khỏi màn hình.

3) Hiệu chỉnh dữ liệu con trỏ.

(1) Lăn trackball chọn hộp để mục MENU, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 5 PLOTTER, ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu PLOTTER như hình 20.105.

(3) Lăn bánh xe chọn 7 CURSOR L/L ALIGN, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn ON, ấn bánh xe hoặc nút trái, chữ " ALIGN" màu đỏ xuất hiện ngay bên cạnh con trỏ. (Để bỏ hiệu chỉnh chọn OFF, nếu đang dùng chức năng AIS thì chọn ON).

(5) Ấn nút phải hai lần để đóng menu.

4) Chọn màu cho phần lục địa của hải đồ.

(1) Lăn trackball chọn hộp để mục MENU bên phải màn hình, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 5 PLOTTER, ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu PLOTTER như hình 20.105.

(3) Lăn bánh xe chọn CHART COLOR, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(4) Chọn màu thích hợp, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Ấn nút phải hai lần để đóng menu.

8. *Hiển thị/không hiển thị* địa hình trên màn hình video plotter.

1) Lăn trackball chọn hộp để mục MENU bên phải màn hình, ấn nút trái.

2) Lăn bánh xe chọn 5 PLOTTER, ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu PLOTTER như hình 20.105.

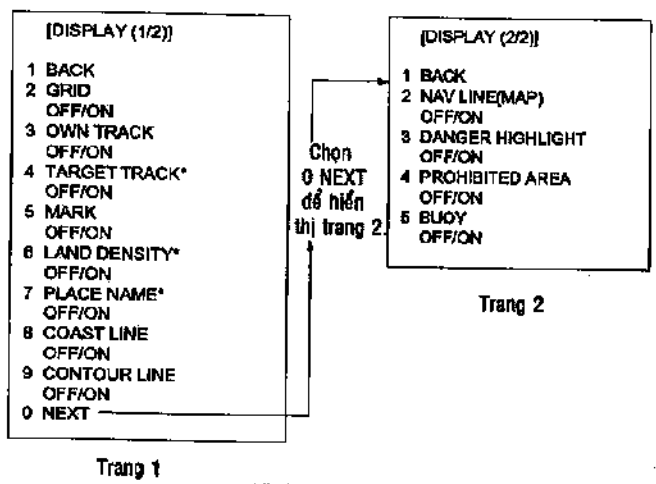
3) Lăn bánh xe chọn 9 DISPLAY, ấn bánh xe hoặc nút trái hiển thị menu DISPLAY gồm hai trang như hình 20.106.

4) Lăn bánh xe chọn một mục trong cửa sổ, ấn bánh xe hoặc nút trái. Để sang trang 2 chọn 0 NEXT, ấn bánh xe hoặc nút trái. Trở về trang 1, chọn 1BACK ấn bánh xe hoặc nút trái.

5) Lăn bánh xe chọn OFF hoặc ON.

6) Lập lại bước 3 và 4 để chọn mục khác.

7) Ấn nút phải 3 hoặc 4 lần để đóng menu tuỳ thuộc đang sử dụng trang nào của menu DISPLAY.



Hình 20.106

9. Vết

1) Đồ giải vết tàu chủ

Bộ nhớ có thể lưu giữ 6000 điểm vết , dấu hiệu và đường đi của tàu ta. Khi bộ nhớ đầy thì các vị trí, ký hiệu và đường cũ nhất bị xoá nhường dung lượng bộ nhớ cho các thông tin mới. Có thể điều chỉnh thời lượng giữa các điểm đồ giải để đảm bảo dung lượng bộ nhớ.

Bảng dưới đây biểu thị mối quan hệ giữa thời lượng giữa hai điểm đồ giải và thời gian ghi nhớ vết đồ giải tối đa.

Thời lượng	*Thời gian ghi nhớ dài nhất của bộ nhớ.*
10s	55 hr 30 min.
30s	166 hr 40 min
1 min.	3 days 21 hr 20 min.
2 min	27 days 18 hrr 40 min.
3 min.	44 days 18 hr
6 min.	83 days 8 hr.

(1) Lăn trackball chọn hộp để mục MENU bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 5 PLOTTER, ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu PLOTTER như hình 20.105.

(3) Lăn bánh xe chọn 3 OWN TRACK INTERVAL, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn thời lượng đồ giải tương ứng, ấn bánh xe hoặc nút trái. Chọn OFF để kết thúc đồ giải vết tàu ta.

(5) Ấn nút phải hai lần để đóng menu.

2) Đồ giải vết tàu lạ

Bộ nhớ có thể ghi vết của 10 tàu mục tiêu (tàu lạ). Dung lượng bộ nhớ lưu được 20 000 điểm, nhưng phải chia cho 10 mục tiêu, cho nên mỗi mục tiêu chỉ có thể được ghi 2000 điểm. Khi bộ nhớ đầy thì các điểm cũ tự động xoá. Để tiết kiệm bộ nhớ, có thể chọn kéo dài thời lượng giữa các vết.

(1) Lăn trackball chọn hộp để mục MENU bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 5 PLOTTER, ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu PLOTTER như hình 20.105.

(3) Lăn bánh xe chọn 5 TGT TRACK INTERVAL, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn thời lượng đồ giải tương ứng, ấn bánh xe hoặc nút trái. Chọn OFF để kết thúc đồ giải vết tàu ta.

(5) Ấn nút phải hai lần để đóng menu.

3) Chọn màu của vết

(1) Lăn trackball chọn hộp để mục MENU bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 5 PLOTTER, ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu PLOTTER như hình 20.105.

(3) Lăn bánh xe chọn 4 OWN TRACK COLOR hoặc 6 TGT TRACK COLOR tuỳ theo vết mà ta muốn đổi màu, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn màu tương ứng, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Ấn nút phải hai lần để đóng menu.

4) Xóa vết (Erasing track)

Màn hình có thể trở nên đầy các vết, chẳng hạn do tàu ta di lại nhiều lần trên một luồng hoặc các tàu lạ cùng lưu lại nhiều vết trên đó. Có thể xoá một phần vết tàu ta và các vết tàu lạ cho màn hình trống trải.

(1) Lăn trackball chọn hộp để mục MENU bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 5 PLOTTER, ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu PLOTTER như hình 20.105.

(3) Lăn bánh xe chọn 8 [DATA ERASE], ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu DATA ERASE như hình 20.104.

(4) Lăn bánh xe chọn 2 OWN TRACK hoặc TARGET TRACK tuỳ chọn muốn xoá vết nào loại, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Loăn bánh xe chọn phần trăm vết cần xoá, ấn bánh xe hoặc nút trái. Ví dụ 30% có nghĩa là xoá 30% vết cũ nhất. Chọn ALL có nghĩa là xoá hết tất cả các vết.

(6) Ấn nút phải 3 lần để đóng menu.

10. Dấu hiệu và đường (Marks and Lines)

Có thể nhập các dấu hiệu lên màn hình để đánh dấu một điểm quan trọng như một phao tiêu hoặc một vị trí tàu đắm. Bộ nhớ giành cho mark, đường và vị trí tàu ta gồm có 6000 điểm.

1) Nhập dấu hiệu và đường

(1) Lăn trackball chọn hộp để mục MARK bên trái màn hình.

(2) Ấn nút phải để mở MARK MENU hình 20.23.

(3) Lăn bánh xe chọn 2 MARK KIND, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn MAP MARK, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Ấn nút phải để đóng menu. Trên *hộp hướng dẫn* lúc này hiển thị dòng thoại "MARK SELECT / MARK MENU."

(6) Lăn bánh xe chọn MARK theo yêu cầu, ấn nút trái. Xem các dấu hiệu trong bản danh mục ở Mục *4. Nhập bản đồ rada.*

(7) Lại ấn nút trái, con trỏ nhảy vào màn hình hiệu dụng, trên hộp hướng dẫn đọc "MARK / EXIT".

(8) Lăn trackball đặt con trỏ vào chỗ cần đánh dấu, ấn nút trái để nhập dấu hiệu (có thể xem hướng ngắm và khoảng cách của con trỏ chỉ báo ngay dưới hộp MARK).

Chú ý:

- Để đánh cùng dấu hiệu thì lặp lại bước (8).
- Để nhập một dấu hiệu khác, ấn nút phải khi hộp hướng dẫn hiển thị 'MARK / EXIT", lặp lại từ bước (6)~(8) (trước đó phải chọn MAP MARK ở MARK MENU).
- Để thoát khỏi việc nhập dấu hiệu thì ấn nút phải trong khi *hộp hướng dẫn* hiển thị "MARK / EXIT"

2) Xoá dấu hiệu, đường

Có khả năng nhập tất cả 6000 điểm cho vết tàu ta, các ký hiệu, đường; nếu sử dụng hết 6000 điểm này thì không thể nhập các dấu hiệu, đường khác trừ khi xoá bớt các ký hiệu và đường không cần thiết.

Xoá dấu hiệu và đường riêng biệt.

(1) Đưa con trỏ vào bên trong khu vực màn hình hiệu dụng, lăn bánh xe để hiển thị dòng thoại " MARK DELECT / EXIT" trong *hộp hướng dẫn.*

(2) Lăn trackball đặt con trỏ trùng lên ký hiệu hoặc đường bản đồ rađa muốn xóa, chữ "X" nhấp nháy biểu thị đã chọn đúng.

(3) Ấn nút trái để xoá ký hiệu hoặc đường đã chọn.

Chú ý: Khi xoá một đường thì vị trí của con trỏ quyết định xoá đường đó như thế nào. Để xoá một đoạn thẳng chỉ cần đặt con trỏ lên một đầu nào đó của đoạn thẳng, ấn nút trái. Khi muốn xoá một đường gấp khúc gồm hai đoạn thẳng, thì đặt con trỏ vào chỗ nối hai đoạn thẳng rồi ấn nút trái.

Xoá cùng một lúc các ký hiệu và đường bản đồ rađa.

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MENU, nhấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 5 PLOTTER, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(3) Lăn bánh xe chọn 8 DATA ERASE, ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu [DATTA ERASE] như hình 20.104.

(4) Lăn bánh xe chọn 4 MARRK ALL ERASE, ấn bánh xe hoặc nút trái để xoá.

(5) Ấn nút phải 3 lần để đóng menu.

10. Điểm hẹn (Waypoint)

Thiết bị có thể lưu giữ 200 điểm hẹn đánh số từ 1~200. Điểm hẹn có thể nhập bằng con trỏ hoặc nhập bằng kinh vĩ độ.

1) Nhập điểm hẹn bằng con trỏ

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MARK bên trái màn hình.

(2) Ấn nút phải để mở MARK MENU như hình 20.23.

(3) Lăn bánh xe chọn 2 MARK KIND, ấn bánh xe.

(4) Lăn bánh xe chọn mục WPT khớp với số hiệu điểm hẹn muốn chọn, ấn bánh xe hoặc nút trái. Ví dụ, muốn nhập điểm hẹn thứ 59 thì chọn mục "WPT 51-100"

(5) Ấn nút phải để đóng menu, trên hộp hướng dẫn hiển thị dòng thoại "MARK SELECT / MARK MENU."

(6) Với hộp đề mục MARK đã chọn, lăn bánh xe để hiển thị số hiệu Waypoint mong muốn, ấn bánh xe hoặc nút trái. Con trỏ nhảy vào màn hình hiệu dụng và trên hộp hướng dẫn đọc dòng thoại "MARK / EXIT".

(7) Lăn trackball đặt con trỏ ở vị trí muốn đặt dấu điểm hẹn, ấn bánh xe hoặc nút trái để neo điểm hẹn, dấu hiệu " O+ số hiệu điểm hẹn" xuất hiện tại điểm hẹn đã chọn.

Chú ý:

- Để nhập một điểm hẹn khác, ấn nút phải trong khi hộp hướng dẫn hiển thị "MRRK / EXIT" , lập lại các bước từ 6~8.
- Để thoát khỏi việc nhập điểm hẹn, ấn nút phải trong khi hộp hướng dẫn hiển thị " MARK / EXIT".

2) Nhập kinh vĩ độ điểm hẹn bằng tay.

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MAIN MENU bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 8 [NAV LINE. WPT], ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu NAV LINE WPT như hình 20.107.

(3) Lăn bánh xe chọn 6 [WPT SET], ấn bánh xe hoặc nút trái hiển thị menu như hình 20.108.

(4) Lăn bánh xe chọn 2 WPT N0. SELECT, ấn bánh xe hoặc nút trái.

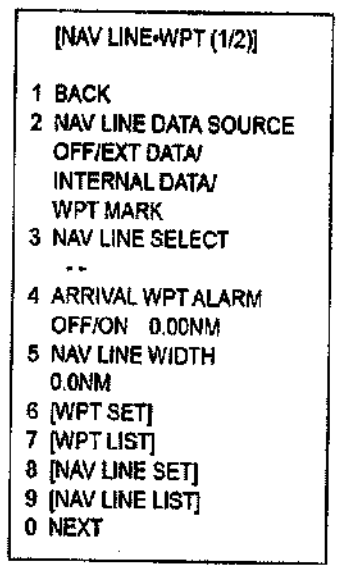
(5) Lăn bánh xe chọn số hiệu waypoint: Lăn bánh xe để chọn vị trí, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(6) Nhập tên waypoint, thực hiên tiếp các bước sau đây, nếu không cần tên waypoint thì tiếp theo bước (7).

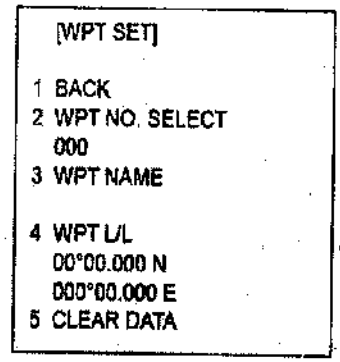
a) Lặn bánh xe chọn 3 WPT NAME, ấn bánh xe hoặc nút trái.

b) Lăn bánh xe chọn ký tự, số đặt tên waypoint, ấn bánh xe.

c) Lập lại bước b), chọn tiếp ký tự, số cho tên waypoint, có thể chọn 15 ký tự cho tên một waypoint.



Hình 20.107



Hình 20.108

(7) Lăn bánh xe chọn 4 WPT L/L, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(8) Nhập kinh độ vĩ độ của waypoint như sau

a) Lăn bánh xe chọn vị trí theo yêu cầu, ấn bánh xe (có thể ấn tiếp bánh xe một lần nữa để nhảy cách quảng). Nếu nhập bằng phím thì nhấn các phím số tương ứng và ấn phím [ENTER MARK].

b) Để đánh dấu N, S, E, W thì dùng bánh xe hoặc dùng phím số "2".

(9) Để nhập một waypoint khác lặp lại bước từ (4)~(8).

(10) Ấn nút phải 3 lần để đóng menu.

3) Chỉnh sửa, xoá điểm hẹn từ menu.

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MAIN MENU bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 8 [NAV LINE. WPT], ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu NAV LINE WPT như hình 20.107.

(3) Lăn bánh xe chọn 6 [WPT SET], ấn bánh xe hoặc nút trái hiển thị menu hình 20.108.

(4) Lăn bánh xe chọn 2 WPT N0. SELECT, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Lăn bánh xe nhập ký hiệu Waypoint cần chỉnh sửa, ấn bánh xe hoặc nút trái. Thực hiện một trong các chỉnh sửa sau đây:

a) *Đổi tên Waypoint*, lăn bánh xe chọn 3 WPT NAME, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái. Dùng bánh xe để chỉnh sửa.

b) *Chỉnh sửa vị trí Waypoint*, lăn bánh xe chọn 4 WPT L/L, ấn bánh xe hoặc nút trái. Dùng bánh xe để chỉnh sửa.

c) *Xoá Waypoint*, lăn bánh xe chọn 5 CLEAR DATA, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(6) Ấn nút phải 3 lần để đóng menu.

4) Xoá điểm hẹn

Có thể xoá từng điểm hẹn riêng biệt hoặc xoá tất cả điểm hẹn.

Xoá một điểm hẹn riêng biệt,

(1) Đặt con trỏ bên trong màn hình hiệu dụng, lăn bánh xe để hiển thị dòng thoại "MARK DELETE / EXIT" trong *hộp hướng dẫn*.

(2) Lăn trackball đặt con trỏ trùng lên Waypoint muốn xoá, dấu "+" xuất hiện chứng tỏ đã chọn đúng waypoint .

(3) Ấn bánh xe hoặc ấn nút trái để xoá Waypoint.

(4) Để xoá một điểm hẹn khác lặp lại bước (2) và (3).

(5) Để kết thúc, ấn nút phải trong khi hộp hướng dẫn hiển thị "MARK DELETE / EXIT".

Xoá tất cả các điểm hẹn,

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MAIN MENU bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 5 PLOTTER, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(3) Lăn bánh xe chọn 8 DATA ERASE, ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị như hình 20.104.

(4) Lăn bánh xe chọn 5 WPT ALL ERASE, ấn bánh xe hoặc nút trái để xoá.

(5) Ấn nút phải 3 lần để đóng menu.

5) Danh mục điểm hẹn

Danh mục điểm hẹn lưu giữ tất cả vị trí của các điểm hẹn đã nhập. Mỗi trang của danh mục waypoint gồm có 8 điểm hẹn. Hiển thị danh mục điểm hẹn như sau:

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MENU bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 8 [NAV LINE. WPT], ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu NAV LINE WPT như hình 20.107.

(3) Lăn bánh xe chọn 7 [WPT LIST], ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị danh mục Waypoint như hình 20.109.

(4) Để sang trang sau, chọn 0 NEXT, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Ấn nút phải vài lần để đóng danh mục waypoint và menu.

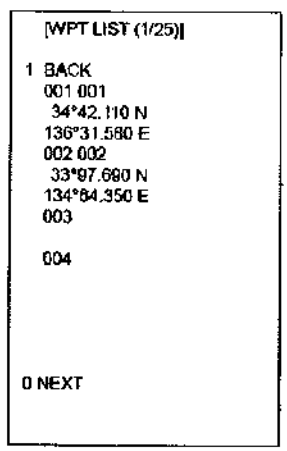
6) Hiển thị tên và số hiệu của điểm hẹn

Có thể cho hiển thị hoặc tắt tên và số của waypoint trên màn hình như sau:

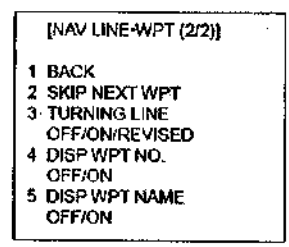
(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MENU bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 8 [NAV LINE. WPT], ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu NAV LINE WPT như hình 20.107.

(3) Lăn bánh xe chọn 0 NEXT ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị trang 2 menu NAV LINE WPT, như hình 20.110.



Hình 20.109



Hình 20.110

(4) Lăn bánh xe chọn 4 DISPLAY WPT N0, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Lăn bánh xe chọn OFF hoặc ON thích hợp, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(6) Lăn bánh xe chọn 5 DISPLAY WPT NAME, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(7) Lăn bánh xe chọn OFF hoặc ON thích hợp, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(8) Ấn nút phải 3 lần để đóng menu.

10. Đường hành hải (Nav lines)

Có thể nhập 30 đường hành hải, mỗi đường có đến 30 điểm hẹn

1) Nhập đường hành hải mới (Enter New Nav Lines)

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MENU bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 8 [NAV LINE. WPT], ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu NAV LINE WPT như hình 20.107.

(3) Lăn bánh xe chọn 8 [NAV LINE SET], ấn bánh xe hoặc ấn nút trái để hiển thị menu như hình 20.111.

(4) Lăn bánh xe chọn 2 NAV LINE N0 . SELECT, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Dùng bánh xe nhập số hiệu Nav Line gồm hai chữ số.

(6) Dùng bánh xe chọn 3 NAV LINE NAME, ấn bánh xe hoặc nút trái.

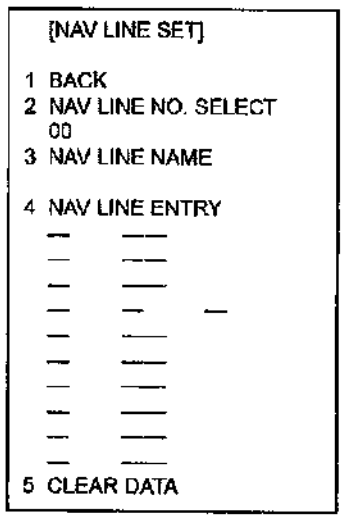
(7) Dùng bánh xe để vào tên của Nav Line.

(8) Lăn bánh xe để chọn 4 NAV LINE ENTRY, ấn bánh xe hoặc nút trái.

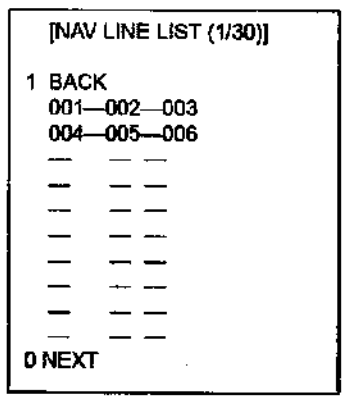
(9) Dùng bánh xe để nhập số hiệu waypoint: lăn bánh xe chọn số (3 chữ số), ấn bánh xe để ấn định.

(10) Để nhập một đường Nav Line khác, lăn bánh xe để chọn 0 BACK để trở về menu NAV LINE SET, sau đó lặp lại bước (4) đến bước (9).

(11) Để kết thúc, ấn nút phải vài lần để đóng menu.



Hình 20.111



Hình 20.112

2) Chỉnh sửa đường hành hải (Edit Nav Lines)

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MENU bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 8 [NAV LINE . WPT], ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu NAV LINE WPT như hình 20.107.

(3) Lăn bánh xe chọn 8 [NAV LINE SET], ấn bánh xe hoặc ấn nút trái để hiển thị menu như hình 20.111.

(4) Lăn bánh xe chọn 2 NAV LINE N0 . SELECT, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Lăn bánh xe vào số hiệu Nav Line cần chỉnh sửa, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(6) Để chỉnh sửa tên của Nav Line lăn bánh xe chọn 3 NAV LINE NAME, ấn bánh xe hoặc nút trái. Dùng bánh xe để sửa tên.

(7) Để thay thế waypoint trên Nav Line, làm như sau:

a) Lăn bánh xe chọn 4 [NAV LINE ENTRY], ấn bánh xe hoặc nút trái.

b) Lăn bánh xe chọn 2 NAV LINE WPT, ấn bánh xe hoặc nút trái.

c) Ấn bánh xe để chọn Waypoint muốn thay thế.

d) Lăn bánh xe để cài số hiệu Waypoint mới.

e) Ấn bánh xe để kết thúc.

(8) Ấn nút phải vài lần để đóng menu.

3) Danh mục đường hành hải (Nav Line List)

Có thể hiển thị danh mục các đường hành hải đã nhập như sau:

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MENU bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 8 [NAV LINE . WPT], ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu NAV LINE WPT như hình 20.107.

(3) Lăn bánh xe chọn 9 [NAV LINE LIST], ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị như hình 20.109.

(4) Lăn bánh xe chọn 0 NEXT, ấn bánh xe hoặc nút trái để xem trang 2. Trở về trang trước chọn 1 BACK, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Ấn nút phải nhiều lần cho đến khi đóng menu.

4) Xoá đường hành hải

Có thể xoá các đường hành hải không cần thiết như sau (đường hành hải đang dùng không xoá được):

Xoá một đường hành hải riêng biệt,

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MENU bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 8 [NAV LINE. WPT], ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu NAV LINE WPT như hình 20.107.

(3) Lăn bánh xe chọn 8 [NAV LINE SET], ấn bánh xe hoặc ấn nút trái để hiển thị menu như hình 20.111.

(4) Lăn bánh xe chọn 2 NAV LINE N0 . SELECT, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Lăn bánh xe chọn số hiệu Nav Line gồm hai con số.

(6) Lăn bánh xe chọn 5 CLEAR DATA, ấn bánh xe hoặc nút trái để xóa nav line.

(7) Ấn nút phải 3 lần để đóng menu.

Xoá tất cả nav line,

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MENU bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 5 [PLOTTER], ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu NAV LINE WPT như hình 20.107.

(3) Lăn bánh xe chọn 8 [DATA ERASE], ấn bánh xe hoặc ấn nút trái để hiển thị menu như hình 20.104.

(4) Lăn bánh xe chọn 6 NAV LINE ALL ERASE, ấn bánh xe hoặc nút trái để xoá tất cả Nav line.

(5) Ấn nút phải 3 lần để đóng menu.

5) Dựng đường hành hải

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MENU bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 8 [NAV LINE. WPT], ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu NAV LINE WPT như hình 20.107.

(3) Lăn bánh xe chọn 2 [NAV LINE DATA], ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn INTERNAL DATA, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Lăn bánh xe chọn 5 NAV LINE WIDTH.

(6) Lăn bánh xe chọn chiều rộng của Nav line, từ 0,0 ~ 9,9 nm, gồm hai đường màu đỏ đánh dấu giới hạn của Nav line.

(7) Nếu muốn báo động khi tàu đến gần một Waypoint ở một khoảng cách ấn định thì lăn bánh xe chọn 4 ARRIVAL WPT ALARM, ấn bánh xe hoặc nút trái. Ấn bánh xe chọn ON.

(8) Dùng bánh xe nhập khoảng cách báo động đến điểm hẹn gồm 3 con số.

(9) Lăn bánh xe chọn 0 NEXT (hình 20.107), ấn bánh xe hoặc nút trái, hiển thị NAV LINE.WPT [2/2] như hình 20.110.

(10) Lăn bánh xe chọn 3 TURNING LINE (đường quay trở), ấn bánh xe hoặc nút trái.

(11) Lăn bánh xe để thực hiện sự lựa chọn phù hợp, ấn bánh xe hoặc nút trái. Các lựa chọn như sau:

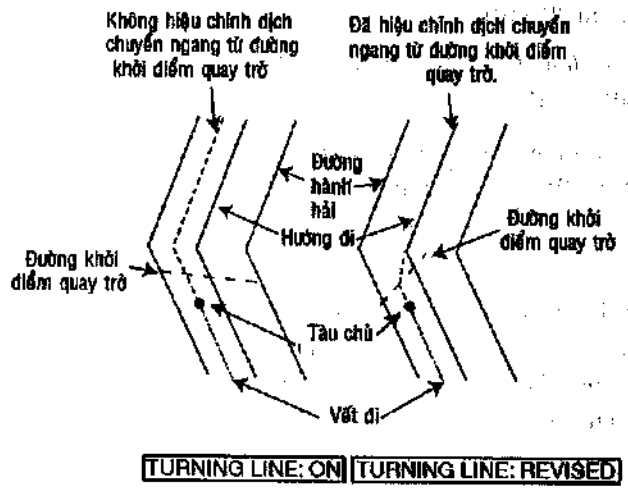
a) OFF: Tắt chức năng đường quay trở.

b) ON: Để chỉnh khi tàu *không hiệu chỉnh* sai số vết theo chiều ngang để quay sang hướng đi định sẵn, sau khi đến vị trí đường khởi điểm quay trở, xem hình 20.113.

c) REVISED: Để chỉnh khi tàu quay sang hướng định sẵn khi *đã hiệu chỉnh* vết theo chiều ngang, sau khi đến vị trí đường khởi điểm quay trở, xem hình 20.113.

(12) Ấn nút phải 3 lần để đóng menu.

6) Hiển thị đường hành hải và dấu hiệu điểm hẹn (Waypoint mark)



Hình 20.113

Hiển thị đường hành hải bên trong,

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MENU bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 8 [NAV LINE . WPT], ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu NAV LINE WPT như hình 20.107.

(3) Lăn bánh xe chọn 2 [NAV LINE DATA], ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn INTERNAL DATA, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Lăn bánh xe chọn 2 NAV LINE SELECT, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(6) Dùng bánh xe để nhập số hiệu Nav line cần hiển thị: Lăn bánh xe chọn số và ấn bánh xe.

(7) Để nhảy đến Waypoint khác, lăn bánh xe chọn 2 SKIP NEXT WPT, ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(8) Ấn nút phải hai lần để đóng menu.

Hiển thị đường hành hải bên ngoài,

Có thể cho hiển thị các đường (RTE) các khu vực điển hẹn (WTL) như sau:

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MENU bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 8 [NAV LINE . WPT], ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu NAV LINE WPT như hình 20.107.

(3) Lăn bánh xe chọn 2 [NAV LINE DATA], ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(4) Lăn bánh xe chọn EXT DATA, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Thực hiện các bước tương ứng như sau:

a) Ấn định chiều rộng (0,0~9,9nm) của nav line bằng cách chọn 5 NAV LINE WIDTH.

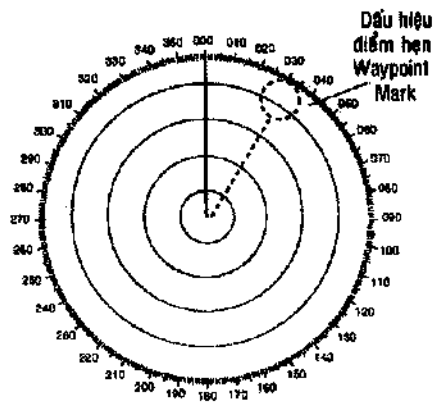
b) Bằng cách chọn 4 DSP WPT N0 để hiển thị ON hoặc OFF (trang hai của menu NAV LINE.WPT, (hình 20.110).

c) Ấn định *đường khởi điểm quay* bằng cách chọn 3 TURNING LINE.

(6) Tuỳ thuộc đang sử dụng trang nào (1 hoặc 2) của menu NAV LINE WPT để ấn nút phải 2 hoặc 3 lần để đóng menu.

Dấu hiệu waypoint

Dấu hiệu Waypoint biểu thị vị trí của điểm đến do sĩ quan hàng hải cài đặt. Có thể đánh dấu khu vực điểm hẹn bằng một dấu hiệu trên màn hình rađa (hình 20.114) như sau:



Hình 20.114

(1) Lăn trackball chọn hộp đề mục MENU bên phải màn hình, ấn nút trái.

(2) Lăn bánh xe chọn 8 [NAV LINE. WPT], ấn bánh xe hoặc nút trái để hiển thị menu NAV LINE WPT như hình 20.107.

(3) Lăn bánh xe chọn 2 [NAV LINE DATA], ấn bánh xe hoặc ấn nút trái.

(4) Lăn bánh chọn WPT MARK, ấn bánh xe hoặc nút trái.

(5) Ấn nút phải 2 lần để đóng menu.

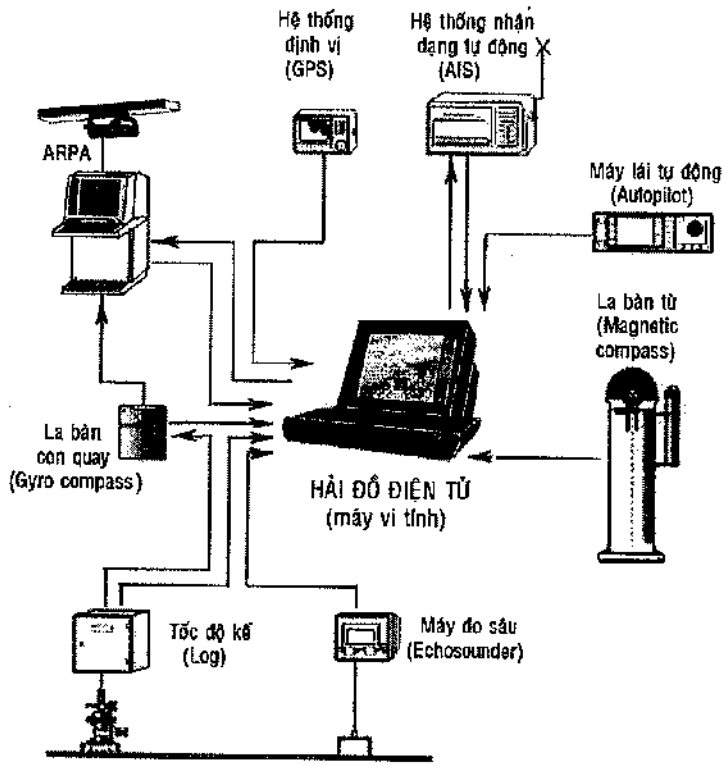
HẢI ĐỒ ĐIỆN TỬ

21.1 Khái niệm hải đồ điện tử

Hải đồ giấy, bắt buộc phải sử dụng trên tàu theo điều khoản V/20 công ước quốc tế SOLAS 1974, là một công cụ cơ bản trong ngành hàng hải lâu đời. Nó sẽ vẫn tiếp tục đóng vai trò thiết yếu cho những người đi biển trong tương lai.

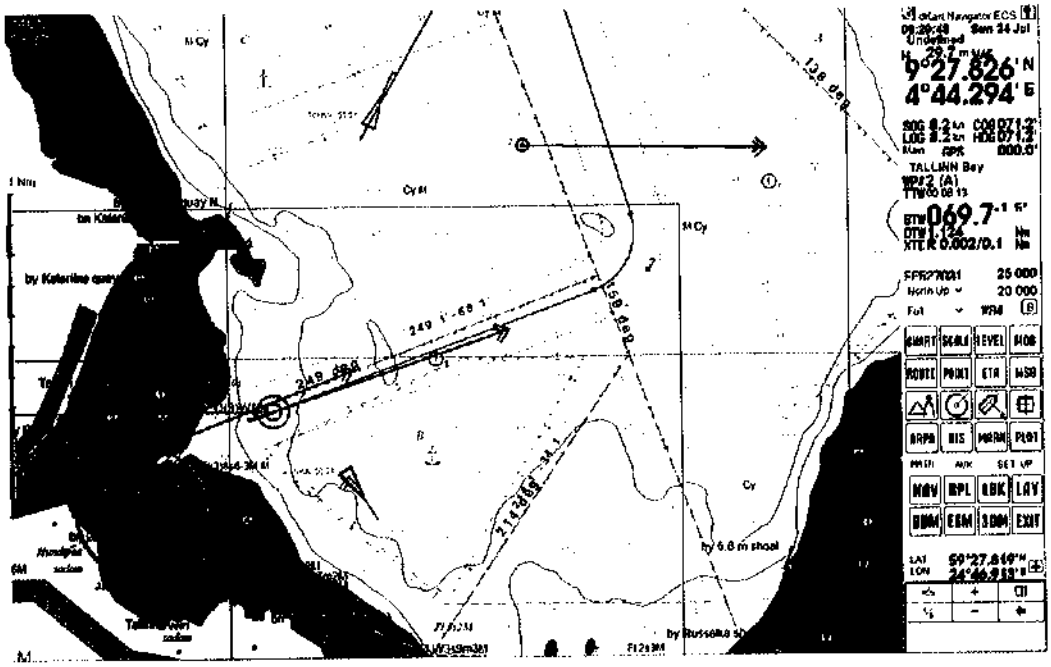
Tuy nhiên, sự ra đời của GPS , DGPS và công nghệ thông tin với máy vi tính rất phổ biến, giá rẻ đã trở thành công cụ hỗ trợ mạnh mẽ cho những người đi biển. Ban đầu, *hải đồ điện tử* ứng dụng kỹ thuật vi tính được sử dụng như là một công cụ phụ giúp cho hàng hải truyền thống bằng hải đồ giấy, nhưng bản thân nó đã dần dần trở thành một phương pháp hàng hải và thay thế cho hải đồ giấy. Hải đồ điện tử là thế hệ thứ hai của hải đồ hàng hải.

Hình 21.01 biểu thị cấu trúc cơ bản của một thiết bị hải đồ điện tử, trên đó mô tả một máy vi tính hải đồ điên tử nối với bộ cảm biến của các thiết bị hỗ trợ hàng hải. Hình 21.02 là hình thức một hải đồ điện tử đang vận hành trên màn hình vi tính.



Hình 21.01

Hải đồ điện tử cung cấp cho người đi biển bản đồ và các thông tin hàng hải được thực hiện trên màn hình máy vi tính. Một máy vi tính được giao diện với hệ thống xác định vị trí (thường là GPS) cho phép màn hình máy vi tính hiển thị cho người dùng vị trí tàu, mục tiêu và hình ảnh hải đồ. Sự hiển thị hình ảnh trên hải đồ điện tử theo hệ quy chiếu địa lý cho phép thể hiện vị trí tàu tương đối với điểm hẹn, đường đi và các chướng ngại nguy hiểm biểu thị trên hải đồ tạo thành định dạng rất rõ ràng không nhầm lẫn, giống như trên hải đồ giấy nhưng khác với những gì hiển thị trên màn hình ra đa. Trong hệ thống thiết bị còn có những công cụ khác để hiển thị hướng đi, tốc độ, hướng mũi, độ sâu và các thông tin hàng hải khác .



Hình 21.02

Hải đồ điện tử được chế tạo trên cơ sở áp dụng công nghệ thông tin và phát triển từ hải đồ giấy truyền thống đồng thời trực tiếp lấy số liệu từ kết quả khảo sát hàng hải.

Căn cứ vào giải pháp kỹ thuật, hải đồ điện tử hiện nay có hai loại:

- Hải đồ hàng hải quét mành RNC (Raster Navigation Charts), từ đây gọi là hải đồ raster.
- Hải đồ hàng hải điện tử ENC (Electronic Navigation Charts) còn gọi là hải đồ vector.

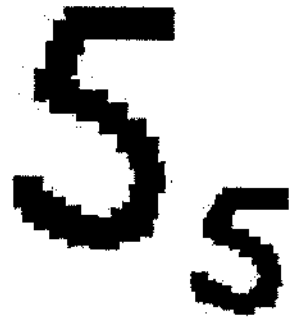
21.1.1 Hải đồ raster (RNC – Raster Navigation Chart)

1. Khái niệm hải đồ raster

Hải đồ raster là một bản sao chép lại của hải đồ giấy. Nói một cách đơn giản, hải đồ giấy được quét bằng máy quét (scaner) để có được hình ảnh điện tử của hải đồ giấy và cho hiển thị lên màn hình máy tính để có thể xem được, giống như ta quét một bức ảnh. Các thông tin in trên hải đồ giấy được chuyển tải lên bảo sao trên màn hình máy tính, vì vậy vị trí địa lý

của đối tượng trên màn hình trùng hợp với các đặc trưng trên thực địa của chúng như trên hải đồ giấy.

Hình ảnh hiển thị trên màn hình tạo thành bởi nhiều điểm ảnh (pixels). Ví dụ hình 21.03 là số đo độ sâu 5,5 mét hiển thị trên hải đồ raster. Trên hải đồ raster không cung cấp thêm cho ta bất cứ thông tin nào khác về độ sâu ngoài con số 5,5 mét như đã ghi trên hải đồ giấy. Nói một cách khác, hải đồ raster chỉ là hình ảnh của một phần hải đồ giấy được "quét" lại mà thôi. Đó chính là đặc điểm hạn chế của hải đồ raster so với hải đồ vector. Ưu điểm của hải đồ raster là chúng cho ta hình ảnh quen thuộc của hải đồ giấy đồng thời có thể đồ giải một cách tự động và liên tục vị trí tàu trên hải đồ trên màn hình. Giá thành của hải đồ raster cũng không đắc lắm. Ngoài ra, hải đồ raster có thể được sản xuất rất dễ dàng và nhanh chóng.



Hình 21.03

2. Đặc điểm hải đồ raster

Màu sắc:

Một vài loại hải đồ raster thể hiện hình ảnh với các màu khác nhau để có thể nhìn được ban đêm hoặc nơi không đủ ánh sáng.

Nhiễu:

Hình ảnh hải đồ Raster hay bị rối loạn, lộn xộn do bản thân hải đồ giấy chứa quá nhiều thông tin, có thể những thông tin ấy không phải lúc nào cũng cần thiết vào thời điểm sử dụng nhưng không loại bỏ được khỏi hải đồ raster.

Thay đổi tỷ lệ (Zoom):

Hầu hết các loại hải đồ điện tử đều có thiết bị phóng to, thu nhỏ một khu vực nào đó của hải đồ để có thể xem khu vực đó với một tỷ lệ được khuếch đại. Nhưng với hải đồ raster lại phát sinh một vài bất tiện.

Hải đồ giấy được biên tập và xuất bản cho một tỷ lệ riêng biệt nhất định tuỳ theo độ chính xác của thông tin đo đạc cùng các chi tiết theo yêu cầu của hàng hải. Chẳng hạn, hải đồ cảng có thể được in với tỷ lệ 1:7500. Ở tỷ lệ này, 1mm (tương đương với bề rộng một nét bút chì) trên hải đồ tương đương với 7,5 mét trên thực địa. Nếu người sử dụng, để nhìn rõ các chi tiết của cảng, cần phóng to một khu vực nào đó lên, chẳng hạn, tỷ lệ 1:1000 trên hải đồ điện tử raster thì những thông tin sẽ được hiển thị ở tỷ lệ 1mm trên hải đồ tương đương 1 mét trên thực địa. Điều đó còn quá xa mới đạt được độ chính xác của thông tin biên tập trên hải đồ, không đạt được yêu cầu về độ chính xác của hệ thống xác định vị trí của người đi biển.

Ngoài ra, khi phóng to lớn hơn tỷ lệ hải đồ thì hình ảnh raster sẽ mất độ rõ nét của nó, các đường thẳng sẽ biến thành đường bậc thang phân biệt bởi các "điểm ảnh" (pixel) của hình ảnh như mô tả trên hình 21.03 khiến cho hải đồ raster không thể phóng to tuỳ tiện. Một hải đồ điện tử rasster tốt đều phải có thiết bị cảnh báo cho người sử dụng việc phóng đại vượt quá tỷ lệ hải đồ.

Trên hải đồ raster, vị trí tàu từ GPS cũng được cập nhật liên tục. Các thông tin phụ trợ khác như vị trí xác định tự động, điểm hẹn, đo hướng ngắn, cự ly đều có thể nhận được trên hình

ảnh raster. Nhưng, khác với hải đồ vector ở chỗ, các yếu tố đặc trưng của hải đồ không thể được lựa chọn hay cho ẩn theo muốn của người sử dụng.

3. Tính pháp lý của hải đồ raster

Hải đồ Raster không được thừa nhận sử dụng theo tiêu chuẩn SOLAS, nghĩa là không được sử dụng thay hoàn toàn hải đồ giấy.

Nước Anh hiện tại xuất bản 2800 hải đồ dưới dạng Raster mang ký hiệu ASCS®, đảm bảo chất lượng và độ chính xác như hải đồ giấy. Hải đồ NOAA của Mỹ xuất bản dạng Raster mang cùng ký hiệu NOAA . Ngoài ra có nhiều quốc gia cũng xuất bản không chính thức hải đồ Raster với chất lượng khác nhau lưu hành trên thế giới nhưng thường không ghi chú quốc gia phát hành.

21.1.2 Hải đồ hàng hải điện tử (ENC- Electronic Navigation Chart) – Hải đồ vector.

1. Khái niệm hải đồ vector

Hải đồ vector không chứa đựng những hình ảnh đơn giản của hải đồ giấy. Nó được cấu thành bởi các dữ liệu bao gồm tất cả các chi tiết thuỷ, địa văn cho khu vực bao phủ trên hải đồ. Hình ảnh hải đồ vector nhìn thấy trên màn hình máy vi tính với toàn bộ chi tiết chứa trong cơ sở dữ liệu hiển thị thông qua các điểm, đường và khu vực riêng biệt trên hải đồ, vì vậy được gọi là hải đồ vector.

Các tư liệu thuỷ, địa văn đưa vào cơ sở dữ liệu của hải đồ vector đều lấy trực tiếp từ các nhà xuất bản hải đồ giấy tương ứng. Thông thường, hải đồ vector do cơ quan nhà nước phát hành đều được thực hiện bằng cách tham khảo các số liệu quan trắc gốc và bổ sung những chi tiết không có trên hải đồ giấy, chẳng hạn tăng thêm thông tin các đường đẳng sâu hoặc chất lượng và độ chính xác các thông tin. Vì những lý do đó mà quá trình chế tạo hải đồ vector cần nhiều thời gian và công sức hơn hải đồ raster rất nhiều.

Cơ sở dữ liệu của hải đồ vector chứa nhiều thông tin hơn những gì in trên hải đồ giấy. Ta hãy lấy một phao tiêu hàng hải làm ví dụ, trên thiết bị hải đồ vector, cơ sở dữ liệu của một phao tiêu theo yêu cầu của IMO phải có công cụ truy cập và hiển thị các thông tin về hình dáng, tên gọi, màu sắc, đặc điểm cấu trúc, độ cao, ảnh, hệ thống dấu hiệu hàng hải (IALA), động thái (chiếu sáng liên tục hay chớp...)... tổng cộng khoản vài chục dữ liệu. Cũng giống như vậy, với độ sâu phải hiển thị được: độ sâu, độ chính xác của đo sâu, kỹ thuật đo sâu, chất lượng đo, thời điểm đo và nhiều dữ liệu khác.

So với hải đồ giấy và hải đồ điện tử raster, thì hải đồ điện tử vector cung cấp cho người sử dụng nhiều thông tin hơn. Các số liệu trong Light Lists, List of Radio Signals, Tide Table và Pilot Books... đều được thể hiện trên hải đồ vector. Ngoài ra, trên hải đồ vector còn có những thông tin bổ sung như chất lượng dữ liệu, nguồn gốc dữ liệu hoặc những chi tiết hỗ trợ hàng hải như hình ảnh các hải đăng, phao tiêu.

2. Đặc điểm hải đồ vector

1) Hiển thị thông tin theo yêu cầu

Trên hải đồ vector, dữ liệu đưa vào máy với nhiều lớp khác nhau cho phép người sử dụng có thể chọn lựa các thông tin trong mỗi lớp để hiển thị trên màn hình theo nhu cầu sử dụng. Chẳng hạn, thay vì hiển thị độ sâu của một khu vực nào đó, người sử dụng có thể lựa chọn không cần hiển thị độ sâu mà chọn chỉ hiển thị các đường đẳng sâu. Hoặc trong điều kiện

ánh sáng ban ngày người sử dụng không cần thiết các dữ liệu về đặc tính ánh sáng của hải đăng thì có thể xoá nó đi trên màn hình. Với một số thông tin không được chọn hiển thị trên màn hình nhưng vẫn có thể sử dụng chúng để kiểm soát vị trí tàu và phát tín hiệu báo động trong hệ thống hàng hải.

2) Màu sắc và ký hiệu

Trên hải đồ vector, các màu sắc và ký hiệu khác nhau cũng được sử dụng để biểu thị các thông tin khác nhau, làm nổi bật những thông tin quan trọng, giúp cho việc đọc hải đồ dễ dàng và đơn giản. Đương nhiên là người sử dụng phải có các kỹ năng điều chỉnh cần thiết để làm rõ và chính xác những gì mà mình quan tâm.

21.1.3 Cách hiển thị hải đồ điện tử trên màn hình vi tính

Để hiển thị hải đồ điện tử ENC và RNC trên màn hình cần sử dụng một hệ thống gọi là *Hệ thống hải đồ điện tử (Electronic Chart System – ECS)* hoặc *Hệ thống hiển thị hải đồ điện tử và thông tin (Electronic Chart Display Information System –ECDIS)*

1. Hệ thống hiển thị hải đồ điện tử và thông tin ECDIS

ECDIS là một hệ thống thông tin tổng hợp dựa trên cơ sở kỹ thuật máy vi tính sử dụng cơ sở dữ liệu hải đồ điện tử (database of electronic chart) kết hợp với các phần cứng và phần mềm để hiển thị đồng thời hải đồ và vị trí tàu (lấy từ các bộ cảm biến GPS và các thiết bị hàng hải khác) để thực hiện các tác nghiệp hàng hải như xác định vị trí, lập kế hoạch hải trình, kiểm soát đường đi, đo khoảng cách, phương vị trên hải đồ... Nhờ có ECDIS mà công việc lập kế hoạch hải trình và kiểm soát đường đi, cảnh báo mắc cạn, lệch đường đi... được thực hiện một cách nhanh chóng và thuận lợi ngay trên hải đồ điện tử. *ECDIS đã được IMO chính thức công nhận được sử dụng để thay thế hải đồ giấy.*

Hải đồ điện tử ENC sử dụng trên ECDIS được các cơ quan thuỷ văn hoặc các tổ chức được nhà nước cho phép phát hành chính thức, đó là loại hải đồ được chế tạo rất tỷ mỷ và kiểm soát nghiêm ngặt.

Các loại hải đồ vector thương mại không phải là ENC, không được IMO chấp nhận sử dụng trong ECDIS.

ECDIS cung cấp cho người sử dụng các dữ liệu hàng hải được hiển thị trên màn hình độ phân giải cao với các thông tin chính xác và tin cậy về vị trí và chuyển động của tàu.

ECDIS còn có thể phân tích các dữ liệu của hải đồ hàng hải điện tử (ENC) về vị trí tàu và cung cấp các cảnh báo tiếp cận chướng ngại nguy hiểm. Ví dụ, ECDIS có thể hiển thị và ứng đáp các đường đẳng sâu an toàn trên cơ sở mớn nước của tàu.

Tuỳ theo hoàn cảnh và điều kiện hàng hải, trên ECDIS người sử dụng có thể điều chỉnh (trong giới hạn cho phép) mức độ chi tiết của hải đồ và màu sắc phù hợp với ánh sáng ngày/đêm. ECDIS còn có thể cho hiển thị các thông tin trợ giúp như hình ảnh các mục tiêu quan trọng, các thông báo hàng hải và cảnh báo hàng hải.

Ngoài ra, ECDIS có thể cung cấp các thông tin hàng hải và an toàn khác bao gồm việc ghi chép thống kê liên tục các dữ liệu của hành trình có thể sử dụng cho máy tự ghi số liệu hành trình (VDR) mà IMO đã phê chuẩn phải lắp đặt chính thức trên tàu biển.

2. Hải đồ hàng hải điện tử của hệ thống *(System Electronic Navigation Chart – SENC)*

Mặc dù ECDIS dựa vào hải đồ hàng hải điện tử ENC để thiết lập thông tin họa đồ, nhưng để đảm bảo tính nguyên vẹn của dữ liệu, tiêu chuẩn tính năng của ECDIS không cho phép người dùng trực tiếp truy nhập và thay đổi nội dung trong ENC. Vì vậy, ECDIS phải tạo ra liên tục một cơ sở dữ liệu gọi là " Hải đồ hàng hải điện tử của hệ thống" (System Electronic Navigation Chart – SENC), đó là những dữ liệu "tích cực" hoặc gọi là dữ liệu "sẵn sàng sử dụng" dùng để hiển thị thông tin đồng thời cung cấp dữ liệu cho báo động và giám sát đường đi.

SENC là kết quả của sự phối hợp của ENC (bản thân dữ liệu ENC không thể thay đổi) với bất kỳ dữ liệu cập nhật của ENC cùng những thông tin liên quan do người sử dụng nhập vào hoặc truy xuất từ bộ cảm biến của các thiết bị hàng hải khác.

3. Hệ thống hiển thị hải đồ rastar (RCDS) - ECDIS Dual-Fuelling

Như trên đã trình bày, vì tính phức tạp và khắc khe trong việc chế tạo hải đồ vector ENC nên cần có thời gian để chế tạo ENC đủ bao phủ toàn cầu. Để đáp ứng nhu cầu hiện tại, một số quốc gia đề nghị áp dụng một hệ thống bổ sung gọi là "Hệ thống hiển thị hải đồ raster" (Raster Chart Display System – RCDS) thường được gọi là "ECDIS Dual-Fuelling". Nhờ có "ECDIS Dual- Fuelling " mở ra khả năng sử dụng hải đồ raster trong thiết bị ECDIS ở những khu vực chưa có hải đồ vector chính thức. Tuy nhiên, sử dụng hải đồ raster trên ECDIS chỉ khai thác được một phần chức năng của ECDIS mà thôi.

4. Sự khác nhau giữa ECDIS và RCDS

Hội nghị lần thứ 17 (12/1998) của Uỷ ban an toàn hàng hải của IMO đã thông qua việc sửa đổi các tiêu chuẩn tính năng đối với Hệ thống hiển thị hải đồ điện tử và thông tin ECDIS bao gồm việc cho phép sử dụng Hệ thống hiển thị hải đồ raster RCDS.

Sửa đổi nói trên cho phép ECDIS làm việc ở hai định dạng:

- Định dạng ECDIS khi sử dụng dữ liệu hải đồ hàng hải điện tử ENC.
- Định dạng RCDS khi không có sẵn dữ liệu ENC.

Tuy nhiên, khi làm việc với định dạng RCDS, vì không phát huy đầy đủ chức năng của ECDIS nên, theo quy định của IMO, nó *chỉ được sử dụng kết hợp với hải đồ giấy* tương ứng đã được cập nhật.

Khi sử dụng định dạng RCDS, người sử dụng cần chú ý những hạn chế của nó như sau:

- Trên ECDIS không có ranh giới hải đồ. Khác với ECDIS, RCDS là hệ thống dựa trên cơ sở hải đồ giấy và như vậy nó giống với biên mục hải đồ giấy, có ranh giới hải đồ.
- Bản thân dữ liệu hải đồ raster (RNC) không khởi động được báo động tự động (ví dụ: báo động chống mắc cạn ...)

Tuy nhiên, khi người sử dụng đưa vào máy một số thông tin nào đó thì RCDS cũng có thể tạo ra được một số báo động tự động. Các báo động này bao gồm:

- Các đường giới hạn (Clearing lines)
- Các đường đồng mức an toàn.
- Các chướng ngại tách biệt.
- Khu vực nguy hiểm.

- Giữa các hải đồ hàng hải raster RNC có thể khác nhau về mốc quy chiếu, và phép chiếu. Người sử dụng cần hiểu rõ mối quan hệ giữa hệ quy chiếu của RNC với hệ quy chiếu của hệ thống xác định vị trí. Chú ý, trong một số trường hợp, vị trí tàu bị dịch chuyển do sự khác biệt này.
- Trên RCDS, không thể loại bỏ các đặc trưng của hải đồ để thoả mãn một hoàn cảnh hoặc một yêu cầu riêng nào đó. Điều này có thể ảnh hưởng đến khả năng làm trùng khớp với hình ảnh trên màn hình RADAR/ARPA.
- Không thể chọn các thang tỷ lệ khác nhau trên RCDS, hạn chế khả năng quan sát xa. Vì vậy việc xác định khoảng cách, hướng ngắm và nhận dạng mục tiêu ở tầm xa không thuận tiện.
- Nếu phương thức định hướng trên RCDS theo cách khác với phương thức định hướng của hải đồ giấy có thể gây trở ngại cho việc đọc số liệu hay ký hiệu trên màn hình (chẳng hạn phương thức định hướng theo hướng đi, hướng bắc...)
- Trên RCDS không có khả năng khai thác các đặc trưng của hải đồ RNC để lấy thêm thông tin của các đối tượng vẽ trên hải đồ.
- Trên RCDS không thể hiển thị và làm nổi bật các đường đồng mức an toàn hoặc các đường đẳng sâu, trừ khi các đặc trưng đó được người sử dụng đưa vào khi lập kế hoạch hải trình.
- Tùy theo hải đồ nguồn của RNC , trên RCDS có thể sử dụng các màu sắc khác nhau để thể hiện các thông tin hải đồ. ánh sáng ban ngày và ban đêm có thể sử dụng các màu sắc khác nhau.
- Một hải đồ raster có thể hiển thị theo tỷ lệ như một hải đồ giấy tương ứng. Tuy nhiên, nếu phóng to hoặc thu nhỏ tỷ lệ (Zoom In/ Out) có thể làm suy giảm chất lượng hình trên RDCS, chẳng hạn có thể làm cho ảnh hải đồ không còn rõ ràng, như đã trình bày ở phần trên.

21.1.4 Cập nhật, hiệu chỉnh hải đồ điện tử

Có hai phương pháp cơ bản để cập nhật (hiệu chỉnh) hải đồ điện tử.

1. Thay thế

Thay thế có nghĩa là toàn bộ thông tin cũ phải bỏ đi và cập nhật thông tin mới vào máy. Khi thay thế đòi hỏi phải thay đổi toàn bộ tập tin (file) thông tin của hải đồ. Cũng có thể chia hải đồ ra nhiều phần và chỉ thay thế những phần phải cập nhật.

2. Cập nhật bổ sung

Cập nhật bổ sung có nghĩa là cập nhật thực hiện trên cơ sở chỉ thay đổi đối tượng phải cập nhật. Nói một cách khác, cách làm giống như công tác hiệu chỉnh hải đồ giấy theo "Thông báo hàng hải NM" truyền thống. Cách làm này đương nhiên là tiết kiệm được lượng dữ liệu trong một lần cập nhật vì chỉ có một tập tin của đối tượng thay đổi trên hải đồ điện tử mà không phải cả một mảng hải đồ. Hải đồ được cập nhật vẫn là hải đồ gốc, thông tin cập nhật được viết đè lên và thay thế thông tin gốc.

3. Cập nhật hàng tuần đối với hải đồ điện tử của Anh

Việc hiệu chỉnh hải đồ hàng hải điện tử (ENC) cũng như đối với hải đồ raster (ARCS) của Anh, được cơ quan thuỷ văn Anh ra thông báo hàng tuần về các hiệu chỉnh mới nhất thông qua các đại lý phân phối. Nội dung cập nhật được cung cấp trên CD-ROM riêng biệt.

4. Cập nhật từ xa

Từ đầu năm 2003, cơ quan thuỷ văn Anh đã cung cấp thông tin cập nhật hải đồ hàng hải điện tử ENC mới nhất 24 trên 24 giờ và 7 ngày trong tuần qua các trang web và e.mail của cơ quan này.

21.2 Nguyên lý cấu tạo của Hệ thông hiển thị hải đồ điện tử và thông tin ECDIS

21.2.1 Cơ sở pháp lý xây dựng ECDIS

Hệ thống hiển thị hải đồ điện tử và thông tin (Electronic Chart and Information System – ECDIS) là một ứng dụng của công nghệ thông tin trong hàng hải được xác định theo những tiêu chuẩn chính thức và mang tính pháp lý, hoàn toàn phù hợp với những yêu cầu theo Điều khoản V/20 của SOLAS năm 1974 về trang bị hải đồ trên tàu. *(Năm 1995 IMO đã chính thức tuyên bố ECDIS có thể được sử dụng trên tàu để thay thế cho hải đồ giấy theo Nghị quyết A817[19]).*

Tiêu chuẩn của ECDIS hiện đang sử dụng được tổng hợp từ bốn tiêu chuẩn cơ bản sau đây:

1. Tiêu chuẩn tính năng kỹ thuật của ECDIS được IMO phê chuẩn tháng 11.1995 trong Nghị quyết A617(19).
2. IHO S57 – Tiêu chuẩn chuyển tiếp dữ liệu thuỷ văn số hoá Phiên bản 3.
3. IHO S52 – Chi tiết kỹ thuật về nội dung và hiển thị hải đồ trên ECDIS.
4. IEC C1174 – Yêu cầu vận hành và tính năng của ECDIS – Phương pháp thử nghiệm và yêu cầu kết quả thử nghiệm.

Trong các tiêu chuẩn cơ bản trên thì "Tiêu chuẩn tính năng kỹ thuật của ECDIS" do IMO phê chuẩn có chức năng chi phối toàn bộ các tiêu chuẩn còn lại và cung cấp khuôn khổ cơ bản cho ECDIS.

21.2.2 Thành phần chủ yếu của ECDIS

Hình 21.05 là sơ đồ khối của ECDIS, gồm các thành phần như sau:

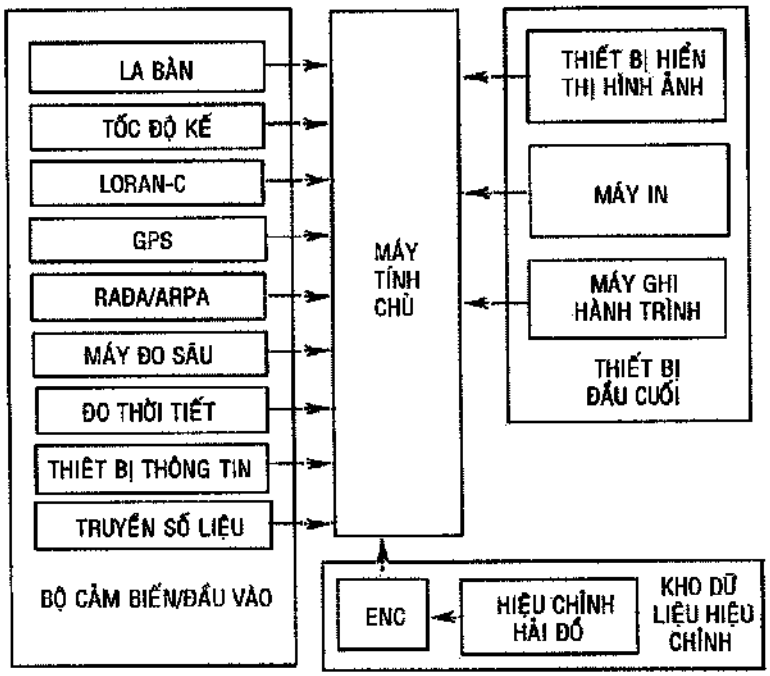
1. Máy tính chủ

Máy tính chủ là trung tâm đầu não của ECDIS, nó thực hiện một khối lượng tính toán rất lớn bao gồm việc hiển thị hải đồ; hiệu chỉnh hải đồ; thực hiện các tác nghiệp hải đồ; tiếp nhận, xử lý và quản lý thông tin từ các bộ cảm biến; thực hiện việc hiển thị trùng khớp hải đồ điện tử và thông tin từ rađa; thực hiện việc ra quyết định hỗ trợ tránh va v...v. Một nhiệm vụ quan trọng nữa của nó là xử lý hình ảnh. Hiện nay máy tính chủ thường sử dụng bộ vi xử lý 32 bit.

2. Hải đồ điện tử (Electronic Navigation Chart - ENC) và việc hiệu chỉnh hải đồ

Hải đồ điện tử ENC là một cơ sở dữ liệu hải đồ hàng hải gồm nội dung, kết cấu, kích cỡ đã được tiêu chuẩn hoá theo IHO S57, được cơ quan quản lý quốc gia uỷ quyền phát hành để sử dụng cho ECDIS. ENC không những chứa đựng toàn bộ thông tin hải đồ đã được số hoá cần

thiết cho an toàn hàng hải, mà còn chứa đựng các thông tin bổ sung không có trên hải đồ giấy (các thông tin trong Hàng hải chỉ nam).



Hình 21.05

Hải đồ điện tử của hệ thống (System Electronic Navigation Chart - SENC) là cơ sở dữ liệu áp dụng cho ECDIS, đã được hoán chuyển từ ENC và được cập nhật (theo một cách nào đó), đồng thời người sử dụng đã bổ sung thêm các dữ liệu khác. Nói một cách khác, SENC còn bao gồm các dữ liệu được nhập từ nguồn khác ngoài các dữ liệu có trong ENC.

Hiện nay, thực tế là các dữ liệu trong ENC đều khai thác dữ liệu dùng để in hải đồ giấy và tiến hành số hoá mà thành. Tuy nhiên, toàn bộ thông tin trên hải đồ giấy rất lộn xộn, khi nhìn vào dễ lầm lẫn, hoa mắt , mặt khác trên hải đồ giấy vẫn chỉ thể hiện được một phần nội dung khảo sát đo đạc mà lại in ấn với thang tỷ lệ nhỏ hơn tỷ lệ khảo sát rất nhiều; khi cần hiển thị cầu tàu, tình trạng luồng lạch, vị trí neo đậu với tỷ lệ lớn thì người sử dụng cảm thấy không đủ thông tin và độ tin cậy. Vì vậy, người ta lựa chọn những số liệu khảo sát hoàn chỉnh để đưa vào kho dữ liệu ENC, đó cách lý tưởng nhất để chế tạo ENC.

Thông tin của cơ sở dữ liệu hải đồ điện tử ENC bao gồm 3 thành phần: thông tin hiển thị cố định, thông tin hiển thị để chọn lựa, thông tin bổ sung.

1) Nội dung hiển thị trên hải đồ điện tử ENC

Căn cứ theo tiêu chuẩn của Nghị quyết 19 của IMO, Phụ lục 2, thì thông tin về giám sát kế hoạch hành trình và đường đi bao gồm:

(1) Hiển thị nền hải đồ

Xuất hiện cố định trên thiết bị hiển thị ECDIS, bao gồm:

a) Đường viền bờ biển (khi nước lớn)

b) Đường đẳng sâu an toàn cho tàu, do người sử dụng chọn ban đầu

c) Dấu hiệu của các chướng ngại nguy hiểm cô lập nằm dưới mặt nước có độ sâu nhỏ hơn độ sâu các đường đẳng sâu an toàn , mà các chướng ngại này lại nằm bất thường trong khu vực đường đẳng sâu an toàn.

d) Dấu hiệu của các chướng ngại nguy hiểm nằm trong khu vực an toàn hàng hải được xác định bởi các đường đẳng sâu an toàn như: cầu, đường dây cao áp, các phao tiêu, dấu hiệu luồng lạch bất kể là có dùng vào mục đích hàng hải hay không.

e) Hệ thông phân luồng giao thông.

f) Thang tỷ lệ, cự ly, hướng và trạng thái hiển thị của tiêu dẫn đường, hải đăng.

g) Đơn vị của độ sâu và độ cao.

(2) Hiển thị tiêu chuẩn

Các yếu tố từ hải đồ điện tử hiển thị trên ECDIS:

a) Hiển thị nền.

b) Đường bờ biển

c) Các tiêu, phao tiêu dẫn đường cố định và di động

d) Ranh giới luồng chạy tàu

e) Đặc trưng nổi bật của các mục tiêu thị giác và rađa

f) Khu vực cấm và khu vực hạn chế hành hải

g) Giới hạn thang tỷ lệ hải đồ

h) Các cảnh báo

(3) Các thông tin khác, hiển thị theo yêu cầu. Ví dụ:

a) Độ sâu điểm

b) Đường dây điện và đường ống ngầm

c) Các tuyến đường cắt ngang

d) Chi tiết các chướng ngại nguy hiểm đơn độc

e) Chi tiết các phao dẫn đường

f) Nội dung các cảnh báo

g) Các số liệu về ấn bản của ENC

h) Bề mặt chuẩn của đại lục

i) Độ lệch địa từ

j) Địa danh

k) ...

2) Độ chính xác của hải đồ số hoá

Hiện nay, ENC đều được chuyển từ hải đồ giấy bằng kỹ thuật số, độ chính xác khi số hoá như sau:

(1) Hải đồ cảng: Số hoá mỗi 0,1mm trên hải đồ có tỷ lệ 1/50 000, tức mỗi một điểm 0,1mm trên hải đồ điện tử tương đương 5m.

(2) Hải đồ đi biển ven biển và đại dương: Số hoá mỗi 0,1mm trên hải đồ tỷ lệ 1/200000, tức mỗi một điểm 0,1mm trên hải đồ điện tử tương đương khoảng cách 20m.

3) Những yêu cầu khi hiệu chỉnh hải đồ điện tử

ECDIS phải đảm bảo những yêu cầu khi hiệu chỉnh thông tin trên hải đồ điện tử ENC sau đây:

(1) Không ảnh hưởng đến phần nội dung không được thay đổi,

(2) Phần hiệu chỉnh được tồn giữ riêng không ảnh hưởng đến ENC

(3) ECDIS phải thích ứng và tiếp nhận nội dung hiệu chỉnh đối với ENC của cơ quan quản lý phù hợp với tiêu chuẩn IHO đưa ra. Bất kỳ sử dụng phương pháp hiệu chỉnh nào, trong quá trình hiệu chỉnh, cũng không làm ảnh hưởng đến sự hiển thị trên màn hình khi sử dụng.

(4) ECDIS phải tiếp nhận được các hiệu chỉnh bằng tay đối với ENC, ở bước cuối cùng, trước khi tiếp nhận số liệu phải có cách đối chiếu bằng phương pháp đơn giản. Khi hiển thị, các phần hiệu chỉnh bằng tay không gây nhiễu thông tin, phải có cách phân biệt với các thông tin có sẵn của ENC và các hiệu chỉnh của cơ quan quản lý.

(5) ECDIS phải ghi chép và lưu giữ phần hiệu chỉnh, kể cả thời gian phần hiệu chỉnh tác dụng vào ECDIS.

(6) ECDIS phải cho phép người sử dụng cho hiển thị nội dung hiệu chỉnh để thẩm định nội dung hiệu chỉnh, khẳng định ENC đã bao gồm nội dung hiệu chỉnh.

4) Phương pháp hiệu chỉnh hải đồ điện tử:

(1) Cung cấp "Thông báo hiệu chỉnh" để người sử dụng tiến hành hiệu chỉnh bằng tay.

(2) Cung cấp cho người sử dụng " Thông báo hiệu chỉnh hải đồ điện tử" dưới dạng đĩa từ hoặc đĩa quang để người sử dụng tiến hành hiệu chỉnh trên máy.

(3) Các số liệu hiệu chỉnh được cung cấp thông qua hệ thống vô tuyến đưa vào ECDIS để hiệu chỉnh một cách tự động.

3. Bộ cảm biến và đầu vào

ECDIS ngoài việc hiển thị một cách chính xác hải đồ điện tử còn hiển thị vị trí tàu, tốc độ hướng đi và các thông tin về mục tiêu có liên quan chung quanh tàu. Vì vậy hệ thống phải được nối với các bộ cảm biến dẫn đường và bộ cảm biến của các thông tin khác. Nói chung, nó bao gồm các đầu vào sau đây:

1) Bộ cảm biến định vị

Nối trực tiếp với các máy thu định vị như GPS, DGPS, DECCA. Cũng có thể nối với một thiết bị định vị đơn, hoặc nối với vài hệ thống định vị để so sánh đối chiếu và cho ra vị trí tốt nhất.

2) Hệ thống tránh va.

Hệ thống được nối với RADAR/ARPA, hình ảnh rada cùng với thông tin trên hải đồ điện tử được hiển thị trùng khớp tạo ra hình ảnh các mục tiêu và động thái của các tàu chung quanh như hướng đi, các thông số về nguy cơ đâm va, làm cho hệ thống có chức năng tránh va.

3) Thiết bị đo hướng đi, đo tốc độ.

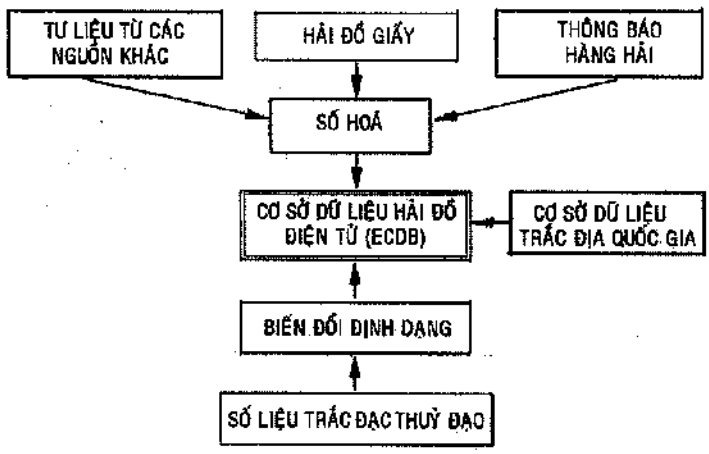
Hệ thống được nối với la bàn con quay, máy đô tốc độ để cung cấp các thông tin về hướng đi và tốc độ.

4. Thiết bị đầu cuối.

Thiết bị đầu cuối bao gồm thiết bị hiển thị hải đồ, máy in, máy tự ghi đường đi, đồng thời cũng hiển thị số liệu về các yếu tố liên quan đến hành trình, nội dung giao diện người-máy, các thông tin về báo động...

21.3 Thiết lập cơ sở dữ liệu hải đồ điện tử ENC

21.3.1 Khái niệm về cơ sở dữ liệu hải đồ điện tử



Hình 21.06

Cở sở dữ liệu hải đồ điện tử (ECDB) là nền tảng của việc ứng dụng hải đồ điện tử, quyết định chức năng và tính năng của hải đồ điện tử. Để thiết kế cơ sở dữ liệu việc đầu tiên là xác định hải đồ được thiết lập theo cơ sở dữ liệu raster hay vector. Trong hệ thống vector, toạ độ các điểm biểu thị bằng các nhóm số, chính nó xác định thông tin về ý nghiã các điểm. Còn đối với hệ thống raster thì hình ảnh được hình thành từ thị tần chứa trong VRAM. Mặt khác nguồn gốc của cơ sở dữ liệu ECDB cũng rất quan trọng, phải có độ chính xác cao và đủ độ tin cậy. Dữ liệu ECDB chủ yếu lấy từ hai nguồn: một nguồn từ các số liệu đo đạc thuỷ đạo được số hoá theo tiêu chuẩn của IHO, nguồn khác lấy từ nguyên bản hải đồ giấy, thông báo hàng hải, các số liệu đo đạc thuỷ văn của các quốc gia và các nguồn tư liệu khác đã qua số hóa, như mô tả trên hình 21.06.

Cơ sở dữ liệu hàng hải điện tử (ENCDB) là phần tử con của cơ sở dữ liệu ECDB. Mỗi một khu vực của hải đồ giấy hoặc một khu vực hành hải độc lập là một đơn nguyên dựng đồ bản, số liệu của nó được lấy từ ENCDB. Tập hợp nhiều đơn nguyên lưu giữ trong đĩa quang tạo thành ENC (hải đồ hàng hải điện tử), các đơn nguyên là công cụ trợ giúp sử dụng ENC.

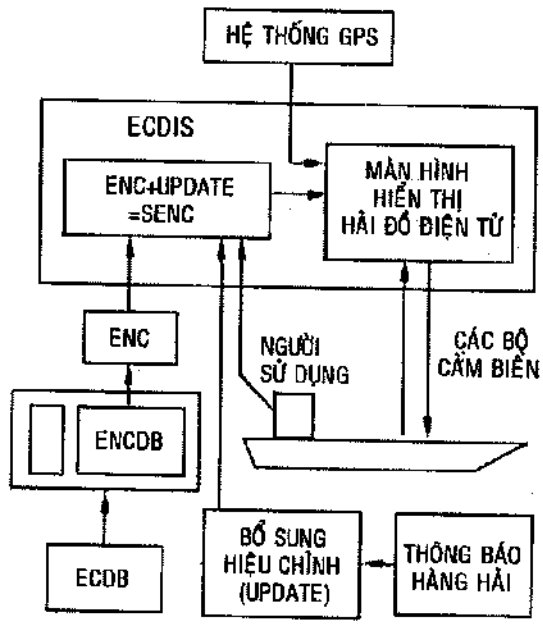
ENC qua hiệu chỉnh, bổ sung tạo thành SENC (hải đồ hàng hải điện tử của hệ thống) trực tiếp đưa sang màn hình hiển thị hải đồ.

Thông thường khi nói ECDB tức là nói tới ENCDB. Mối quan hệ giữa SENC, ENC, ENCDB và ECDB, ECDIS được mô tả trên sơ đồ hình 21.07.

21.3.2 Nội dung chủ yếu chứa trong cơ sở dữ liệu hải đồ điện tử ECDB

1. Các loại dữ liệu chính trong ECDB, gồm

   1) Các dữ liệu thông tin mang yếu tố số liệu của hải đồ. Loại số liệu này bao gồm: số ký hiệu, phạm vi, thang tỷ lệ, phép chiếu, mặt chuẩn cơ bản, hệ thống toạ độ của hải đồ.



Hình 21.07

   2) Các dữ liệu thông tin về yếu tố định vị và thuộc tính của hải đồ như: định dạng, các lớp, màu sắc, kích thước.

2. Nội dung dữ liệu cơ bản chứa trong ENCDB

   Nội dung cơ bản của ENCDB hoàn toàn giống như hải đồ giấy hiện nay như:

   1) Các điểm kiểm soát, điểm cao trình và mục tiêu phương vị trên lục địa.
   2) Bờ biển và hải đảo.
   3) Địa mạo, phân bố nước, đường xá, biên giới, cầu cống, đê đập, đường ống, đường dây điện
   4) Khu dân cư
   5) Cảng, công trình ven biển
   6) Bãi khô

7) Độ sâu, đường đẳng sâu, địa chất

8) Các chướng ngại hàng hải

9) Thiết bị trợ hàng

10) Luồng tàu, khu vực neo đậu, giới hạn khu vực biển, đường ống, đường điện ngầm

11) Hải lưu, thuỷ triều

12) Hình phối cảnh, cảnh quan một số điểm, độ lệch địa từ

13) Địa danh, các ghi chú thuyết minh chuyên ngành

14) Mạng lưới toạ độ địa lý, thang tỷ lệ đồ giải

15) Các thông tin bổ sung hàng hải như bảng thuỷ triều, danh mục tiêu dẫn đường, hướng dẫn hành hải.

3. Nội dung hiển thị cơ bản của hải đồ điện tử

Tuy ưu điểm nổi trội của hải đồ điện tử là người sử dụng có thể tuyển chọn một cách linh hoạt và cho hiển thị các nội dung của ENC, nhưng để hàng hải an toàn, có một số thông tin cần được hiển thị thường xuyên, không thể tuỳ tiện xoá bỏ. Các thông tin hiển thị thường xuyên gồm có,

1) Viền bờ biển

2) Các đường viền nhô

3) Đường đẳng sâu

4) Điểm đo sâu

5) Đường đẳng sâu an toàn cho tàu

6) Các chướng ngại nguy hiểm

7) Giới hạn luồng lạch

8) Các đường ngăn cách trong hệ thống phân luồng giao thông

9) Tiêu hàng hải cố định và phao tiêu

10) Đường hành hải

11) Các mục tiêu rõ đặc biệt cho rađa.

12) Đơn vị đo sâu

13) Các ghi chú và cảnh báo

14) Phạm vi đồ bản

15) Thang tỷ lệ hải đồ

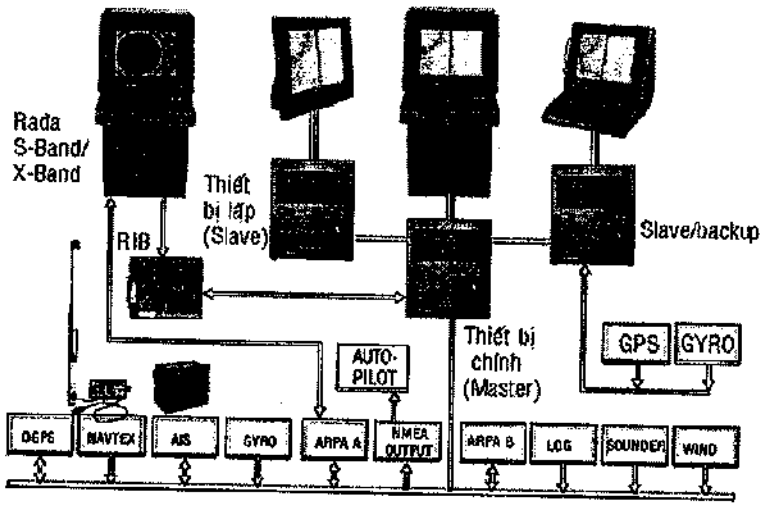
4. Ký hiệu và thuật ngữ viết tắt của ENCDB

Tiêu chuẩn hải đồ của IHO đều có quy định tỷ mỷ các ký hiệu và thuật ngữ viết tắt trên hải đồ điện tử. Độ lớn của các ký hiệu trên hải đồ điện tử so với hải đồ giấy thường lớn hơn 1,3 lần. Khi thay đổi tỷ lệ hải đồ, độ lớn của ký hiệu không đổi.

5. Màu sắc hải đồ điện tử

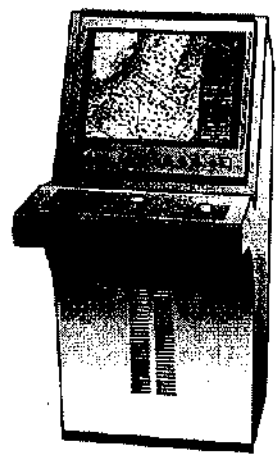
Trong hệ thống ứng dụng hải đồ điện tử thì màu sắc là rất quan trọng. Vì các nhà hàng hải đều đã quen thuộc với màu sắc của hải đồ giấy, cho nên khi thiết lập hải đồ điện tử, những yếu tố nào đã in trên hải đồ giấy thì hải đồ điện tử đều lấy màu sắc của hải đồ giấy đã tiêu chuẩn hoá làm cơ sở. Với những yếu tố không in trên hải đồ giấy nhưng cần cho hành hải thì hải đồ điện tử chọn một màu khác.

21.4 *Hệ thống hiển thị hải đồ điện tử và thông tin* "NAVI-SAILOR 2400 ECDIS" và "NAVI-SAILOR 3000 ECDIS"



Hình 21.08

Hình 21.08 là sơ đồ lắp ráp và hình 21.09 là thiết bị chính của "Navi-Sailor 3000 ECDIS" (của Anh). Toàn bộ thiết kế phù hợp với tiêu chuẩn IEC945 của Hiệp hội kỹ thuật điện tử quốc tế và đáp ứng tiêu chuẩn kỹ thuật của IMO. Các thiết bị " Navi-Sailor 2500 ECDIS" và " Navi-Sailor 3000 ECDIS" phát triển dựa trên cơ sở của " Navi-Sailor 2400 ECDIS" cải tiến và bổ sung thêm một số tính năng. Navi-Sailor 3000 ECDIS" được sử dụng trên các tàu có trọng tải lớn lớn.



Hình 21.09

21.4.1 Menu và cửa sổ điều khiển

Hình 21.10 là cửa sổ hiển thị số liệu và hình 21.11 là menu trên màn hình của Navi Sailor 2400 ECDIS. Toàn bộ các cửa sổ nằm dọc phía bên phải màn hình, cách bố trí menu và cửa sổ của Navi Sailor 3000 có khác với Navi Sailor 2400, nhưng tên gọi và chức năng cơ bản như nhau.

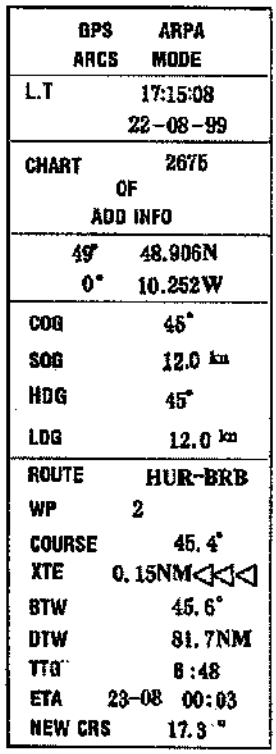
Ý nghĩa các ký hiệu trên hình 21.10:

- MODE - phương thức hoạt động;
- UTC - ngày giờ thế giới (có thể hiển thị giờ địa phương)
- CHART - hải đồ (cho số hải đồ)

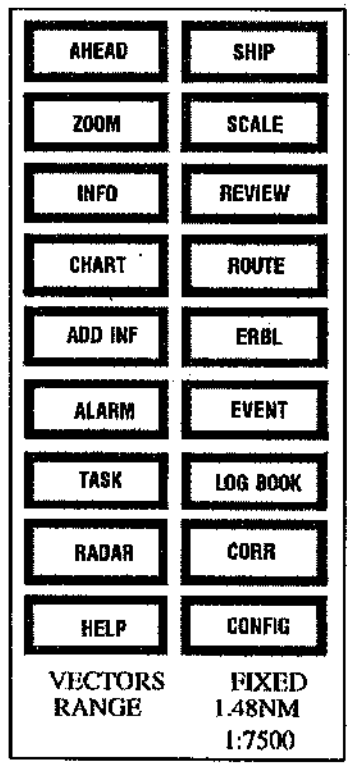
- Vị trí tàu (kinh, vĩ độ)
- COG - (Course over ground) hướng đi đối với đáy biển)
- SOG - (Speed over ground) tốc độ đối với đáy biển
- HDG - (Heading) hướng mũi
- LOG - tốc độ chỉ báo trên tốc độ kế
- ROUTE - tuyến đi, chỉ rõ tuyến đi theo kế hoạch hải trình
- WP - (Waypoint) điểm hẹn (số điểm hẹn)
- COURSE - hướng đi
- XTE - (Cross Track Error) dịch chuyển ngang
- BTW - (bearing to waypoint) hướng ngắm đến điển hẹn
- DTW - (distance to waypoint) khoảng cách đến điểm hẹn
- TTG - (time to go) thời gian chạy
- ETA - dự kiến thời gian đến

Các ký hiệu trong cửa sổ trên hình 21.11,

- AHEAD - màn hình hiển thị tối ưu, cho thấy vị trí tàu ta trên màn hình
- SHIP (VESSEL) - có thể nhập vào các thông số an toàn của tàu và nhập vị trí, hướng đi tốc độ bằng tay.
- ZOOM - phóng to một khu vực sau khi chọn bằng con trỏ trên hải đồ.
- SCALE - điều chỉnh tỷ lệ hải đồ trên màn hình
- INFO - hiển thị các thông tin phụ trợ của mục tiêu trên hải đồ, ví dụ: tên, màu sắc, vị trí của phao tiêu hoặc độ sâu của đường đẳng sâu...
- REVIEW - cuốn hải đồ hoặc đưa hải độ về trung tâm
- CHART - cho phép hiển thị một lớp thông tin hải đồ thông lệ
- ROUTE - vào menu lập kế hoạch hải trình, xác định các điểm hẹn
- ERBL - đường đánh dấu điện tử để xác định khoảng cách, phương vị đến một mục tiêu hàng hải hoặc điểm hẹn.
- ALARM – báo động, dùng để cài đặt hoặc huỷ bỏ báo động bằng âm thanh/thị giác theo yêu cầu của người sử dụng.
- EVENT - ghi vị trí tàu trên hải đồ và trong nhật ký khi xảy ra một sự kiện, ví dụ người rơi xuống nước, nhìn thấy vật nổi vô chủ...
- TAST - vào menu dòng chảy, ETA, STG, và các thông tin về cảng
- LOGBOOK - hiển thị nhật ký hiện tại và nhật ký quá khứ
- HELP - vào menu cơ sở dữ liệu hỗ trợ
- CONFIG - cài đặt màn hình và thoát khỏi chương trình.



Hình 21.10



Hình 21.11

21.4.2 Tính năng của máy

1. Xác định vị trí

   Navi Sailor 3000 tự động cung cấp cho người sử dụng tất cả thông tin cần thiết cho việc điều khiển tàu:

   - Vị trí tàu hiện tại và véctơ chuyển động của tàu;
   - Tiếp nhận tất cả thông tin từ ARPA/RADAR, tác nghiệp trên mục tiêu rađa;
   - Các dữ liệu nhận được từ các bộ cảm biến của thiết bị hàng hải khác
   - Dữ liệu từ AIS (Hệ thống nhận dạng tự động)
   - Hiển thị đường viền tàu theo các thông số cài đặt và tỷ lệ hải đồ;
   - Thông tin các mục tiêu nguy hiểm, các khu vực trên hải đồ;
   - Các dữ liệu về thuỷ triều, dòng chảy và thời tiết.

2. Các thông tin của mục tiêu trên hải đồ

   Từ trên hải đồ có thể cho hiển thị tất cả các thông tin chi tiết của các mục tiêu, (những thông tin này không có trên hải đồ giấy). Ví dụ, nhấn chuột vào một đèn biển có thể hiển thị tên, vị trí kinh vĩ độ, chiều cao... của đèn biển.

3. Thông tin từ cơ sở dữ liệu

Có thể cập nhật các cơ sở dữ liệu từ Transas Database về,

- thuỷ triều và dòng triều
- dòng chảy bề mặt theo mùa

để có thể tính toán chính xác đường đi tối ưu, tiết kiệm nhiên liệu...

4. Thiết kế hải trình (Route planning)

Thiết bị cung cấp hai phương pháp đồ giải và biểu bảng để lập và biên tập hải trình. Có hai phương pháp để chạy giữa hai điểm hẹn: đường hằng hướng và đường cung vòng lớn (Rhumb line and Great circle)

- Dùng con trỏ quang trực tiếp vẽ điểm chuyển hướng trên hải đồ điện tử
- Thiết kế hải trình, trên sơ sở tốc độ cho sẵn dự kiến thời gian tới (ETA), ngược lại với thời gian đến cho trước, tính tốc độ dự kiến giữa các điểm hẹn .
- Gõ chữ và in kế hoạch hải trình và điểm chuyển hướng
- In kế hoạch hải trình ra giấy.

5. Báo động (Alarms)

Phát ra các báo động trong các tình huống sau đây:

- AIS, nhóm báo động này có thể dùng để phối hợp với các hệ thống nhận dạng tàu AIS.
- Các thiết bị định vị, thiết bị trợ hàng bị trục trặc
- Tàu dịch chuyển ngang (XTE)
- Tàu chệch khỏi hướng đi
- Tàu lệch khỏi đường đi
- Cảnh báo mục tiêu/rađa, các dữ liệu có liên quan đến mục tiêu
- Chuyển đổi hải đồ
- Sắp tới điểm hẹn (điểm chuyển hướng) (WP)
- Tiếp cận chướng ngại nguy hiểm (tàu đắm, bãi cạn, đá ngầm, và có thể hỗ trợ cài đặt các dấu hiệu cảnh báo nguy hiểm) trên hải đồ vector.
- Tự động báo động trong các tình huống sau đây khi được cài đặt:
- Tiếp cận khu vực trực canh (Guard Zone)
- Vào ranh giới khu vực cài đặt sẵn
- CPA, TCPA nhỏ hơn giá trị cài đặt
- Tiếp cận khu vực độ sâu cài đặt sẵn
- Tiếp cận đường đẳng sâu an toàn cài đặt sẵn
- Thay đổi múi giờ

6. Lưu giữ nhật ký hàng hải điện tử tự ghi vết tàu (Electronic Log)

- Tự động nhập thông tin hàng hải

- Gõ chữ và in.
- Ghi chép thời tiết và bình chú
- Hiển thị vết đi (0-24giờ, có thể điều chỉnh)

Ghi nhớ hướng đi, tốc độ mỗi phút, ghi nhớ vị trí tàu mỗi 10 giây.

7. Chức năng lập lại (Playback function)

Chức năng lập lại đường đi đã ghi lại trong bộ nhớ, dùng để xem lại chi tiết hành trình đã qua.

Có thể lập lại các quá trình sau đây:

- Lập lại đường đi của tàu ta và các thông số di chuyển của tàu;
- Lập lại các đường đi của mục tiêu ghi được trên ARPA/RADAR, AIS, RIB
- Lập lại hình ảnh trên rađa do RIB ghi lại.

8. Thông tin tích hợp từ Navtex

Navi Sailor 3000 ACDIS có thể :

- Liên tục nhận thông tin từ NAVTEX
- Chọn thông tin NAVTEX, xử lý chúng, trích lục toạ độ khu vực đài phát, các thông số, ghi vào đĩa;
- Hiển thị thông tin NAVTEX trên hải đồ điện tử;
- Quản lý cơ sở dữ liệu NAVTEX.

9. Chồng khít hình ảnh rađa (Overlaying Radar Picture)

Nhờ thiết bị vi xử lý, tín hiệu ra đa được số hoá và hiển thị chồng lên hải đồ điện tử. Bộ vi xử lý của Navi Sailor đã mở rộng chức năng của thiết bị và hiển thị các hình ảnh như sau:

- Cho chồng hình ảnh ra đa " sống" lên trên hải đồ điện tử
- Tự động tách và hiển thị chuyển động đồng thời 128 mục tiêu từ màn hình rađa trên hải đồ điện tử.
- Ghi lại hình ảnh rađa "sống" vào ổ đĩa cứng máy vi tính.

10. Modun tích hợp thời tiết

Nhờ môđun tích hợp thời tiết trong thiết bị, người sử dụng có thể thu dự báo thời tiết qua thông tin dự báo bằng e.mail trong năm ngày từ cơ quan khí tượng của Anh và hiển thị lên trên hải đồ điện tử. Có thể nhận được các thông số như sau:

- Áp suất khí quyển trên mặt biển;
- Tốc độ và hướng gió trên độ cao 10 mét;
- Chiều cao sóng biển đáng chú ý;
- Chiều cao, hướng và chu kỳ sóng biển do gió tạo nên;
- Chiều cao, hướng, chu kỳ sóng lừng.

11. Tích hợp thông tin với AIS

Thiết bị có thể,

- Nhận và hiển thị dữ liệu về mục tiêu thông qua AIS (toạ độ, tên tàu, MMSI, số IMO, trạng thái hoạt động, loại tàu, tốc độ, hướng đi tính chất hàng hoá ... trên tàu mục tiêu).
- Nhận và hiển thị các dữ liệu phát từ AIS các tàu và AIS bờ biển;
- Phát dữ liệu tàu ta (toạ độ, tên tàu, MMSI, số IMO, trạng thái hoạt động, loại tàu, tốc độ, hướng đi tính chất hàng hoá ...)
- Phát các bản tin minh ngữ cho các tàu mục tiêu có AIS (bản tin thông thường, bản tin an toàn).
- Phát thông tin về mục tiêu hiển thị trên màn hình Navi Sailor cho các mục tiêu mang AIS.

12. Tác nghiệp tìm và cứu (Search and Rescue Operation)

Tạo ra đường đi trên màn hình theo một trong các phương thức SAR khuyến nghị trong công ước SAR:

- Nhập số liệu ban đầu: vị trí tàu ta, khởi điểm tìm cứu, tốc độ và hướng dòng chảy;
- Tự động hình thành 3 kiểu lộ trình tìm cứu để chọn lựa:
- Expending Square;
- Parallel Track;
- Sector Search.
- Lưu giữ kế hoạch tìm cứu và giải pháp thực hiện.

13. Mô phỏng điều động tàu

Cài đặt các thông số điều động thử như sau:

- Cài đặt quảng thời gian điều động thử, điều chỉnh trong khoảng 1-24 phút
- Cài đặt hướng đi điều động thử, điều chỉnh trong khoảng 00-359^0
- Cài đặt tốc độ điều động thử, điều chỉnh trong khoảng 0- 99 kn
- Cài đặt gia tốc điều động thử, điều chỉnh trong khoảng 0,1 – 9,9/phút
- Cài đặt máy chính điều động thử: tới hết máy hay lùi hết máy
- Cài đặt trạng thái thời trễ điều động thử

14. Dự đoán động thái của tàu ở các góc lái khác nhau

- Cài đặt điểm bẻ lái (WOP)
- Dự đoán đường cong vết tàu
- Mất tốc độ và hồi phục tốc độ
- Chỉ báo tình huống mỗi phút
- Kiến nghị đi "thẳng thế" hay "trả lái về zêrô"

- Hiển thị chướng ngại nguy hiểm (giới hạn CPA, TCPA)
- Hiển thị vectơ tương đối và biến đổi thời gian điều động thử
- Cảnh báo nguy hiểm điều động thử

21.4.3 Tác nghiệp trên hải đồ điện tử

1. Hải đồ

   Có thể đồng thời hiển thị cùng một hải đồ trên hai phần màn hình độc lập với nhau, người sử dụng cơ thể thực hiện các tác nghiệp riêng biệt bằng các thanh công cụ riêng.

   - Tỷ lệ hải đồ : Có thể tuỳ chọn tỷ lệ từ 1:1000 đến 1.200.000.000
   - Zoom : Có thể phóng đại hay thu nhỏ cục bộ
   - Review bằng con trỏ
   - Information: Có thể kiểm tra thông tin và ý nghĩa tất cả các yếu tố trên hải đồ điện tử như nguồn gốc của thông tin, thời gian ấn hành và hiệu chỉnh hải đồ, hải đăng (toạ độ, màu sắc, chu kỳ), phao tiêu
   - Khi cần có thể thay đổi các lớp thông tin (information layer) của hải đồ điện tử.
   - Vị trí hải đồ, các hải đồ điện tử lân cận
   - Tự động cài đặt hải đồ điện tử

2. Chức năng đăng tải hải đồ

   Có thể đồng thời hiển thị 6 hải đồ khác nhau

3. Mục lục hải đồ

   Có thể lập, in ấn, tồn giữ bản mục lục hải đồ

4. Ghi chú sự kiện

   - Tự động ghi thời gian, địa điểm các sự kiện phát sinh
   - Có thể ghi chi tiết trên nhật ký hải đồ điện tử các sự kiện đã qua

5. Chọn màu sắc hải đồ điện tử

   Có thể chọn hiển thị hải đồ trong các điều kiện ánh sáng môi trường khác nhau:

   - Ban ngày
   - Bình minh và hoàng hôn
   - Đêm trăng
   - Đêm không trăng
   - Rađa ban ngày (khi nối với "card xử lý tín hiệu rađa")
   - Rađa ban đêm (khi nối với "card xử lý tín hiệu rađa")

6. Thông tin bến cảng

   - Tra cứu thông tin bến cảng (có thể tra cứu theo khu vực, quốc gia, vị trí hải đăng)

- Điều kiện hành hải trong cảng, độ sâu, nơi neo đậu
- Các dịch vụ và thông tấn
- Các yêu cầu hoa tiêu và tàu lai

7. Dữ liệu thuỷ triều và dòng chảy
   - Tra cứu độ cao thuỷ triều gần khu vực cảng
   - Đồ thị động thái độ cao thuỷ triều (biến đổi mỗi 6 phút)
   - Tự động điều chỉnh dự kiến thời gian tàu đến khi cài đặt dòng chảy
   - Chỉ báo động thái vectơ dòng chảy (biến đổi mỗi giờ)
   - Tối ưu đường đi
   - In ấn thông tin
8. Quản lý dữ liệu hải đồ điện tử
   - Tra cứu tình trạng hải đồ và thời gian hiệu chỉnh
   - Cài đặt hải đồ
   - Hiệu chỉnh hải đồ tự động và bằng tay
9. Vòng đánh dấu cự ly và đường phương vị điện tử

   Có thể nhận được nhanh chóng:
   - Toạ độ bất kỳ điểm nào trên hải đồ
   - Phương vị từ vị trí tàu đến bất kỳ điểm nào và ngược lại
   - CPA, TCPA từ vị trí tàu đến bất kỳ điểm nào
   - Khoảng cách giữa bất kỳ hai điểm
10. Hỗ trợ tại chỗ (Help)
    - Có thể điều chỉnh và tra cứu " Sổ tay hỗ trợ thao tác" của hệ thống hải đồ điện tử
    - Có thể tra cứu hướng dẫn thao tác bất cứ chức năng nào
11. Gõ chữ và in ấn
    - Gõ và in đường đi kế hoạch và bản kế hoạch hành trình
    - Gõ và in Nhật ký hàng hải.
    - In màn hình
12. Duy trì độ phân giải sau đây
    - SVGA(800x600)@ 60Hz, 256 màu
    - XGA(1024x768)@ 60Hz, 256 màu
    - SXGA(1280x1024) @ 60Hz, 256 màu
13. Đầu nối bộ cảm biến vị trí

- Có thể tiếp nhận các thiết bị định vị: GPS, DGPS, Loran-C, Decca, OMEGA, và các thiết bị hàng hải khác.
- Có thể đưa ra dưới dạng MNEA-0183 : Giờ quốc tế tiêu chuẩn (UTC), vị trí tàu, hướng đi, tốc độ của tàu.

14. Đầu nối thiết bị số hoá

Chuyển từ hải đồ điện tử sang thiết bị số hoá:

- Vị trí tàu ta, vị trí của các yếu tố trên hải đồ điện tử, điểm chuyển hướng, quang tiêu
- Tu chỉnh nhỏ và cập nhật tu chỉnh nhỏ

Chuyển từ thiết bị số hoá sang hệ thống hải đồ điện tử:

- Điểm chuyển hướng trên hải đồ giấy
- Tu chỉnh nhỏ và cập nhật tu chỉnh nhỏ
- Ghi chú các yếu tố và thông tin trên hải đồ giấy(như các yếu tố quân sự, tàu cá)

15. Đầu nối máy đo sâu

Hệ thống tiếp nhận đầu ra của máy đo sâu phù hợp, kiểu MNEA-0183:

- DBS – Độ sâu từ mặt nước đến đáy biển
- DBT – Độ sâu từ máy đo sâu đến đáy biển
- DBK – Độ sâu từ ki tàu đến đáy biển

16. Đầu nối máy lái tự động

Hệ thống có thể tự thích ứng các thông tin chuyển từ máy lái;

- Hướng đi
- Vị trí tàu
- Các thông số chuyển động của tàu
- Véctơ giạt ngang

17. Đầu nối la bàn con quay/ la bàn từ

Hệ thống tiếp nhận đầu ra của la bàn con quay/ la bàn từ phù hợp, kiểu MNEA-0183. Đầu ra của la bàn không phù hợp có thể dùng bộ chuyển đổi đầu ra để phù hợp với MNEA-0183. Đầu ra của la bàn sau khi chuyển đổi có thể nối trực tiếp với ARPA và GPS.

Thông tin đã qua xử lý bao gồm:

- HDT – Hướng đi la bàn con quay
- HDM – Hướng đi la bàn từ
- OSD – Thông số của tàu (chỉ đọc được hướng đi)
- VHM – Hướng đi và tốc độ tương đối với nước (chỉ đọc được hướng đi)

18. Đầu nối tốc độ kế

Hệ thống tiếp nhận đầu ra của tốc độ kế phù hợp kiểu MNEA-0183. Tốc độ kế không tiêu chuẩn có thể thông qua bộ chuyển đổi đầu ra để phù hợp với NMEA-0183. Sau khi chuyển đổi, tốc độ kế có thể nối trực tiếp với ARPA, GPS.

Thông tin đã qua xử lý bao gồm:

- OSD – Thông số của tàu (chỉ đọc được tốc độ)
- VHM – Số đọc hướng đi và tốc độ tương đối với nước (chỉ đọc được tốc độ)
- VBW – Tốc độ tương đối với nước và tương đối với đất (chỉ đọc được tốc độ)

19. Nhập dạt nước, gió, nhiệt độ

Hệ thống có thể tiếp nhận các thông tin về dạt nước, gió và nhiệt độ. Thông tin qua xử lý bao gồm;

- VDR – tốc độ , hướng dạt nước
- MTW – Nhiệt độ nước biển
- VWT – Hướng và tốc độ gió thật

20. Thiết bị chuyển hoán cơ sở dữ liệu hải đồ điện tử TX-97

- Có thể hoán chuyển và hiển thị cơ sở dữ liệu hải đồ điện tử toàn cầu kiểu TX-97 (gồm 4000 hải đồ điện tử véctơ , tổng cộng chiếm ổ đĩa cứng dưới 300MB)

21. Thiết bị chuyển hoán cơ sở dữ liệu hải đồ điện tử DX-90

- Có thể hoán chuyển và hiển thị cơ sở dữ liệu hải đồ điện tử DX-90 trên cơ sở ECDIS phù hợp với quy định của IMO.

22. Hồi phục hiển thị và phân tích

- Hồi phục hiển thị bất cứ hành trình nào trong quá khứ bao gồm vết đi, động thái của tất cả mục tiêu tàu, nhật ký hàng hải điện tư;
- In ấn màn hình, gõ và in vết đi của tàu;
- Chuyển đổi nhanh trạng thái trước, sau.

23. Biên tập hải đồ

- Hiệu chỉnh hải đồ bằng tay;
- Điền vào và xoá đi các ký hiệu hải đồ tiêu chuẩn, ký hiệu ghi chú, đánh dấu, đường bờ biển, gõ chữ;
- Có 7 màu tự chọn.

24. Đầu nối ARPA/RADAR

Đầu nối ARPA/RADAR và cáp nối chuyên dùng có thể chuyển tải số liệu hai chiều dưới đây:

- Chuyển tải tự động hải đồ điện tử từ ARPA/RADAR sang TX-97;
- Có thể hiển thị trùng khớp tín hiệu sóng dội của tất cả các mục tiêu từ ARPA/RADAR và các véctơ tàu lên hải đồ điện tử;

- Con trỏ quang rađa, đường phương vị cự ly điện tử rađa;
- Số đọc la bàn con quay và tốc độ kế

25. Đầu nối thiết bị nhận dạng tự động AIS
    - Đầu nối thiết bị nhận dạng tự động AIS ROSS của Mỹ
    - Đầu nối thiết bị ứng đáp AERO của Thuỵ điển
    - Tín hiệu của hai thiết bị ứng đáp nói trên hiển thị thành hình tam giác trên hải đồ điện tử TX-90.
26. Thiết bị chuyển hoán cơ sở dữ liệu hải đồ raster ARCS của Anh
    - Có thể chuyển hoán và hiển thị cơ sở dữ liệu hải đồ raster ARCS , đồng thời có thể cùng hiển thị hải đồ điện tử vector TX-97.
27. Thiết bị chuyển hoán cơ sở dữ liệu hải đồ raster NOAA/BSB của Mỹ
    - Có thể chuyển hoán và hiển thị cơ sở dữ liệu hải đồ raster NOAA/BSB , đồng thời có thể cùng hiển thị hải đồ điện tử vector TX-97.
28. Hệ thống hiệu chỉnh tự động hải đồ điện tử
    - Thông qua hệ thống BSB có thể tiến hành hiệu chỉnh hải đồ điện tử theo yêu cầu;
    - Cách hai tuần có thể dùng đĩa mềm tiến hành hiệu chỉnh hải đồ điện tư.
29. Hệ thống tự động đổi mới hải đồ điện tử, mỗi 3 tháng có thể dùng đĩa quang nhận được để tự động đổi mới hải đồ điện tử
30. Nối mạng thiết bị hiển thị hải đồ điện tử

    Thiết bị hiển thị chủ có thể nối với thiết bị hiển thị phụ bất kỳ, thiết bị hiển thị chủ có thể chuyển các thông tin sau đây cho thiết bị hiển thị phụ:
    - Thông tin về thời gian
    - Thông tin về múi giờ
    - Thông tin tàu ta
    - Thông tin tàu mục tiêu
    - Thông tin độ sâu
31. Card xử lý tổng hợp tín hiệu rađa
    - Tiếp nhận tín hiệu ảnh (video) của rađa
    - Xử lý số đối với tín hiệu rađa
    - Đồng thời có thể ghi 500 mục tiêu
    - Tự động phân loại mục tiêu (như mục tiêu mới, mục tiêu cố định, mục tiêu mất)
    - Xử lý hình ảnh ra đa
    - Chuyển thông tin rađa sau khi số hoá hiển thị trên màn hình hải đồ điện tử

- Có thể tiến hành điều khiển trực tiếp các lệnh đơn rađa trên lệnh đơn ở hải đồ điện tử TX-97 (như độ lợi, giảm nhiễu...)

21.4.4 Các phương thức hoạt động của NAVI-SAILOR 2400 ECDIS và NAVI-SAILOR 3000 ECDIS

NAVI-SAILOR 2400 (và 3000) ECDIS có các phương thức hoạt động như sau:

- Phương thức kiểm soát hải trình
- Phương thức hành hải
- Phương thức lập hải trình
- Xác định vị trí tàu
- Nối với các cảm biến
- Hiển thị hải đồ điện tử
- Tự động cập nhật hải đồ
- Bản tin báo động
- Lập văn bản hải trình
- Thiết kế hải trình
- Kiểm soát tuyến ghi nhớ vết đi
- Môđun thuỷ triều và dòng chảy
- Môđun thông tin về cảng
- Giao diện RADAR/ARPA
- Cài đặt thử nghiệm
- Khuyến cáo tránh va
- Điều động khẩn cấp
- Dưới đây trình bày chi tiết hoạt động của các phương thức:

1. Phương thức kiểm soát hải trình

Nhờ các dữ liệu thông qua giao diện với thiết bị xác định vị trí (hoặc hàng hải suy tính, thông qua tốc độ kế/labàn con quay - log/gyro), thiết bị đảm bảo vạch vết đi liên tục; tự động ghi vết đi tàu ta, vết đi của mục tiêu ARPA thu nhận, duy trì nhật ký hàng hải điện tử ở tất cả các phương thức hoạt động của hệ thống (tức khi bản thân thiết bị đồ giải video đang hoạt động).

Phương thức kiểm soát hải trình là phương thức bắt buộc liên tục nhằm đảm bảo sự liên kết với các phương thức hoạt động khác (như phương thuć hành hải và hoạch định hải trình).

Phương thức này đảm bảo kiểm soát liên tục vị trí tàu tương đối với các mục tiêu (các đường đẳng sâu an toàn, các chướng ngại nguy hiểm đơn độc có độ sâu nhỏ hơn độ sâu cài đặt, các thiết bị trợ hàng ở những khu vực đặc biệt có sẵn trên hải đồ hoặc/và được cơ sở dữ liệu cập nhật trong một khu vực nhất định chung quanh tàu (đến 10 hải lý). Bất cứ lúc nào

khi xảy ra tình huống tiếp cận lẫn nhau (thời gian và khoảng cách) với một trong nhiều mục tiêu chung quanh thì thiết bị sẽ tạo ra báo động tương ứng (nhìn hoặc nghe).

Cùng với việc kiểm soát vị trí tàu tương đối với các mục tiêu hải đồ, vị trí tàu còn được kiểm tra thường xuyên bằng cách so sánh với đường đi kế hoạch, các số liệu tương ứng được hiển thị trên khu vực thông tin của màn hình và chuyển sang máy lái tự động.

Trong phương thức này còn có một chức năng phụ trợ cho phép giám sát việc thực hiện lịch trình đã tính toán về chuyển động của tàu theo đường đi và cảnh báo khi tàu bị chậm trễ hoặc vượt lên trước lịch trình.

2. Phương thức hành hải

Với phương thức này cho phép hiển thị liên tục vị trí tàu ta trên màn hình.

Để điều động tàu một cách có hiệu quả, phương thức này cung cấp cho nhà hàng hải một bộ dữ liệu về điều kiện hành hải với định dạng dễ hiểu giúp đưa ra những quyết định nhanh chóng để điều khiển tàu, bao gồm:

- Vị trí tàu và vết tàu [từ hai nguồn riêng biệt];
- Hải đồ điện tử cập nhật lớp (layer) tự động hoặc bằng tay cùng những thông tin đặc biệt cho người sử dụng;
- Thông tin rađa thứ cấp [các mục tiêu ARPA truy theo] biểu thị dưới dạng đồ thị cùng với chuyển động của chúng và các thông số tiếp cận dưới dạng biểu bảng;
- Các thông tin về khả năng hoạt động của các thiết bị kết nối;
- Kết quả điều động thử của tàu ta [với hướng đi và/hoặc tốc độ] dưới dạng đồ thị cùng với những đặc tính động và độ dạt tổng hợp của tàu;
- Vị trí suy tính của tàu ta và mục tiêu ở bất cứ thời điểm nào (đến 24 phút);
- Tình huống tiếp cận nguy hiểm với các mục tiêu, báo động CPA/TCPA
- Đánh giá độ chính xác của quyết định [vị trí tàu và các mục tiêu đồ giải trên hải đồ dưới dạng đồ thị];
- Các dữ liệu về vị trí tàu tương đối với đường đi, về điểm bẻ lái (WOP)
- Đường đi kế hoạch ban đầu trên hải đồ, bao gồm lịch trình tính toán có xét tới thuỷ triều;
- Vết tàu đi trên hải đồ;
- Độ sâu từ máy đo sâu;
- Độ cao thuỷ triều từ điểm tham chiếu gần nhất và các dữ liệu liên quan;
- Vectơ tính toán dòng thuỷ triều tại vị trí tàu;
- Vectơ dòng chảy tổng hợp giữa COG/SOG-HDG/LOG;
- Hải đồ đang sử dụng: thông tin và tình trạng.

3. Phương thức lập hải trình

- Phương thức này đảm bảo hai cách cơ bản để lập và biên tập đường đi bằng đồ giải và bằng biểu bảng. Cách vẽ được sự hỗ trợ bằng thiết bị số hoá (tức là đường đi có thể được nhập trực tiếp từ hải đồ giấy);
- Theo yêu cầu của IMO và IHO đối với ECDIS , phương thức này có thể giúp kiểm tra các đường đẳng sâu an toàn, các giới hạn của khu vực đặc biệt, các đường an toàn đi qua các chướng ngại nguy hiểm (nhỏ hơn các giá trị đã cài đặt) đối với đường đi hoạch định cùng với các báo động tương ứng;
- Thực hiện các quy trình tính toán/tối ưu hoá đường đi. Với tốc độ và dòng chảy nhập vào, tính toán ETA điểm hẹn hoặc xác định tốc độ cần thiết với ETA xác định ;
- Chiều dài đường đi là không giới hạn. Có thể áp dụng các phân đoạn cung vòng lớn hoặc hằng hướng (rhumb) khi hoạch định hải trình ;

4. Xác định vị trí tàu

Vị trí tàu được xác định và hiển thị một cách không gián đoạn từ các dữ liệu lấy từ bộ cảm biến GPS (DGPS). Vị trí tàu cũng có thể được xác định liên tục bằng cách sử dụng mục tiêu cố định do ARPA truy theo.

Theo yêu cầu của IMO và IHO đối với ECDIS, có thể kết nối với với bộ cảm biến thứ hai (chẳng hạn LORAN, DECCA).

Cũng có thể sử dụng phương pháp thứ yếu là hàng hải suy tính (bằng cách nhập bằng tay các số đọc của tốc độ kế, hướng đi la bàn con quay, tốc độ)

Vị trí tàu có thể điều chỉnh được bằng tay.

5. Hiển thị hải đồ điện tử

Hệ thống hiển thị hải đồ điện tử sử dụng các định dạng hải đồ hàng hải điện tử sau đây:

- DX-90 (IHO) (Hải đồ vector)
- TRANSAS MARINE (Hải đồ vector)
- ARCS (Hải đồ raster)
- NOAA (Hải đồ raster)
- BSB (Hải đồ raster)

Phương thức này hiển thị hải đồ điện tử vector hoàn toàn phù hợp với yêu cầu của IHO và IMO.

Toàn bộ thông tin về hải đồ được chia ra 3 nhóm:

- Hiển thị cơ bản (không thể xoá khỏi màn hình);
- Hiển thị tiêu chuẩn;
- Các thông tin phụ trợ.

Trong mỗi nhóm thông tin có thể tắt, không cho hiển thị một số mục tiêu, chẳng hạn trong lớp các thông tin phụ trợ có thể không cho hiển thị các thông tin vượt quá độ sâu 20 mét.

Người sử dụng có thể cho hiển thị đồng thời thông tin của nhiều hải đồ (giới hạn là 5) và có thể thay đổi thứ tự hiển thị các hải đồ. Có thể nhận các thông tin chi tiết của bất kỳ mục tiêu nào thông qua chức năng INFORM.

Trong "Phương thức hành hải", người sử dụng có thể thay đổi hải đồ một cách tự động hay bằng tay.

1. Dịch vụ cập nhật hải đồ toàn cầu tự động

Có hai phiên bản cập nhật hải đồ:

- Cập nhật tự động khi thông tin cập nhật cung cấp thông qua đĩa quang hoặc qua các kênh thông tin trên Internet;
- Cập nhật bằng tay do người sử dụng kẻ bằng tay nhờ các công cụ đồ họa chuyên dụng (Dedicated built-in graphic editor).

2. Thiết kế hải trình

ECDIS có thể cung cấp các khả năng thiết kế hải trình như sau:

- Đưa vào các điểm hẹn;
- Kế hoạch hải trình + ETA, tính toán DTG;
- In ấn kế hoạch hải trình;

3. Kiểm soát đường đi và lưu giữ vết đi

ECDIS cung cấp các khả năng kiểm soát đường đi và lưu giữ vết đi như sau:

- Đuôi vị trí kéo dài 6 phút;
- Đánh dấu vết đi chọn lựa bằng màu riêng biệt;
- Hiển thị vết đi, có thể điều chỉnh từ 0-24 giờ;
- Khả năng lưu giữ không giới hạn;
- Lưu giữ vị trí, hướng đi, tốc độ mỗi phút.

4. Môđun thuỷ triều và dòng chảy

ECDIS có thể tự động tính toán và hiển thị các thông tin phụ trợ trên hải đồ điện tử như sau:

- Độ cao thuỷ triều cảng tới;
- Đồ thị thuỷ triều cảng tới;
- Vectơ dòng chảy thuỷ triều theo ngày/giờ.

5. Lập tư liệu hải trình.

Vết đi của tàu ta được ghi lại mỗi 10 giây một lần. Các dữ liệu về hướng đi, tốc độ với đáy (COG-SOG) cũng như các dữ liệu về hướng đi từ la bàn con quay và tốc độ từ tốc độ kế (HDG-LOG) được ghi lại mỗi phút một lần. Thực hiện việc ghi chép tự động cách mỗi phút một lần không cần lệnh của người sử dụng. Ngoài ra, các dữ kiện về dòng chảy, hải đồ đã sử dụng, vị trí từ bộ cảm biến thứ cấp , các lần bật/ tắt khi điều khiển thiết bị v.v..., đều được ghi vào bộ nhớ.

Tự động duy trì *Nhật ký điện tử* khi có dữ liệu vị trí tàu theo thời gian cài đặt sẵn cùng với tất cả những sự kiện kèm theo (như báo động, thay đổi cấu hình hệ thống, đi qua điểm hẹn v...) Có thể tham khảo Nhật ký bất cứ lúc nào khi máy vận hành.

Ngoài việc ghi chép vết đi tàu ta, tất cả các mục tiêu quá khứ mà ARPA đã theo dõi đều được lưu giữ cùng với các thông số chính của nó (như CPA, TCPA, cự ly, hướng ngắm, tốc độ, CCP – Course Cross Point, TCCP- Time to Course Cross Point)

Các thông tin được ghi vào đĩa cứng và đều có thể in ra được ở các phương thức vận hành.

6. Báo động

Thiết bị có thể phát báo động liên quan đến các trường hợp sau đây:

1) Việc kiểm soát vị trí tàu tương đối với các chướng ngại nguy hiểm:

- Tàu cắt qua đường độ sâu an toàn với độ sâu biến đổi trong thời lượng cài đặt sẵn;
- Tiếp cận chướng ngại hàng hải nhỏ hơn một khoảng cách cài đặt;
- Tiếp cận một thiết bị trợ hàng nhỏ hơn một khoảng cách cài đặt;
- Tiếp cận một khu vực đặc biệt.

2) Kiểm soát tình huống trên rađa

- CPA và TCPA của mục tiêu nhỏ hơn giá trị cài đặt;
- Mất mục tiêu;
- Mục tiêu sử dụng như là một đối tượng cố định.

3) Kiểm soát đường đi

- Lệch ngang khỏi đường đi – XTE, hoặc lệch khỏi hướng đang lái;
- Tiếp cận đến điểm hẹn (WP);
- Điểm bẻ lái (WOP) – bắt đầu lái sang chân đường tiếp theo;
- Đã vượt qua điểm hẹn sau cùng;
- Tàu chạy chậm lịch trình hay nhanh hơn lịch trình

4) Tình trạng hệ thống

- Trục trặc thiết bị nối với hệ thống – Vị trí cung cấp bởi GPS (DGPS) không đáng tin cậy, tất phương thức GPS;
- Độ sâu nhận được từ máy đo sâu nhỏ hơn giá trị cài đặt;
- Kết thúc giờ trực ca

7. Cài đặt chế độ thử

EDCIS cung cấp khả năng điều động thử như sau:

- Thử thời trễ 1-24 phút;
- Thử hướng $1\text{-}359^0$;
- Thử máy : TỚI HẾT MÁY- LÙI HẾT MÁY;

- Cài đặt gia tốc 0,1-0,99 nơ/phút;
- Chỉnh dạt.

8. Khuyến cáo tránh va

ECDIS hiển thị các thông tin sau đây đối với mục tiêu truy theo:

- Chỉ báo mục tiêu nguy hiểm CPA, giới hạn TCPA.
- Chỉ báo ảnh hưởng của điều động tàu ta đến các vectơ tương đối cùng với thời gian tiến triển;
- Cho trùng khớp điều động trên hải đồ.

9. Điều động khẩn cấp

Chỉ báo lệnh khẩn cấp điều động "phút chót": hai nữa vòng quay trở (hết lái) và khoảng cách dừng tàu (stop way).

21.5 Thiết bị hải đồ điện tử "Microplot 7 ECDIS"

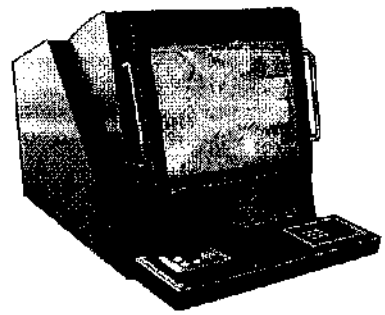
21.5.1 Một vài số liệu đặc tính kỹ thuật cơ bản

Toàn bộ thiết bị gồm:

1. Thiết bị chính, hình 21.12.

Trọng lượng 41kg (bao gồm màn hình và bàn phím).

Màn hình Barco ICD Industrial 21", kích thước: 399mm, 483mm, 537mm. (Có loại để bàn và loại đứng có chân đế)



Hình 21.12

2. Thiết bị giao diện Microplot Navaid (NIU)

Gồm 6 đường nối độc lập RS422~RS232

Kích thước: 160mm, 205mm, 110mm.

Nguồn lấy trực tiếp từ máy vi tính.

3. Thiết bị báo động ngoại vi

Báo động bằng âm thanh và đèn khi hệ thống Microplot trục trặc hoặc nguồn điện hư hỏng. Nguồn điện cung cấp 12V lấy từ bộ biến điện aapter.

Hình 21.13 mô tả màn hình Microplot Mariner 7 ECDIS Ver 7.4, cùng với các cửa sổ menu, thanh tác vụ ... Trên màn hình hiển thị các thanh tác vụ trên đỉnh hải đồ, thanh tác vụ dưới cùng và cửa sổ bên tay phải. Hình 21.14 biểu thị thanh menu chính và các cửa sổ tương ứng.

21.5.2 Khởi động, tắt máy

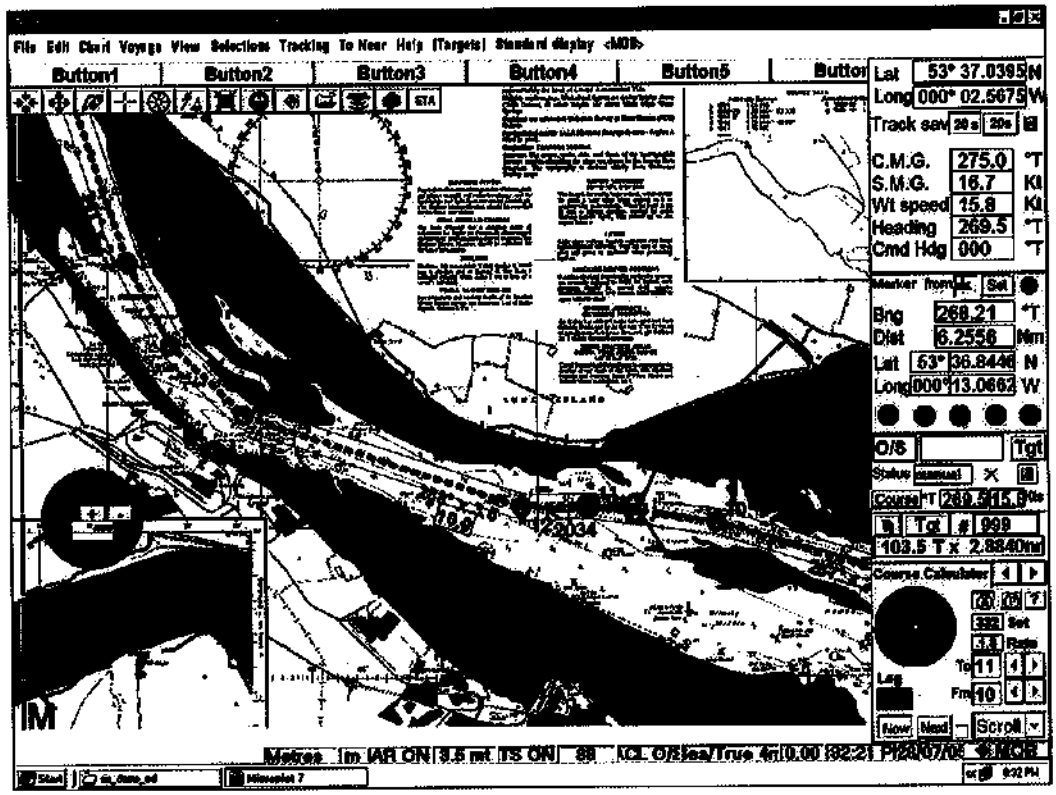
1. Khởi động

Để tránh báo động không cần thiết, cần tuân theo trình tự sau đây,

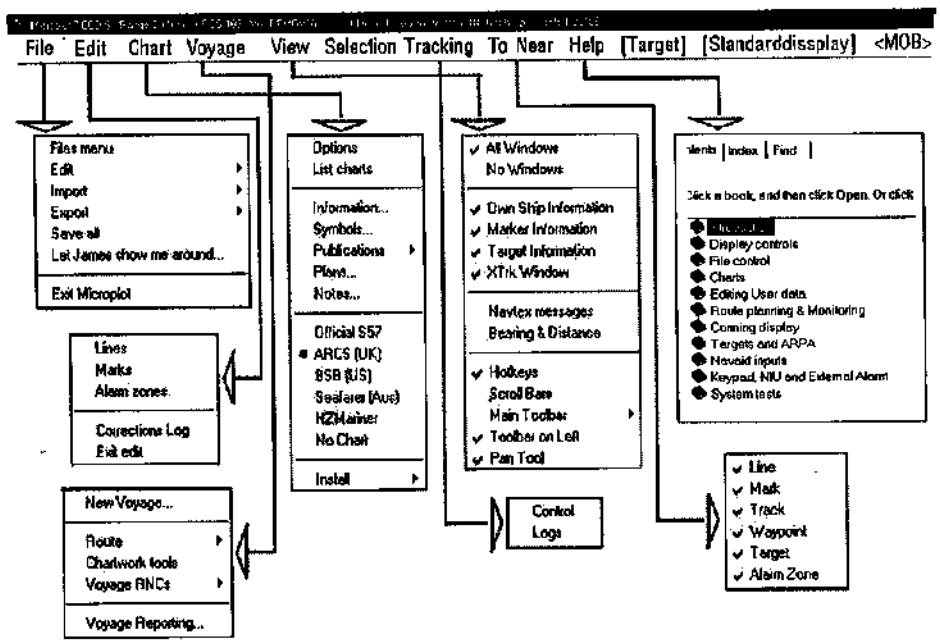
1) Mở tất cả các navaid (thiết bị hàng hải), rađa, máy đo sâu...

2) Mở máy vi tính, máy vi tính sẽ *boot* và *log on* với Microplot

3) Mở thiết bị báo động bên ngoài.



Hình 21.13



Hình 21.14

2. Tắt Microplot

Chọn **File>Exit Microplot** ở thanh menu chính trên cùng. Khi nhấn chuột vào cửa sổ này thì máy tính và các phần mềm sẽ tắt.

3. Cài đặt

Microplot sẽ do các kỹ sư chuyên môn cài đặt khi máy được lắp đặt và sử dụng. Cần cài đặt lại trong trường hợp khẩn cấp chỉ có thể thực hiện bằng liên hệ trực tiếp với hãng để được kỹ sư chuyên môn hỗ trợ.

4. Trợ giúp trên màn hình

Help trong menu chính gồm một bảng nội dụng và phần hướng dẫn (Index). Có thể mở các hộp thoại trong cửa sổ để tham khảo toàn bộ hướng dẫn sử dụng máy.

Trong cửa sổ có phần **Index** để tra nhanh các nội dung các đề mục cần hỗ trợ sắp xếp theo thứ tự A,B,C ...

Ngoài ra ở các hộp thoại khác cũng có phần trợ giúp có dấu "?" . Nhấn chuột vào nút có dấu hỏi để xem nội dung trợ giúp ;

5. Người sử dụng ghi chú trong phần "Help"

Nếu người sử dụng cần ghi chú vào trong hệ thống Help thì sử dụng các cửa sổ bên trái. Từ thanh công cụ **Help** chọn **Edit>Annotate,** gõ nội dung và *save*, nội dung ghi chú sẽ được đánh dấu riêng biệt.

21.5.3 Điều khiển chương trình

1. Cửa sổ View

Nhấn **View** trên menu chính mở ra hộp thoại, hình 21.15, chọn để hiển thị các cửa sổ bên phải, hình 21.16, bằng cách nhấp chuột vào từng đề mục để cho các thanh cuốn (scroll bar) và các phím tắt (hotkeys) hoạt động. Không xuất hiện các thanh cuốn nếu không chọn.

Microplot Mariner có 3 cách định hướng Chart up (dùng cho RNC), Leg up, và North up, đều ở dạng Chuyển động thật (True Motion). Trên góc trên bên trái có dấu hiệu hướng bắc thật North.

2. Cấu trúc Menu

Trong tất cả các cửa sổ đều có nội dụng, sơ đồ ..., có thể xóa, hoặc dịch chuyển vị trí trên màn hình, ngoại trừ menu chính trên cùng (xem hình 21.13) là cố định. Tất cả thông tin cho người sử dụng đều nằm bên phải màn hình, có thể thay đổi màu sắc, tuỳ chọn. Nhấn chuột phải vào bất cứ chỗ nào trên màn hình, trừ các vị trí hộp thoại, có thể truy cập các thông tin cần thiết.

3. Thanh công cụ (Tool bar)

Từ trên thanh menu chính, nhấn chuột vào **View > Main tool bars>** [đề mục] để hiển thị các biểu tượng của thanh công cụ (hình 21.17) nằm phía dưới các phím tắt. Trên hình mô tả các nút (được đánh số 1, 2, 3 ...) và các cửa sổ tương ứng.

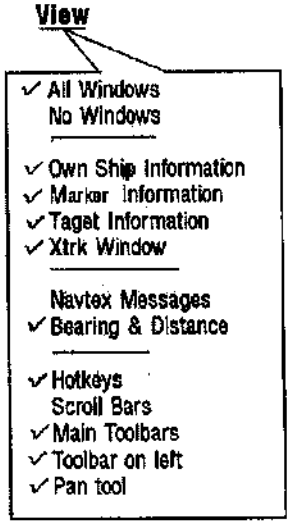
4. Dịch chuyển màn hình

Các nút (4), (5) trong thanh công cụ hình 21.17, có thể đưa vị tàu về dấu hiệu trung tâm hoặc đưa vị trí tàu về vị trí ban đầu trên màn hình.

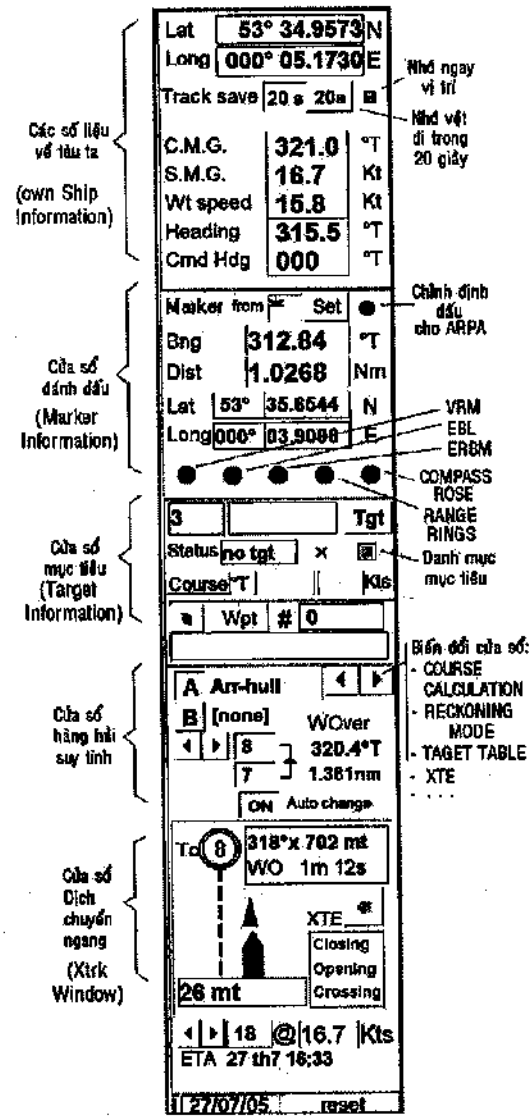
Với ACRS có thể cuốn hải đồ lên, xuống, trái, phải nhờ các thanh cuốn (View>Scroll bars). Cũng có thể dùng View>pan tool khi muốn dịch chuyển nhiều. Hoặc khi đưa dấu con trỏ về phía mép màn hình, làm xuất hiện một mũi tên, nhấn chuột trái thì cũng có thể dịch chuyển màn hình về phía mũi tên.

5. Hình dáng tàu ta

Vào **File> Files Menu**, chọn **Navigation files**, chọn **Shape**, chọn hình dáng thể hiện tàu ta trên màn hình.



Hình 21.15



Hình 21.16

6. Thanh trạng thái (Status Bar)

Thanh trạng thái nằm ở dưới cùng màn hình, hiển thị:

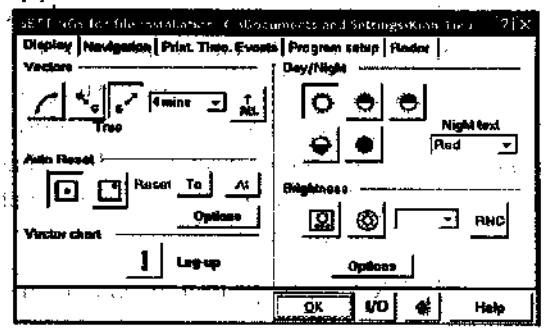
- các thông tin về sai số của hệ thống hải đồ;
- thông tin tổng quát của Microplot.

7. **Chỉnh định tự động màn hình**

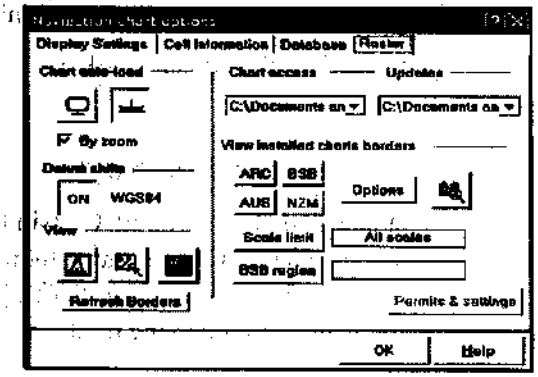


(1, 2) - Zoom in, Zoom out - phóng to thu nhỏ
(3) - Reset ownship position - đặt lại vị trí tàu ta
(4) - Center Marker - về dấu trung tâm
(5) - Display setting - chỉnh màn hình, ẩn/hiện của sổ hình (a)
(6) - Chart option - chọn hải đồ, ẩn/hiện của sổ hình (b)
(7) - Switch overview chart - xem hải đồ
(8) - Alarm menu - menu báo động, hình (c)
(9) - File menu - cửa sổ hình (d)
(10) - Sounder menu - menu đo độ sâu, ẩn hiện cửa sổ hình (e)
(11) - ETA table - Danh mục dự báo tàu đến, hình f

(a)



(b)



Hình 21.17

Độ sáng và trạng thái màu sắc của hải đồ có thể chỉnh định bằng nhấn nút **Display setting** (số 5 trên hình 21.17) hiển thị cửa sổ (a), trong đó có các nút điều chỉnh (day, dusk, night) và chỉnh độ sáng hải đồ.

8. Hiển thị mạng lưới

Để hiển thị mạn lưới kinh vĩ độ, chọn **Selection>Switch>Screen Grid**

9. Thước tỷ lệ khoảng cách

Chỉ báo thang tỷ lệ đặt ở trên cùng tiếp theo sau biểu tượng Microplot. Còn có thước tỷ lệ đặt dọc lề trái màn hình.

Ngoài ra, một thước tỷ lệ hiển thị tự động trên mép bên trái của màn hình. Đối với hải đồ có tỷ lệ 1/8000 hoặc lớn hơn thì một đoạn chia màu cam trên thước tỷ lệ biểu thị chiều dài 1 hải lý và chia ra 10 liên. Đối với hải đồ có thước tỷ lệ nhỏ hơn thì trên một đoạn màu xám biểu thị 10 hải lý và chia đơn vị nhỏ 1 hải lý.

10. Các vòng cự ly

Để có các vòng cự ly trên màn hình, nhấp chuột vào các nút VRM (vòng cự ly biến đổi) và Range Rings (vòng cự ly cố định) trên cửa sổ đánh dấu (Hình 21.13).

11. Cài đặt các phím tắt (Hotkey sets)

Các phím tắt giúp cho việc điều khiển chương trình dễ dàng hơn, ví dụ vài phím tắt dùng cho mục đích vạch kế hoạch hải trình, một số phím khác dùng trong khi kiểm soát hải trình. Trên Microplot 7 ECDIS có hai bộ (set) phím tắt nằm dưới thanh menu chính phía trên màn hình. Set 1 không lập trình; set 2, trừ hai phím cuối cùng 5 và 6 cũng không lập trình. Hai phím 5 và 6 này , tuỳ thuộc định dạng của hải đồ, nó được sử dụng như sau: Trong **ARCS**, 5 = Load chart at marker, 6 = chart info ; trong **Vector**, 5 = Verify current leg, 6 = Spot details. **No chart**, 5 = chart switch, 6 = screen grid. Các phím khác: Set 1, 1 = Chartwork tool, 2 = Clear look ahd, 3 = ETA & Marker, 4 = Target clear; Set 2, 1 = Save creen, 2 = Brg & dist window, 3 = Fix create, 4 = Even mark.

Lập Hotkey bằng cách truy nhập **View>hotkeys** trên thanh nmenu chính mở hotkey và thực hiện như sau:

a) Dịch chuyển con trỏ vào kotkey, nhấp chuột phải, menu chọn chính xuất hiện;

b) Dịch chuyển con trỏ trong menu đến vị trí chọn để tạo hotkey;

c) Nhấp chuột trái vào vị trí chọn.

21.5.4 Hải đồ hàng hải điện tử của hệ thống - SENC chính thức

Như đã nói ở trên, SENC là kết quả của sự phối hợp của ENC (bản thân dữ liệu ENC không thể thay đổi) với bất kỳ dữ liệu cập nhật của ENC cùng những thông tin liên quan do người sử dụng nhập vào hoặc truy xuất từ bộ cảm biến của các thiết bị hàng hải khác. Đó là những dữ liệu "sẵn sàng sử dụng" dùng để hiển thị thông tin đồng thời cung cấp dữ liệu cho báo động và giám sát đường đi.

1. Hiển thị các dữ liêu chính thức SENC

Các dữ liệu hải đồ điện tử ENC tải từ IHO là các dữ liệu thuỷ văn số hoá tiêu chuẩn định dạng S-57, Microplot tải về các dữ liệu ENC theo định dạng đó . Các dữ liệu ENC theo định

dạng S-57 được lưu giữ vào bộ nhớ (không thích hợp để xử lý dữ liệu) và chuyển thành định dạng CM93/3 để có cơ sở dữ liệu SENC (SENC- System ENC - ENC của hệ thống) và lưu giữ trong *cơ sở dữ liệu SENC* (SENC Database). Để hiển thị hải đồ và thực hiện các chức năng hàng hải của ECDIS, phải truy cập vào các dữ liệu này.

(*Chú ý*: Ấn phẩm đặc biệt S-57/3 (phiên bản 3 IHO Transfar Standard for Digital Hydrografic Data) của IHO dùng để chuyển ENC giữa các cơ quan thuỷ văn, các nhà chế tạo ECDIS, các nhà hàng hải ... và những người sử dụng dữ liệu)

ENC có thể yêu cầu cung cấp qua e.mail, fax hoặc phone cho RENC (Cơ quan quản lý hải đồ điện tử khu vực), các đại lý hải đồ.

S-57 chính thức có thể nhận được dưới dạng đĩa CD hoặc qua dịch vụ trực tuyến trên Internet.

2. Cài đặt S-57

Đẩy đĩa CD vào trong ổ đĩa tương ứng, ngay lập tức phần mềm cài đặt chạy một cách tự động. (Cũng có thể khởi động chương trình nhập ENC từ menu **Charts> ENC**), lần lượt thực hiện theo các hướng dẫn đến kết thúc cài đặt.

3. Tải ENC qua RENC Internet

Khi các files được tải về và sao chép vào ECDIS thì nó lập tức chuyển thành SENC.

Có thể truy nhập vào SENC (C-Map) để thực hiện các tác nghiệp kiểm soát, hiển thị, xem dữ liệu từng điểm trên hải đồ, hiệu chỉnh ...

21.5.5 Hải đồ hàng hải Raster (RNC- Raster Navigational Chart)

Nhấn chuột vào biểu tượng 6, hình 21.17, để có hộp thoại (b), vào *Chart access*, chọn ARCS.

ARCS được phát hành bằng đĩa CD. Mỗi hải đồ đều có số hiệu xê-ri. Không thể thay đổi nội dung trên hải đồ với số hiệu xê ri nhất định.

Microplot hiển thị hải đồ RNC dựa trên định dạng HCRF (Hydrrographic Chart Raster Format) dùng cho hải đồ raster Seafarer (của Úc) và ARCS (của Anh). Để nhận được HCRF phải đăng ký ID của người dùng với đại lý hải đồ để họ cho phép và chứng nhận được truy cập và lấy trên mạng.

1. Cài đặt đĩa CD ARCS

Dữ liệu ARCD có thể đọc trực tiếp trên đĩa CD qua menu **Charts>Display Options**, tốt nhất là chuyển sang ổ đĩa cứng. Mỗi đĩa CD chứa một số hải đồ nhất định, mỗi đĩa CD hiệu chỉnh dùng để hiệu chỉnh tất cả hải dồ trong một đĩa CD hải đồ. Đĩa CD hiệu chỉnh được phát hành hàng tuần phân phối qua các cơ quan đại lý ARCS.

Cài đặt RNC:

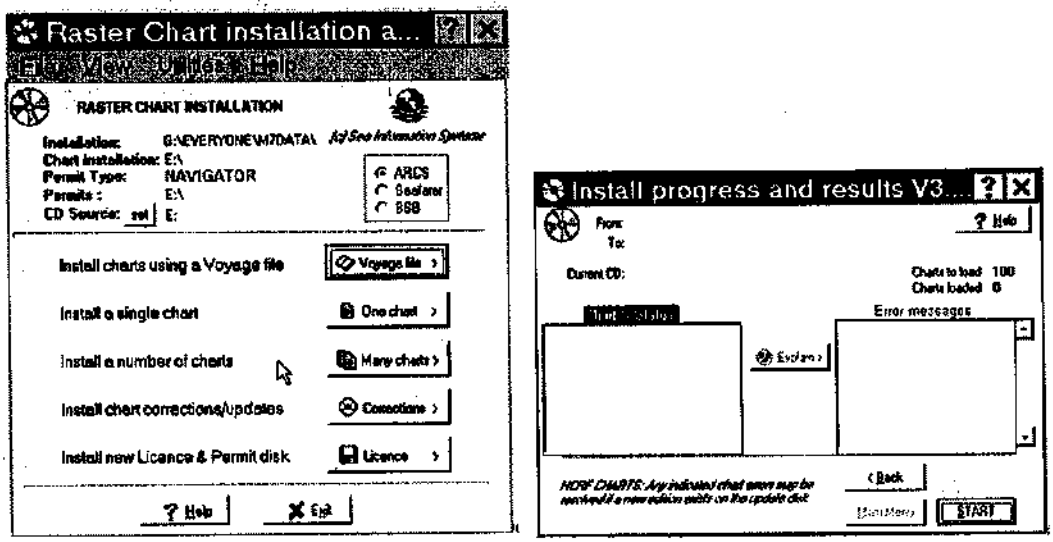
Vào **Chart>Install>Raster,** xuất hiện hiện cửa sổ " Raster Chart Installation" , hình 21.18a, lựa chọn các nút phù hợp, vào cửa sổ hình 21.18b, nhấn Start. để cài đặt.

2. Biên tập Voyage files

Dùng cách này để cài đặt một nhóm hải đồ và các hiệu chỉnh của chúng vào ổ đĩa cứng. Chọn **Chart>Raster chart install,** chọn Voyage files, chọn new hoặc open, thực hiện tiếp theo hướng dẫn trên màn hình.

3. Hiệu chỉnh ARCS

Chọn Chart>Install, đưa đĩa CD hiệu chỉnh vào ổ đĩa, chọn Corection trên hình 21.18a, nhấn Start ở hình 21.18b. Một đĩa CD mới bao gồm tất cả các hiệu chỉnh phát hành trước đó. Một đĩa hiệu chỉnh cho tất cả các hải đồ.



a) b)

Hình 21.18

21.5.6 Tác nghiệp trên hải đồ điện tử

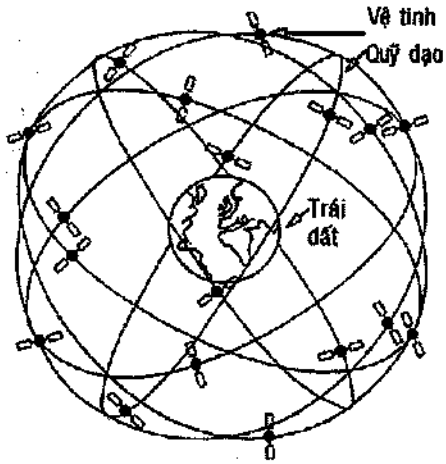
Sĩ quan hàng hải có thể tiến hành tác nghiệp trên hải đồ, vạch kế hoạch hải trình, giám sát đường chạy tàu, xác định vị trí, đặt điểm hẹn, cài đặt vòng cảnh giới, báo động ..., tất cả các thao tác đều có hướng dẫn trong menu **Help > Index,** nhấn vào đề mục nội dung cần tìm hiểu, các hộp thoại cung cấp cho người sử dụng các hướng dẫn chi tiết những thao tác cần thiết.

Ví dụ, để biên tập các điểm hẹn, chọn **Voyage>Route>Edit** làm xuất hiện cửa sổ danh mục các điểm hẹn để kiểm soát, kẻ đường đi mới, lập danh mục các điểm hẹn và thao tác thông qua các nút Creat, Move, Inset, Delete và Undo waypoint.

Chọn **Voyage>Chartwork tools** làm xuất hiện hộp thoại cho người sử dụng có thể chọn bút (bút chì, bút mực) , màu, hình thức đường kẻ, các ký hiệu ... để thực hiện việc tác nghiệp trên hải đồ. Nhấn chuột vào biểu tượng **Alarm Menu** (số 8 trên hình 21.17) làm xuất hiện danh mục các báo động, từ đó có thể mở, tắt các loại báo động. Cũng có thể chọn Alarm control bằng **Wiew> Main tool** và nhấn vào biểu tượng báo động cũng có được danh mục báo động.

HỆ THỐNG ĐỊNH VỊ TOÀN CẦU GPS

22.1 Cấu trúc hệ thống GPS



Hình 22.01

Hệ thống NAVSTAR/GPS, viết tắt từ chữ Navigation Satellite Timing and Ranging / Global Poistioning System, là hệ thống dùng vệ tinh đạo hàng đo khoảng cách và thời gian tạo thành hệ thống định vị toàn cầu. Ngày nay gần như thành thói quen, toàn thế giới công nhận và gọi nó là Hệ thống định vị toàn cầu viết tắt GPS.

Hệ thống này phát triển từ " Hệ thống vệ tinh hàng hải quân sự Mỹ" (American Military Satellite navigation) từ năm 1973. Hệ thống có độ chính xác vượt qua tất cả các hệ thống định vị khác trước đó.

GPS được sử dụng để xác định vị trí bất cứ đâu, như trên bộ, trên biển, trong không trung và không gian, vào bất cứ lúc nào (24/24) cho tất cả các hoạt động dân sự và quân sự trong mọi lĩnh vực với độ chính xác cao.

GPS dùng trong hàng hải thương mại có độ chính xác trên mặt phẳng khoảng 100 mét. Độ chính xác khi xác định chiều cao trong không trung là 157 m. GPS dùng trong lĩnh vực quân sự, với bộ mã tuyệt mật, có độ chính xác chừng 3 mét.

Trong lĩnh vực dân sự nếu sử dụng kỹ thuật GPS vi phân (DGPS) thì có thể nâng cao độ chính xác của vị trí lên vài mét.

Bên cạnh việc xác định vị trí trong không gian ba chiều (kinh, vĩ độ và độ cao trên mặt biển), GPS còn cung cấp các thông tin về tốc độ người quan sát và giờ thế giới UTC.

Việc thiết lập hệ thống GPS mang lại sự biến đổi mang tính thời đại sâu sắc trong lĩnh vực định vị và dẫn đường trên mặt đất mặt biển không trung và không gian.

GPS hợp thành bởi 3 bộ phận: bộ phân không gian, bộ phận mặt đất và người quan sát (người sử dụng).

22.1.1 Bộ phận vệ tinh trên không gian

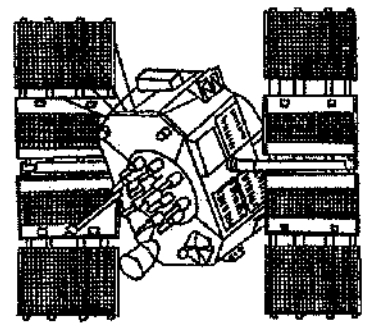
Phần trên không gian của GPS gồm 24 vệ tinh, hình 22.01, bao phủ khắp bầu trời ở độ cao gần 20.200 km. Chu kỳ của vệ tinh là 12 giờ trên quỹ đạo vòng quanh trái đất. Trong số 24 vệ tinh có 21 vệ tinh hoạt động và 3 vệ tinh dự trữ, chúng được bố trí trên 6 quỹ đạo, mỗi quỹ đạo chứa 4 vệ tinh. Các vệ tinh được sắp xếp sao cho ít nhất 4 trong số 24 vệ tinh bất cứ lúc nào cũng nằm trong tầm nhìn của một người quan sát trên bề mặt trái đất. Mỗi vệ tinh đều phát các tín hiệu vô tuyến trên hai tần số, trong đó chứa các thông tin về thiên cầu, vị

trí vệ tinh, dữ liệu hiệu chỉnh sóng vô tuyến, các thông tin về thời sai, tình trạng vệ tinh v.v...

GPS áp dụng vệ tinh kiểu Block II như hình 22.02, nặng 774kg đường kính 1,5 mét, dùng pin năng lượng mặt trời dài 5,33m, diện tích tiếp nhận ánh sáng 7,2m^2. Vệ tinh phát tín hiệu trên sóng L_1 (1 575,42MHz) và L_2 (1 227,6MHz). Trên vệ tinh còn có anten thông tấn dùng để liên lạc với mặt đất trên băng sóng S (1783,74MHz).

Vệ tinh mang theo đồng hồ nguyên tử, các thiết bị tạo mã truy theo, thiết bị điều chế tín hiệu máy thu và máy phát...

Đồng hồ nguyên tử caesium (Cs) cung cấp thời gian với sai số 1 giây trong 3 triệu năm. Máy thu liên lạc với mặt đất thông qua băng sóng S, tiếp nhận tín hiệu đạo hàng, lịch vũ trụ, tham số hiệu chỉnh giờ vệ tinh, các loại tín hiệu lệnh điều khiển từ mặt đất. Tín hiệu đạo hàng được tính trữ vào bộ nhớ. Tín hiệu đạo hàng cùng với tín hiệu mã đo khoảng cách được điều chế trên băng tần L_1 và L_2 rồi phát về phía trái đất.

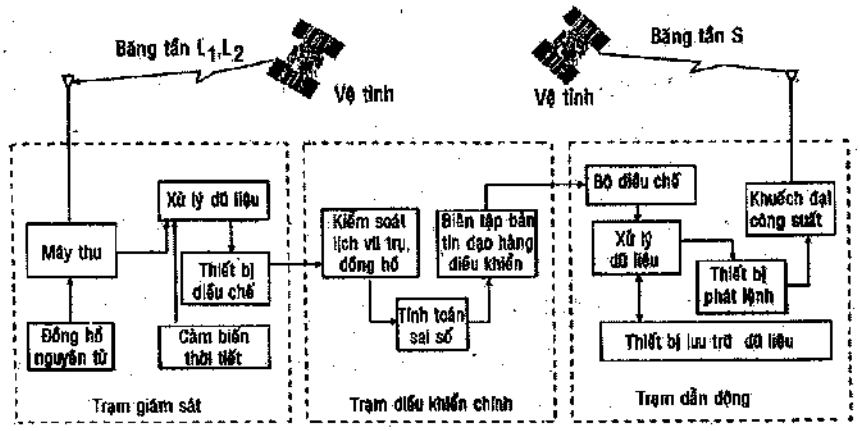


Hình 22.02

22.1.2 Bộ phận điều khiển trên mặt đất

Để cho các vệ tinh trên bầu trời hoạt động chính xác, trên mặt đất đã thiết lập một trạm điều khiển chính đặt tại Colorado Spring (Mỹ), 5 trạm giám sát và 3 trạm dẫn động. Ba trạm dẫn động đặt tại 3 căn cứ quân sự của Mỹ: đảo Ascension (Đại Tây Dương), Diego Garcia (Ấn Độ Dương), Kwajalein (Thái Bình Dương). Năm trạm giám sát: một đặt tại vị trí trạm điều khiển chính, một tại Hawaii và 3 trạm tại vị trí các trạm dẫn động. Các trạm nối với nhau bằng đường cáp điện.

Bộ phận điều khiển trên mặt đất mô tả trên hình 22.03, các trạm giám sát không cần người trong coi, chịu sự kiểm soát của trạm điều khiển chính, có nhiệm vụ thu thập thông tin từ vệ tinh, liên tục kiểm soát vị trí vệ tinh, cập nhật thời gian và cung cấp lịch sao cho vệ tinh dùng để đảm bảo sự đồng bộ thời gian với thời gian chuẩn và vị trí trên trái đất. Các dữ liệu này được truyền về trạm điều khiển chính.



Hình 22.03

Trạm điều khiển chính tiếp nhận, xử lý các thông tin , sai số dữ liệu...từ các trạm giám sát truyền về và cập nhật, biên tập các bản tin đạo hàng, cung cấp thời gian chuẩn, tính toán các

thông số vệ tinh, đưa ra các lệnh điều khiển... rồi truyền chúng đến các trạm dẫn động, định giờ phát đến các vệ tinh GPS.

22.1.3 Máy thu GPS người sử dụng

Mục đích cuối cùng của hệ thống là máy thu GPS của người sử dụng trên mặt đất tiếp thu các tín hiệu từ vệ tinh để xác định vị trí. Máy thu GPS thu nhận tín hiệu từ ít nhất 4 vệ tinh, máy thu bao gồm máy tính điện tử tự lựa chọn nhóm vệ tinh để tiếp nhận tín hiệu, xử lý và tính toán vị trí của tàu gồm vĩ độ, kinh độ, thời gian, tốc độ, hướng đi một cách chính xác và hiển thị lên màn hình.

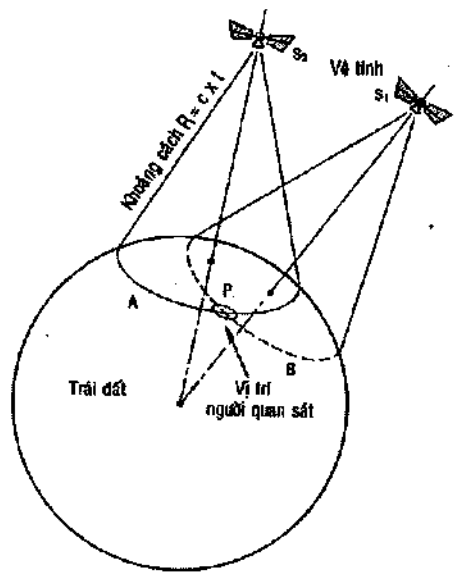
Máy thu GPS được thiết kế thành nhiều loại khác nhau: máy thu GPS cho phương tiện cao tốc dùng trên máy bay và đạn đạo tốc độ cao, máy thu cho phương tiện trung tốc dùng cho máy bay dân dụng tốc độ dưới 400km/giờ và máy thu dùng cho phương tiện tốc độ thấp để xác định vị trí tàu biển, ôtô, du lịch trên bộ...

Hệ thống định vị toàn cầu ứng dụng rộng rãi trên đất liền, hàng không, hàng hải, trong các lĩnh vực quân sự và dân dụng.

22.2 Nguyên lý xác định vị trí bằng GPS

22.2.1 Khái niệm cơ bản

Để giải thích một cách đơn giản, theo như hình 22.04, đầu tiên giả sử đã biết vị trí của hai vệ tinh trong không gian, cả hai vệ tinh và máy thu của người sử dụng đều trang bị các đồng hồ đồng bộ với nhau. Khi vệ tinh phát ra một tín hiệu vào thời điểm được ghi lại trên đồng hồ người sử dụng và người sử dụng thu nhận được tín hiệu đó sau 1giây, thời lượng sóng truyền lan từ vệ tinh đến người sử dụng là t, dễ hiểu rằng khoảng cách giữa vệ tinh và máy thu người sử dụng là c x t (trong đó c là tốc độ sóng rađiô trong không gian bằng 300.000km/s). Vị trí của người quan sát nằm trên một quả cầu tưởng tượng có bán kính R= c x t , tâm của quả cầu này nằm đúng vị trí của vệ tinh vào thời điểm nó phát tín hiệu. Vị trí người quan sát vừa nằm trên quả cầu tưởng tượng vừa nằm trên trái đất, cho nên vị trí đó chắc chắn nằm trên đường giao nhau của mặt quả cầu và mặt trái đất, đó là đường vị trí thứ nhất A. Cùng cách như vậy, đồng thời đo khoảng cách đến một vệ tinh khác ta có đường vị trí thứ hai B. Hai đường vị trí này cắt nhau tại hai điểm, trong đó điểm P là vị trí của người quan sát. Hai điểm đó thường cách nhau rất xa nên không thể nhầm lẫn được.



Hình 22.04

Bằng cách sử dụng hai vệ tinh thì xác định được hai dữ liệu thời gian mà tín hiệu đi từ vệ tinh đến trái đất. Thoạt tiên, nhận thấy rằng chỉ hai vệ tinh là đủ để xác định kinh độ và vĩ đo một điểm trên trái đất (nơi đạt máy thu). Tuy nhiên, cần phải có một dữ liệu thứ ba trong phương trình đó là sai số của đồng hồ người quan sát so với đồng hồ trên vệ tinh, vì vậy đòi

hỏi phải đo khoảng cách của vệ tinh thứ ba. Mặt khác, trên tàu thuỷ độ cao trên mực nước biển là một số liệu đã biết, nhưng với người quan sát trên máy bay trong không trung hoặc trên lục địa thì phải xác định được độ cao đó. Trong các trường hợp như vậy, cần thiết phải có tối thiểu 4 vệ tinh đồng thời mới giải được các bài toán về kinh, vĩ độ và độ cao.

Vị trí hình học của các vệ tinh trong không gian phải được sắp xếp sao cho các đường vị trí LOP mà chúng tạo ra luôn cắt nhau 90^0 để đảm bảo độ chính xác của vị trí.

Để thực hiện việc đo khoảng cách, có 3 vấn đề cần giải quyết:

1. Xác định mối quan hệ giữa đồng hồ máy thu GPS của người dùng với đồng hồ trên vệ tinh.
2. Phương pháp đo thời gian với độ chính xác cao, sai số thời gian 0,1μs (10^{-7}s) tương đương với sai số đo khoảng cách là c x t=3 x 10^8 x 10^{-7}=30mét.
3. Thông báo cho người sử dụng thời gian chính xác mà vệ tinh phát tín hiệu.

Dưới đây lần lượt trình bày cách giải quyết các vấn đề này.

22.2.2 Đồng hồ

Ở tại trạm điều khiển chính các trạm giám sát và trên các vệ tinh được trang bị loại đồng hồ có độ ổn định rất cao, đó là loại đồng hồ laser caesium hoặc hydrogen. Đồng hồ nguyên tử chỉ báo chu kỳ của dao động được tạo ra bởi một bộ dao động đã xác định thời điểm bắt đầu biểu thị bằng "0". Về cơ bản, độ chính xác của bộ dao động quyết định độ chính xác của việc đo thời gian của lộ trình truyền lan sóng, do đó cũng quyết định độ chính xác của việc xác định vị trí. Bộ dao động có độ ổn định tần số cực kỳ cao chỉ có sai số 2×10^{-13} chu kỳ/ngày.

Thay vì đo thời gian bằng đơn vị giây theo cách thông thường, đồng hồ nguyên tử đo thời gian bằng đơn vị nanô giây (1 nanoseconds = 10^{-9}s). Người quan sát cần phải biết chính xác đồng hồ vệ tinh nhanh hơn hay chậm hơn đồng hồ người quan sát là bao nhiêu. Tuy nhiên không thể nào xác định con số này bằng tín hiệu phát từ vệ tinh bởi vì thời gian của lộ trình tín hiệu cũng như vị trí của người quan sát đều chưa biết.

Đồng hồ trạm chủ và đồng hồ các trạm giám sát đều dùng thời gian UTC gọi là thời gian GPS. Thời gian GPS được coi như là thời gian chuẩn của hệ thống.

Thời gian trên đồng hồ vệ tinh gọi là thời gian t_{sv} (space vehicle time), thời gian này có thể lệch so với thời gian GPS, độ lệch này trên mỗi vệ tinh là khác nhau. Đồng hồ ở máy thu của người quan sát thông thường sử dụng đồng hồ "quatz" độ chính xác kém hơn đồng hồ vệ tinh.

22.2.3 Xác định vị trí của vệ tinh

Với bốn trạm giám sát đặt trên trái đất có vị trí đã biết, các trạm này nhận được tín hiệu phát đi từ một vệ tinh, từ đó có thể xác định vị trí của vệ tinh. Biết được vị trí của vệ tinh và lực tác dụng lên nó thì hoàn toàn có thể tính toán được chuyển động của vệ tinh ở các quỹ đạo kế tiếp.

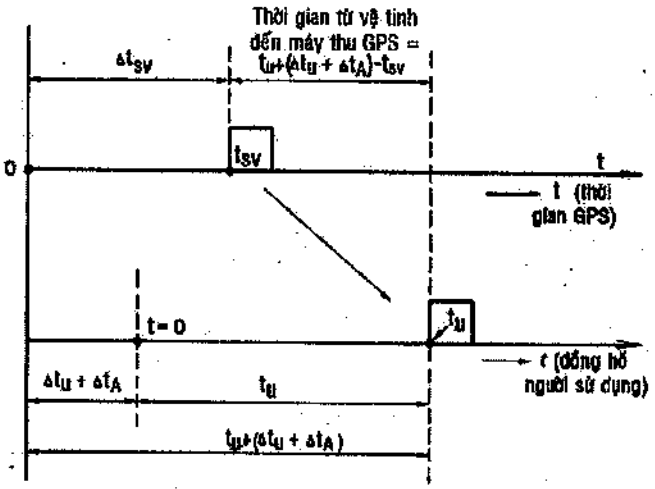
Bốn trạm giám sát không thu đồng thời tín hiệu từ các vệ tinh mà nó thu tín hiệu của một vệ tinh bất cứ lúc nào có thể. Mỗi một trạm giám sát ghi nhận thời điểm tín hiệu đến của tất cả các vệ tinh theo thời gian GPS và chuyển chúng sang trạm điều khiển chính. Nhờ vị trí của bốn trạm giám sát đã biết và thời điểm đến của các tín hiệu vệ tinh từ các trạm giám sát đưa

sang, trạm điều khiển chính không những xác định được vị trí của vệ tinh trong không gian ba chiều mà còn xác định được thời điểm các tín hiệu đó phát đi từ vệ tinh, xác định độ lệch thời gian Δt_{sv} của từng vệ tinh đối với thời gian chuẩn GPS. Từ những dữ liệu đó, vị trí dự báo sắp tới của vệ tinh cũng như sai số của đồng hồ Δt_{sv} được báo trở lại vệ tinh, chúng được lưu trong bộ nhớ của vệ tinh và phát thường xuyên về phía người sử dụng.

22.2.4 Nguyên lý đo thời gian của lộ trình truyền sóng

Theo như hình 22.05, đồng hồ vệ tinh phát tín hiệu thời gian t_{sv} vào thời gian t = 0 theo giờ GPS, giữa t_{sv} và thời gian GPS có sai số là Δt_{sv}, cứ mỗi 1 nanosecond sai số thì gây ra sai số khoảng cách là c x10^{-9} = 3 x 10^{-9} = 0,3m.

Δt_{sv} được xác định bởi trạm điều khiển chính và phát đi cho mỗi vệ tinh riêng biệt và tích luỹ ở đó, mỗi vệ tinh phát trở lại cho máy thu người sử dụng. Máy thu người sử dụng có thể cộng hoặc trừ giá trị Δt_{sv} vào giờ GPS trước khi tiếp tục xử lý tín hiệu. Để đơn giản, trên hình 22.05 coi như giờ t_{sv} đã được hiệu chỉnh Δt_{sv}.



Hình 22.05

Máy thu GPS người sử dụng xác định thời gian của lộ trình sóng vô tuyến truyền lan từ vệ tinh đến máy thu GPS bằng $[t_u+(\Delta t_u+\Delta t_A)]$, trong đó bao gồm cả sai số của bản thân đồng hồ máy thu Δt_u và sai số truyền lan của sóng Δt_A. Các sai số đó đều được trạm điều khiển chính xác định và truyền đến máy thu. Bằng cách tính toán, so sánh, máy thu GPS có thể tìm ra thời gian thật của lộ trình truyền sóng, từ đó giải ra các toạ độ vị trí và các thông số cần thiết khác.

22.3 Mã ngẫu nhiên giả (Pseudo Random Noise - PRN)

22.3.1 Lợi ích của mã ngẫu nhiên giả

Hệ thống Decca dùng phương pháp so sánh pha, còn hệ thống Loran thì dùng phương pháp hiệu số thời gian của xung để thiết lập các đường đẳng trị khoảng cách dạng parabol giúp cho việc xác định vị trí. Cả hai phương pháp đều có những hạn chế vì không giải quyết được thoả đáng những mâu thuẫn giữa việc nâng cao độ chính xác với việc mở rộng tầm xa hoạt động của hệ thống.

Hệ thống dẫn đường vệ tinh NNSS cũng sử dụng cách đo hiệu khoảng cách để xác định vị trí. Hiệu khoảng cách đo bằng cách tính sự dịch chuyển tần số Doppler của sóng mang phát từ vệ tinh. Nhưng NNSS không thể định vị liên tục, không thích ứng dùng cho loại phương tiên cao tốc, hơn nữa độ chính xác cũng không đáp ứng yêu cầu đặc biệt trong khoa hoạc không gian, quân sự ...

Các hệ thống định vị nói trên không thể đạt được những yêu cầu cao như hệ thống GPS. vì GPS áp dụng một loại tín hiệu đo khoảng cách đạt các yêu cầu sau đây:

1. Để tiện cho máy thu người sử dụng, các vệ tinh của GPS phát sóng từ độ cao 20 200 km về phía mặt đất. Tín hiệu này có cường độ thấp hơn các tín hiệu của các hệ thống xác định vị trí đặt trên lục địa.

   Mặt khác, để không gây nhiễu đến việc thu nhận trên mặt đất đồng thời đảm bảo nguồn điện mặt trời dùng cho vệ tinh, Ủy ban tư vấn vô tuyến điện quốc tế và Liên minh điện tín quốc tế quy định tất cả vệ tinh trong không gian phát sóng, cường độ của sóng khi đến mặt đất không được vượt quá -154dBW. Một tín hiệu như vậy là quá yếu, bị lẫn trong tạp âm trên mặt đất. Đối với các nhu cầu khác về quân sự, không gian, khí tượng ..., người ta sử dụng các trạm thu vệ tinh bằng các chão anten parabol đường kính lớn tiếp nhận các tín hiệu vệ tinh để hội tụ, nâng cao cường độ tín hiệu sau đó mới đưa vào xử lý. Nhưng cường độ của tín hiệu vệ tinh GPS khi về đến trái đất chỉ từ -155dBW ~ -158dBW, không thể đòi hỏi các phương tiện sử dụng máy thu GPS mang theo các chão anten parabol lớn. Phải tìm một phương pháp mới để thu nhận tín hiệu GPS đo khoảng cách và giải pháp kỹ thuật tương ứng giải quyết vấn đề đó. Đó là kỹ thuật thu "tự tương quan", sẽ giải thích ở phần sau.

2. GPS do Bộ quốc phòng Mỹ sáng lập dùng cho mục đích quân sự, vì vậy tín hiệu GPS phải được đảm bảo tuyệt mật, nó chỉ được áp dụng một phần công năng cho dân sự với độ chính xác thấp hơn.

   Qua quá trình nghiên cứu lâu dài, người ta đã tìm được hình thức lý tưởng vừa đảm bảo đo khoảng cách đến vệ tinh đồng thời bảo mật thông tin, đó là kỹ thuật mã ngẫu nhiên giả (Pseudo Random Noise, viết tắt là PRN).

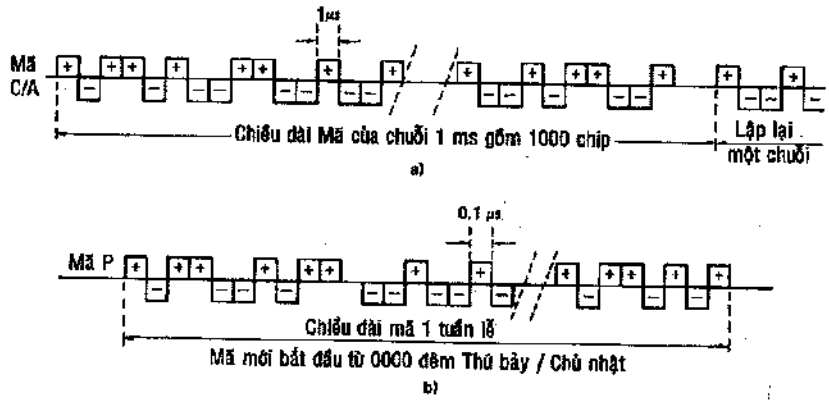
   Dùng mã PRN đo khoảng cách đạt đến độ chính xác lý tưởng, mã PRN đó cũng sử dụng cho thông tin cũng đạt đến mức bảo mật cao. Khi phóng phi thuyền APOLLO lên mặt trăng Mỹ đã dùng mã PRN để theo dõi vị trí của hoả tiễn. Hệ thống GPS hiện đang áp dụng loại mã này. Vậy, PRN là gì?

22.3.2 Tín hiệu mã hoá

Tín hiệu mã hoá phát đi từ vệ tinh bao gồm các chuỗi điện áp (+) và (-) , gọi là "chip", thời gian kéo dài của "chip" gọi là chu kỳ chip (chip length hay chip period). Hình 22.06 mô tả một chuỗi chip gọi là tín hiệu PRN. Các chuỗi "chíp" điện áp liên tục do vệ tinh phát đi là giống nhau. Các chuỗi này do mạch logich tạo ra. Mỗi mạch logich trên vệ tinh có thể tạo ra nhiều chuỗi khác nhau. Tín hiệu phát từ trạm điều khiển chính sẽ phát lệnh cho phép sử dụng chuỗi nào thì vệ tinh, nhận được lệnh sẽ sử dụng chuỗi đó.

Nói chính xác hơn, mã PRN gồm một dãy các chữ số theo hệ đếm nhị phân (tương ứng với các giá trị "+" và "-" ở hình 22.06) có các đặc tính như có thể xác định trước, đồng thời có thể lập lại, và đặc biệt có đặc tính " tự tương quan" (Auto-correlation) rất tốt giống như đặc tính vốn có của nhiễu tạp âm.

Mỗi vệ tinh phát hai mã, mã C/A và mã P (hoặc Y) như hình 22.06.



Hình 22.06

1. Mã C/A

Mã C/A (Coarse Aquisition Code) được sử dụng ở " Dịch vụ xác định vị trí tiêu chuẩn SPS (SPS - Standard Positioning Service).

Đây là loại mã ngắn, tần số "chip" của mã C/A là 1,023 MHz (số lượng chip trong một giây), chiều dài của chip 0,9875μs, tương đương 293 mét, chiều dài của một chuỗi mã (code length) 1ms =1000μs. Vì vậy mỗi một chuỗi gồm có 1000/0,9975 ≈1000 chip, cứ sau mỗi ms thì chuỗi mã lập lại một lần.

2. Mã P

Mã P (Pricision Code) được sử dụng ở "Dịch vụ xác định vị trí chính xác PPS " (PPS - Precise Positioning Service).

Tần số "chip" của mã P là 10,23MHz, chiều dài của chip 99,75ns, bằng 1/10 chiều dài chip của mã C/A. Chuỗi mã P kéo rất dài, mỗi vệ tinh phát mã P trong 7 ngày một lần, cứ vào giữa đêm thứ bảy 0000 giờ thì bắt đầu một chuỗi mã mới, trong mỗi tuần lễ chuỗi không lặp lại.

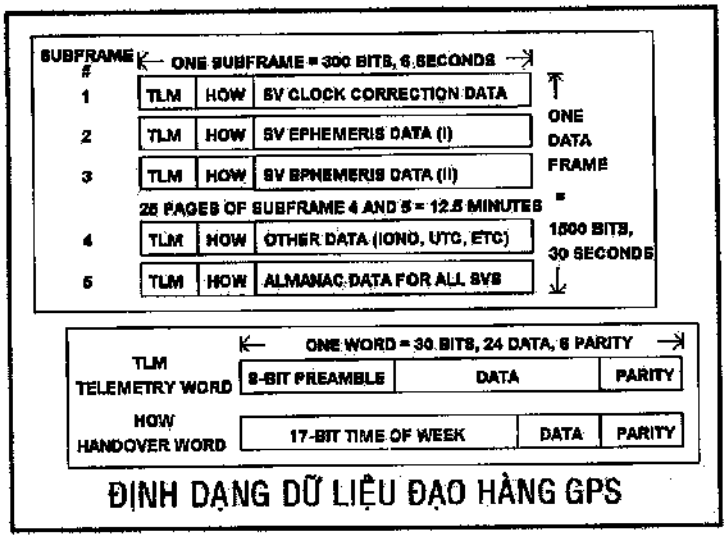
Mã P áp dụng cho việc đo hiệu thời gian bằng "tự tương quan", nhưng chiều dài của mã dài như vậy gây khó khăn cho máy thu GPS và đặc biệt tiêu tốn thời gian để dò tìm phần mã. Vì vậy, cứ 6 giây một lần, máy phát vệ tinh sẽ phát thời gian kéo dài của chuỗi mã P kể từ lúc bắt đầu chuỗi mã P, nhờ đó giúp cho máy thu có thể xác định được nhanh chóng các phần mã P tương ứng. Thời gian kinh qua từ khi bắt đầu phát chuỗi được tính bằng đơn vị 1,5s (gọi là 1 zecond, Z). Trong nội dung bản tin phát từ vệ tinh cho máy thu người sử dụng có chỉ rõ số lượng Z trong dữ liệu "HOW" (Hand Over Word).

Mã P được bảo mật, dùng cho quân sự, chỉ có loại máy thu chuyên dụng với độ chính xác cao mới dùng mã P.

3. Bản tin đạo hàng

Bản tin đạo hàng cũng được điều chế bằng tần số L_1 và L_2 và được phát liên tục với tốc độ 50 bit/s (bps). Các dữ liệu trong bản tin đạo hàng bao gồm: lịch sao, thời gian, sai số đồng hồ, lịch thiên văn và thông báo trạng thái hoạt động của hệ thống.

Hình 22.07 là định dạng bản tin dữ liệu đạo hàng, bản tin gồm các khối (Frame) dữ liệu 1500 bit, 30 giây. Mỗi khối gồm các khối nhỏ (Subframe) 300 bit, mỗi khối nhỏ phát trong 6 giây với tốc độ 50 bit/s.



Hình 22.07

Hai từ đầu tiên trong mỗi khối nhỏ là TLM (Telemetry Message- Bản tin điều khiển từ xa) và HOW (Hand Over Word). Các nội dung còn lại trong các khối nhỏ gồm các dữ liệu hiệu chỉnh đồng hồ, lịch sao cho vệ tinh, các dữ liệu về tầng ion khí quyển, giờ thế giới, lịch thiên văn...Tín hiệu dữ liệu đạo hàng cùng được điều chế theo tần số sóng mang và được vệ tinh phát đi cùng với mã C/A và P.

22.3.3 Tần số sóng mang của vệ tinh

Như mô tả trên hình 22.08, mỗi một vệ tinh mang theo một bộ dao động tạo tần số dao động 10,23 MHz được ổn định bằng đồng hồ nguyên tử caecium, tần số đó thông qua mạch bội tần 154 để có tần số L_1= 1575,42MHz (λ= 19 cm) và mạch bội tần 120 để có tần số L_2 = 1227,6MHz (λ = 24 cm). Hai tần số này điều chế hai loại mã PRN, đó là mã P để phát trên 2 tần số L_1 và L_2 và mã C/A chỉ phát trên tần số L_1.

Hai tín hiệu mã C/A và P được phát đồng thời và liên tục dùng cùng tần số sóng mang. Trên máy thu GPS áp dụng kỹ thuật điện tử để tách rời hai mã.

Các thông tin như âm nhạc, hình ảnh và dữ liệu thông thường được điều chế bằng tần số hoặc biên độ hoặc pha trên sóng mang của máy phát, còn tín hiệu GPS thì được điều chế pha theo mã P hoặc mã C/A.

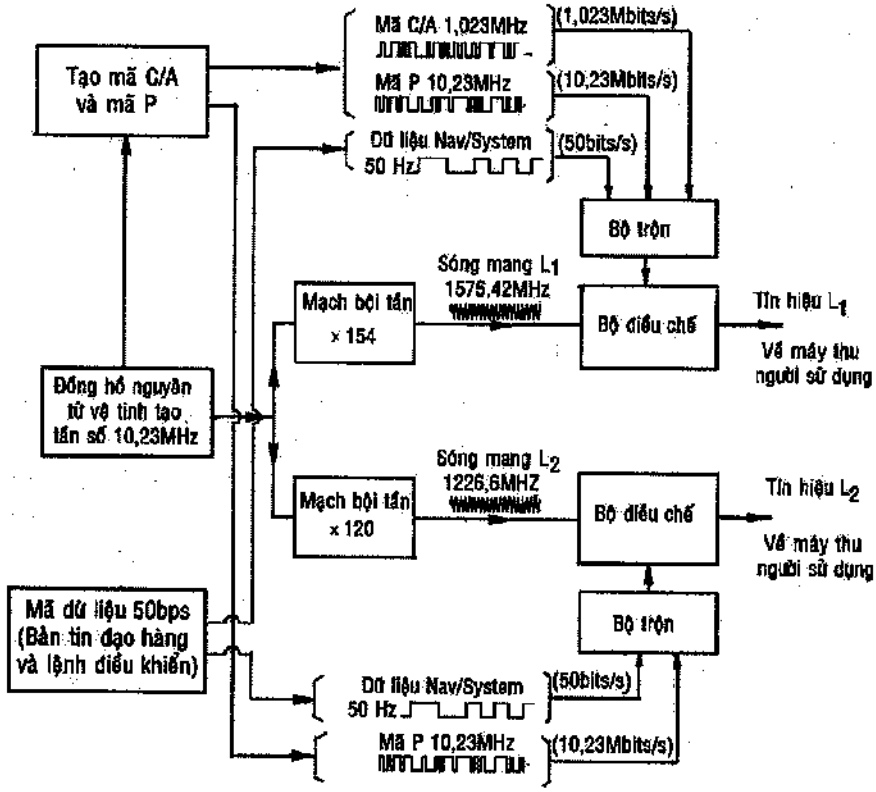
22.4 Nguyên lý đo khoảng cách đến vệ tinh, đo tốc độ di chuyển của người sử dụng

22.4.1 Kỹ thuật thu "tự tương quan"

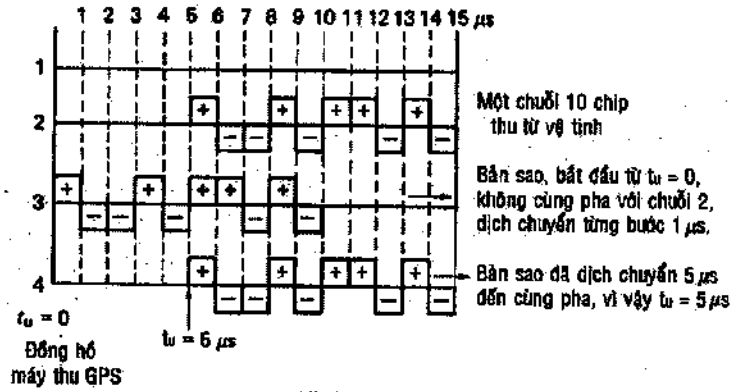
Trên máy thu người sử dụng có tất cả các mã C/A của các vệ tinh và dùng nó thiết lập "tự tương quan" với tín hiệu thu nhận được từ vệ tinh để đếm thời gian chính xác.

Phương pháp *tự tương quan* được áp dụng để xác định thời gian đến của mã phát từ vệ tinh.

Hình 22.09 mô phỏng một cách đơn giản kỹ thuật thu "tự tương quan". Trục số 1 biểu thị trục thời gian gồm 15 phần tử 1μs. Trục số 2 biểu thị một chuỗi 10 "chip" mà máy thu GPS nhận được từ vệ tinh, mỗi chuỗi tiếp theo đều tương tự như chuỗi trước đó.



Hình 22.08

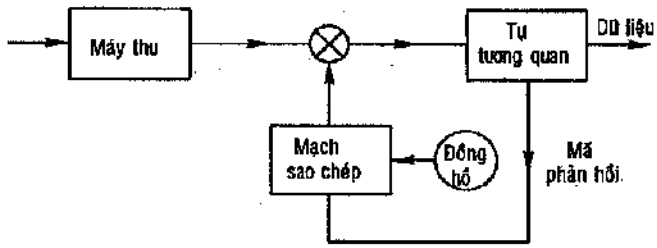


Hình 22.09

Trên trục số 3 là chuỗi bản sao (Replica), giống như chuỗi phát từ vệ tinh, do bản thân máy thu tạo ra. Chuỗi bản sao dịch chuyển từ trái sang phải theo từng nấc 1μs bắt đầu từ $t_u = 0$ theo sự khống chế của đồng hồ máy thu.

Ở giai đoạn ban đầu ta nhận thấy chuỗi bản sao và chuỗi "chip" thu nhận từ vệ tinh không đồng pha với nhau, nhưng chuỗi bản sao dịch chuyển (điều khiển bằng đồng hồ) cho đến khi hai chuỗi cùng pha thì tín hiệu tổng hợp đột biến tăng lên thành giá trị cực đại. Khi có điện áp tín hiệu đạt giá trị cực đại, thông qua mã phản hồi, chuỗi bản sao bị chặn lại không dịch chuyển nữa.

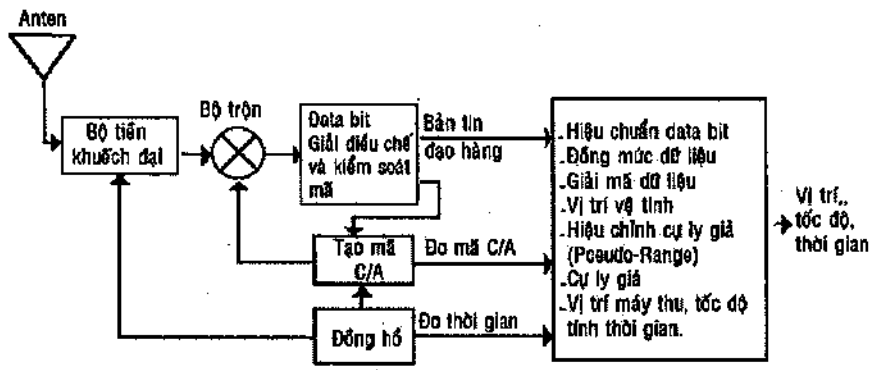
Chỉ cần đếm phần tử 1μs từ khi chuỗi bản sao bắt đầu dịch chuyển đến khi xuất hiện điện áp cực đại là xác định được thời gian trễ Δt_p (của khoảng cách giả) của mã C/A. Trong ví dụ mô phỏng trên, chuỗi sao chép dịch chuyển 5μs, đó chính là thời gian trễ của tín hiệu mã từ vệ tinh đến máy thu GPS người sử dụng. Hình 22.10 là sơ đồ khối của mạch thu "tự tương quan", trong đó đồng hồ máy thu giữ vai trò điều hoà mạch tạo bản sao, thông qua kỹ thuật "tự tương quan" để lấy ra dữ liệu xác định độ trễ thời gian Δt_p chuyển cho máy tính để xử lý.



Hình 22.10

Máy thu GPS gồm có các linh kiện, mạch điện tử dùng để thu, giải điều chế và xử lý tín hiệu thu được từ vệ tinh. Máy tính trong máy thu đã có sẵn lịch sao của các vệ tinh, các dữ liệu liên quan đến vị trí chính xác của vệ tinh. Hình 22.11 là sơ đồ khối của máy thu GPS.

Máy thu thực hiện việc giải điều chế sóng mang, tần số 50Hz được tách khỏi sóng mang để chuyển thành dữ liệu.



Hình 22.11

Mỗi khi một vệ tinh được thám sát thì nó sẽ cập nhật tất cả vị trí của các vệ tinh khác sao cho có thể tính toán dịch chuyển doppler và vị trí của chúng.

Máy thu GPS cần phải điều hưởng theo sự dịch chuyển tần số doppler để có thể tiếp thu được tín hiệu từ vệ tinh. Sự dịch chuyển tần số doppler nằm trong khoảng 0~2400Hz.

Máy tính trong máy thu được cài đặt để tính toán X,Y, Z, t từ bốn vệ tinh, chuyển các dữ liệu

tính toán sang kinh độ và vĩ độ và thời gian GPS và chuyển đổi thành giờ thế giới UTC.

Đo hiệu thời gian đối với mã P

Quá trình xác định thời gian đến của chuỗi tín hiệu mã P trên máy thu GPS về cơ bản cũng giống như đối với chuỗi tín hiệu mã C/A, nhưng có hai khác biệt:

- Chiều dài của mã P là một tuần lễ. Mỗi tuần thay một mã mới, vì vậy không bị can nhiễu.
- Chu kỳ của "chip" mã P 100ns, bằng 1/10 của chu kỳ của "chip" mã C/A, vì vậy dùng kỹ thuật "tự tương quan" để đo hiệu thời gian có độ chính xác cao hơn nhiều.

Lợi ích của việc áp dụng kỹ thuật "tự tương quan"

Việc áp dụng kỹ thuật "tự tương quan" để xác định thời điểm đến của mã thể hiện các ưu điểm khái quát như sau:

a. Bình thường tín hiệu vệ tinh luôn luôn thấp hơn mức nhiễu tạp âm, không thể nào thu được theo cách thông thường. Nhưng bằng kỹ thuật "tự tương quan" có thể tạo ra tín hiệu điện áp cao vượt lên trên mức nhiễu làm cho tín hiệu được thu nhận khá dễ dàng.

b. Tần số của "chip" cao nên tạo ra điện áp đỉnh rất cao trong mạch "tự tương quan" làm nâng cao độ chính xác khi đo thời điểm tín hiệu vệ tinh đến theo đơn vị ns.

c. Chỉ có thể sử dụng hệ thống GPS khi máy thu GPS người sử dụng có bản sao của chuỗi tín hiệu mã mà nó được phát đi, nhờ phương pháp "tự tương quan" nhà chức trách (Mỹ) có thể hạn chế việc sử dụng hệ thống GPS đối với một số trường hợp nào đó.

d. Tín hiệu mã vệ tinh luôn ở mức thấp hơn nhiễu tạp âm, nó không gây nhiễu, cho nên tần số sử dụng có thể không cần các cơ quan quản lý cho phép.

22.4.2 Phương trình xác định vị trí

Vì mã P giành cho quân sự, cho nên không cần giải thích ở đây ứng dụng của nó. Dưới đây giải thích cách xác định vị trí bằng mã C/A. Hình 22.12a mô tả mối quan hệ giữa các đại lượng theo công thức dưới đây ở vệ tinh số 1.

Hình 22.12b cho thấy, các tín hiệu vệ tinh được máy thu người sử dụng thu được ở các thời điểm khác nhau t_{u1}, t_{u2}, t_{u3} ... và mối tương quan của nó với các loại sai số.

Như đã nói, cự ly giả được xác định bằng kỹ thuật thu tự tương quan. Mã C/A trên mỗi vệ tinh là do đồng hồ của vệ tinh ấy khống chế, còn mã C/A trên máy thu GPS người sử dụng là do đồng hồ máy thu khống chế. Khi thu tín hiệu, bằng kỹ thuật tương quan, thời gian trễ là hàm số của *khoảng cách giả* (Pseudo range) giữa máy thu GPS và một vệ tinh nào đó. Đặt R_{p1} là khoảng cách giả , ta có,

$$R_{p1} = R_1 + c.\Delta t_{A1} + c.(\Delta t_u - \Delta t_{sv1})$$

Trong đó,

R_{p1} - Khoảng cách giả đến vệ tinh số 1

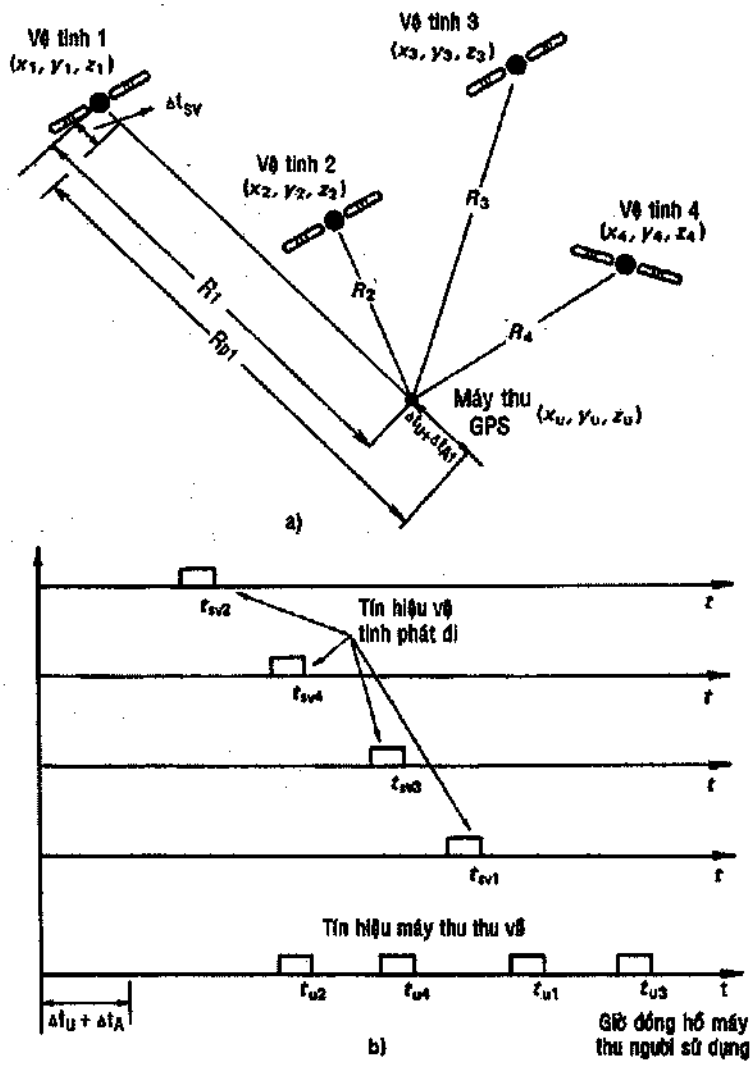
R_1 - Khoảng cách thật từ máy thu GPS người dùng đến vệ tinh số1

Δt_{sv1} - Độ lệch giữa thời gian đồng hồ vệ tinh số 1 và thời gian chuẩn GPS

Δt_u - Độ lệch giữa thời gian đồng hồ máy thu người sử dụng và thời gian chuẩn GPS.

Δt_{A1} - Sai số thời gian truyền sóng và các sai số khác của vệ tinh số 1

c - Tốc độ ánh sáng



Hình 22.12

Hệ quy chiếu toàn cầu WGS-84 được sử dụng làm hệ thống toạ độ tham chiếu chung cho hệ thống GPS. Khi đặt hệ toạ độ Đê-các vào tâm trái đất, mặt phẳng x-y trùng với mặt phẳng xích đạo, trục x nằm trên mặt phẳng kinh tuyến Greenwich như hình 22.13, toạ độ người sử dụng (x_u, y_u, z_u), toạ độ của vệ tinh 1 (x_1, y_1, z_1) , thì *khoảng cách thật* giữa vệ tinh 1 và người sử dụng tính theo phương trình,

$$R_1 = \sqrt{(x_1 - x_u)^2 + (y_1 - y_u)^2 + (z_1 - z_u)^2}$$

Vậy khoảng cách giả đến vệ tinh số 1 có thể diễn đạt như sau,

$$R_{p1} = \sqrt{(x_1 - x_u)^2 + (y_1 - y_u)^2 + (z_1 - z_u)^2} + c.\Delta t_{A1} + c.(\Delta t_u - \Delta t_{sv1})$$

Trong phương trình trên, các đại lượng vị trí vệ tinh (x_1, y_1, z_1) và Δt_{sv1} do máy thu GPS người sử dụng tiếp nhận từ bản tin đạo hàng do vệ tinh số 1 phát về.

Sai số thời gian truyền sóng và các sai số khác của vệ tinh Δt_{A1} do máy thu tính toán dựa trên thông số hiệu chỉnh trong bản tin đạo hàng từ vệ tinh.

Nếu máy thu GPS xác đinh được thời gian trễ khoảng cách giả của vệ tinh số 1 là Δt_{p1} thì,

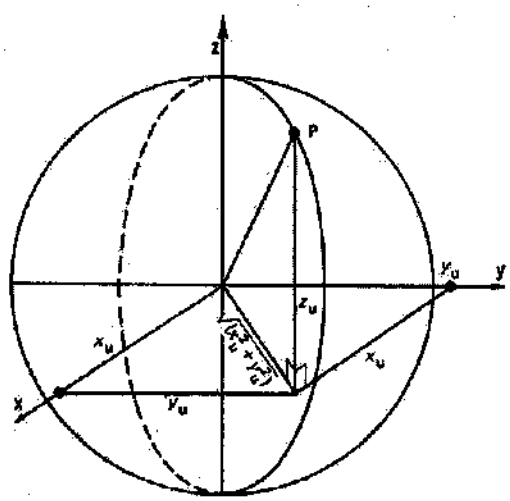
$$R_{p1} = c.\ \Delta t_{p1}$$

Suy ra ta có phương trình như sau,

$$\Delta t_{p1} = \frac{1}{c}\sqrt{(x_1 - x_u)^2 + (y_1 - y_u)^2 + (z_1 - z_u)^2} + \Delta t_u - \Delta t_{sv1}$$

Trong phương trình này có 4 nghiệm chưa biết gồm vị trí người sử dụng (x_u, y_u, z_u) và độ lệch thời gian đồng hồ người sử dụng Δt_u . Nếu máy thu GPS của người sử dụng thu được tín hiệu từ 4 vệ tinh thì nhận được 4 phương trình tương tự, không khó khăn gì để viết ra 3 phương trình Δt_{p2}, Δt_{p2}, Δt_{p3} còn lại. Giải hệ 4 phương trình này có thể tìm được 4 nghiệm số trong đó có toạ độ và độ lệch thời gian Δt_u của máy thu GPS người sử dụng. Trong hàng hải, khi đã xác định độ cao của người sử dụng thì chỉ cần tín hiệu của 3 vệ tinh là đủ.

Cuối cùng thì mấy tính sẽ giải phương trình và tính ra kinh, vĩ độ người sử dụng và các thông số khác cho hiển thị trên màn hình.



Hình 22.13

Qua phân tích trên cho thấy, sai số t_u của đồng hồ máy thu là một nghiệm số nhận được khi giải hệ 4 phương trình trên máy thu, cho nên không cần sử dụng đồng hồ nguyên tử chính xác. Trên máy thu chỉ cần sử dụng đồng hồ quatz đo hiệu thời gian trong khoảng 0,01~0,02 s theo công thức $c.(\Delta t_{A1} + \Delta t_u - \Delta t_{sv1})$ là đủ, trong khi đó đồng hồ vệ tinh đo thời gian bằng đơn vị nanosecond. Sai số 0,01~0,02s trên đồng hồ máy thu người sử dụng không cần phải quan tâm.

22.4.3 Nguyên lý đo tốc độ người sử dụng

Tần số sóng mang được sử dụng để xác định tốc độ di chuyển của người sử dụng bằng cách đo dịch chuyển tần số theo hiệu ứng Đôplơ.

Vectơ tốc độ, gồm hướng và tốc độ di chuyển, của vệ tinh ở bất cứ thời điểm nào đều có thể tính toán trên máy tính trong máy thu người sử dụng. Vectơ này được phân tích làm hai thành phần, một thành phần (a) cùng hướng với dịch chuyển của người sử dụng và một thành phần (b) vuông góc với hướng dịch chuyển đó. Thành phần (b) không đóng vai trò gì trong việc xác định tốc độ dịch chuyển của người sử dụng vì nó không gây dịch chuyển tần số theo hiệu ứng Đôplơ.

Biết vị trí của người sử dụng đồng thời biết vị trí và tốc độ của vệ tinh, máy tính trong máy

thu GPS người sử dụng hoàn toàn có thể tính được véctơ (a), máy tính căn cứ vào dịch chuyển tần số của chuyển động tương đối giữa vệ tinh và người sử dụng để xác định ra tốc độ của người sử dụng đang di chuyển về phía hay rời xa vệ tinh. Nhờ tín hiệu thu từ 4 vệ tinh, có thể lập ra 4 phương trình gồm các thông số tốc độ, tần số chưa được biết, máy tính trên máy thu GPS người sử dụng để giải ra tốc độ di chuyển của người sử dụng một cách chính xác.

22.5 Độ chính xác của hệ thống GPS

Độ chính xác của hệ thống định vị toàn cầu GPS quyết định ở độ chính xác đo khoảng cách giả và vị trí hình học của các vệ tinh khi máy thu lựa chọn để xác định vị trí. Việc phân tích độ chính xác đòi hỏi những tính toán phức tạp, ở đây chỉ đưa ra các hết quả sai số đã phân tích và tính toán sẵn.

Bảng dưới đây cho thấy các loại sai số của khoảng cách giả đo bằng mã C/A xác định bởi một máy thu GPS của tàu.

Đo khoảng cách phát sinh các loại sai số sau đây:

Phân loại sai số	*Nguyên nhân*	*Sai số tính bằng m*
Thiết bị vệ tinh	Sai số đồng hồ vệ tinh	3,1
	Sai số lịch sao	2,7
Lộ trình truyền sóng	Trễ ở tầng điện ly	6,4
	Trễ ở tầng đối lưu	0,4
	Hiệu ứng đa tuyến	3,1
Máy thu người sử dụng	Tạp âm máy thu và sai số lượng hoá	2,44
	Độ lệch giữa các kênh thu	0,6
Sai số đẳng hiệu đo khoảng cách 1 σ (sai số bình phương trung bình)		8,5

22.5.1 Sai số đồng hồ vệ tinh và sai số lịch sao

Sai lệch giữa vị trí thật của vệ tinh so với các dữ liệu như số hiệu chỉnh đồng hồ, dữ liệu lịch sao, cơ số chuẩn của đồng hồ làm phát sinh sai số đồng hồ vệ tinh và sai số lịch sao. Sai số này thuộc loại sai số hệ thống, tại cùng một thời điểm, sai số này giống nhau trên tất cả các máy thu.

22.5.2 Sai số trễ khi truyền sóng

Sóng vô tuyến truyền lan qua khí quyển làm phát sinh trễ sóng ở tầng điện ly và tầng đối lưu.

Tầng điện ly ở độ cao 46km~460km, khi sóng vô tuyến truyền qua tầng này thì tốc độ truyền lan và đường truyền lan biến đổi làm ảnh hưởng đến thời gian truyền sóng. Mô hình truyền lan của sóng trong tầng điện ly rất phức tạp, phụ thuộc vào tần số của sóng, hoạt động lỗ đen của mặt trời.... Trong máy thu GPS dân dụng, sai số này được hiệu chỉnh bằng cách áp dụng 8 hệ số mô hình toán học, làm cho sai số loại này giảm xuống còn một nửa.

Tầng đối lưu ở cách mặt đất 15 km cũng gây trễ đối với sóng vô tuyến, tốc độ truyền lan của sóng trong tầng đối lưu khác với tốc độ truyền lan trong chân không, tốc độ này còn chịu ảnh

hưởng của nhiệt độ, áp suất của khí quyển và góc tầm của vệ tinh, khi góc tầm của vệ tinh dưới 10^0 thì sai số này rất lớn. Trong thực tế không được chọn vệ tinh góc tầm nhỏ hơn 5^0 và phải áp dụng các giải pháp hiệu chỉnh khi góc tầm lớn hơn 5^0.

Nói chung trong một khu vực không rộng, thì ảnh hưởng của tầng điện ly và tầng đối lưu đối với các máy thu GPS gần bằng nhau.

22.5.3 Các sai số khác

Sai số hiệu ứng đa tuyến: do ảnh hưởng của máy thu cùng một lúc thu trên tín hiệu từ vài đường truyền lan khác nhau. Các tín hiệu này sau khi hợp lại thì biến đổi đặc tính, phát sinh sai số. Loại sai số này có liên quan đến vị trí của anten máy thu và đặc tính của mặt phẳng phản xạ tự nhiên chung quanh.

Sai số do nhiễu máy thu và sai số lượng hoá: các linh kiện thuộc phần cứng và phần mềm dùng trong máy thu khi xử lý tín hiệu làm phát sinh tạp âm khiến cho việc đo tín hiệu sinh ra sai số. Sai số lượng hoá do việc xử lý tín hiệu số hoá sinh ra.

Máy thu thu tín hiệu của các vệ tinh bằng các kênh khác nhau trong máy thu, do các linh kiện trong từng kênh khác nhau làm phát sinh đường truyền không giống nhau sinh ra sai số khi xác định khoảng cách.

22.5.4 Hiệu chỉnh hệ quy chiếu

Do áp dụng hệ quy không giống nhau, khi xác định vị trí bằng GPS, có thể làm phát sinh sai số không thể bỏ qua, sĩ quan hàng hải cần lưu ý (đã trình bày trong Chương 2 - Hàng hải suy tính và xác định vị trí).

Hiện nay hầu hết các máy thu GPS sử dụng trên tàu đều có thiết bị chuyển đổi tự động các hệ quy chiếu khác sang hệ quy chiếu WGS-84, khi sử dụng máy, sĩ quan hàng hải nên tham khảo hệ quy chiếu áp dụng cho hải đồ để chọn cùng hệ quy chiếu trên máy thu GPS (xem Mục 1.1.4 Chương 1 – Trái đất, toạ độ ...). Nếu có điều kiện nên dùng phương pháp xác định vị trí bằng mục tiêu lục địa để đối chiếu.

22.6 Hệ thống định vị toàn cầu vi phân DGPS

22.6.1 Chính sách SA của Mỹ

Khi thiết kế hệ thống GPS , chính phủ Mỹ lập kế hoạch cho hệ thống này có độ chính xác xác định vị trí của mã C/A là 100m, của mã P là 1 m. Trong giai đoạn thử nghiệm ứng dụng vệ tinh, độ chính xác thực tế vượt xa tính toán ban đầu, độ chính xác cho mã C/A 14m, cho mã P 3m. Vì lợi ích riêng của Mỹ, chính phủ Mỹ quyết định áp dụng chính sách SA, gọi là *chính sách sử dụng lựa chọn*, dùng hành vi con người can thiệp vào độ chính xác của hệ thống bằng cách áp đặt thêm sai số vào đồng hồ vệ tinh và dữ liệu lịch sao, cố ý giảm độ chính xác của máy thu GPS dân dụng với dụng ý là để phòng người dùng sử dụng cho mục đích quân sự. Khi áp dụng chính sách SA thì độ chính xác xác định vị trí phẳng giảm xuống còn 100m, độ chính xác xác định độ cao giảm xuống còn 157m, hàng năm Bộ quốc phòng Mỹ xem xét, căn cứ vào tình hình và nhu cầu có thể tạm thời huỷ bỏ chính sách SA cho một phần hoặc toàn bộ vệ tinh.

22.6.2 Nguyên lý định vị của DGPS

Đó là hệ thống định vị dựa trên cơ sở hệ thống GPS, áp dụng kỹ thuật vi phân làm cho người

sử dụng hệ thống GPS có thể nhận được độ chính xác cao hơn.

Có thể nói nguyên lý tổng quát của DGPS là, nhờ một trạm chuẩn đo đạc và xác định các sai số chung, dùng sai số chung đó hiệu chỉnh tất cả các số đo đạc trên các máy thu người sử dụng trong một khu vực nào đó để nâng cao độ chính xác xác định vị trí.

Cơ sở lý luận của DGPS là trong cùng một khu vực, ảnh hưởng của sai số hệ thống biến đổi chậm, bao gồm sai số SA, đối với một trạm chuẩn và máy thu người sử dụng gần đó là bằng nhau hoặc gần bằng nhau.

Hệ thống DGPS đặt các máy thu GPS có độ chính xác cao tại một trạm hoặc một số trạm mà vị trí của nó đã được xác định chính xác. Các trạm này hình thành các *trạm chuẩn*, máy thu GPS có độ chính xác cao của các trạm chuẩn này thông qua tín hiệu các vệ tinh, căn cứ vào vị trí đã biết của trạm, tính ra sai số chung, xác định số hiệu chỉnh, lập ra các định dạng tín hiệu và dùng các trạm phát phát đi cho từng khu vực riêng biệt.

Các máy thu DGPS người sử dụng ở lân cận tiếp nhận các số hiệu chỉnh từ trạm chuẩn để hiệu chỉnh dữ liệu đo đạc của GPS. Nhờ đó độ chính xác định vị được nâng cao và can thiệp một cách hiệu quả chính sách SA của Mỹ, về cơ bản triệt tiêu sai số lịch sao, sai số đồng hồ, giảm nhỏ sai số trễ do tầng điện ly và trễ do tầng đối lưu, nâng cao độ chính xác đến cấp độ mét.

Hầu hết DGPS dân dụng đều áp dụng kỹ thuật vi phân khoảng cách giả, Một uỷ ban chuyên môn SC-104 mở rộng DGPS toàn cầu do IMO thành lập đã khuyến khích việc áp dụng kỹ thuật này.

22.6.3 Nguyên lý vi phân khoảng cách giả

Máy thu GPS, đặt tại một trạm chuẩn với vị trí xác định, đo khoảng cách giả của tất cả các vệ tinh nhìn thấy và nhận được *khoảng cách giả* R_i^f (i biểu thị vệ tinh thứ i) đồng thời thu thập tất cả các dữ liệu có liên quan đến lịch sao. Trạm chuẩn dùng tư liệu lịch sao thu thập được tính toán toạ độ không gian của các vệ tinh. Như vậy, mỗi thời điểm, căn cứ vào toạ độ vệ tinh và vị trí trạm chuẩn, máy tính có thể xác định *khoảng cách thực* R_i^t đến vệ tinh, như mô tả ở hình 22.14.

Khoảng cách giả bao gồm các loại sai số, không giống với khoảng cách thực. Vậy, tại trạm chuẩn có thể tìm ra số hiệu chỉnh của từng vệ tinh như sau,

$$\Delta\rho_i = R_i^t - R_i^f$$

Đồng thời có thể tìm ra suất biến thiên của số hiệu chỉnh,

$$\dot{\Delta\rho}_i = \frac{\Delta\rho_i}{\Delta t}$$

Biết số hiệu chỉnh $\Delta\rho_i$ vào thời điểm t_0 và biến thiên $\dot{\Delta\rho}_i$ của số hiệu chỉnh thì có thể tính ra số hiệu chỉnh khoảng cách giả $\Delta R_i(t)$ ở bất cứ thời điểm t nào,

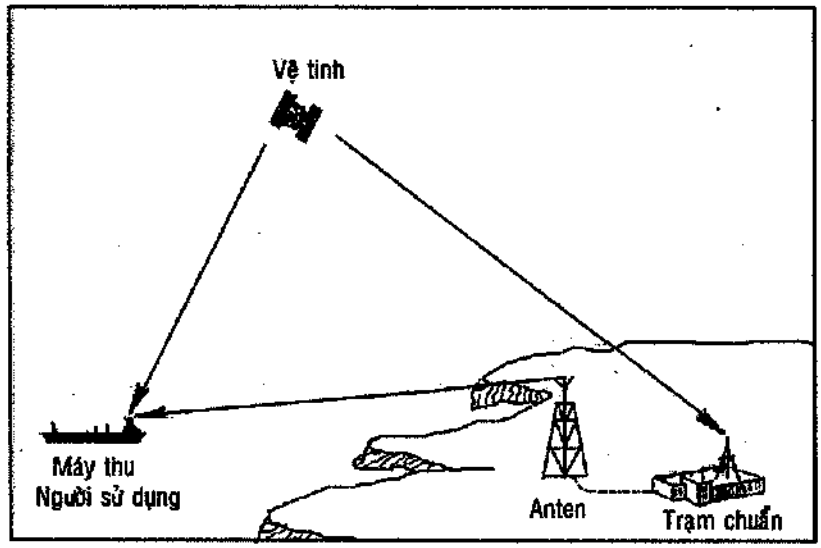
$$\Delta R_i(t) = \Delta\rho_i + \dot{\Delta\rho}_i(t - t_0)$$

$\Delta\rho_i$ và $\dot{\Delta\rho}_i$ có thể áp dụng cho cả một vùng nhất định. Đài chuẩn có nhiệm vụ phát các

dữ liệu $\Delta\rho_i$ và $\Delta\dot{\rho}_i$ đến tất cả các máy thu người sử dụng trong khu vực. Máy thu người sử dụng đo khoảng cách giả R_i^f, cộng khoảng cách giả này với $\Delta R_i(t)$ nhận được khoảng cách giả sau hiệu chỉnh $R_i^c(t)$,

$$R_i^c(t) = R_i^f + \Delta R_i(t) = R_i^f + \Delta\rho_i + \Delta\dot{\rho}_i(t - t_0)$$

Cuối cùng thì máy tính của máy thu căn cứ vào khoảng cách giả đã hiệu chỉnh $R_i^c(t)$ để giải bài toán vị trí.



Hình 22.14

DGPS là một hệ thống đạo hàng tầm gần, trạm chuẩn phần lớn sử dụng tần số trung bình để phát tín hiệu vi phân, tác dụng trong phạm vi trên dưới 150 hải lý có độ chính xác cao. Trong quá trình thiết lập hệ thống DGPS, không ít trạm chuẩn được xây dựng tại các trạm phát tín hiệu vô tuyến ven biển trước đây. Để đảm bảo các trạm thuộc hệ thống DGPS không can nhiễu lẫn nhau, đảm bảo tính thông dụng cho người dùng dân sự, tổ chức quốc tế quy định trạm chuẩn dân dụng đã xây dựng hoặc sẽ xây dựng phải tuân thủ các yêu cầu của tiêu chuẩn SC-104 (RTCM) để phát tín hiệu vi phân và tuân thủ quy định phạm vi của mã nhận dạng của các quốc gia.

Máy thu DGPS của người sử dụng chỉ là một thiết bị GPS phổ thông lắp thêm một anten, một thiết bị thu tần số trung bình và phần mềm để thu nhận và xử lý tín hiệu vi phân theo định dạng RTCM SC-104. Trong khu vực không phủ sóng DGPS, máy thu này được sử dụng như một máy thu GPS thông thường.

DGPS được các quốc gia trên toàn thế giới ứng dụng thành công. Các quốc gia như Mỹ, Anh, Bỉ, Hà lan, Đức, Đan mạch, Phần lan, Nhật bản và Trung quốc đều xây dựng hệ thống DGPS.

22.7 Hệ thống GLONASS

Hệ thống định vị toàn cầu GPS do Mỹ chế tạo và khống chế, một hệ thống đạo hàng toàn cầu sử dụng cho dân sự dựa vào sự kiểm soát của một quốc gia không phải hoàn toàn lý tưởng. Trong tình hình như vậy, Liên xô cũ cũng đã chế tạo một hệ thống định vị tương tự

như hệ thống GPS gọi là GLONASS (viết tắt của từ Global Navigation Satellite System - GNSS), sau khi Liên xô giải thể, hệ thống này thuộc về Nga. Hệ thống GLONASS đã thiết lập đầy đủ mạng vệ tinh, vận hành vào tháng 1 năm 1996 và mở ra cho người sử dụng dân sự toàn cầu.

Glonass gồm có 24 vệ tinh không gian phân bố trên 3 mặt quỹ đạo ở độ cao 19 100 km, độ nghiêng của quỹ đạo 64^0,8, vệ tinh chuyển động một vòng hết 11 giờ15 phút.

GLONASS phát tín hiệu vô tuyến tần số L_1 = 1 602,5625MHz~1 615,,5MHz và L_2 = 1 246,4375MHz~1 256,5MHz. Dùng tần số L_1 điều chế mã P và mã C/A và dùng tốc độ 50bps để điều chế mã dữ liệu; tần số L_2 chỉ điều chế mã P. Mã P là mã bí mật chu kỳ 1s. Mã C/A là mã đo thô chu kỳ 1ms. Mã P và C/A đều là mã ngẫu nhiên giả, chỉ khác hệ thống GPS ở chỗ biên tập mã và phương thức điều chế.

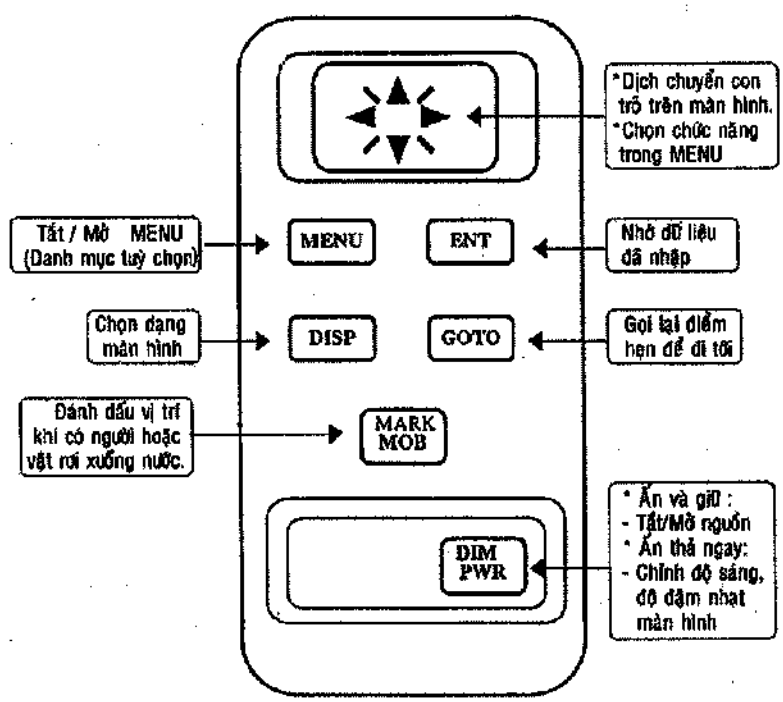
GLONASS sử dụng hệ quy chiếu SGS-90 (Soviet Geocentrric Coordinate System 1990) của Liên xô cũ.

GLONASS công bố sai số đo khoảng cách giả là 8m, tương đương với độ chính xác của hệ thống GPS khi chưa áp dụng chính sách SA.

22.8 Thực hành sử dụng máy định vị GPS

Trong phần này xin giới thiệu cách thao tác sử dụng một loại MÁY ĐỊNH VỊ FURUNO GP-31 của Nhật.

22.8.1 Giới thiệu chung



Hình 22.15

1. Một số đặc điểm của máy.

- Bộ nhớ 950 điểm.
- Có màn hình kiểu xa lộ hỗ trợ cho việc dẫn tàu.
- Đồ giải đường đi của tàu.
- Điện áp nguồn 10,2 – 31,2 VDC
- Tiêu thụ năng lượng thấp, khoảng 3W.

2. Các nút điều khiển trên máy (Hình 22.15).

22.8.2 Thao tác sử dụng máy

1. Mở máy.

1) Ấn và giữ nút [DIM PWR] cho đến khi nghe tiếng bíp bíp thì thả tay ra. Máy bắt đầu hoạt động.

2) Sau 20 giây máy sẽ xác định chính xác vị trí tàu. Nếu máy không xác định được vị trí thì chữ [NO FIX] xuất hiện ở trung tâm màn hình.

2. Tắt máy.

Ấn và giữ nút [DIM PWR] cho đến khi màn hình tắt.

3. Chỉnh độ sáng và độ đậm nhạt màn hình

1) Ấn nút [DIM PWR] và thả ngay.

2) Ấn nút [▲] hoặc [▼] để điều chỉnh độ sáng màn hình.

3) Ấn nút [◄] hoặc [►] để điều chỉnh độ tương phản màn hình.

4. Các hình thức hiển thị màn hình của máy.

- Màn hình báo vị trí.
- Màn hình báo điện áp nguồn.
- Màn hình đồ giải đường đi của tàu.
- Màn hình xa lộ.
- Màn hình hành hải.

Cách chọn dạng màn hình:

Ấn nút [DISP] để chọn dạng màn hình.

5. Nhập điểm hẹn vào máy.

Máy có thể nhớ được 950 điểm hẹn. Có 3 dạng điểm hẹn có thể nhập vào bộ nhớ của máy.

1) Nhập điểm hẹn của tàu khác vào máy.

(1) Ấn nút MENU cho đến khi xuất hiện chữ [MAIN MENU] trên màn hình.

(2) Ấn nút ▲ hoặc ▼ để di chuyển ô đánh dấu đến dòng chữ [WAYPOINT].

(3) Ấn nút ENT 1 lần để nhớ dữ liệu đã nhập.

(4) Ấn nút ▲ hoặc ▼ để dịch chuyển ô đánh dấu đến chữ [LIST]

(5) Ấn nút ENT 1 lần.

(6) Ấn nút ▲ ▼ ◄ ► di chuyển ô đánh dấu đến chữ [NEW]

(7) Ấn nút ENT 1 lần.

(8) Ấn nút ▲ hoặc ▼ để chọn cách đặt tên bằng chữ hay số.

(9) Ấn nút ► để di chuyển con trỏ đến cột tiếp theo.

(10) Lập lại các bước (6) và (7) cho đến khi đặt xong tên điểm hẹn.

(11) Ấn nút ENT 1 lần, kết thúc việc đặt tên.

(12) Ấn nút ▲ ▼ ◄ ► di chuyển ô đánh dấu đến dòng vĩ độ.

(13) Ấn nút ENT 1 lần.

(14) Ấn nút ▲ hoặc ▼ để chọn số nhập vĩ độ.

(15) Ấn nút ► di chuyển con trỏ đến cột tiếp theo.

(16) Lập lại các bước (14), (15) cho đến khi nhập xong vĩ độ điểm hẹn

(17) Ấn nút ENT 2 lần.

(18) Ấn nút ▲ hoặc ▼ để chọn số nhập kinh độ.

(19) Ấn nút ► di chuyển con trỏ đến cột tiếp theo.

(20) Lập lại các bước (18), (19) cho đến khi nhập xong kinh độ điểm hẹn.

(21) Ấn nút ENT 1 lần.

(22) Ấn nút ▲ ▼ ◄ ► di chuyển ô đánh dấu đến chữ [EXIT]

(23) Ấn nút ENT 1 lần.

(24) Ấn nút MENU 2 lần để trở về màn hình chủ.

2) Nhập vị trí hiện tại tàu chủ vào máy.

(1) Ấn nút [MARK MOB] 1 lần.

(2) Ấn nút [ENT] 1 lần.

3) Nhập vị trí con trỏ vào bộ nhớ của máy:

Nhập vị trí con trỏ vào bộ nhớ của máy chỉ thực hiện trên dạng màn hình vẽ vết đi của tàu.

(1) Ấn nút [DISP] để chọn màn hình vẽ vết đi của tàu.

(2) Ấn nút [▲] [▼] [◄] [►] để mở con trỏ [+] và đưa con trỏ đến vị trí muốn nhập điểm nhớ.

(3) Ấn nút [ENT] 1 lần.

(4) Ấn nút [▲] hoặc [▼] để chọn chữ cái đặt tên.

(5) Ấn nút [►] di chuyển con trỏ đến cột tiếp theo.

(6) Lập lại các bước (4), (5) cho đến khi đặt xong tên vị trí con trỏ.

(7) Ấn nút [ENT] 2 lần để kết thúc.

4) Nhập ngay vị trí khi có người hoặc vật rơi xuống biển vào bộ nhớ.

Chức năng này rất hiệu quả khi có người hay vật rơi xuống nước.Khi tàu đã đi qua điểm có người rơi, máy sẽ chỉ hướng và khoảng cách đến điểm đó để giúp thuyền trưởng quay lại tìm và cứu. Cách thực hiện:

(1) Ấn nút [MARK MOB] 1 lần.

(2) Ấn nút [►] để đưa ô đánh dấu vào chữ [MOB].

(3) Ấn nút [ENT] 1 lần.

(4) Tiếp theo có hai cách:

- Ấn [ENT] 1 lần để máy chỉ báo ngay hướng và khoảng cách đến điểm có người rơi.
- Ấn [►] để đưa ô đánh dấu đến chữ [NO] , sau đó ấn nút [ENT] máy sẽ ghi điểm này vào bộ nhớ.

6. Gọi lại điểm hẹn (nhớ) để chạy đến.

1) Ấn nút [GOTO] 1 lần.

2) Ấn nút [▲] hoặc [▼] để đưa ô đánh dấu đến chữ [WPT-LIST] .

3) Ấn nút [ENT] 1 lần.

4) Ấn nút ▲ ▼ ◄ ► để chọn điểm hẹn muốn đến.

5) Ấn nút ENT 1 lần, máy sẽ chỉ báo hướng và khoảng cách đi đến điểm hẹn đã chọn.

Nếu sau đó không muốn đến điểm hẹn thì thực hiện như sau:

1) Ấn nút GOTO 1 lần.

2) Ấn nút ▲ hoặc ▼ để đưa ô đánh dấu đến chữ [OF]

3) Ấn nút ENT 1 lần.

7. Đi đến một điểm con trỏ chỉ.

Thực hiện trên màn hình đồ giải đường đi (PLOT).

1) Ấn nút GOTO 1 lần.

2) Ấn nút ▲ hoặc ▼ để đưa ô đánh dấu đến chữ [CURSOR]

3) Ấn nút ENT 1 lần.

4) Ấn nút ▲ ▼ ◄ ► đưa con trỏ [+] đến điểm muốn tới.

5) Ấn nút ENT 1 lần, máy sẽ chỉ báo hướng và khoảng cách đến điểm hẹn, đồng thời xuất hiện một đường không liền nét nối tới điểm hẹn.

8. Xoá điểm nhớ đã nhập vào máy.

1) Ấn nút MENU cho đến khi xuất hiện chữ [MAIN MENU] trên màn hình.

2) Ấn nút ▲ ▼ ◄ ► đưa ô đánh dấu đến chữ [ERASE]

3) Ấn nút ENT 1 lần.

4) Ấn nút ▲ hoặc ▼ để đưa ô đánh dấu đến chữ [WAYPOINT/MARK]

5) Ấn nút ENT 1 lần.

6) Ấn nút ▲ ▼ ◄ ► đưa ô đánh dấu đến chữ cần xoá.

7) Ấn nút ENT 1 lần.

8) Ấn nút ► để đưa ô đánh dấu đến chữ [ERASE]

9) Ấn nút [ENT] 1 lần.(Chú ý: Muốn xoá điểm đang đến thì ấn [ENT] 2 lần)

10) Ấn nút [MENU] 2 lần.

CHÚ Ý: Không được xoá START, MOB, CURSOR.

9. Đo khoảng cách và hướng đi giữa hai điểm bất kỳ.

1) Ấn nút [MENU] cho đến khi xuất hiện chữ [MAIN MENU].
2) Ấn nút [▲] [▼] [◄] [►] đưa ô đánh dấu đến chữ [WAYPOINT]
3) Ấn nút [ENT] 2 lần.
4) Ấn nút [▲] hoặc [▼] để đưa ô đánh dấu đến chữ [WAYPOINT]
5) Ấn nút [ENT] 2 lần.
6) Ấn nút [▲] [▼] [◄] [►] đưa tên điểm thứ nhất vào máy.
7) Ấn nút [ENT] 2 lần.
8) Ấn nút [▲] [▼] [◄] [►] đưa tên điểm thứ hai vào máy.
9) Ấn nút [ENT] 2 lần.

   Đọc bên dưới màn hình:
   RNG: Khoảng cách giữa hai điểm đã chọn.
   BRG: Hướng giữa hai điểm đã chọn.

10) Ấn nút [ENT] 2 lần.

10. Báo động đến điểm hẹn.

1) Ấn nút [MENU] cho đến khi xuất hiện chữ [MAIN MENU]
2) Ấn nút [▲] hoặc [▼] để chọn [ALARMS]
3) Ấn nút [ENT] 1 lần.
4) Ấn nút [▲] hoặc [▼] để đưa ô đánh dấu đến hàng chữ [ARV/ANC]
5) Ấn nút [ENT] 1 lần.
6) Ấn nút [▲] hoặc [▼] để đưa ô đánh dấu đến chữ [ARV]
7) Ấn nút [ENT] 1 lần.

8) Ấn nút [ENT] 1 lần nữa, xuất hiện ô vuông bao quanh con số đầu.

9) Ấn nút [▲] hoặc [▼] để thay đổi con số tương ứng trong ô vuông để chọn bán kính báo động thích hợp.

10) Ấn nút [►] để chọn giá trị các số tiếp theo.

11) Ấn nút [ENT] 1 lần, kết thúc việc cài đặt.

12) Ấn nút [MENU] 2 lần để trở về màn hình bình thường.

11. Báo động trôi neo.

1) Ấn nút [MENU] cho đến khi xuất hiện chữ [MAIN MENU]

2) Ấn nút [▲] hoặc [▼] chọn [ALARSM]

3) Ấn nút [ENT]

4) Ấn nút [▲] hoặc [▼] di chuyển ô đánh dấu về hàng [ARV/ANC]

5) Ấn nút [ENT]

6) Ấn nút [▲] hoặc [▼] di chuyển ô đánh dấu đến [ARC]

7) Ấn nút [ENT]

8) Ấn nút [ENT] một lần nữa để có ô vuông bao quanh con số đầu.

9) Ấn nút [▲] hoặc [▼] để thay đổi con số tương ứng trong ô vuông để chọn khoảng cách báo động thích hợp.

10) Ấn nút [►] để chọn giá trị các số tiếp theo.

11) Ấn nút [ENT] 1 lần để kết thúc việc cài đặt.

12) Ấn nút [MENU] 2 lần để trở về màn hình bình thường.

12. Báo động lệch đường đi đến điểm hẹn.

1) Ấn nút [MENU] cho đến khi xuất hiện chữ [MAIN MENU]

2) Ấn nút [▲] hoặc [▼] chọn [ALARSM]

3) Ấn nút [ENT]

4) Ấn nút [▲] hoặc [▼] di chuyển ô đánh dấu về hàng [XTE]

5) Ấn nút ENT

6) Ấn nút ▲ hoặc ▼ di chuyển ô đánh dấu đến [OFF] hay [ON]

7) Ấn nút ENT

8) Ấn nút ENT một lần nữa để có ô vuông bao quanh con số đầu.

9) Ấn nút ▲ hoặc ▼ để thay đổi con số tương ứng trong ô vuông để chọn khoảng cách báo động thích hợp.

10) Ấn nút ► để chọn giá trị các số tiếp theo.

11) Ấn nút ENT 1 lần để kết thúc việc cài đặt.

12) Ấn nút MENU 2 lần để trở về màn hình bình thường.

13. Chỉnh định lại máy (RESET).

Khi người sử dụng vì vô tình gây nên trục trặc máy làm cho máy không bắt được tín hiệu vệ tinh, chỉ báo sai vị trí mà không tìm ra nguyên nhân thì phải RESET lại máy.

Có 3 cách chỉnh định, cách làm như sau:

Cách thứ nhất:

1) Ấn nút MENU cho đến khi xuất hiện chữ [MAIN MENU]

2) Ấn nút ▲ hoặc ▼ chọn [ERASE]

3) Ấn nút ENT

4) Ấn nút ▲ hoặc ▼ chọn [GPS DATA]

5) Ấn nút ENT

6) Ô đánh dấu nằm ở chữ [YES].

7) Ấn nút ENT

Ấn tiếp một phím bất kỳ, có tiếng "tít" kéo dài có nghĩa là máy đã thực hiện xong việc chỉnh định và tự động trở về màn hình bình thường.

Lúc này phần [GPS SET UP] giống như máy mới.

Cách thứ hai:

1) Ấn nút MENU cho đến khi xuất hiện chữ [MAIN MENU]

2) Ấn nút ▲ hoặc ▼ chọn [ERASE]

3) Ấn nút ENT

4) 4. Ấn nút ▲ hoặc ▼ chọn [MENU SETING]

5) Ấn nút ENT

6) Ô đánh dấu nằm ở chữ [YES].

7) Ấn nút ENT

8) Ấn tiếp một phím bất kỳ, có tiếng "tít" kéo dài có nghĩa là máy đã thực hiện xong việc chỉnh định và tự động trở về màn hình bình thường.

9) Lúc này phần [MENU SETING] giống như máy mới.

Cách thứ ba:

Chú ý: Với cách này máy sẽ xoá hết các điểm và đường đi có trong bộ nhớ và cài đặt lại máy.

1) Ấn nút MENU cho đến khi xuất hiện chữ [MAIN MENU]

2) Ấn nút ▲ hoặc ▼ chọn [ERASE]

3) Ấn nút ENT

4) 4. Ấn nút ▲ hoặc ▼ chọn [ALL BACK UP DATA]

5) Ấn nút ENT

6) Ô đánh dấu nằm ở chữ [YES].

7) Ấn nút ENT

8) Ấn tiếp một phím bất kỳ, có tiếng "tít" kéo dài có nghĩa là máy đã thực hiện xong việc chỉnh định và tự động trở về màn hình bình thường.

9) Lúc này các tất cả các phần giành cho người sử dụng giống như máy mới.

HỆ THỐNG ĐỊNH VỊ TẦM XA LORAN-C

23.1 Nguyên lý xác định vị trí của Loran C

23.1.1 Giới thiệu khái quát

Loran C (Loran là từ viết tắt của **Long Range** Navigation) là một hệ thống đạo hàng hyperbol sử dụng sóng vô tuyến để xác định vị trí ở cự ly xa, nó được phát triển dựa trên nền tảng của hệ thống Loran A.

Hệ thống Loran C là một tổ hợp các trạm phát sóng chủ (Master) và phụ (Slave) đặt trên bờ phát tần số thấp 100kHz dưới dạng xung. Máy thu Loran C đặt trên tàu thu nhận sóng từ các đài phát, xác định hiệu thời gian từ vị trí quan sát đến hai trạm phát chủ và phụ. Hiệu thời gian được đo bằng cách so sánh thời gian trễ của các đường bao xung, gọi là đo thô, và so sánh pha của sóng mang của các xung để đo hiệu thời gian chính xác, gọi là đo tinh. Quỹ tích của các điểm đẳng hiệu thời gian hình thành hệ đường vị trí hyperbol, nhiều cặp trạm phát hoạt động đồng thời hình thành mạng lưới đường hyperbol, bằng cách đó máy thu có thể xác định vị trí của người quan sát nhờ vào giao điểm của các đường hyperbol.

Nhờ áp dụng tần số thấp, đường cơ sở dài (khoảng cách giữa các trạm xa nhau), đồng thời sử dụng mã tín hiệu, kỹ thuật thu tương quan... khiến cho tầm xa tác dụng của hệ thống tăng lên rất lớn từ 1000 hải lý đến 2000 hải lý, vượt xa tầm xa tác dụng của hệ thống Loran A trước đây.

Máy thu của hệ thống Loran có hai loại:

Loại thứ nhất là máy thu lưỡng dụng A/C vừa sử dụng như máy thu Loran A và máy thu Loran C. Tuy nhiên loại máy thu này còn chưa ứng dụng các ưu điểm của phương pháp thu xung pha mã hoá, và kỹ thuật thu tương quan mà vẫn dùng phương pháp đo xung đồng bộ bằng mắt. Phương pháp đo này chịu ảnh hưởng của tạp âm rất lớn, với tỷ lệ tín hiệu/tạp âm 5/1 thì sai số hiệu thời gian đến 1~2 μs. Hơn nữa loại máy thu này chỉ chỉ báo hiệu thời gian, không thể hiển thị vị trí tàu, người sử dụng phải dùng biểu bảng hoặc hải đồ đặc biệt để xác định vị trí. Hiện nay loại máy thu như vậy đã bị đào thải vào thập niên cuối thế kỹ trước.

Loại thứ hai, là máy thu Loran C tự động, hoàn toàn dựa vào phương pháp thu mã pha xung, kỹ thuật thu tự tương quan và kỹ thuật máy tính, tự động nhận dạng trạm chủ trạm phụ, đo hiệu pha xung một cách chính xác, tính toán và hiển thị kinh vĩ độ của vị trí người sử dụng. Với mức so sánh tín hiệu/tạp âm dưới 5/1, máy thu này vẫn làm việc tốt, sai số hiệu thời gian chỉ 0,1 μs. Tầm xa hoạt động của máy thu Loran C tự động so với loại máy thu thông thường tốt hơn nhiều, ban ngày tầm xa từ 1200 hải lý lên 2000 hải lý, ban đêm từ 700 lên 1200 hải lý. Hiện nay các nhiều tàu chạy viễn dương đều trang bị loại máy thu Loran C tự động này.

23.1.2 Đường vị trí hyperbol hiệu thời gian.

Trong hệ thống xác định hiệu thời gian bằng xung, xung được phát liên tục từ các trạm phát chủ và và trạm phát phụ với tần số lập xung nhất định. Theo như hình 23.01, nếu trạm chủ (Master) và trạm phụ (Slave) đồng thời phát xung sóng vô tuyến, vị trí tàu tại P cách hai trạm là D_M và D_S, tín hiệu từ hai trạm đến P mất khoảng thời gian là t_M và t_S. Vậy hiệu thời gian của hai tín hiệu là,

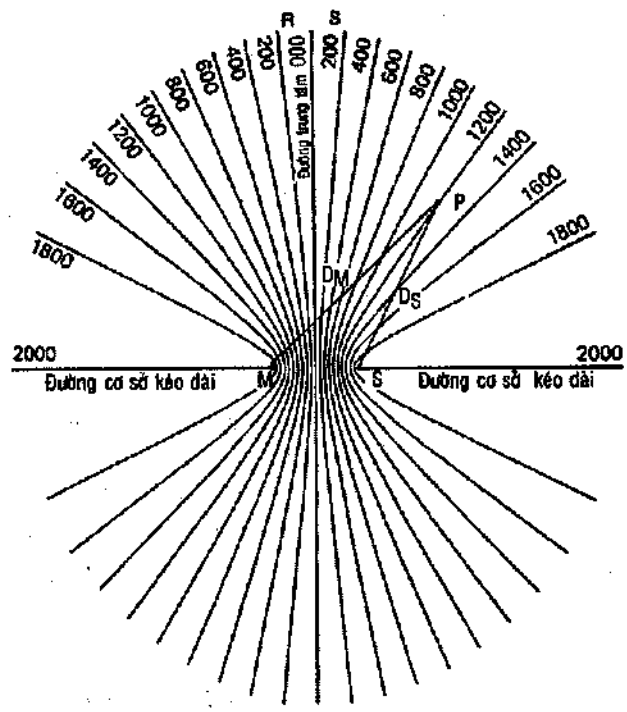
$$\Delta t = |t_M - t_S|$$

Nhưng $$t_M = \frac{D_M}{c} \quad \text{và} \quad t_S = \frac{D_S}{c}$$

Trong đó, c là tốc độ sóng vô tuyến truyền lan trong không gian, $c \approx 3 \times 10^8 m/s$ hoặc 300 $m/\mu s$.

Cho nên, $$\Delta t = \frac{1}{c}|D_M - D_S|$$

Giá trị tuyệt đối của hiệu khoảng cách là $|D_M - D_S| = \Delta t \cdot c$



Hình 23.01

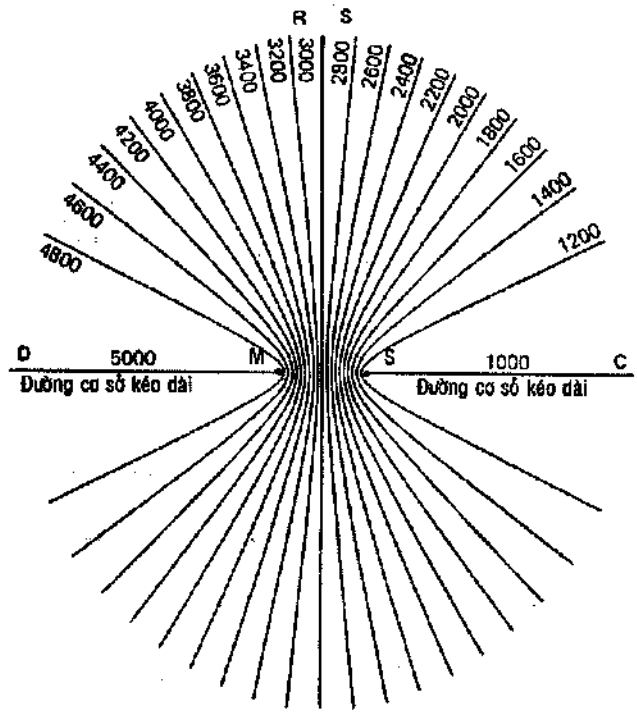
Dễ nhận thấy, quỹ tích của tất cả những điểm có hiệu thời gian bằng nhau đến hai điểm cho trước (M và S) sẽ tạo thành một cặp đường hyperbol nằm đối xứng bên phải và bên trái đường trung tâm. Đường có hiệu thời gian bằng không là đường trung tâm, vuông góc với đường cơ sở. Như vậy, vị trí xác định bằng đường hyperbol có *tính lưỡng trị* , nghĩa là một

giá trị hiệu thời gian cho hai đường vị trí. Trên hình 23.01, các con số ghi trên mỗi đường hyperbol là hiệu thời gian truyền sóng đến hai trạm chủ và phụ.

Với nhiều giá trị hiệu thời gian bằng nhau tạo thành một họ đường hyperbol như hình 23.01.

Nguyên nhân xuất hiện tính lưỡng trị của đường hyperbol là hai đài phát M và S đồng thời phát sóng. Để khắc phục tính lưỡng trị chỉ cần điều chỉnh thời gian phát của trạm phụ S sao cho sau khi trạm phụ nhận được tín hiệu xung từ trạm chủ mới bắt đầu phát tín hiệu xung của mình, nghĩa là trạm phụ phát trễ một khoảng thời gian bằng thời gian truyền sóng giữa hai trạm chủ và phụ. Kết quả là tính lưỡng trị được giải quyết, các đường vị trí trong họ đường hyperbol mang tính đơn trị như mô tả trên hình 23.02. Mỗi họ đường Hyperbol của một cặp trạm phát được in bằng những màu khác nhau trên hải đồ để không bị nhầm lẫn. Chỉ cần đo hiệu thời gian, đối chiếu trên hải đồ Loran, có thể xác định tàu mình đang nằm trên đường vị trí nào.

Thiết lập thêm một số trạm phụ S phối hợp với trạm chủ M để hình thành một mạng lưới các đường hyperbol, bằng 2 hoặc 3 đường hyperbol giao nhau có thể xác định được vị trí tàu.



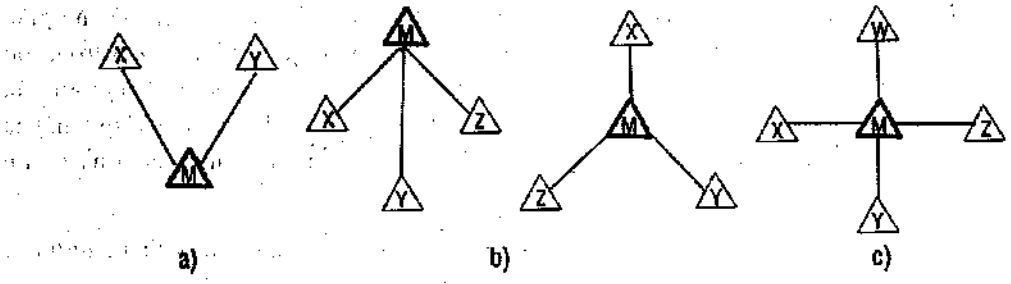
Hình 23.02

Tuy nhiên, giải quyết tính lưỡng trị chưa đủ để hệ thống Loran C mang lại hiệu quả mong muốn. Để đo chính xác hiệu thời gian cần xem xét sự can nhiễu giữa tín hiệu các đài phát, sự can nhiễu giữa sóng trời và sóng đất, để tránh can nhiễu cần thiết lập chu kỳ lặp xung GRI (Group Repetition Interval) của nhóm như thế nào, cách bố trí nhóm trạm phát M và S, các giải pháp kỹ thuật nhận dạng sóng, đo hiệu thời gian ...

23.1.3 Nguyên lý định vị của hệ thống Loran

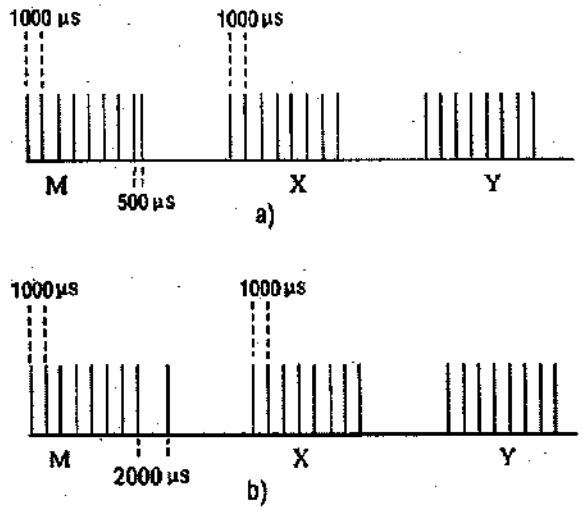
1. Cấu tạo một chuỗi Loran C

Hệ thống Loran gồm có một trạm chủ và 2 đến 4 trạm phụ hợp thành một chuỗi trạm. Trạm chủ được gán tên M và các trạm phụ lần lượt mang tên W, X, Y, Z như mô tả trên hình 23.03. Một trạm chính phối hợp với 2, 3 hoặc 4 trạm phụ hình thành một chuỗi Loran. Đường cơ sở của một cặp trạm M và S có chiều dài 800 ~1200 hải lý. Bằng cách bố trí như hình 23.03, trong tình huống bình thường, người sử dụng có thể nhận được các đường vị trí có góc giao nhau hợp lý.



Hình 23.03

2. Tín hiệu đa xung và mã hoá xung tín hiệu



Hình 23.04

Hệ thống Loran dùng phương thức phát sóng đa xung, trạm phụ của một chuỗi trạm phát nhóm tín hiệu gồm 8 xung, mỗi xung kéo dài 200 μs, gián cách giữa các xung 1000 μs. trạm chủ phát, ngoài nhóm 8 xung như trạm phụ, còn phát thêm xung thứ 9, xung thứ 9 cách xung thứ 8 có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn 1000 μs. Xung thứ 9 của trạm chủ chủ yếu dùng để nhận dạng bằng mắt thường, vì vậy trên màn huỳnh quang rất dễ phân biệt các xung của trạm chủ và trạm phụ. Hình 23.04 biểu thị các nhóm xung của trạm chủ và trạm phụ, trong đó hình 23.04a cho thấy xung thứ 9 của trạm chủ cách xung thứ 8 500 μs, và hình 23.04b cách 2000 μs.

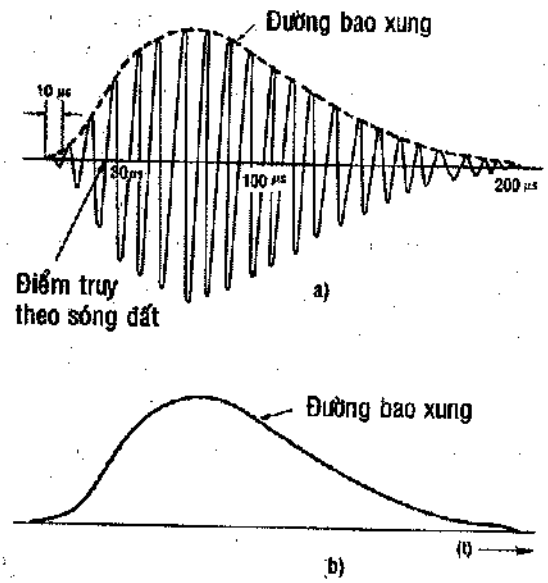
Mỗi một xung đơn trong nhóm xung đều được điều chế bằng sóng mang 100kHz, sóng xung

đơn mô tả trên hình 23.05a, độ rộng của mỗi xung sóng mang 200 μs. Đường bao của xung sóng mang biểu thị trên hình 23.05b, phía trước của đường bao khá dốc ở khoảng 30 μs độ dốc biến đổi cao nhất nhưng phía sau giảm dần ít dốc hơn. Biên độ của đường bao tại vị trí 30 μs bằng một nửa của biên độ đỉnh. Ngoài ra, máy thu Loran không những thu nhận sóng đất mà còn thu nhận cả sóng trời, đối với một xung nhất định thì sóng trời đến chậm khoảng 38 μs, trước thời điểm 38 μs chỉ có sóng đất vào máy thu; sau thời điểm đó thu sóng trời và sóng đất hỗn hợp. Cho nên quá trình thu sóng thông thường lấy sóng tại thời điểm cách khởi điểm 30 μs làm *điểm truy theo* tín hiệu sóng đất, nhờ đó tránh được sự can nhiễu của sóng trời. Sóng đất ở thời điểm 30 μs có độ dốc cao, đồng thời biên độ cũng khá cao, cho nên dùng sóng đất để đo hiệu thời gian đảm bảo độ chính xác cao.

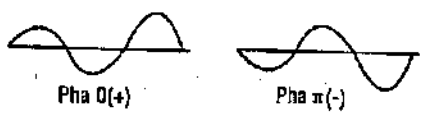
Hệ thống Loran C thiết lập mã pha cho các xung tín hiệu. Trong một nhóm 8 xung đều thiết lập pha của sóng mang trong đường bao theo một quy luật nhất định. Mã pha thiết lập như sau:

(1) Lập 8 mã đơn nguyên: Lập mã cho khởi điểm 8 xung sóng mang trạm phụ, và 8 xung sóng mang trạm chính, xung thứ 9 của trạm chính không lập mã.

(2) Lập mã pha (phase coded): Pha đầu tiên của xung sóng mang chỉ có hai trạng thái là "0" hoặc "π" ("+" hoặc "-") như hình 23.06.



Hình 23.05



Hình 23.06

Mã pha tín hiệu trạm chủ và trạm phụ không giống nhau, mã pha của hai chu kỳ tín hiệu liền kề cũng không giống nhau.

Bảng dưới đây là thứ tự lập mã pha điển hình áp dụng cho hệ thống Loran C. Từ trong bảng cho thấy, không lập mã cho xung thứ 9 của trạm chủ. Ở hai nhóm chu kỳ xung liên tiếp của trạm chủ cũng như trạm phụ, xung theo thứ tự số lẻ thì không đổi pha, gọi là *mã nguyên*. Cũng ở hai nhóm chu kỳ xung liên tiếp của trạm chủ và trạm phụ theo thứ tự số chẵn thì *đảo pha* tức là "+" biến thành "-" hoặc "-" biến thành "+".

Tín hiệu	*Trạm chủ*								*Tất cả trạm phụ*							
Thứ tự xung	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Nhóm chu kỳ xung thứ nhất	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
Nhóm chu kỳ xung thứ hai	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-

Trạm chủ và trạm phụ có mã khác nhau, các trạm phụ có mã giống nhau. Các trạm phụ được phân biệt bằng hệ thống phân cách thời gian (Time division system). Bảng dưới đây cho thấy cách thức biên tập mã trong chu kỳ lặp lại của nhóm xung trạm phụ và trạm chủ.

Máy thu Loran C tự tạo ra các *tín hiệu chuẩn* giống như hình thức tín hiệu mã hoá của các trạm chủ và trạm phụ, máy thu tích luỹ tín hiệu thu được từ trạm chủ và trạm phụ và xử lý tín hiệu bằng kỹ thuật thu tương quan. Nhờ tín hiệu của trạm chủ và trạm phụ mã hoá khác nhau, các tín hiệu này không ảnh hưởng lẫn nhau trong quá trình thu tự tương quan; tín hiệu mã hoá chuẩn trạm chủ, trong quá trình thu tự tương quan, chỉ có thể đo tín hiệu trạm chủ, tín hiệu mã hoá chuẩn trạm phụ, chỉ có thể đo tín hiệu trạm phụ. Tín hiệu chuẩn mã hoá *dịch chuyển* để tìm sự đồng bộ với tín hiệu mã hoá thu được để xác định điểm đỉnh truy theo. Trên cơ sở so sánh điểm đỉnh truy theo của tín hiệu trạm chủ, và trạm phụ, máy thu xác định hiệu thời gian của tín hiệu giữa hai trạm. Đó là nguyên lý thu tự động của máy thu Loran C.

Trong quá trình thu tự động, máy thu Loran C tích luỹ xung của 20 chu kỳ xung lặp lại, tức là tích luỹ năng lượng của 160 xung khiến cho năng lượng nâng cao lên khoảng 12 lần so với một xung đơn, tạp âm cũng nhờ đó mà giảm xuống, khiến tầm xa hoạt động của hệ thống Loran C được mở rộng.

Nhờ dùng cách mã hoá tín hiệu và dùng kỹ thuật thu tự tương quan, hệ thống Loran C có tính ưu việt sau đây:

- Máy thu tự động phân biệt trạm chủ và trạm phụ.
- Tăng tầm xa hoạt động hiệu quả của hệ thống.
- Triệt tiêu can nhiễu giữa các tín hiệu sóng phát đi từ các trạm.

3. Mã hoá thời gian trễ

Để phân biệt các trạm phụ, ngăn chặn can nhiễu sóng giữa các trạm phụ đồng thời giải quyết tính lưỡng trị của hyperbol, các đài phụ phát theo một trật tự nhất định, vì vậy phải mã hoá thời gian trễ phát: nếu chuỗi có 3 trạm thì phát theo thứ tự M-X-Y, nếu chuỗi 4 trạm thì theo thứ tự M-X-Y-Z, có 5 trạm thì phát theo thứ tự M-W-X-Y-Z.

Mã hoá thời gian trễ cho trạm phụ thứ nhất, được xác định thông qua tính toán như sau, trạm phụ thứ nhất sau khi nhận được tín hiệu của trạm chủ, cộng thêm một thời lượng trễ mới bắt đầu phát tín hiệu của mình:

Tổng thời gian trễ của trạm phụ thứ nhất:

$$\Delta\tau_1 = t_{MS_1} + t_M + \delta$$

Trong đó,

t_{MS1} - Thời lượng trễ đường cơ sở của trạm chủ và trạm phụ

t_M - Thời gian kéo dài của nhóm xung trạm chủ

δ - Trễ bảo vệ (để tránh sóng trời của tín hiệu trạm trước ảnh hưởng đến sóng đất của trạm sau)

Trong công thức trên, thành phần (t_M+ δ) gọi là *mã trễ* của trạm phụ thứ nhất.

Để phân biệt các trạm phụ với nhau, thì trạm phụ thứ hai phải sau thời điểm thu được tín hiệu của trạm phụ thứ nhất, lại chờ một thời gian kéo dài của nhóm xung trạm phụ thứ nhất t_S (nhóm xung của các trạm phụ kéo dài như nhau) cộng thêm thời lượng trễ bảo vệ δ mới bắt đầu phát nhóm xung tín hiệu của nó. Thời gian sóng truyền lan từ trạm phụ thứ nhất đến trạm phụ thứ hai kéo dài t_{MS2}, như vậy thời gian truyền sóng từ trạm chủ đến trạm phụ thứ nhất, sau đó đến trạm phụ thứ hai là (t_{MS1}+t_{MS2}). Vậy thời gian trễ của trạm phụ thứ hai tương đối với trạm chủ là:

$$\Delta\tau_2 = \Delta\tau_1 + t_{MS_1} + t_{MS_2} + t_S + \delta$$

hay

$$\Delta\tau_2 = t_{MS_2} + 2t_{MS_1} + t_M + t_S + 2\delta$$

Cùng cách lý giải như vậy có thể viết thời gian trễ của trạm phụ thứ ba và thứ tư tương đối với trạm chủ như sau:

$$\Delta\tau_3 = t_{MS_3} + 2(t_{MS_1} + t_{MS_2}) + t_M + 2t_s + 3\delta$$

$$\Delta\tau_4 = t_{MS_4} + 2(t_{MS_1} + t_{MS_2} + t_{MS_3}) + t_M + 3t_S + 4\delta$$

Từ các công thức trên dễ dàng xác định *mã trễ* của các trạm phụ còn lại.

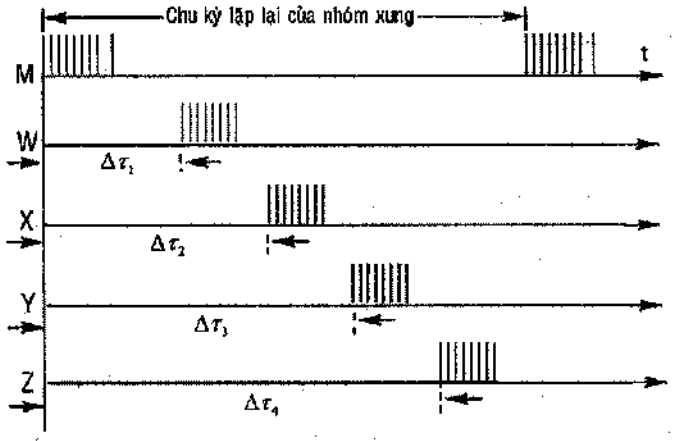
Mỗi một trạm phụ sau khi nhận được tín hiệu xung thứ nhất của trạm chủ thì tự động điều chỉnh kéo dài thời gian trễ theo *mã trễ* đã xác định, sau đó mới bắt đầu phát tín hiệu xung của mình. Nhờ đó tránh sự can nhiễu do phản xạ nhiều lần của tín hiệu trạm trước với tín hiệu xung sóng đất của trạm phụ phát kế tiếp.

Như vậy, trong phạm vi tầm xa tác dụng của một chuỗi Loran C, thứ tự tín hiệu mà một máy thu Loran C tiếp nhận là, đầu tiên tín hiệu trạm chủ, sau đó là tín hiệu các trạm phụ theo thứ tự cố định, không thay đổi như mô tả trên hình 23.07.

Bằng cách phát tín hiệu lệch thời gian với trạm chủ đã triệt tiêu tính lưỡng trị, trên đường kéo dài đường cơ sở phía trạm phụ đo được hiệu thời gian nhỏ nhất, trên đường kéo dài đường cơ sở phía trạm chủ, hiệu thời gian là cực đại, như hình 23.02.

Tất cả các trạm phát Loran C trên thế giới đều phát xung sóng mang với tần số như nhau 100kHz. Để phân biệt các chuỗi trạm với nhau thì căn cứ vào tần số lặp lại của nhóm xung

(GRI) để gán tên cho ký hiệu trạm. Ví dụ GRI của chuỗi trạm Tây Bắc Thái Bình Dương = 89300 μs thì gọi là chuỗi 8930.



Hình 23.07

Hiện nay các chuỗi trạm Loran C được thiết lập khắp thế giới, hàng năm trong "Admiralty List Radio Signal" (tập 2) do Anh xuất bản đều có cung cấp sơ đồ bố trí cùng ký hiệu trạm của tất cả các chuỗi Loran C trên thế giới. Hình 23.08 là sơ đồ bố trí các trạm Loran C khu vực Bắc Thái bình dương.

Cần nhấn mạnh rằng, vì kỹ thuật đạo hàng vệ tinh đang phát triển nhanh chóng, nhiều quốc gia không còn giành kinh phí cho việc phát triển và duy tu hệ thống Loran C. Tuy nhiên, trong khi xem xét đến hệ thống đạo hàng khu vực, vì phát triển hệ thống đạo hàng Loran C đòi hỏi kinh phí không cao, độ chính xác của hệ thống lại rất tốt, cho nên không ít quốc gia hoặc khu vực đang quan tâm phát triển mới hoặc cải tiến hệ thống loran C.

23.2 Xác định vị trí bằng máy thu Loran C và độ chính xác của nó

23.2.1 Xác định vị trí bằng máy thu Loran C

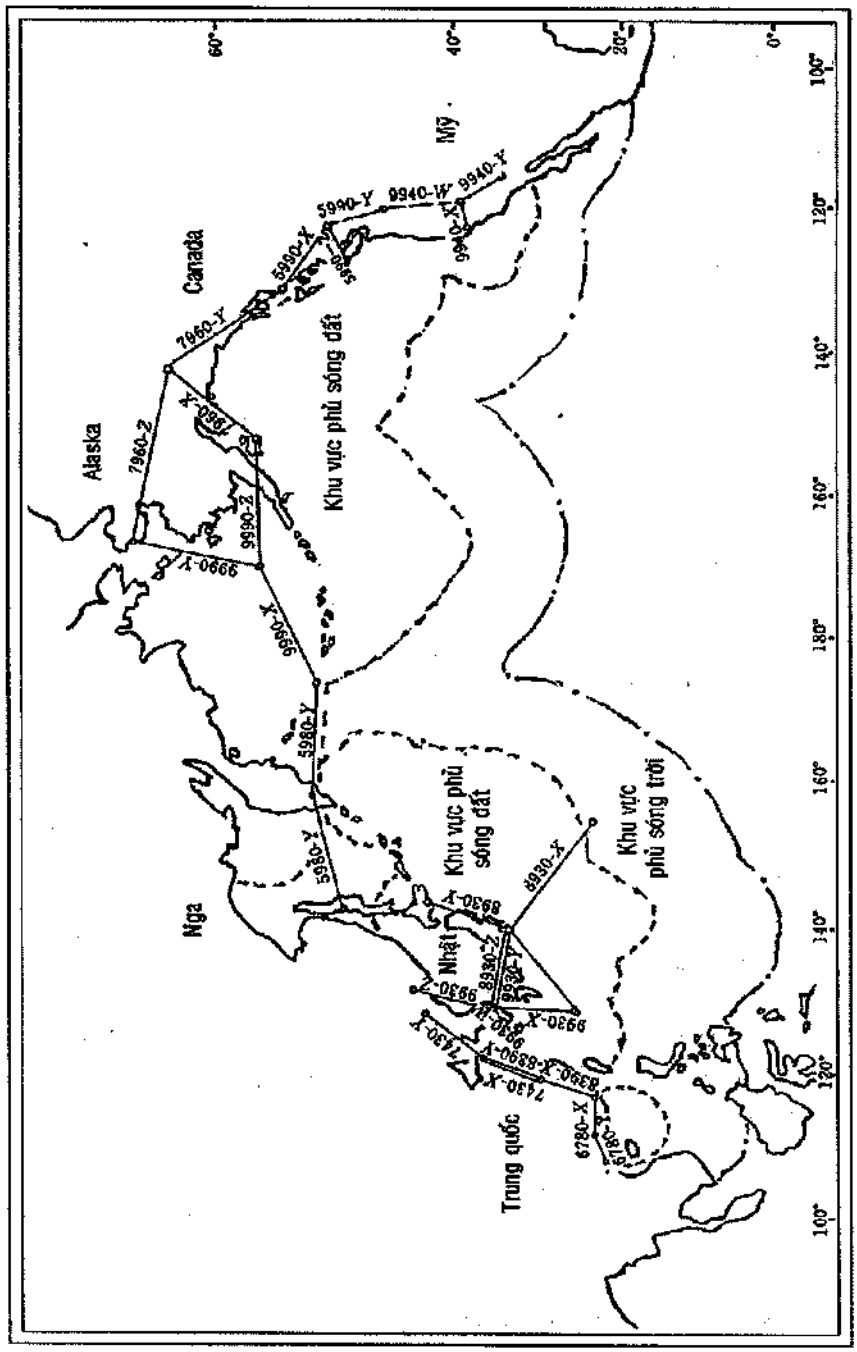
Máy thu Loran C đo hiệu thời gian từ hai cặp hoặc trên hai cặp trạm phát chủ và phụ, dùng hải đồ Loran C, một loại hải đồ đặc biệt in các đường hyperbol của các cặp trạm, hoặc dùng biểu bảng để định vị trí tàu. Vì chịu ảnh hưởng của thước tỷ lệ hải đồ, nên việc xác định vị trí bằng biểu bảng có độ chính xác cao hơn hải đồ Loran C.

Loại máy thu Loran C tự động có thể tự động đo hiệu thời gian, tính toán và hiển thị kinh, vĩ độ của vị trí tàu trên màn hình. Hiện nay hầu hết các tàu có trang bị máy thu Loran C đều sử dụng loại máy thu Loran C tự động này.

Nói chung, máy thu tự động Loran C xác đinh kinh vĩ độ vị trí đều tính toán dựa trên hệ quy chiếu WGS-72, cho nên, khi chuyển vị trí tàu lấy được từ máy thu Loran C lên hải đồ cần chú ý hiệu chỉnh ảnh hưởng của sai số toạ độ cho phù hợp.

23.2.2 Độ chính xác hệ thống Loran C

Độ chính xác của hệ thống định vị Loran C chủ yếu phụ thuộc vào sai số đo hiệu thời gian của máy thu và sai số phát sinh do vị trí tương đối của tàu đối với các trạm phát trong một chuỗi Loran C.



Hình 23.08

Trong trường hợp máy thu Loran C thuộc loại chỉ đo được hiệu thời gian và dùng hải đồ hay biểu bảng để xác định vị trí thì độ chính xác của vị trí còn phát sinh do sai số tính toán và sai số của hải đồ. Nếu sử dụng máy thu tự động thì độ chính xác vị trí chịu ảnh hưởng của sai số hệ quy chiếu áp dụng.

1. Sai số xác định hiệu thời gian

Bao gồm sai số đồng bộ giữa trạm chủ và trạm phụ, sai số trùng khớp dạng sóng, và sai số phát sinh do lượng hiệu chỉnh sóng trời không chính xác. Trong đó,

a. Sai số đồng bộ giữa trạm chủ và trạm phụ

Đối với hệ thống Loran C, việc phát không đồng bộ giữa trạm chủ và trạm phụ thường chỉ phát sinh sai số nhỏ trong phạm vi 0,03 μs~0,06 μs.

b. Sai số trùng khít đường bao xung

Để nâng cao độ chính xác đo hiệu thời gian, máy thu không những phải làm trùng khít đường bao xung mà còn áp dụng cách làm trùng khít pha. Loại máy thu Loran A/C mà việc xác định hiệu thời gian tiến hành bằng tay thì sai số này khoảng 3 μs, đối với máy thu Loran C tự động thì sai số này chừng 0,1 μs.

c. Sai số của lượng hiệu chỉnh sóng trời.

Đối với loại máy thu thủ công, khi xác định vị trí phải dùng biểu bảng, trong đó có bảng hiệu chỉnh sai số sóng trời, bảng hiệu chỉnh này dùng để hiệu chỉnh hiệu thời gian độ cao tầng điện ly thực tế khác với tầng điện ly tính toán. Bảng có sai số 1 μs~1,5 μs.

2. Ảnh hưởng của vị trí tương đối giữa tàu và trạm phát đến độ chính xác của vị trí

Trong hệ thống định vị hyperbol có một đặc điểm, sai số hiệu thời gian trên đường cơ sở sinh ra sai số đường vị trí rất ít, nhưng ảnh hưởng của nó trên đường kéo dài của đường cơ sở thì rất lớn, điều này có thể chứng minh bằng công thức gradient đường vị trí hiệu khoảng cách. sai số chuẩn của đường vị trí Loran C như sau,

$$E = \frac{0{,}081\sigma_{\Delta t}}{\sin\dfrac{\gamma}{2}}$$

Trong đó, $\sigma_{\Delta t}$ - Sai số chuẩn khi đo hiệu thời gian

γ - Góc trương cung của vị trí tàu tương đối với trạm chủ và trạm phụ.

3. Độ chính xác vị trí tàu đo bằng Loran C

Nói chung, có thể dùng đường bán kính vòng tròn sai số chuẩn để biểu thị độ chính xác vị trí tàu xác định bằng Loran C như sau,

$$M = \frac{0{,}081\sigma_{\Delta t}}{\sin\theta}\sqrt{\csc^2\frac{\gamma_1}{2} + \csc^2\frac{\gamma_2}{2}}$$

Trong đó,

M - Đường bán kính vòng tròn sai số (hải lý)

θ - Góc kẹp giữa hai đường vị trí Loran C

γ_1, γ_2 - Góc trương cung của vị trí tàu tương đối với hai cặp trạm chủ và trạm phụ.

$\sigma_{\Delta t}$ - Sai số chuẩn khi đo hiệu thời gian

Căn cứ vào kết quả đo thực tế, máy thu Loran C tự động, không tính đến sai số hệ quy chiếu, có độ chính xác 0,1 hải lý; sai số xác định vị trí bằng sóng trời 1~2 hải lý.

24

HỆ THỐNG ĐỊNH VỊ DECCA

24.1 Giới thiệu khái quát

Hệ thống hàng hải DECCA là hệ thống vô tuyến đạo hàng hyperbol tầm ngắn, dùng sóng vô tuyến tần số thấp từ 70~130kHz và đo hiệu pha của hai sóng liên tục phát từ hai trạm phát trên bờ để xác định hiệu khoảng cách. Tầm xa hoạt động của hệ thống 240 hải lý, độ chính xác xác định vị trí từ vài mét đến vài trăm mét.

Từ trước chiến tranh thế giới thứ hai, Decca phát triển đầu tiên ở Anh, do một hãng có tên Decca sản xuất, sau chiến tranh Decca đã được xây dựng ở nhiều nước. Hiện nay, Decca đã phát triển không những ở Châu Âu mà còn phát triển ở nhiều nơi trên thế giới.

Hệ thống Decca có ưu điểm độ chính xác xác định vị trí khá cao, thao tác máy đơn giản, máy thu chỉ cần khởi động và điều chỉnh ban đầu là có thể truy theo vị trí tàu và hiển thị 2 hoặc 3 đường vị trí để xác định vị trí tàu.

24.2 Đường vị trí Decca

24.2.1 Đo hiệu pha để xác định đường vị trí theo hiệu khoảng cách

Giả sử một cặp trạm phát M và S phát sóng cùng pha, cùng tần số và cùng biên độ, ta có,

$$e_M=E_M\sin\omega t \quad \text{và} \quad e_S=E_M\sin\omega t$$

Trong đó, e_M, e_S - Giá trị tức thời của tín hiệu trạm chủ và trạm phụ.

E_M, E_S - Biên độ cực đại của tín hiệu trạm chủ và trạm phụ.

ωt - Pha của tín hiệu, trong đó ω là tần số góc (rad/s), $\omega = 2f$, t - thời gian (s)

Theo như hình 24.01, P là vị trí tàu, khoảng cách đến hai trạm phát là D_M và D_S. Trong quá trình truyền lan, tín hiệu bị dịch chuyển pha, cho nên tại P thu được hai tín hiệu dịch chuyển pha là,

$$\omega(t-\frac{D_M}{c}) \quad \text{và} \quad \omega(t-\frac{D_S}{c})$$

Trong đó, c - Tốc độ truyền lan của sóng vô tuyến, $c \approx 3 \times 10^8$m/s, $c = \lambda \times f_0$ (λ - bước sóng, f_0 - tần số).

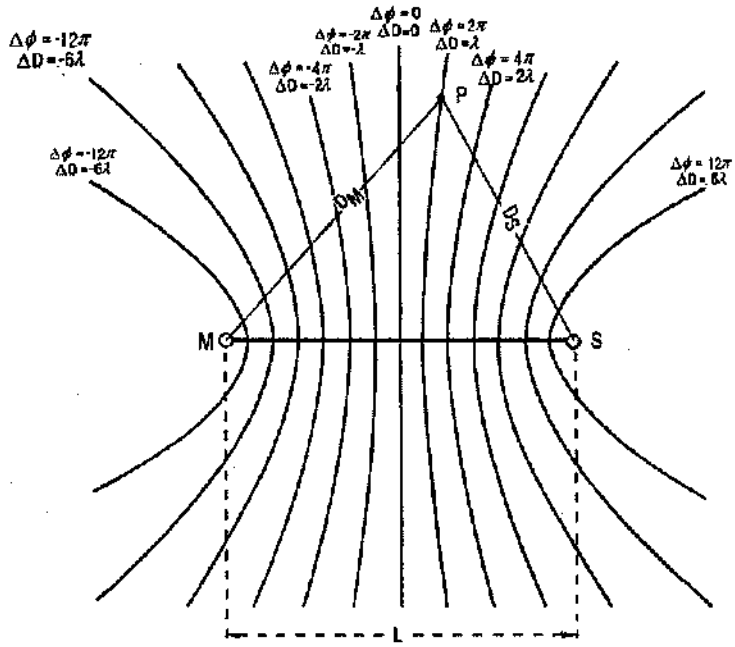
Hiệu pha giữa hai tín hiệu,

$$\Delta\phi = \omega(t-\frac{D_M}{c}) - \omega(t-\frac{D_S}{c})$$

$$= \frac{\omega}{c}(D_M - D_S) = \frac{2\pi}{\lambda}(D_M - D_S)$$

Hiệu khoảng cách,

$$\Delta D = D_M - D_S = \frac{\Delta\phi}{2\pi}\lambda$$



Hình 24.01

Công thức trên biểu thị mối quan hệ giữa hiệu khoảng cách và hiệu pha giữa trạm chủ và trạm phụ đến vị trí P, nếu $\Delta\phi$ = const. thì ΔD = const. Vì đường đẳng trị của hiệu khoảng cách đến hai điểm là đường hyperbol, cho nên nếu đo hiệu pha $\Delta\phi$ thì có thể tính được hiệu khoảng cách ΔD và xác định được một cặp đường vị trí hyperbol tương ứng với hiệu khoảng cách đó.

Máy thu Decca (Decca Navigator) chỉ có thể xác định được một giá trị hiệu pha $\Delta\varphi$ nhỏ hơn một chu kỳ (2π), độ chính xác đo pha là $\frac{2\pi}{100}$ tương ứng với độ chính xác của khoảng cách $\frac{\lambda}{100}$. Nếu muốn nâng cao độ chính xác định vị thì phải chọn sóng vô tuyến có tần số phát cao, bước sóng ngắn. Tuy nhiên, chiều dài L của một cặp trạm của chuỗi Decca nằm trong khoảng 60 đến 120 hải lý, khoảng cách này bằng hiệu khoảng cách cực đại ΔD_{max} giữa hai trạm phát. Hệ thống Decca yêu cầu L>> λ, tức là $\Delta D_{max} >> \lambda$, hiệu pha tương ứng là,

$$\Delta\phi = i2\pi + \Delta\varphi$$

Thay vào công thức trên tìm ra ΔD,

$$\Delta D = i\lambda + \frac{\Delta\varphi}{2\pi}\lambda$$

Như đã nói, máy thu chỉ có thể đo hiệu pha $\Delta\varphi$ mà không thể xác định hệ số i, cho nên xuất hiện *tính đa trị* của các hiệu khoảng cách tương ứng với hiệu pha $\Delta\varphi$ và các cặp hyperbol cũng có tính đa trị tương ứng với hiệu khoảng cách đó. Giữa hai trạm bờ của hệ thống Decca xuất hiện hàng loạt các đường đẳng trị hiệu khoảng cách có hiệu pha $\Delta\varphi$=0 như mô tả trên hình 24.01. Các đường vị trí đó cách đều nhau trên đường cơ sở (đường nối giữa trạm chủ và trạm phụ), khoảng cách giữa hai đường hyperbol trên đường cơ sở là $W=\frac{\lambda}{2}$. Khoảng cách giữa hai đường vị trí liền kề càng cách xa đường cơ sở thì càng lớn, nó phụ thuộc vào góc trương γ của khoảng cách L từ P,

$$W=\frac{\lambda}{2\sin\frac{\gamma}{2}}$$

Hệ thống Decca dùng phương pháp phân biệt "dải" (Lane Identification) để giải quyết tính đa trị. Thông thường gọi giá trị $\Delta\varphi$ nhỏ hơn 2π là *hiệu pha* (phase difference).

24.2.2 Bố trí trạm phát chuỗi Decca

Một hệ thống Decca thường gồm một trạm chủ và ba trạm phụ hợp thành gọi là một chuỗi Decca (Decca chain). Mỗi một trạm phụ phối hợp với trạm chủ gọi là một cặp trạm hình thành một họ đường hyperbol. Để có các đường vị trí dùng vào việc xác định vị trí đồng thời các đường vị trí giao nhau một góc độ phù hợp, hình thức phổ biến nhất của một chuỗi Decca gồm có một trạm chủ (M- Master Station) chung ở giữa, ba trạm phụ (Slave Station) bố trí ở chung quanh tạo thành hình sao, đường nối giữa trạm chủ với 3 trạm phụ (đường cơ sở) tạo thành góc 120^0, như hình 24.02. Đường cơ sở có độ dài khoảng 60~120 hải lý.

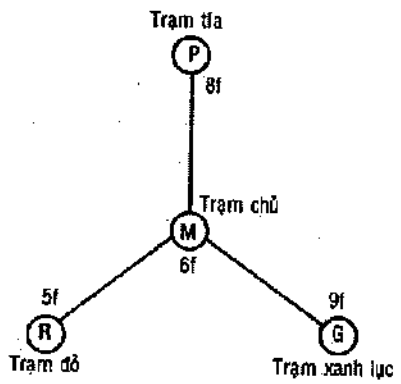
Cũng có chuỗi Decca chỉ có một trạm chủ hai trạm phụ, cách bố trí cũng giống như kiểu 3 trạm phụ, nhưng không có trạm phụ (P).

Để dễ phân biệt khi nhận dạng, mỗi một cặp trạm chủ và ba phụ có tên gọi khác nhau, R (Red) G (Green), P (Purple) ứng với 3 màu đỏ, xanh lục và tía. Trên máy thu Decca, các đồng hồ đo fa biểu thị phân biệt 3 màu khác nhau. Các họ đường hyperbol trên hải đồ cũng mang 3 màu đỏ, xanh lục và tía khác nhau biểu thị các đường hyperbol của mỗi cặp trạm, đồng thời mang các ký hiệu khác nhau, các trạm chủ và 3 trạm phụ còn biểu thị bằng các ký hiệu A, B, C, D,

Cặp trạm chủ A – trạm phụ B có ký hiệu là cặp AB.

Cặp trạm chủ A – trạm phụ C có ký hiệu là cặp AC.

Cặp trạm chủ A – trạm phụ D có ký hiệu là cặp AD.



Hình 24.02

Hiện nay trên thế giới có chừng 30 chuỗi Decca, phân bố trên các châu lục Úc, Á, Âu, Phi châu.

Các chuỗi lấy tên địa phương của khu vực đặt tên cho chuỗi, ví dụ English Chain, French Chain...

Để tiện việc chọn lựa trên máy thu, ngoài tên địa phương, mỗi chuỗi còn có mã riêng (Code). Mã được biên tập bằng tổ hợp các ký tự A~F và số 0~10. Ví dụ chuỗi English Chain có ký hiệu 5B, chuỗi French Chain có ký hiệu 8B.

Mỗi một ký hiệu mã gắn liền với tần số phát của trạm chủ, đó là căn cứ để phân biệt và chọn chuỗi Decca.

Các số thứ tự 0~10 biểu thị 11 nhóm tần số cơ bản của trạm chủ chuỗi Decca.

Các ký tự A~F biểu thị mỗi nhóm tần số cơ bản được chia làm 6 phân tần.

Đơn vị: kHz Bảng tần số phát của trạm chủ chuỗi Decca 24.A

Mã chữ cái		A	B	C	D	E	F
Mã số	0	84.095	84.100	84.105	84.185	84.190	84.195
	1	84.275	84.280	84.285	84.365	84.370	84.375
	2	84.455	84.460	84.465	84.545	84.550	84.555
	3	84.635	84.640	84.645	84.725	84.730	84.735
	4	84.815	84.820	84.825	84.905	84.910	84.915
	5	84.995	85.000	85.005	85.085	85.090	85.095
	6	85.175	85.180	85.185	85.265	85.270	85.275
	7	85.355	85.360	85.365	85.445	85.450	85.455
	8	85.535	85.540	85.545	85.625	85.630	85.635
	9	85.715	85.720	85.725	85.805	85.810	85.815
	10	85.895	85.900	85.905	-	-	-

Như vậy trong phạm vi tần số hoạt động của hệ thống Decca có tất cả 63 tần số chuỗi Decca (mã số thứ 10 chỉ có 3 phân tần), xem *Bảng tần số phát của trạm chủ chuỗi Decca* (Bảng 24.A). Trong 63 tần số của các chuỗi Decca, lấy tần số chuỗi 5B làm *tần số chuẩn* (85kHz) để xác định các tần số khác.

24.2.3 Tần số phát của chuỗi Decca

Căn cứ vào nguyên lý hoạt động của hệ thống đạo hàng hyperbol pha, thì sóng vô tuyến mà trạm chủ và trạm phụ phát đi *là sóng đẳng biên liên tục*. Để cho các máy thu có thể phân biệt tín hiệu từ các trạm phát khác nhau, đòi hỏi sóng phát đi phải áp dụng phương thức phát sóng *phân cách tần số*. Các trạm chủ và trạm phụ phát đi các tần số khác nhau, tần số hoạt động của mỗi trạm là bội tần của một tần số cơ bản f, các trạm M, R, G, P phát các bội tần 6f, 8f, 9f, 5f. Máy thu có thể đồng thời thu tín hiệu của các trạm trên các kênh khác nhau.

Sau khi xác định tần số phát của trạm chủ (6f, bội số của 6 tần số cơ bản f), thì tần số các trạm phụ (8f, 9f, 5f) được xác định như sau,

$$\text{Tần số trạm đỏ} = \frac{8}{6} \text{ tần số trạm chủ}$$

$$\text{Tần số trạm xanh lục} = \frac{9}{6} \text{ tần số trạm chủ}$$

$$\text{Tần số trạm tía} = \frac{5}{6} \text{số trạm chủ}$$

Như vậy, có thể tính tần số phát thấp nhất của hệ thống Decca là tần số trạm phụ màu tía của chuỗi OA,

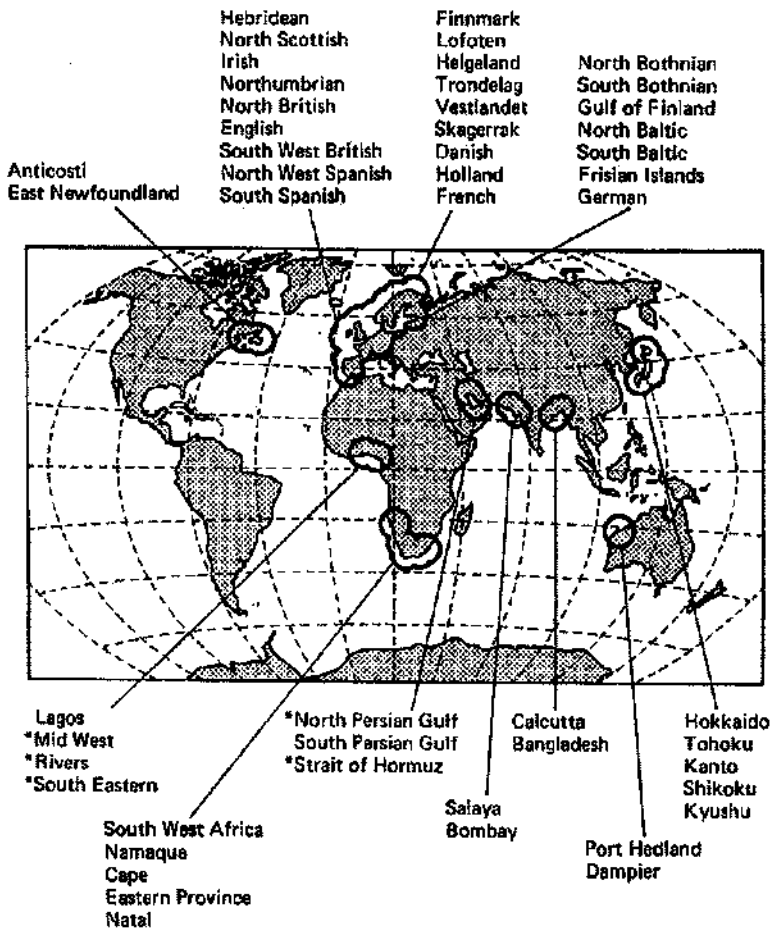
$$\frac{5}{6} \times 84{,}095 = 70{,}079 \text{ kHz},$$

Tần số phát cao nhất của hệ thống Decca là tần số trạm phụ màu xanh lục của chuỗi 10C,

$$\frac{9}{6} \times 85{,}905 = 128{,}858 \text{ kHz}$$

Từ đó nhận thấy lý do vì sao ngay ở đầu chương ta nói hệ thống Decca phát ở tần số thấp từ 70~130 kHz.

Về lý thuyết coi như trên thế giới có thể thiết lập 63 chuỗi Decca, nhưng trên thực tế có thể xây dựng nhiều hơn con số đó, vì ở những khu vực cách xa nhau có thể xây dựng các chuỗi có cùng tần số mà không sợ chúng ảnh hưởng lẫn nhau. Hình 24.03 biểu thị sơ đồ phân bố các chuỗi Decca trên thế giới.



Hình 24.03

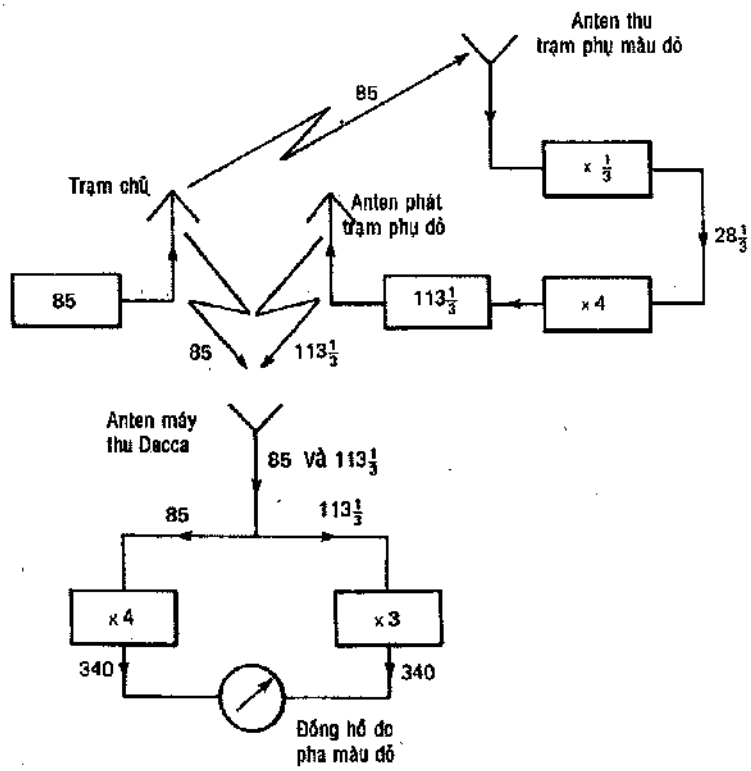
Chi tiết phân bố các chuỗi Decca có thể tham khảo ở *Admiralty List of Radio Signal* tập 2 của Anh xuất bản.

24.2.4 Đường vị trí Decca và cách xử lý tính đa trị

Giả sử tần số chuẩn của một chuỗi Deca nào đó là f, trạm chủ phát tần số 6f, một trạm phụ nào đó phát tần số nf, hai tín hiệu này truyền đến máy thu tại vị trí tàu P. Tại máy thu, hai tín hiệu này thông qua mạch bội tần M/6 và M/n để tăng lên tần số bội nhỏ nhất Mf, sau đó tiến hành so sánh tìm ra hiệu pha. Tần số Mf gọi là tần số so sánh (Comparison Frequency). Tần số so sánh của 3 trạm phụ đỏ, lục và tía là 24f, 18f và 30f.

Máy phát chuỗi Decca phát đi tần số tổ hợp, máy thu nhận được và xử lý để tạo ra tín hiệu tần số f để so sánh tìm ra hiệu pha.

Máy thu không những có thể xác định hiệu pha trên tần số f, được gọi là đo thô; mà còn có thể xác định hiệu pha bằng tần số so sánh Mf, gọi là đo tinh. Nhờ phương pháp này làm cho việc xác định vị trí có độ chính xác cao đồng thời giải quyết tính đa trị của tín hiệu.

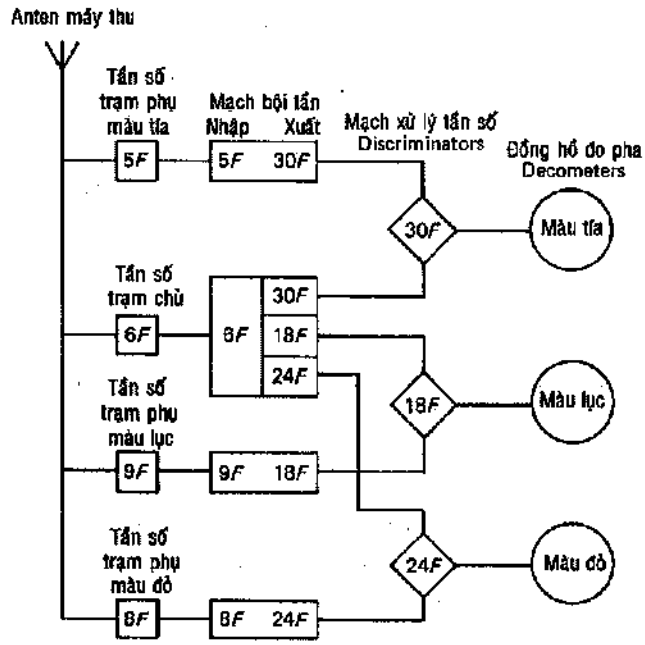


Hình 24.04

Ví dụ ở hình 24.04 có thể minh hoạ vấn đề này rõ hơn, hình vẽ biểu thị mối quan hệ của một cặp trạm phát gồm trạm chủ và trạm phụ màu đỏ. Trạm chủ phát sóng có tần số 6f là 85 kHz (f = $14\frac{1}{6}$ kHz). Để cho tín hiệu hai trạm chủ và phụ đồng bộ với nhau, trạm phụ đỏ sau khi nhận được tín hiệu 85 kHz từ trạm chủ thì chuyển tín hiệu đó sang bộ phận chia tần ($\times\frac{1}{3}$) và qua bộ phận bội tần (x4) để lấy được sóng có tần số $133\frac{1}{3}$ kHz, cuối cùng phát tần đó vào không gian. Máy thu Decca sẽ nhận được hai sóng có tần số 85 kHz từ trạm chủ và tần số $133\frac{1}{3}$ kHz từ trạm phụ đỏ. Trong máy thu hai sóng này đi theo hai đường riêng biệt

đến hai mạch bội tần (x4) và (x3) để cuối cùng được tần số so sánh là 340 kHz. Trong máy thu hai tần số được so sánh với nhau và đo được hiệu pha của chúng bằng một máy đo pha. Máy đo pha biến hiệu pha thành tín hiệu điện và chỉ báo trên đồng hồ đo pha.

Đối với cặp trạm chủ và phụ tía, cũng như cặp trạm chủ và phụ xanh lục, thì tần số phát không giống nhau và cũng khác với cặp trạm chủ và phụ đỏ, vì vậy tần số so sánh của chúng cũng không giống nhau. Hình 24.05 mô tả sơ đồ nguyên lý so sánh pha ở máy thu, trong đó, với 3 tần số so sánh 24f, 18f, 30f, máy đo pha xác định được 3 hiệu pha khác nhau để tạo ra các họ đường hyperbol dùng để xác định vị trí.



Hình 24.05

24.2.5 Miền (Zone), dải (Lane) và 1/100 của dải (Centilane)

Trong hệ thống Decca, khu vực giới hạn giữa hai đường hyperbol có hiệu pha bằng 360^0 tương ứng với tần *số cơ bản* f gọi là "miền" (Zone), số lượng các miền của một cặp trạm chính phụ quyết định ở chiều dài đường cơ sở L giữa trạm chủ và trạm phụ và tần số cơ bản f. Thông thường, trên một cặp trạm chủ và phụ có 10 "miền", được đặt tên bằng các chữ cái A, B, C, ...J, sắp xếp theo thứ tự từ trạm chủ đến trạm phụ. Khi số lượng "miền" lớn hơn 10 thì ký hiệu lặp lại từ A. Ví dụ chuỗi Decca 5B English, trạm chủ phát tần số 85,000kHz, tần số chuẩn của nó là f=85/6 kHz = $14\frac{1}{6}$ kHz, tương ứng với bước sóng λ=21,2km, cho nên có thể tính chiều rộng của "miền" trên đường cơ sở là 5,7 n.mile. Ở vị trí cách càng xa đường cơ sở, thì chiều rộng của "miền" càng lớn.

Khu vực giới hạn giữa hai đường hyperbol hiệu pha bằng 360^0 tương ứng với *tần số so sánh* (24f, 18f, 30f) gọi là "dải" (Lane). Cặp trạm đỏ có tần số so sánh là 24f, chia thành 24 "dải" nằm trong một "miền" của trạm đỏ. Dải của cặp trạm đỏ được đánh số từ 0~23.

Giống như vậy, tần số so sánh của cặp trạm lục là 18f, chia thành 18 "dải" trong một miền của cặp trạm lục được đánh số từ 30~47. Cặp trạm lục có tần số so sánh là 30f và chia thành 30 "dải" được đánh số từ 50~79. bằng cách đánh số như vậy, có thể giúp người sử dụng nhận dạng dải thuộc cặp trạm nào, tránh nhầm lẫn. Nhờ cách đánh số đó, trên máy thu người sử dụng xác định được vị trí tàu mình nằm ở "dải" nào thuộc "miền" nào.

Trong máy thu Decca, có 3 đồng hồ đo pha phân biệt đo một cách chính xác hiệu pha của các tần số so sánh 24f,18f, 30f trên các cặp trạm đỏ lục và tía để xác định centilane (1/100 của dải), centilane được đánh số từ 1~99.

Để có khái niệm tổng quát về cách đánh dấu các đường hyperbol có thể xem bảng tổng hợp dưới đây :

Cặp trạm	Số lượng "dải" trong "miền"	Ký hiệu "miền"	Ký hiệu "dải"	Centilane
Cặp trạm đỏ	24	A đến J	0 đến 23	0 đến 99
Cặp lục	18	A đến J	30 đến 47	0 đến 99
Cặp trạm tía	30	A đến J	50 đến 79	0 đến 99

24.2.6 Phân biệt "dải"

1. Lý do phải nhận dạng dải

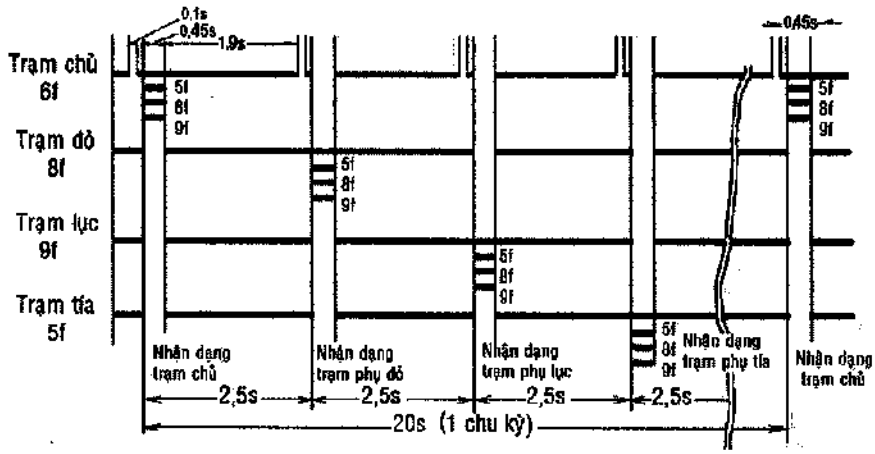
Căn cứ vào tần số so sánh 24f,18f, 30f , đồng hồ đo pha chỉ ra giá trị của centilane, trong thực tế chỉ cần mối liên hệ cơ giữa kim hiển thị centilane và bộ phận hiển thị dải và miền thì trên đồng hồ cũng có thể đọc được dải và miền của vị trí tàu. Vì vậy khi hành trình của tàu bắt đầu, chỉ cần lấy vị trí dự tính của tàu nằm ở dải và miền nào và chỉnh máy thu Decca theo vị trí tương ứng. Nhờ đó, trong quá trình tàu chạy, trên máy thu Decca lúc nào cũng tự động hiển thị liên tục vị 3 đường vị trí, mỗi đường gồm có centilane, lane và zone từ đó xác định vị trí chinh xác trên hải đồ Decca.

Tuy nhiên, trong trường hợp tàu đang chạy qua khu vực không có mạng lưới Decca và bắt đầu đi vào khu vực sử dụng Decca nhưng vị trí dự tính của tàu chưa xác định được, nghĩa là không biết tên "dải" và "miền" ban đầu để chỉnh trên máy thu khi bắt đầu mở máy thu. Nhờ chiều ngang của miền rất rộng, tên miền cũng dễ xác định bằng dự tính, nhưng tên dải thì khó xác định, cần phải áp dụng một giải pháp khác gọi là "nhận dạng dải" (Lane Identification).

2. Định dạng tín hiệu nhận dạng dải

Để nhận dạng dải, ngoài việc phát các tín hiệu với tần số quy định bình thường như 6f, 8f, 9f, 5f, đẳng biên liên tục; hệ thống Decca còn phải phát tín hiệu nhận dạng dải. Tín hiệu nhận dạng dải có hai loại V và MP, loại V đã bị loại bỏ. Hiện nay đang sử dụng tín hiệu nhận dạng loại MP (Multi Pulse), đó là tín hiệu xung nhận dạng.

Phương thức phát tín hiệu nhận dạng MP, mô tả trên hình 24.06, áp dụng chế độ phát cách quãng thời gian, trong mỗi một phút trạm chủ và trạm phụ phân biệt phát 3 tín hiệu nhận dạng dải từ giây thứ 10s, 30s và 50s của một phút, tín hiệu nhận dạng dải có chu kỳ 20s. Trước khi phát tín hiệu nhận dạng dải, đầu tiên trạm chủ dừng phát sóng 0,1s báo hiệu bắt đầu phát tín hiệu nhận dạng dải; sau đó trạm chủ phát đồng thời tín hiệu nhận dạng dải 6f, 8f, 9f, 5f kéo dài 1,9s. Cũng bắt đầu từ thời điểm trạm chủ phát tín hiệu thì các trạm phụ dừng phát 0,45s; sau đó thì các trạm phụ khôi phục phát bình thường.



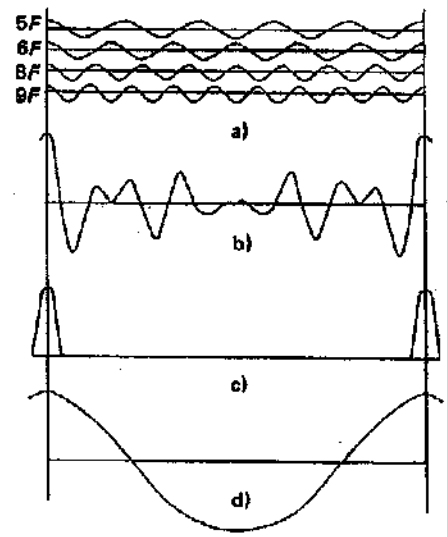
Hình 24.06

Tiếp theo, cho đến trạm chủ lại dừng phát 0,1s báo hiệu trạm phụ đỏ bắt đầu phát tín hiệu nhận dạng dải, trạm phụ đỏ phát đồng thời tín hiệu nhận dạng 6f, 8f, 9f, 5f trong vòng 0,45s, trong khoảng thời gian đó trạm chủ và các trạm phụ khác dừng phát; sau đó tất cả các trạm khôi phục phát bình thường. Các trạm phụ lục và tía cùng phát 4 tần số nhận dạng 6f, 8f, 9f, 5f theo phương thức như vừa nói ở trạm phụ đỏ.

Tín hiệu nhận dạng của các trạm chủ và phụ cách nhau 2,5s, một chuỗi Decca phát tín hiệu nhận dạng mất 10s (2,5x4), trong 10s sau đó thì các trạm lại phát tín hiệu Decca bình thường.

3. Phương pháp nhận dạng dải

Dễ nhận thấy rằng chiều rộng của dải tỷ lệ nghịch với tần số so sánh pha, tần số càng cao thì chiều rộng dải càng hẹp. Dựa vào nguyên lý ấy, trong máy thu Decca, sau khi dùng phương pháp so sánh tần số trạm chủ với các tần số trạm phụ 24f, 18f, 30f, tức đo tinh, người ta thiết kế máy thu có một mạch so sánh tần số 1f để mở rộng chiều rộng của dải, lúc này chiều rộng của "dải" coi như chiều rộng của "miền". Đo hiệu pha trên tần số 1f, tức là đo thô, nhờ đó có thể triệt tiêu tính đa trị của 24 dải (trạm phụ đỏ), 18 dải (trạm phụ lục) và 30 dải (trạm phụ tía); biến tính đa trị thành đơn trị. Kết quả đo thô này hiển thị trên thiết bị chỉ báo phụ dùng để nhận dạng dải, nó luân lưu hiển thị trên máy số dải chính xác của một cặp trạm trong một "miền" nhất định.

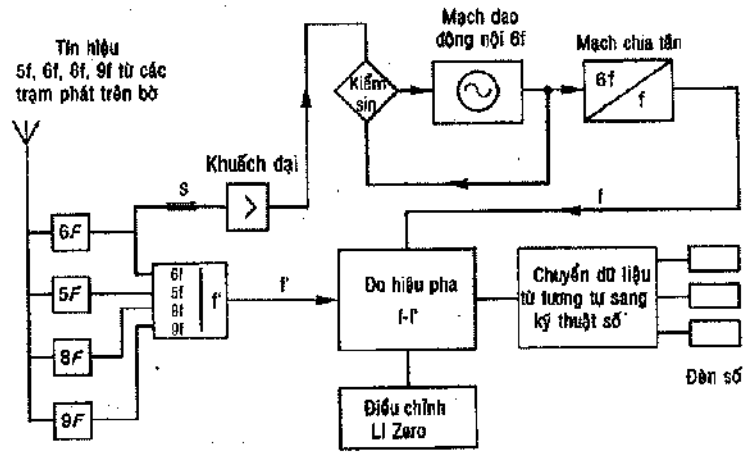


Hình 24.07

Trong máy thu, các tần số 6f, 5f, 8f, 9f đồng thời phát từ trạm chủ tổng hợp tuyến tính như hình 24.07, trong đó, hình a biểu thị 4 tín hiệu tần số nhận dạng của cùng một trạm, chúng đều là bội số của f, cho nên tổng hợp của chúng có thể biểu diễn bằng đường cong biến thiên theo chu kỳ, hình b là dạng sóng sau khi tổng hợp. Sau khi qua mạch nắn

sóng và lọc còn lại các tín hiệu dạng xung tần số 1f như hình c, cuối cùng dùng tín hiệu xung tần số 1f để kích hoạt ra tần số dao động hình sin 1f rất ổn định như hình d.

Sơ đồ khối nguyên lý của phương pháp nhận dạng dải kiểu MP mô tả trên hình 24.08.



Hình 24.08

Các tín hiệu tần số 6f, 5f, 8f, 9f nhận dạng dải phát từ trạm chủ, sau đó tuần tự các tín hiệu 6f, 5f, 8f, 9f nhận dạng dải phát từ các các trạm phụ, được máy thu Decca tiếp nhận, cả 4 tần số này được tổng hợp tuyến tính để lấy tần số f' ổn định đưa sang đồng hồ đo pha.

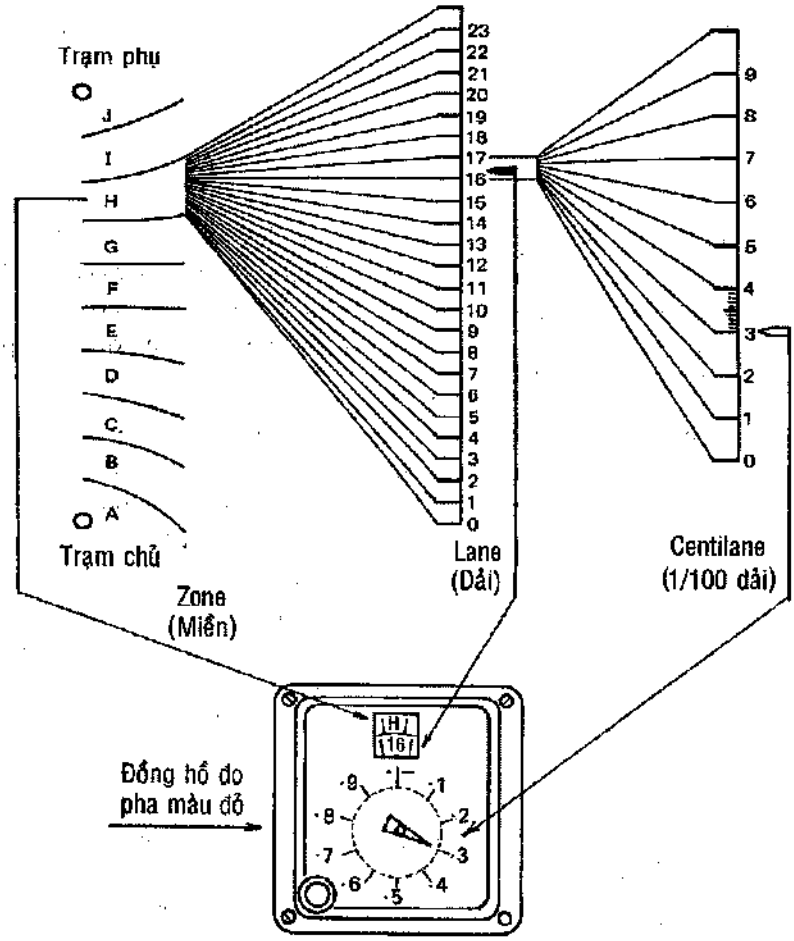
Đồng thời, sau khi máy thu nhận tín hiệu kích hoạt từ trạm chủ (trạm chủ dừng phát 0,1s, vì tần số 6f là đồng bộ với mạch "kiểm hình sin" cho nên tần số 6f đi qua S, kích hoạt mạch dao động nội 6f, đóng vai trò của mạch tồn giữ pha trong thời gian nhận dạng dải. Tần số 6f sau đó được chuyển sang mạch phân tần 1/6 để lấy tín hiệu 1f đưa sang đồng hồ đo pha. Có thể nói S như là một "công tắc điện tử" cản tất cả các tần số khác ngoại trừ 6f khi máy thu tiếp nhận các tín hiệu nhận dạng.

Trên đồng hồ đo pha hai tần số f' và f được so sánh để đo hiệu pha, ở đây dữ liệu tương tự được chuyển thành số hoá và hiển thị thành số. Lúc này, số đọc chính xác trên đồng hồ số phải là "0", nếu không phải là "0" thì điều chỉnh đến chỉnh số "0" bằng nút điều chỉnh nhận dạng dải LI Zero. Nghĩa là pha của tín hiệu nhận dạng giải phát từ trạm chủ cùng pha với pha của bộ dao động tín hiệu nội trong mạch tồn giữ pha.

Sau khi trạm chính phát tín hiệu nhận dạng 2,5s thì các trạm phụ đỏ, lục, tía lần lượt phát tín hiệu nhận dạng dải theo cùng cách quãng thời gian như nhau. Giống như tín hiệu nhận dạng dải của trạm chủ, các tín hiệu nhận dạng dải của trạm phụ tổng hợp thành tín hiệu 1f', sau đó cũng so sánh pha với tín hiệu trạm chủ, đưa từ mạch lưu giữ pha sang, trên đồng hồ đo pha, lần lượt hiển thị thành số.

24.2.7 Đồng hồ đo pha

Đồng hồ đo pha (Decometer) trong máy thu Decca dùng để đo hiệu pha của hai sóng điện từ phát từ hai trạm, xem hình 24.09.



Hình 24.09

Có thể mô tả một cách khái quát nguyên lý hoạt động của nó như sau: cấu tạo bên trong gồm có hai cuộn dây và một thanh nam châm. Cuộn dây nhận được điện áp xuất qua từ máy so sánh pha sẽ tạo ra một từ trường tổng hợp. Tàu chạy liên tục trên biển làm cho hiệu pha giữa hai sóng điện từ phát từ hai trạm biến đổi từ 0 đến 360^0 khiến cho từ trường tổng hợp cũng thay đổi hướng 0^0 đến 360^0, nhờ có từ trường quay làm cho thanh nam châm trong đồng hồ cũng quay theo thành một vòng từ 0^0 đến 360^0 và chỉ báo độ lệch pha trên vòng khắc độ dưới dạng các lane và centilane. Giống như đồng hồ chỉ giờ, đồng hồ đo pha có một kim dài, một kim ngắn và một đĩa quay, các kim và đĩa này có liên hệ cơ với thanh nam châm theo một tỷ lệ nào đó. Kim ngắn chỉ số độ của hiệu pha (thực tế là đem 360^0 chia cho 100 phần bằng nhau, một phần gọi là 1/100 của dải), kim dài chỉ số dải, còn đĩa quay, trên đó có ký hiệu bằng chữ từ A đến J, chỉ "miền". Ba đồng hồ đo pha được đánh dấu 3 màu khác nhau để chỉ báo số liệu riêng biệt cho 3 cặp trạm.

Trong các loại máy thu Decca kiểu mới, chẳng hạn loại Mk21 thì trên đồng hồ đo pha chỉ có một kim để chỉ centilane, đĩa số dùng để chỉ số lane và đĩa chữ dùng để chỉ zone. Trên hình 24.09 có thể đọc được đường vị trí tàu của cặp trạm đỏ là H 16 (Zone H, Lane 16,

Centilane 3). Mỗi một máy thu có 3 đồng hồ đo pha, đỏ xanh lục và tía. Khi tàu chạy các kim và đĩa chuyển động liên tục, có thể quay xuôi hoặc ngược tùy theo hướng tàu.

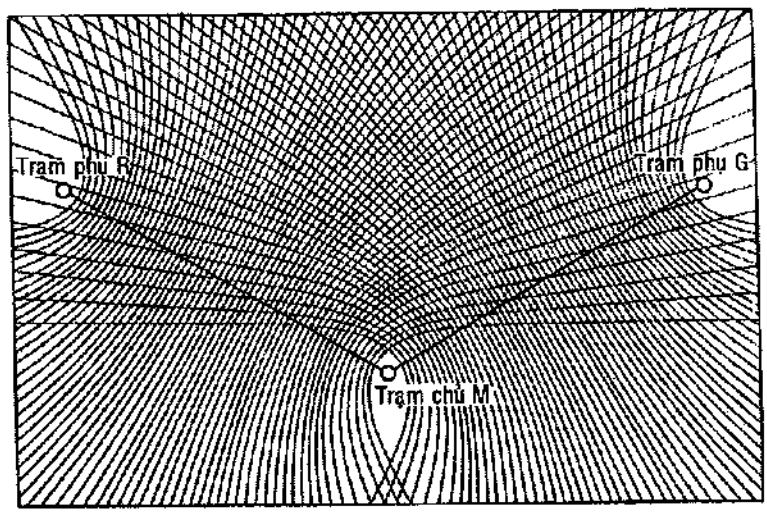
24.3. Định vị bằng Decca và độ chính xác của vị trí

24.3.1 Hải đồ Decca

1. Mạng lưới đường vị trí

Đường hyperbol trong hệ thống Decca là đường đẳng trị nối tất cả những điểm có hiệu số pha bằng nhau. Chế tạo hải đồ Decca cũng giống như hải đồ Loran, đem các đường đẳng trị hyperbol in lên trên hải đồ Mecator thông thường. Hình 24.10 là ví dụ một mạng lưới Decca trên một khu vực nào đó, trên hình này chỉ mô tả mạn lưới tạo nên bởi hai cặp trạm chưa ghi ký hiệu trên các đường hyperbol.

Trên hải đồ Decca, của một khu vực nào đó thường có vị trí của 3 trạm phát (nếu chúng nằm trong phạm vi của hải đồ), vẽ tất cả những đường hyperbol có hiệu pha là bội số của 360^0 (cũng tức là những đường hiệu pha 0^0). Màu sắc của đường hyperbol có cùng màu quy ước cho trạm phụ, gồm có màu đỏ , lục và tía. Khu vực nằm giữa hai đường hyperbol có hiệu số pha 360^0 (diện tích nằm giữa hai đường hiệu pha bằng 0^0) là lane. Các đường hiệu pha 0^0 in trên hải đồ được đánh số thứ tự như đã trình bày ở trên. Các đường hyperbol giới hạn zone có ký hiệu bằng chữ từ A cho đến J. Ở mỗi đường hyperbol in trên hải đồ đều có ký hiệu . Ví dụ, trên đường vị trí màu đỏ có ký hiệu H22, có nghĩa đó là lane số 22 của zone H thuộc cặp trạm đỏ.



Hình 24.10

2. Số hiệu hải đồ Decca (Decca Chart Number)

Hiện nay, hải đồ Decca của Anh xuất bản đang được sử dụng rộng rãi. Hải đồ Decca thường dùng hải đồ hàng hải thông thường và in mạng lưới đường vị trí lên đó, đồng thời giữ nguyên ký hiệu hải đồ, chỉ thêm ở trước ký hiệu chữ L(D*), trong đó L (Lattice) có nghĩa là mạng lưới, D là ký hiệu của chuỗi Decca. Ví dụ: hải đồ L(D5) 1992, có nghĩa là hải đồ mạn lưới chuỗi Decca D5 tương đương với hải đồ hàng hải thông dụng 1992.

Trên một trang hải đồ mà in đường vị trí của hơn một chuỗi Decca thì hải đồ Decca thể hiện

như sau, ví dụ L(D1-D2)1234, có nghĩa là trên hải đồ đó có các đường vị trí của hai chuỗi Decca. Có loại hải đồ ghi ký hiệu, ví dụ L(D)(MC) 1408 hoặc L(D-MC) 1408 có nghĩa là trên hải đồ này có mạng lưới đường vị trí của trên hai chuỗi Decca (MC -Multi-chain).

3. Các tư liệu ghi trên để mục hải đồ

Ở góc dưới bên trái của hải đồ Decca gồm có các ký hiệu cặp trạm và các tư liệu liên quan, ví dụ: AB.AC.AD. DECCA CHART - CHAIN 1B/MP (SW BRITISH) 4C/MP (NW SPANISH) 8B/MP (FRENCH), có nghĩa là trong phạm vi khu vực có 3 cặp trạm để định vị, cặp trạm 1B ở tây nam Anh quốc, hoạt động theo phương thức MP ; cặp trạm 4C ở tây bắc Tây ban nha và cặp trạm 8B của Pháp. Ngoài ra có thể có các ghi chú khác cho việc sử dụng hải đồ Decca.

24.3.2 Độ chính xác định vị bằng hệ thống Decca

1. Những yếu tố ảnh hưởng đến độ chính xác

1) Sai số của máy móc thiết bị

Chủ yếu là sai số thiếu đồng bộ, sai số của đồng hồ đo pha.

2) Sai số truyền lan của sóng vô tuyến,

Do ảnh hưởng của tốc độ truyền lan của sóng biến đổi trong môi trường truyền sóng, ảnh hưởng của nhiễu sóng trời...

3) Do sai số của hải đồ Decca

Sai số khi tính toán mạng lưới đường hyperbol.

2. Độ chính xác định vị bằng hệ thống Decca

Công thức tính sai số chuẩn xác định vị trí Decca như sau,

$$M = \frac{\sigma_{\Delta\phi}}{\sin\theta}\sqrt{W_1^2 + W_2^2}$$

Trong đó,

M - Bán kính sai số vị trí chuẩn ;

$\sigma_{\Delta\phi}$ - Sai số chuẩn đối với tham số sai số pha chuẩn;

W_1, W_2 - Chiều rộng dải (lane) của hai cặp trạm phát;

θ - Góc giao nhau của hai đường vị trí.

Bảng dưới đây cho thấy độ chính xác của vị trí xác định bằng Decca, sai số xác định vị trí ban đêm so với ban ngày lớn hơn 3~4 lần.

Độ chính xác xác định vị trí bằng Decca

Khoảng cách đến trạm chủ (hải lý)	*Sai số chuẩn (liên)*	
	Ban ngày	*Ban đêm*
100	0,4	1,5
150	0,8	4,0
200	1,5	-

24.4 Máy thu Decca Mark 21

24.4.1 Các công tắc, nút điều khiển

Máy thu Decca Mark 21 (Decca Navigator Marine Receiver Mark 21) được thiết kế sử dụng xác định vị trí trong hàng hải dùng cho những chuỗi Decca phát tín hiệu phân biệt giải theo kiểu MP (Multi Pulse).

Trên mặt chỉ thị của máy thu Decca Mark 21, hình 24.11, có những công tắc và nút điều chỉnh như sau :

1. CHAIN SWITCH: Nút chọn chuỗi Decca, gồm một nhóm hai nút, nút đầu tiên có các nấc từ số 0 đến số 10 và cuối cùng có chữ X, nút tiếp theo có các nấc ghi bằng chữ cái A, B, C... Chữ kết hợp với số thành một ký hiệu chuỗi Decca, ví dụ chuỗi 5B. Khi tàu chạy trong phạm vi tầm xa tác dụng của một chuỗi nào đó thì chỉ cần vặn hai nút chọn chuỗi theo đúng số và chữ của ký hiệu chuỗi để thu tín hiệu của chuỗi đó. Chữ X trong công tắc đầu tiên dùng cho những mục đích đặc biệt.

2. FUNCTION SWITCH : Công tắc chức năng, có 5 vị trí:

a) Off - Tắt máy.

Ngắt nguồn điện cung cấp cho máy.

b) Lock 1 - Đồng bộ 1.

Giúp vào việc làm đồng bộ máy thu với tín hiệu từ trạm phát tới. Chỉ cần bật công tắt sang vị trí này trong lần mở máy đầu tiên.

Trong trường hợp máy thu chỉ dừng hoạt động trong khoảng thời gian ngắn, hoặc khi mở máy cho máy hoạt động lại, hoặc trong điều kiện tạp âm quá cao, thì sự đồng bộ có thể được tiến hành nhanh hơn bằng cách bật công tắc chức năng từ vị trí OFF sang ngay vị trí "Lock 2" hoặc "Op". Chỉ khi cả hai vị trí đó đều không thỏa mãn sự đồng bộ thì mới chuyển về vị trí "Look 1".

c) Ref - Chỉnh chuẩn.

Khi đặt chuyển công tắt sang vị trí này thì các kim chỉ phần lẻ của dải phải ở vị trí zero. Nếu không đúng như vậy thì phải "chỉnh chuẩn" bằng cách vặn các nút điều chỉnh "Zero" ở đồng hồ đo pha sao cho các kim chỉ centilane về vị trí zero. Việc điều chỉnh này cần thực hiện ở thời gian đầu khi mở máy và mỗi lần chuyển đổi chuỗi Decca.

d) Lokk 2 - đồng bộ 2.

Vị trí này dùng để đảm bảo sự đồng bộ trở lại càng nhanh càng tốt sau khi chỉnh chuẩn (Ref).

e) Op - Hoạt động.

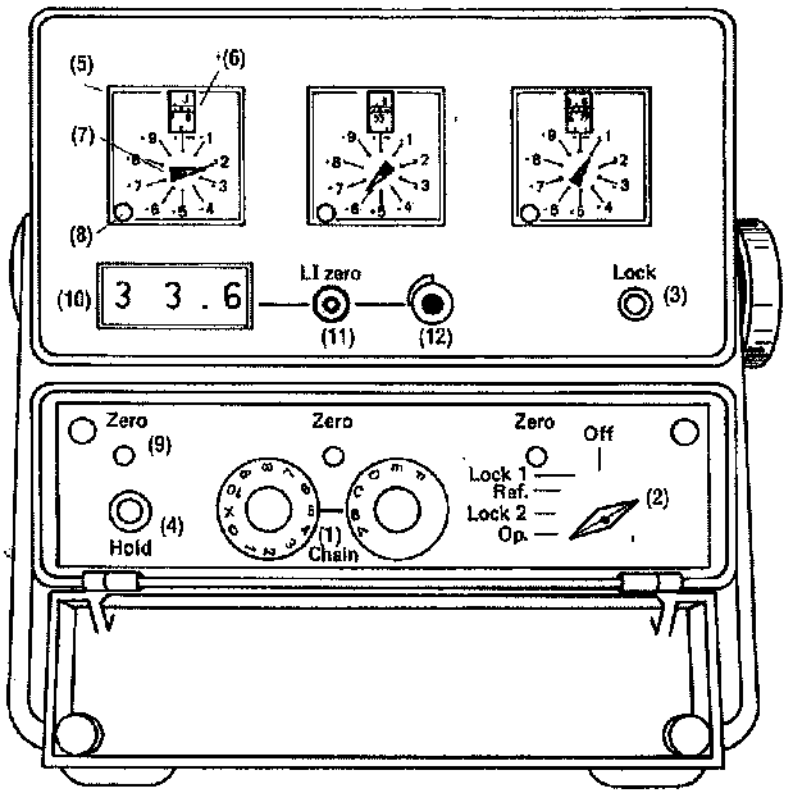
Vị trí này cho phép máy đi vào hoạt động bình thường.

3. Lock

Đèn chỉ thị khoá tín hiệu

4. HOLD PUSH BUTTON

Khi ấn nút này sẽ làm cho tất cả các kim đồng hồ đo pha dừng lại, và đặt chúng ở vị trí zero, chỉnh dải trước khi buông ra. Trong trường hợp đồng bộ có thể ấn nút này trong thời gian ngắn khi chuyển từ "Op" sang "Ref". Khi mở máy lần đầu có thể ấn nút này cho đến khi đèn chỉ thị đồng bộ sáng liên tục.



Hình 24.11

5. Đồng hồ đo pha (DECOMMETER)

Trên mặt máy có 3 đồng hồ đo pha, đỏ ở bên trái, xanh lục ở giữa và tía ở bên phải. Mỗi đồng hồ đo pha sẽ chỉ báo các chữ cái biểu thị miền, chữ số biểu thị số dải và kim chỉ ra số centilane. Các nút chỉnh định lại (Reset) trên mỗi đồng hồ cho phép chỉnh lại dải và miền bằng tay khi cần thiết. Bình thường số dải trên đồng hồ được chỉnh theo "đồng hồ chỉ thị nhận dạng dải" (Lane Indification readout - LI), đây là một đồng hồ theo kiểu hiện số. Còn chữ cái biểu thị miền được xác định bằng vị trí suy tính của tàu.

Ở dưới mỗi cửa sổ, nơi hiện số dải và miền có dấu hiệu "." và "-". Khi trên cửa sổ đồng thời xuất hiện hai chữ cái biểu thị miền thì chữ cái nào ở phía có dấu hiệu (chấm và vạch) nằm đúng ngay con số chỉ dải sẽ là chữ cái chỉ miền chính xác.

6. Cửa sổ hiển thị miền và dải.
7. Kim chỉ báo centilane (1/100 dải)
8. RESET - Nút điều chỉnh dải.
9. ZERO CONTROLS - Các nút điều chỉnh zero.

Các nút này dùng để chỉnh các kim chỉ thị centi dải khi công tắc chức năng chuyển sang vị trí "Ref" (Chú ý, nút điều chỉnh zero được nối điện với đồng hồ phân biệt dải L.I, đồng hồ phân biệt dải cũng sẽ chỉ không đúng khi chưa chỉnh tốt nút chỉnh chuẩn điểm zero).

10. L.I DIGITAL READOUT - Đồng hồ nhận dạng dải (hiện số).

Đồng hồ dạng dải dải kiểu hiện số chỉ đúng số dải trong một miền xác định (một miền đã biết), nó lần lượt hiện số dải của 3 cặp trạm theo một chu kỳ khoảng 20 giây.

11. L.I ZERO - Nút điều chỉnh "0" nhận dạng dải.

Nút ấn zero khi phân biệt dải. Khi công tắc chức năng đặt ở vị trí "Op" (hoạt động) thì cứ 20 giây, đồng hồ phân biệt dải sẽ hiện ra các số dải theo thứ tự : Trạm chủ - Trạm đỏ - Trạm xanh - Trạm tía với gián cách là 2 giây 1/2. Bình thường thì số đọc của trạm chủ phải là zero, nhưng trong lần đầu tiên mở máy cho máy đi vào hoạt động thì tín hiệu phân biệt dải của trạm chủ không bằng zero. Trong trường hợp đó thì ấn nút "Zero push button" rồi buông ngay ra thì ở chu kỳ phân biệt dải tiếp theo số đọc đầu tiên sẽ là zero. Nút này chỉ cần dùng thận trọng về ban đêm.

12. L.I DIMMING CONTROL - Điều chỉnh độ sáng nhận dạng dải

Đèn này sẽ sáng liên tục khi máy thu Decca đồng bộ với tín hiệu trạm chủ, nó chỉ nhấp nháy mỗi khi chuyển số trên đồng hồ chỉ thị nhận dạng dải. Đèn chỉ thị đồng bộ chỉ báo tình trạng của tín hiệu cũng như tình hình tạp âm, khi mọi điều kiện đều tốt thì đèn sáng nhất. Đèn sẽ nhấp nháy nhiều khi mức tạp âm tăng. Có thể giảm độ sáng của đèn bằng cách đậy nắp riêng của nó.

24.4.2 Cách thao tác và điều chỉnh máy thu Decca Navigator Mark 21 (xem Hình 24.11)

1. Văn công tắc CHAIN SWITCH theo số và chữ biểu thị chuỗi Decca mà mình muốn sử dụng.
2. Văn công tắc FUNCTION từ vị trí "OFF" sang vị trí "LOCK 1" (sử dụng nút "HOLD" nếu cần, xem phần giới thiệu các nút điều chỉnh). Đèn đồng bộ (3) bắt đầu chớp, các kim của đồng hồ đo pha bắt đầu lắc hay quay. Để có thể giảm bớt việc chỉnh định zero về sau, có thể dừng các kim lại bằng cách ấn nút Hold Button cho đến khi máy thu đi vào đồng bộ với tín hiệu trạm chủ.

   Trong quá trình máy thu chuyển sang đồng bộ với tín hiệu trạm chủ thì đèn đồng bộ sẽ chớp chầm chậm trong khi máy thu từ từ điều hưởng với tần số chủ.

   Cuối cùng tín hiệu chủ được đồng bộ biểu thị bằng đèn đồng bộ sáng liên tục (trừ khi nó chớp lúc phân biệt dải).

   Trong quá trình máy thu đi vào đồng bộ với tín hiệu trạm phụ thì các kim đồng hồ đo pha sẽ giảm dần tốc độ quay tròn trong khi máy thu dần dần điều hưởng với tần số trạm phụ. Cuối cùng máy thu đã được đồng bộ với tín hiệu khi các kim chỉ centilane đứng ổn định, Đèn chỉ thị cứ mỗi 20s thì có 4 lần tắt trong khoảng 2,5s.

   Sự đồng bộ chính xác của máy sẽ thể hiện trên đèn đồng bộ, lúc đèn sáng nhất và sáng liên tục.

3. Chuyển công tắc FUNCTION sang vị trí "Ref".
4. Đợi cho các kim centilane ổn định và đèn đồng bộ sáng đều, chỉnh các nút ZERO đặt các kim centilane về vị trí Zero.

5. Chuyển công tắc FUNCTION về vị trí "Lock 2". Đèn đồng bộ chớp nhẹ và sau đó sáng liên tục trở lại. Kim trên đồng hồ đo pha hơi dao động sau đó đứng yên.

6. Chuyển công tắc FUNCTION về vị trí "Op" (hoạt động).

7. Thao tác quy về "0" nhận dạng dải

   Nếu cần ấn nút L.I.Zero, quan sát trên đồng hồ hiện số (10) số đọc của trạm chủ trong phạm vi 0,00~±0,02, nếu số đọc không phù hợp thì tiếp tục ấn nút L.I Zero rồi buông ra cho đến khi hiện số đúng.

8. Đặt lại chỉ báo của đồng hồ đo pha. Bằng cách ấn nút "RESET" ở mỗi đồng hồ đo pha chỉnh định lại một cách thật cẩn thận miền và dải của mỗi đồng hồ. Ký hiệu của miền chỉnh vào máy có thể lấy vị trí suy tính của tàu trên hải đồ Decca.

9. Quan sát đồng hồ phân biệt dải thao chu kỳ 20 giây, đọc lần lượt số dải trên đồng hồ đó theo thứ tự đỏ, xanh, tía, đồng thời so sánh từng số dải đo với chỉ số đọc trên đồng hồ đo pha, nếu cần chỉnh lại số dải trên đồng hồ đo pha.

10. Để xác định vị trí bằng Decca, chỉ cần đọc số trên hai đồng hồ đo pha tương ứng với khu vực tàu chạy. Tìm các đường vị trí tương ứng trên hải đồ Decca, giao điểm của chúng là vị trí tàu.

PHỤ LỤC 1

1. CHUYỂN ĐỔI GIỮA CÁC ĐƠN VỊ THÔNG DỤNG

"x" nghĩa là "nhân với" . . ., "/" nghĩa là "chia cho" . . ., " # " hệ số chính xác

ĐỔI . . .	*SANG . . .*	*X hoặc /*
acres	hectares	x 0.4047
acres	sq. ilometres	/ 247
acres	sq. metres	x 4047
acres	sq. miles	/ 640 #
barrels (oil)	cu.metres	/ 6.29
barrels (oil)	gallons (UK)	x 34.97
barrels (oil)	gallons (US)	x 42 #
barrels (oil)	litres	x 159
centimetres	feet	/ 30.48 #
centimetres	inches	/ 2.54 #
centimetres	metres	/ 100 #
centimetres	millimetres	x 10 #
cubic cm	cubic inches	x 0.06102
cubic cm	litres	/ 1000 #
cubic cm	millilitres	x 1 #
cubic feet	cubic inches	x 1728 #
cubic feet	cubic metres	x 0.0283
cubic feet	cubic yards	/ 27 #
cubic feet	gallons (UK)	x 6.229
cubic feet	gallons (US)	x 7.481
cubic feet	litres	x 28.32
cubic inches	cubic cm	x 16.39
cubic inches	litres	x 0.01639
cubic metres	cubic feet	x 35.31
feet	centimetres	x 30.48 #
feet	metres	x 0.3048 #
feet	yards	/ 3 #
fl.ounces (UK)	fl.ounces (US)	x 0.961
fl.ounces (UK)	millilitres	x 28.41

ĐỔI . . .	*SANG . . .*	*X hoặc /*
kilograms	ounces	x 35.3
kilograms	pounds	x 2.2046
kilograms	tonnes	/ 1000 #
kilograms	tons (UK/long)	/ 1016
kilograms	tons US/short)	/ 907
kilometres	metres	x 1000 #
kilometres	miles	x 0.6214
litres	cu.inches	x 61.02
litres	gallons (UK)	x 0.2200
litres	gallons (US)	x 0.2642
litres	pints (UK)	x 1.760
litres	pints (US liquid)	x 2.113
metres	yards	/ 0.9144 #
metres	centimetres	x 100 #
miles	kilometres	x 1.609
millimetres	inches	/ 25.4 #
ounces	grams	x 28.35
pints (UK)	litres	x 0.5683
pints (UK)	pints (US liquid)	x 1.201
pints (US liquid)	litres	x 0.4732
pints (US liquid)	pints (UK)	x 0.8327
pounds	kilograms	x 0.4536
pounds	ounces	x 16 #
square cm	sq. inches	x 0.1550
square feet	sq. inches	x 144 #
square feet	sq. metres	x 0.0929
square inches	square cm	x 6.4516 #
square inches	square feet	/ 144 #
square km	acres	x 247

MỤC LỤC

		Trang
	Lời nói đầu	2
PHẦN I	**HÀNG HẢI CƠ BẢN**	
CHƯƠNG 1	TRÁI ĐẤT. TOẠ ĐỘ, PHƯƠNG VỊ VÀ KHOẢNG CÁCH	3
1.1	Trái đất	3
1.1.1	Hình dáng trái đất	3
1.1.2	Hệ quy chiếu toàn cầu WGS 84 (World Geodesis System 84)	3
1.1.3	Hệ quy chiếu và hệ toạ độ quốc gia Việt nam	4
1.1.4	Hệ quy chiếu áp dụng cho hàng hải	5
1.2	Toạ độ địa lý trên trái đất	6
1.2.1	Chuyển động của trái đất	6
1.2.2	Vị trí trên biển -Toạ độ địa lý, kinh độ và vĩ độ	7
1.3	Đo phương hướng trên biển.	9
1.3.1	Một số định nghĩa về các mặt phẳng trên trái đất	9
1.3.2	Hệ thống định hướng trên mặt phẳng chân trời thật	9
1.3.3	Các cách biểu thị hướng	9
1.3.4	Hướng đi, hướng mũi tàu, hướng thực tế, hướng ngắm, góc mạn	10
1.4	Độ lệch địa từ, độ lệch la bàn và sai số la bàn.	12
1.4.1	Dụng cụ đo hướng - La bàn	12
1.4.2	Độ lệch địa từ	12
1.4.3	Độ lệch la bàn từ	14
1.4.4	Sai số la bàn từ	16
1.4.5	Chuyển đổi các loại hướng đi và các loại hướng ngắm	17
1.4.6	Phương pháp dùng la bàn thực hành đo hướng ngắm trên biển	18
1.5	Các phương pháp xác định sai số la bàn	19
1.5.1	Sử dụng một mục tiêu ở xa để xác định độ lệch la bàn	19
1.5.2	Quan sát hướng ngắm ba mục tiêu để xác định sai số la bàn	19
1.5.3	Dùng một mục tiêu bờ đơn độc ở xa để xác định độ lệch la bàn từ	19
1.5.4	Dùng chập tiêu để xác định độ lệch la bàn	21
1.5.5	Xác định độ lệch la bàn từ bằng cách so sánh với hướng la bàn con quay	22
1.5.6	Xác định và kiểm tra độ lệch la bàn từ trên một hướng đi bằng chập tiêu tự nhiên	22
1.5.7	Dùng các phương pháp thiên văn để xác định độ lệch la bàn từ	23
1.6	Đo lộ trình và tốc độ trên biển	29
1.6.1	Hải lý và đơn vị đo tốc độ nơ	29
1.6.2	Lộ trình của tàu	30
1.6.3	Xác định tốc độ tàu và suất hiệu chỉnh tốc độ kế bằng thực nghiệm	31
CHƯƠNG 2	HÀNG HẢI SUY TÍNH VÀ XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ	34
2.1	Hàng hải suy tính	34

2.1.1 Hàng hải suy tính khi không có ảnh hưởng của gió và dòng chảy 34
2.1.2 Ảnh hưởng của gió, không có dòng chảy 34
2.1.3 Căn cứ vào hệ số áp lực gió lập bản góc chỉnh giạt gió 36
2.1.4 Ảnh hưởng của dòng chảy khi không có gió 37
2.1.5 Ảnh hưởng tổng hợp của gió và dòng chảy 39
2.1.6 Các phương pháp thực hành xác định vết đi tổng hợp của tàu khi chịu ảnh hưởng đồng thời gió và dòng chảy 41
2.1.7 Công thức sai số hàng hải suy tính 43
2.2 Xác định vị trí bằng mục tiêu bờ 45
2.2.1 Những mục tiêu khảo sát có độ chính xác cao ở lục địa và ghi ký hiệu trên hải đồ 45
2.2.2 Định vị bằng hướng ngắm mục tiêu lục địa 46
2.2.3 Phương pháp định vị bằng dịch chuyển đường vị trí 47
2.2.4 Định vị bằng khoảng cách 49
2.2.5 Định vị bằng tầm xa của ánh sáng hải đăng khi vừa nhìn thấy 51
2.2.6 Định vị bằng hồi âm của còi tàu 52
2.2.7 Định vị bằng ba mục tiêu hai góc kẹp 53
2.2.8 Định vị bằng đo sâu 54
2.3 Giới hạn an toàn 55
2.3.1 Góc an toàn 55
2.3.2 Khoảng cách an toàn 56
2.3.3 Hướng ngắm an toàn 56
2.3.4 Hướng chập tiêu an toàn 56
2.4 Công thức sai số định vị bằng mục tiêu lục địa 56
2.4.1 Gradient và sai số bình phương trung bình đường vị trí 56
2.4.2 Sai số bình phương trung bình của định vị bằng đường vị trí phương vị 58
2.4.3 Sai số bình phương trung bình của định vị bằng đường vị trí khoảng cách 59
2.4.4 Sai số bình phương trung bình định vị bằng đường vị trí góc ngang 59

CHƯƠNG 3 THIÊN VĂN HÀNG HẢI 61
3.1 Toạ độ thiên cầu 61
3.1.1 Hệ toạ độ xích đạo 61
3.1.2 Các công thức tính góc giờ 64
3.1.3 Tra góc giờ và xích vĩ của thiên thể trong lịch thiên văn (Almanac NP 414-Anh) 65
3.1.4 Hệ toạ độ mặt phẳng chân trời 66
3.1.5 Công thức tính biến thiên độ cao và phương vị của thiên thể 68
3.1.6 Từ độ cao h_s đo được bằng sextant tính độ cao thật h_0 của thiên thể 68
3.1.7 Tổng hợp các hiệu chỉnh độ cao đối với các thiên thể 74
3.2 Thời gian và các công thức tính thời gian 75
3.2.1 Chuyển động biểu kiến của mặt trời 75
3.2.2 Giờ thế giới 76

3.2.3	Giờ mặt trời trung bình – Giờ địa phương và giờ thế giới	77
3.2.4	Thời sai	78
3.2.5	Các loại thời gian	79
3.2.6	Giờ thế giới điều hoà UTC	80
3.2.7	Múi giờ và giờ múi	81
3.2.8	Giờ tiêu chuẩn, giờ mùa hè	85
3.2.9	Thay đổi giờ múi, ranh giới ngày	85
3.2.10	Tìm giờ thế giới của độ cao thiên thể quan sát	86
3.2.11	Các loại hình tín hiệu giờ vô tuyến	87
3.2.12	Một số đài phát giờ chuẩn trên thế giới	89
3.3	Sextant hàng hải	91
3.3.1	Cấu tạo của sextant hàng hải	91
3.3.2	Nguyên lý đo góc của sextant hàng hải	92
3.3.3	Xác định và điều chỉnh sai số của sextant hàng hải	93
3.3.4	Sử dụng và bảo quản sextant	97
3.4	Các tính toán đường vị trí thiên văn	98
3.4.1	Các yếu tố của đường vị trí thiên văn	98
3.4.2	Trình tự xác định đường vị trí thiên văn	99
3.4.3	Dùng công thức $\sin h_c$ giải tam giác thiên văn tính độ cao h_c và phương vị A_c.	101
3.4.4	Dùng "Bảng B-105" tính độ cao và phương vị của thiên thể	103
3.4.5	Bản "Quan sát thiên thể hàng hải NP401"	106
3.4.6	Dùng "Bản quan sát thiên văn hàng không H0 249" cho thiên văn hàng hải	109
3.4.7	Hiệu chỉnh sai số do độ cong của đường phương vị	112
3.4.8	Hiệu chỉnh sai số độ cong vòng tròn vị trí	113
3.5	Các tính toán xác định vĩ độ người quan sát	114
3.5.1	Tính thời điểm thiên thể đi qua thiên kinh tuyến thượng người quan sát	114
3.5.2	Tìm vĩ độ người quan sát bằng độ cao thiên thể qua thiên kinh tuyến thượng	114
3.5.3	Đo độ cao mặt trời gần chính ngọ (thiên kinh tuyến thượng) để xác định vĩ độ quan sát	116
3.5.4	Đo độ cao sao Bắc đẩu (Polaris) xác định vĩ độ người quan sát	118
3.6	Các tính toán xác định kinh độ	120
3.6.1	Xác định kinh độ bằng độ cao thiên thể trên vòng tròn đông tây	120
3.6.2	Xác định kinh độ bằng đẳng độ cao của thiên thể gần qua thiên kinh tuyến thượng	121
3.7	Xác định vị trí thiên văn	121
3.7.1	Quan sát mặt trời xác định vị trí	121
3.7.2	Đo mặt trời có độ cao lớn (trên 88^0) để xác định vị trí	125
3.7.3	Tính thời gian hoàng hôn, bình minh, mặt trời mọc lặn	126
3.7.4	Chọn sao	127
3.7.5	Phương pháp tính toán để xác định đường vị trí bằng hành tinh	130
3.7.6	Phương pháp đo và tính toán để xác định đường vị trí bằng mặt trăng	131

	3.7.7	Phương pháp tính toán để xác định vị trí tàu bằng định tinh	132
	3.7.8	Quy các đường vị trí thiên văn về cùng thiên đỉnh khi quan sát không đồng thời hai hoặc ba sao để xác định vị trí tàu	133
	3.7.9	Tam giác sai số vị trí thiên văn	135
	3.7.10	Nhận dạng sao bằng mắt thường – Các sao hàng hải quan trọng trên bầu trời	137
CHƯƠNG 4		KHÍ TƯỢNG HÀNG HẢI	142
	4.1	Khí quyển	142
	4.1.1	Cấu tạo của khí quyển	143
	4.1.2	Thành phần của khí quyển	143
	4.1.3	Khí quyển tiêu chuẩn	144
	4.2	Các yếu tố khí tượng	145
	4.2.1	Nhiệt độ khí quyển	145
	4.2.2	Khí áp	146
	4.2.3	Gió	150
	4.2.4	Độ ẩm không khí	157
	4.2.5	Mây	159
	4.2.6	Mưa, tuyết, mù, sương	164
	4.2.7	Tầm nhìn xa – Visibility	165
	4.3	Các hệ thống thời tiết và hiện tượng thời tiết kèm theo	166
	4.3.1	Khí đoàn - Front	166
	4.3.2	Front và các đường không liên tục	169
	4.3.3	Áp cao, áp thấp	171
	4.3.4	Sự phân bố các vành đai gió trên trái đất	174
	4.3.5	Gió mùa và gió hải lục	175
	4.4	Áp thấp ôn đới	178
	4.4.1	Sự hình thành của xoáy ôn đới và các hiện tượng thời tiết	178
	4.4.2	Khu vực phát sinh xoáy ôn đới và sự di chuyển của nó	180
	4.5	Áp thấp nhiệt đới	184
	4.5.1	Tên gọi và phân cấp	184
	4.5.2	Sự hình thành và tan biến của bão nhiệt đới	185
	4.5.3	Mùa và tần suất xuất hiện của xoáy nhiệt đới trên các đại dương	186
	4.5.4	Đặc trưng thời tiết của xoáy nhiệt đới, bão	186
	4.5.5	Hướng và tốc độ di chuyển của áp thấp nhiệt đới, bão.	190
	4.5.6	Sai số vị trí trung tâm bão khi xác định bằng bản đồ khí tượng	192
	4.5.7	Tốc độ gió lớn nhất ở khu vực gần trung tâm bão.	192
	4.5.8	Bão vùng biển tây bắc Thái bình dương	195
	4.5.9	Bão Biển Đông	196
	4.5.10	Các yếu tố chủ yếu ảnh hưởng đến bão nhiệt đới tây bắc Thái bình dương và bão Biển Đông	199
	4.5.11	Đề phòng bão cho tàu thuyền	201
	4.5.12	Cảnh báo thời tiết trên thế giới	205
	4.5.13	Cảnh báo bão của Việt nam	206
	4.6	Bản đồ radiofacsimile khí tượng	207
	4.6.1	Ký hiệu tiêu đề bản đồ radiofacsimile khí tượng	207

4.6.2 Đọc bản đồ facsimile 211

CHƯƠNG 5 THUỶ VĂN HÀNG HẢI 219
5.1 Đặc trưng địa lý của thuỷ hệ hàng hải 219
5.1.1 Khái quát sự phân bố thuỷ hệ trên trái đất 219
5.1.2 Kích thước của các đại dương 219
5.1.3 Đặc tính vật lý của nước biển 221
5.1.4 Độ trong suốt và màu sắc của nước biển 223
5.1.5 Biển phát quang 223
5.2 Hải lưu 223
5.2.1 Phân loại hải lưu 223
5.2.2 Hải lưu gió 224
5.2.3 Triều lưu 226
5.2.4 Bản đồ hải lưu 229
5.2.5 Sự phân bố hải lưu trên Biển Đông và trên thế giới 231
5.2.6 Hải lưu trên các đại dương toàn thế giới 236
5.3 Sóng biển 242
5.3.1 Các yếu tố của sóng biển 242
5.3.2 Một số thuật ngữ liên quan đến sóng biển 244
5.3.3 Các tham số có liên quan đến chiều cao của sóng và sóng trưởng thành tương ứng với trạng thái mặt biển, cấp gió 243
5.3.4 Bước sóng của sóng biển ở các khu vực khác nhau trên đại dương 243
5.3.5 Phân loại sóng biển 245
5.3.6 Mối tương quan giữa gió và sóng 246
5.3.7 Chuyển đổi các đại lượng đặc trưng của sóng biển 249
5.3.8 Các ký hiệu thường dùng trên bản đồ sóng biển 249
5.3.9 Sóng biển trên các đại dương 250
5.4 Thuỷ triều 252
5.4.1 Nguyên nhân của thuỷ triều 252
5.4.2 Các yếu tố ảnh hưởng đến thuỷ triều 252
5.4.3 Phân loại thuỷ triều 253
5.4.4 Các thuật ngữ về thuỷ triều 253
5.4.5 Mối quan hệ độ cao thuỷ triều, độ sâu bằng máy đo sâu với độ sâu ghi trên hải đồ 256
5.4.6 Chế độ thuỷ triều ven biển nước ta 257
5.4.7 Tính thuỷ triều bằng Bảng thuỷ triều Việt nam 259
5.4.8 Tính thuỷ triều bằng bản thuỷ triều của Anh 260

PHẦN II ẤN PHẨM HÀNG HẢI, HẢI TRÌNH, TIÊU HÀNG HẢI

CHƯƠNG 6 ẤN PHẨM HÀNG HẢI 268
6.1 Các ấn phẩm hàng hải cần thiết trang bị cho tàu 269
6.2 Chi tiết các ấn phẩm hàng hải 269
6.2.1 Catalogue of Admiralty charts and other hydrrographic publications - Danh mục ấn phẩm hàng hải. 269

6.2.2	Ocean passages for the world - Các tuyến hành trình vượt đại dương trên toàn cầu.	269
6.2.3	Routeing charts and pilot charts - Bản đồ vạch tuyến và bản đồ hoa tiêu	270
6.2.4	Sailing direction and Pilot books - Hướng dẫn hành trình và Hàng hải chỉ nam.	270
6.2.5	Lists of Lights and fog signals - Danh mục hải đăng và tín hiệu sương mù	272
6.2.6	Tide tables - Bản thuỷ triều .	272
6.2.7	Tide stream atlases - Bộ atlases dòng chảy thuỷ triều .	274
6.2.8	Admiralty Notices to Marinners – ANM - Thông báo hàng hải (Hàng tuần của Hải quân Anh)	275
6.2.9	Tổng hợp hàng năm thông báo hàng hải cho người đi biển (Annual summary of Admiralty notices to mariners)	278
6.2.10	NP234 - Danh mục thống kê Thông báo hàng hải (Cumulative list of Admiralty Notices to Mariners)	278
6.2.11	Chart 5011	279
6.2.12	Routeing information - Các thông tin về phân tuyến giao thông	279
6.2.13	Radio signal information including VTS and pilot service - Các thông tin về tín hiệu vô tuyến bao gồm VTS và dịch vụ hoa tiêu	279
6.2.14	Admiralty List of Radio Signals (ALRS) – Danh mục tín hiệu vô tuyến	279
6.2.15	Climatic information - Thông tin về khí hậu.	280
6.2.16	BA D6083 - Load-line chart - Bản đồ dấu chuyên chở	281
6.2.17	Distance tables –Bản tính cự ly	281
6.2.18	Electronic navigational systems information - Thông tin hệ thống hàng hải điện tử	281
6.2.19	Radio and local warnings - Các cảnh báo vô tuyến và cảnh báo địa phương	281
6.2.20	The Mariner's Handbook - Sổ tay của người đi biển	281
6.2.21	Guide to Ports Entry - Hướng dẫn vào cảng	282
CHƯƠNG 7	HẢI ĐỒ, HIỆU CHỈNH HẢI ĐỒ VÀ ẤN PHẨM HÀNG HẢI	285
7.1	Khái quát về hải đồ	285
7.1.1	Phân loại hải đồ đi biển	285
7.1.2	Thước tỷ lệ hải đồ	286
7.1.3	Các phép chiếu hải đồ	287
7.2	Hải đồ Mercator và hải đồ Gnomonic	289
7.2.1	Những yêu cầu cơ bản của hải đồ đi biển	289
7.2.2	Hải đồ Mercator	289
7.2.3	Hải đồ Gnomonic - Khái niệm về đường cung vòng lớn	292
7.2.4	Hải đồ cảng	293
7.3	Các loại hải đồ thường sử dụng trên tàu	294
7.3.1	Hải đồ Việt nam xuất bản – Danh mục hải đồ VN	294
7.3.2	Cấu trúc hải đồ do Anh, Mỹ xuất bản	296
7.3.3	Ký hiệu trên hải đồ	300

7.4	Quản lý hải đồ	303
7.4.1	Bộ hồ sơ hải đồ (Chart outfit)	303
7.4.2	Hệ thống quản lý hải đồ	304
7.4.3	Phân loại và sắp xếp hải đồ	304
7.4.4	Bảo trì hải đồ	305
7.5	Hiệu chỉnh hải đồ và ấn phẩm hàng hải	306
7.5.1	Tầm quan trọng của việc tu chỉnh hải đồ và ấn phẩm hàng hải	306
7.5.2	Dụng cụ tác nghiệp và tu chỉnh hải đồ	307
7.5.3	Các ấn phẩm dùng cho tu chỉnh hải đồ	309
7.5.4	Nội dung của Admiralty Notices to Mariner (ANM) hàng tuần	310
7.5.5	Giải thích một số thuật ngữ sử dụng trong ANM	315
7.5.6	Giấy can hiệu chỉnh - Chart Overlay Correction Tracing	316
7.5.7	Thực hiện hiệu chỉnh hải đồ và các ấn phẩm hàng hải theo ANM.	316
CHƯƠNG 8	TIÊU HÀNG HẢI	324
8.1	Phân loại tiêu trợ hàng	324
8.1.1	Phân loại theo vị trí lắp đặt	324
8.1.2	Phân loại theo thiết bị kỹ thuật	325
8.2	Quy định tiêu trợ hàng trên các vùng biển quốc tế	325
8.2.1	Giới thiệu chung	325
8.2.2	Đặc điểm của tiêu hàng hải	326
8.2.3	Phao tiêu bên mép luồng (Lateral Marks)	327
8.2.4	Phao chỉ hướng (Cardinal Marks)	329
8.2.5	Tiêu đánh dấu chướng ngại nguy hiểm độc lập (Isolated Danger Marks)	330
8.2.6	Tiêu đánh dấu vùng nước an toàn (Safe water Marks)	330
8.2.7	Tiêu đặc biệt (Special Marks)	330
8.2.8	Ký hiệu phao tiêu trên hải đồ	331
CHƯƠNG 9	CÁC TUYẾN HÀNG HẢI VÀ LẬP HẢI TRÌNH	334
9.1	Tuyến viễn dương và đường đi tối ưu	334
9.1.1	Phương pháp hàng hải	334
9.1.2	Tuyến đường cung vòng lớn	334
9.1.3	Tuyến đường hỗn hợp	339
9.1.4	Lựa chọn tuyến đường viễn dương tối ưu	342
9.1.5	Chọn đường đi trên tuyến Bắc Thái bình dương	344
9.1.6	Chọn đường đi trên tuyến Bắc Ấn độ dương	346
9.1.7	Chọn đường đi trên tuyến Bắc Đại tây dương	347
9.1.8	Khí tượng dẫn đường	349
9.1.9	Những điều cần chú ý khi chạy tuyến viễn dương	355
9.2	Đặc điểm của tuyến ven biển và lựa chọn đường đi ven biển	355
9.2.1	Đặc điểm của tuyến ven biển	355
9.2.2	Lựa chọn đường ven biển	356
9.2.3	Những điều cần chú ý khi chạy ven biển	357
9.3	Chạy trong kênh đào	358

9.3.1	Kênh đào Suez	358
9.3.2	Kênh đào Panama	359
9.3.3	Kênh đào Kiel	360
9.3.4	Những điều cần chú ý khi đi qua kênh đào	361
9.4	Lập kế hoạch hải trình	362
9.4.1	Thu thập và đánh giá thông tin	363
9.4.2	Các bước tiến hành thiết lập kế hoạch hải trình	364
9.4.3	Lập hải trình chạy đại dương và chạy ven bờ	365
9.4.4	Sử dụng hệ thống hiển thị hải đồ điện tử ECDIS để lập kế hoạch hải trình	367
9.4.5	Một số yêu cầu cụ thể thiết yếu khi thiết lập kế hoạch hải trình	367
9.4.6	Triển khai việc thực thi hải trình và kiểm soát, hiệu chỉnh kế hoạch	376
9.4.7	Chuẩn bị nhiên liệu	377
PHẦN III	**MÃ HIỆU QUỐC TẾ, QUY TẮC TRÁNH VA VÀ TRỰC CA**	380
CHƯƠNG 10	MÃ HIỆU QUỐC TẾ	380
10.1	Sách " Mã hiệu quốc tế 1965"	380
10.1.1	Các loại mã hiệu	380
10.1.2	Cách sắp xếp trong sách mã hiệu quốc tế	380
10.1.3	Các phương pháp phát tín hiệu.	380
10.2	Ý nghĩa các loại tín hiệu	381
10.2.1	Ý nghĩa của mỗi tín hiệu một chữ	381
10.2.2	Nhóm tín hiệu 2 chữ – Tín hiệu thông dụng	382
10.2.3	Phần tín hiệu trị liệu y tế	382
10.3	Công dụng và phương pháp sử dụng mã hiệu bổ sung của các mã hiệu	383
10.3.1	Mã hiệu bổ sung chữ số cố định	383
10.3.2	Mã hiệu bổ sung chữ số không cố định	383
10.3.3	Ý nghĩa của các tín hiệu gồm một chữ và số ở tiếp theo sau	384
10.3.4	Một số tín hiệu hai chữ thiết yếu và thường dùng	385
10.4	Các tín hiệu thủ tục và phương thức phát	386
10.4.1	Các tín hiệu thủ tục dùng cho tất cả phương thức phát	386
10.4.2	Cách phát số trong các phương thức thông tin	387
10.5	Thông tin bằng cờ chữ	388
10.5.1	Quy cách bộ cờ chữ	388
10.5.2	Cách treo cờ chữ, quốc kỳ và cờ hãng khi ra vào cảng quốc tế	389
10.5.3	Thủ tục và phương pháp phát thông tin bằng cờ chữ	390
10.5.4	Tàu nhận bản tin cờ chữ	390
10.5.5	Tác dụng của cờ thế và cách sử dụng	391
10.5.6	Thông tin cờ chữ phát bằng minh ngữ	392
10.6	Thông tin bằng đèn tín hiệu	392
10.6.1	Các loại đèn tín hiệu sử dụng trên tàu	392
10.6.2	Các tín hiệu thủ tục của phương pháp thông tin bằng morse đèn	393

10.6.3	Phương pháp tiến hành thông tin bằng morse đèn	394
10.7	Tín hiệu Morse, cách phiên âm chữ cái và công dụng của nó	396
10.8	Phương pháp thông tin bằng vô tuyến điện thoại	398
10.8.1	Cách gọi	398
10.8.2	Cách trả lời	398
10.8.3	Trao đổi thông tin	499
10.9	Phương pháp thông tin bằng cờ tay	499
10.9.1	Tín hiệu cờ tay	499
10.9.2	Phương pháp thông tin bằng cờ tay	499
10.10	Phương pháp thông tin bằng âm thanh	400
10.11	Phương pháp thông tin bằng vô tuyến điện	401
10.11.1	Các tín hiệu " MAYDAY", "PAN" hoặc "SECURITE" , tín hiệu "SOS"	401
10.11.2	Sử dụng vô tuyến điện thoại phát tín hiệu gọi cấp cứu	402
10.12	Tín hiệu báo nạn	402
10.12.1	Tín hiệu báo nạn quy định trong quy tắc tránh va 1972	402
10.12.2	Nghĩa vụ của tàu thuyền khi nghe tín hiệu gọi cấp cứu theo quy định quốc tế.	402
10.12.3	Tín hiệu cứu sinh	403
CHƯƠNG 11	CHẤP HÀNH QUY TẮC PHÒNG NGỪA TÀU THUYỀN ĐÂM VA TRÊN BIỂN	408
11.1	Khái quát Quy tắc phòng tránh tàu thuyền đâm va trên biển 1972	408
11.2	Các quy định đèn, dấu hiệu và thanh hiệu trong Quy tắc tránh va 1972	408
11.2.1	Đèn hiệu hành trình của tàu thuyền	408
11.2.2	Kích thước của dấu hiệu ban ngày dùng cho các loại tàu thuyền	409
11.2.3	Tổng hợp các quy định đèn và dấu hiệu ban ngày cho các loại tàu thuyền	409
11.2.4	Thanh hiệu	419
11.2.5	Các quy định cho tàu đánh cá	422
11.3	Cảnh giới	424
11.3.1	Duy trì cảnh giới thích đáng	424
11.3.2	Quan sát bằng mắt thường	426
11.3.3	Cảnh giới và quan sát bằng radar	427
11.3.4	Đánh giá toàn diện tình hình và nguy cơ đâm va	429
11.4	Tốc độ an toàn	430
11.4.1	Ý nghĩa của thuật ngữ " tốc độ an toàn"	430
11.4.2	Những điều cần xem xét khi áp dụng " tốc độ an toàn"	430
11.5	Phán đoán nguy cơ đâm va	431
11.5.1	Quan sát sự biến đổi của phương vị la bàn và sự biến đổi của góc mạn để phán đoán nguy cơ đâm va	431
11.5.2	Sử dụng radar để phán đoán nguy cơ đâm va	433
11.5.3	Nghi ngờ khi phán đoán tình huống đâm va	437
11.6	Hành động tránh va	437

11.6.1 Yêu cầu khi áp dụng hành động tránh va và sau hành động tránh va 438
11.6.2 Vượt 441
11.6.3 Tình huống đối hướng 444
11.6.4 Tình huống cắt hướng 446
11.6.5 Hành động tránh va của *tàu được nhường đường* 447
11.6.6 Trách nhiệm giữa các tàu thuyền với nhau 449
11.6.7 Quy tắc hành động của tàu thuyền khi tầm nhìn xa hạn chế 452
11.7 Quy tắc hành động của tàu thuyền chạy trong luồng hẹp và chạy trong khu vực theo quy chế phân nhánh lưu thông 457
11.7.1 Quy tắc hành động của tàu thuyền chạy trong luồng hẹp (narrow channel) và đường tàu (fairway) 457
11.7.2 Quy tắc hành động của tàu thuyền chạy trong khu vực có quy chế phân nhánh lưu thông 459
11.8 Trách nhiệm 463
11.8.1 Bất cẩn và trách nhiệm 463
11.8.2 Hành động không theo Quy tắc 465
11.9 Tránh đâm va với thuyền đánh cá 466
11.9.1 Tránh va với thuyền đánh cá lưới kéo 466
11.9.2 Tránh va với thuyền đánh cá lưới nổi 468
11.9.3 Tránh va với tàu thuyền đánh cá lưới vây 468
11.9.4 Tránh đâm va với thuyền lưới rê và thuyền câu 470

CHƯƠNG 12 TỔ CHỨC BUỒNG LÁI VÀ TRỰC CA HÀNG HẢI 471
12.1 Tổ chức và quản lý nguồn lực buồng lái 471
12.1.1 Khái quát 471
12.1.2 Yếu tố cấu thành của ca trực hàng hải theo Bộ luật STCW 471
12.1.3 Bố trí trực ca theo Bộ luật STCW 472
12.1.4 Trực ca cảnh giới một người 473
12.1.5 Tổ lái 474
12.1.6 Thuyền viên mới và vấn đề làm quen việc 476
12.2 Chức năng nhiệm vụ của Sĩ quan trực ca 477
12.2.1 Sĩ quan trực ca là người đại diện của thuyền trưởng trên buồng lái 477
12.2.2 Nhiệm vụ hàng đầu của sĩ quan trực ca 477
12.2.3 Các công việc hỗ trợ nhiệm vụ hàng đầu 478
12.2.4 Luôn có mặt trên buồng lái 478
12.3 Công việc trong khi ca trực 478
12.3.1 Duy trì cảnh giới 478
12.3.2 Trực ca một mình 479
12.3.3 Giám sát chung 479
12.3.4 Trực ca và quy tắc tránh va COLREGS 479
12.3.5 Khi hành hải trong vùng nước hạn chế 480
12.3.6 Kiểm soát ở vùng nước hoa tiêu 480
12.3.7 Khi neo 480
12.3.8 Kiểm soát tốc độ và hướng đi của tàu, tính năng quay trở 481

12.3.9	Ghi nhật ký hàng hải và ghi chép những hoạt động trên buồng lái.	482
12.3.10	Kiểm tra định kì các thiết bị hàng hải	483
12.3.11	Giao ca và nhận ca trực	483
12.3.12	Phối hợp và hỗ trợ	484
12.3.13	Khi Thuyền trưởng lên buồng lái	485
PHẦN IV	**THIẾT BỊ THÔNG TIN VÀ THIẾT BỊ HÀNG HẢI**	
CHƯƠNG 13	**HỆ THỐNG CỨU NẠN VÀ AN TOÀN HÀNG HẢI TOÀN CẦU GMDSS**	488
13.1	Kiến thức cơ bản về sóng radiô	488
13.1.1	Một số thuật ngữ thiết yếu	488
13.1.2	Phổ sóng radiô	488
13.1.3	Tầng điện ly	489
13.1.4	Phân cực	490
13.1.5	Đặc tính phản xạ	490
13.1.6	Đặc tính khúc xạ	491
13.1.7	Sóng trời, sóng đất	491
13.1.8	Các phương thức phát sóng radio	491
13.1.9	Quy định các ký hiệu chế độ phát sóng	492
13.1.10	Nguyên lý hoạt động của máy phát sóng	494
13.1.11	Nguyên lý hoạt động của máy thu sóng	494
13.2	Hệ thống cứu nạn và an toàn hàng hải toàn cầu GMDSS	495
13.2.1	Giới thiệu tổng quát	495
13.2.2	Chức năng chung của hệ thống	495
13.2.3	Trang bị và hoạt động của toàn bộ hệ thống	496
13.2.4	Phân vùng và yêu cầu trang thiết bị	498
13.2.5	Một số thuật ngữ và chữ viết tắt thường gặp khi sử dụng GMDSS	500
13.3	Thông tin liên lạc bằng hệ thống GMDSS - Các thủ tục giành cho tàu	502
13.3.1	Cứu nạn (Distress)	502
13.3.2	Khẩn cấp (Urgency)	505
13.3.3	An toàn (Safety)	506
13.3.4	Thông tấn công cộng (Public Corespondence)	507
13.3.5	Thử thiết bị dùng cho cứu nạn và an toàn	509
13.3.6	Điều kiện đặc biệt và thủ tục liên lạc DSC trên HF	509
13.4	Các hệ thống liên lạc áp dụng trên toàn cầu	514
13.4.1	Liên lạc xuyên lục địa (Terrestrial Communication)	514
13.4.2	Liên lạc vệ tinh	515
13.5	Liên lạc cứu nạn và báo động giả	524
13.5.1	Liên lạc cứu nạn khi tàu lâm nạn	524
13.5.2	Xử lý của thuyền trưởng khi nghe báo động cứu nạn	525
13.5.3	Ví dụ các bản tin cứu nạn, khẩn cấp và an toàn tiêu chuẩn	527
13.5.4	Huỷ bỏ báo động giả	529

13.6	Navtex	531
13.6.1	Dịch vụ NAVTEX	531
13.6.2	Máy thu NAVTEX	531
CHƯƠNG 14	HỆ THỐNG NHẬN DẠNG TỰ ĐỘNG AIS	534
14.1	Mục đích của của thiết bị nhận dạng tự động AIS	534
14.2	Hoạt động của thiết bị AIS	534
14.2.1	Chức năng của thiết bị	534
14.2.2	Nguyên tắc hoạt động cơ bản	535
14.3	Các bộ phận chính cấu thành và chủng loại AIS	537
14.3.1	Các bộ phận chính cấu thành	537
14.3.2	Kết nối với các thiết bị hỗ trợ hàng hải khác	537
14.3.3	Chủng loại AIS	538
14.4	Thông tin phát đi từ hệ thống AIS của tàu	538
14.4.1	Các loại thông tin do AIS phát đi	538
14.4.2	Bản tin về an toàn hàng hải	540
14.5	Vận hành và ứng dụng AIS trên tàu	541
14.5.1	Những điều cần chú ý khi sử dụng AIS trên tàu	541
14.5.2	Nhập dữ liệu bằng tay	542
14.5.3	Kiểm tra thông tin	542
14.5.4	Hiển thị dữ liệu trên AIS	542
14.5.5	Sử dụng AIS trong tình huống tránh đâm va	544
14.5.6	AIS và hoạt động của VTS	544
14.5.7	Hệ thống báo cáo bắt buộc của tàu	545
14.5.8	Thiết bị AIS trong tác nghiệp tìm kiếm và cứu nạn (SAR)	545
14.5.9	Hỗ trợ hàng hải	545
14.5.10	AIS trong hệ thống thông tin tổng thể	545
CHƯƠNG 15	LA BÀN TỪ	546
15.1	Các loại la bàn từ dùng trên tàu và cấu tạo	546
15.1.1	Các loại la bàn từ dùng trên tàu	546
15.1.2	Cấu tạo la bàn từ dùng trên tàu	547
15.1.3	Phương pháp kiểm tra độ chính xác công việc lắp đặt la bàn từ	548
15.1.4	Cách thử độ nhạy của la bàn	548
15.1.5	Cách khử bọt khí trong chậu la bàn	548
15.2	Độ lệch của la bàn từ	549
15.2.1	Nguyên nhân độ lệch	549
15.2.2	Những trường hợp cần phải hiệu chỉnh độ lệch la bàn từ	549
15.2.3	Nguyên lý hiệu chỉnh độ lệch la bàn từ	550
15.3	Các bước thực hành khử độ lệch la bàn từ	550
15.3.1	Công tác chuẩn bị trước khi tiến hành hiệu chỉnh độ lệch	551
15.3.2	Các bước tiến hành hiệu chỉnh	551
15.3.3	Tính hệ số độ lệch và lập bảng độ lệch la bàn từ	555
15.3.4	Tóm tắt cách điều động tàu để hiệu chỉnh độ lệch la bàn từ	556
CHƯƠNG 16	LA BÀN CON QUAY	558

16.1	Con quay tự do và các đặc tính	558
16.1.1	Con quay tự do	558
16.1.2	Đặc tính của con quay tự do	558
16.2	Phương trình chuyển động của con quay tự do	560
16.2.1	Các loại hệ tọa độ khảo sát con quay	560
16.2.2	Phương trình chuyển động của con quay thí nghiệm	561
16.3	Chuyển động biểu kiến của con quay tự do trên trái đất	562
16.3.1	Chuyển động biểu kiến của trục chính con quay tự do	562
16.3.2	Tốc độ góc của trái đất tự quay và các thành phần của nó	563
16.3.3	Quy luật chuyển động biểu kiến của trục con quay tự do	564
16.4	Biến con quay tự do thành la bàn con quay	565
16.4.1	Tóm tắt nguyên nhân trục chính con quay tự do không ổn định chỉ hướng bắc	565
16.4.2	Nguyên tắc cơ bản để khắc phục ảnh hưởng của thành phần ω_2 đối với con quay tự do	566
16.4.3	Các phương pháp biến con quay tự do thành la bàn con quay	566
16.4.4	Khống chế mômen trọng lực trong la bàn con quay kiểu hạ trọng tâm (la bàn con quay dùng con lắc cơ học)	567
16.4.5	Khống chế mômen trọng lực trong la bàn con quay bình chất lỏng thông nhau	568
16.4.6	Dao động đẳng biên của la ban con quay con lắc cơ học	570
16.4.7	Tạo dao động tắt dần của la bàn con quay con lắc	572
16.4.8	Nguyên lý la bàn con quay khống chế bằng điện tử	577
16.5	Sai số của la bàn con quay và cách trừ khử	578
16.5.1	Sai số vĩ độ	578
16.5.2	Sai số tốc độ	579
16.5.3	Sai số xung kích	585
16.5.4	Sai số lắc	588
16.5.5	Sai số đường cơ bản	589
16.6	Các loại la bàn con quay thông dụng trong hàng hải	590
16.6.1	La bàn con quay Anchütz Standard 4	590
16.6.2	La bàn con quay Anchütz Standard 20	600
16.6.3	La bàn con quay Sperry	615
16.6.4	La bàn con quay kiểu TG-5000	624
16.6.5	La bàn con quay thuộc kiểu Arma-Brown	631
16.6.6	La bàn con quay SBG1000	644
CHƯƠNG 17	MÁY ĐO SÂU HỒI ÂM	646
17.1	Nguyên lý hoạt động	646
17.2	Phản xạ, khúc xạ, hấp thụ và tốc độ của dao động sóng âm trong nước	647
17.3	Bộ tạo dao động	648
17.3.1	Bộ tạo dao động điện động	648
17.3.2	Bộ tạo dao động thu phát từ động	649
17.4	Thiết bị chỉ báo và thiết bị tự ghi	650
17.4.1	Thiết bị chỉ báo bằng diod phát sáng	650

17.4.2	Thiết bị tự ghi độ sâu	650
17.5	Một số điều cần chú ý khi sử dụng máy đo sâu	652
17.5.1	Phản hồi nhiều lần	652
17.5.2	Khi tàu chạy không tải	652
17.5.3	Khi tàu bị ghiêng	652
17.5.4	Lúc sóng to gió lớn	652
17.5.5	Khi tàu chạy lùi	652
17.5.6	Đặc biệt chú ý bộ dao động đặt ở đáy tàu	652
CHƯƠNG 18	TỐC ĐỘ KẾ	654
18.1	Giới thiệu khái quát	654
18.2	Tốc độ kế áp lực	655
18.2.1	Nguyên lý tốc độ kế áp lực	655
18.2.2	Hoạt động của hệ thống cơ học chỉ báo tốc độ	656
18.3	Tốc độ kế điện từ	658
18.3.1	Nguyên lý cơ bản của tốc độ kế điện từ	658
18.3.2	Tốc độ kế điện từ CDJ-5	659
18.4	Tốc độ kế Doppler	660
18.4.1	Nguyên lý cơ bản của tốc độ kế Doppler	660
18.4.2	Tốc độ kế Doppler phát hai tia trước sau	661
18.4.3	Các loại tốc độ kế Doppler	662
18.4.4	Mạng tạo dao động nhiều phần tử	663
18.4.5	Các phương thức phát sóng	664
18.4.6	Tốc độ kế Simrad NL Doppler	665
18.4.7	Tốc độ kế Doppler Krupp Atlas "Dolog"	667
18.5	Tốc độ kế tương quan thuỷ âm	669
18.5.1	Nguyên lý cơ bản	669
18.5.2	Tốc độ kế tương quan thuỷ âm SAL-IMCOR2	671
18.5.3	Tốc độ kế tương quan thuỷ âm SAL-865	672
CHƯƠNG 19	RADAR HÀNG HẢI	674
19.1	Nguyên lý cơ bản và các thông số của radar	674
19.1.1	Khái quát nguyên lý hoạt động rađa xung	674
19.1.2	Nguyên lý đo cự ly	674
19.1.3	Nguyên lý đo phương vị	675
19.1.4	Các thành phần của một thiết bị rađa	676
19.2	Các thông số đặc tính cơ bản của radar hàng hải	676
19.2.1	Độ dài xung δ	676
19.2.2	Tần số lặp xung PRF	677
19.2.3	Chu kỳ lặp xung PRP	677
19.2.4	Tần số sóng mang	677
19.2.5	Công suất đỉnh P_t	677
19.2.6	Công suất trung bình P_{av}	677
19.2.7	Tỷ số chức năng	677
19.2.8	Khả năng phân giải khoảng cách	678
19.2.9	Khả năng phân giải theo hướng	679

19.2.10	Góc mở ngang của cánh sóng	679
19.2.11	Góc mở đứng của cánh sóng	680
19.2.12	Chiều cao anten	680
19.2.13	Tầm xa quan sát cực đại	681
19.2.14	Tầm xa quan sát tối thiểu - Vùng chết của rađa	681
19.2.15	Tốc độ quay của anten	682
19.3	Hệ thống rađa hàng hải	682
19.3.1	Mạch tạo tần số lặp xung PRF	682
19.3.2	Mạch điều chế	684
19.3.3	Magnetron	685
19.3.4	Ống dẫn sóng	685
19.3.5	Công tắc chuyển hoán thu phát	685
19.3.6	Anten quét và hệ thống phát hướng	686
19.3.7	Mạch biến đổi tần số	686
19.3.8	Bộ tiền khuếch đại và bộ khuếch đại chủ	687
19.3.9	Mạch chống nhiễu biển	687
19.3.10	Mạch tách sóng thứ hai	688
19.3.11	Khử nhiễu mưa	688
19.3.12	Mạch trộn thị tần và khuếch đại thị tần	689
19.3.13	Mạch phát xung cửa	689
19.3.14	Mạch phát xung xác định thời gian	689
19.3.15	Ống tia âm cực	690
19.3.16	Chuyển động thật	692
19.3.17	Chuyển động thật điều khiển bằng kỹ thuật số	693
19.3.18	Mạch tạo xung các vòng tròn cự ly cố định	693
19.3.19	Dấu cự ly di động	694
19.3.20	Dấu mũi tàu	694
19.3.21	Đường phương vị điện tử	694
19.3.22	Các phương thức định hướng trên màn hình rađa	694
19.3.23	Những điều cần biết về an toàn khi dùng rađa	696
19.3.24	Một số công việc tự bảo dưỡng rađa	696
19.4	Các thiết bị hỗ trợ rađa	696
19.4.1	Bộ phản xạ rađa	696
19.4.2	Rađa thụ động - Tiêu Racon	697
19.4.3	Tiêu chỉ hướng Ramark	697
19.5	Sự truyền lan của sóng rađa	697
19.5.1	Phương trình tầm xa thám sát cực đại của rađa	697
19.5.2	Sự khúc xạ, phản xạ của sóng rađa	799
19.5.3	Ảnh hưởng của mặt biển, mặt đất đến sự truyền lan của sóng rađa - Sự phân nhánh cánh sóng	701
19.5.4	Ảnh hưởng của sương mù, mưa , mưa đá và tuyết đối với tầm xa thám sát của rađa	702
19.6	Nhận dạng sóng đội mục tiêu, ứng dụng rađa để xác định vị trí và dẫn đường	703
19.6.1	Sóng đội giả và hiệu ứng của chúng	703
19.6.2	Ứng dụng radar xác định vị trí tàu	707

19.6.3	Sử dụng radar nhập bờ và dẫn đường - Ứng dụng parallel index	710
19.7	Thao tác và điều chỉnh cơ bản trên các loại radar	714
19.7.1	Ký hiệu của các nút điều chỉnh cơ bản trên ra đa	714
19.7.2	Chọn thang tầm xa	715
19.7.3	Chỉnh độ sáng hiển thị	715
19.7.4	Chỉnh Độ lợi máy thu	715
19.7.5	Khử nhiễu biển	716
19.7.6	Nhiễu mưa và khử nhiễu mưa	716
19.7.7	Điều hưởng máy thu	717
19.7.8	Kiểm tra đặc tính máy phát/thu của rađa	717
19.7.9	Chọn xung phát -LP/SP	717
19.7.10	Dịch chuyển tâm quét	717
19.7.11	Phóng đại hình ảnh	718
19.7.12	Lưu vết mục tiêu	718
19.7.13	Vòng tròn cố định đo cự ly	718
19.7.14	Dấu di động đo cự ly	719
19.7.15	Cài đặt vùng báo động	719
19.7.16	Các nút điều khiển chuyển động thật	719
19.8	Hướng dẫn sử dụng RAĐA HÀNG HẢI JMA – 2254	720
19.8.1	Giới thiệu một số đặc điểm của thiết bị	720
19.8.2	Các thông số cơ bản	720
19.8.3	Các nút điều khiển trên bảng điều khiển	721
19.8.4	Hướng dẫn vận hành thiết bị	722
19.8.5	Các điều chỉnh chức năng	722
19.9	Đồ giải tránh va bằng rađa	727
19.9.1	Khái niệm đồ giải	727
19.9.2	Định nghĩa "Góc phía" (Aspect) của tàu mục tiêu	727
19.9.3	Đồ giải chuyển động thật	728
19.9.4	Đồ giải chuyển động tương đối	728
CHƯƠNG 20	THIẾT BỊ ĐỒ GIẢI RADAR TỰ ĐỘNG - ARPA	735
20.1	Khái niệm về hệ thống ARPA	735
20.2	Lý thuyết cơ bản của ARPA	735
20.2.1	ARPA tách biệt và ARPA tích hợp	736
20.2.2	Vai trò của ARPA trong tránh va	736
20.2.3	Quá trình quét mục tiêu của rađa	737
20.2.4	Sóng dội không cần thiết và cách khử bỏ	738
20.2.5	Chiết tách dữ liệu, phương pháp "số hoá"	739
20.2.6	Tái tạo hình ảnh nhân tạo	741
20.3	Tuyển mục tiêu	741
20.3.1	Tuyển mục tiêu tự động - Auto Acquisition	742
20.3.2	Tuyển mục tiêu bằng tay - Manual Acquisition	742
20.3.3	So sánh hai cách tuyển mục tiêu tự động và tuyển mục tiêu bằng tay	743
20.4	Hiển thị dữ liệu – truy theo vết mục tiêu	744
20.4.1	Hiển thị vectơ	744

	20.4.2	Mất mục tiêu - giải pháp "rate aiding"	745
	20.4.3	Tráo mục tiêu - Target swop	745
	20.4.4	Các mục tiêu ưu tiên - Prioritization	746
	20.5	Hiển thị thông tin trên màn hình ARPA	747
	20.5.1	Hiển thị thông tin đã qua	747
	20.5.2	Các dữ liệu có thể hiển thị trên màn hình	747
	20.5.3	Điều động thử - Trial Manoeuvres	748
	20.5.4	Điểm nguy cơ đâm va - PPC (Potential Collition Point)	749
	20.5.5	Khái niệm vùng dự báo nguy hiểm –PAD (Predicted Area of Danger)	750
	20.5.6	Các loại cảnh báo	751
	20.5.7	Ranh giới từ chối tuyển mục tiêu - ARB (Area Rejection Boundaries)	752
	20.5.8	Hiển thị dữ liệu	752
	20.6	Các thuật ngữ và ký hiệu dùng cho ARPA	753
	20.6.1	Một số định nghĩa các thuật ngữ thường gặp khi sử dụng ARPA	753
	20.6.2	Các dấu hiệu tiêu chuẩn áp dụng cho ARPA	753
	20.7	Nguồn gốc các sai số ảnh hưởng hoạt động của ARPA	755
	20.7.1	Sai số lắp ráp rađa và các thiết bị ngoại vi	755
	20.7.2	Sai số hiển thị dữ liệu trên màn hình	756
	20.7.3	Các sai sót do việc giải thích, đo, đọc màn hình không chính xác	756
	20.8	ARPA và vai trò CON NGƯỜI đối với an toàn trên biển	756
	20.8.1	Khai thác và vận hành ARPA theo đúng hướng dẫn của nhà chế tạo	756
	20.8.2	Hiểu rõ phương thức hoạt động của ARPA tương đối với nước (Sea stabilized Mode) khi ARPA hoạt động tránh va	757
	20.8.3	Hiểu biết sự hạn chế của phương thức màn hình hiển thị tương đối với đáy	757
	20.8.4	Hiểu biết những hạn chế của ARPA và ảnh hưởng của nhiễu từ bên ngoài	757
	20.9	Thực hành sử dụng RADAR/ARPA	759
	20.9.1	Các số liệu kỹ thuật cơ bản của RADAR/ARPA hàng hải kiểu FAR-21x7(-BB)/28x7	759
	20.9.2	Vận hành, điều chỉnh rađa	762
	20.9.3	Vận hành, điều chỉnh ARPA	797
	20.9.4	Vận hành điều chỉnh hệ thống AIS	811
	20.9.5	Vận hành điều chỉnh thiết bị Video Plotter	821
CHƯƠNG 21		HẢI ĐỒ ĐIỆN TỬ	839
	21.1	Khái niệm hải đồ điện tử	839
	21.1.1	Hải đồ raster (RNC)	840
	21.1.2	Hải đồ hàng hải điện tử (ENC)	842
	21.1.3	Cách hiển thị hải đồ điện tử trên màn hình vi tính	843
	21.1.4	Cập nhật, hiệu chỉnh hải đồ điện tử	845
	21.2	Nguyên lý cấu tạo của hệ thông hiển thị hải đồ điện tử và thông tin ECDIS	846

21.2.1 Cơ sở pháp lý xây dựng ECDIS 846
21.2.2 Thành phần chủ yếu của ECDIS 846
21.3 Thiết lập cơ sở dữ liệu hải đồ điện tử ENC 850
21.3.1 Khái niệm về cơ sở dữ liệu hải đồ điện tử 850
21.3.2 Nội dung chủ yếu chứa trong cơ sở dữ liệu hải đồ điện tử ECDB 851
21.4 Hệ thống hiển thị hải đồ điện tử và thông tin "NAVI-SAILOR 2400 ECDIS" và "NAVI-SAILOR 3000 ECDIS" 853
21.4.1 Menu và cửa sổ điều khiển 853
21.4.2 Tính năng của máy 855
21.4.3 Tác nghiệp trên hải đồ điện tử 859
21.4.4 Các phương thức hoạt động của NAVI-SAILOR *2400* ECDIS và NAVI-SAILOR 3000 ECDIS 864
21.5 Thiết bị hải đồ điện tử "Microplot 7 ECDIS" 869
21.5.1 Một vài số liệu đặc tính kỹ thuật cơ bản 869
21.5.2 Khởi động, tắt máy 869
21.5.3 Điều khiển chương trình 871
21.5.4 Hải đồ hàng hải điện tử của hệ thống - SENC chính thức 874
21.5.5 Hải đồ hàng hải Raster (RNC) 875
21.5.6 Tác nghiệp trên hải đồ điện tử 876

CHƯƠNG 22 HỆ THỐNG ĐỊNH VỊ TOÀN CẦU – GPS 877
22.1 Cấu trúc hệ thống GPS 877
22.1.1 Bộ phận vệ tinh trên không gian 877
22.1.2 Bộ phận điều khiển trên mặt đất 878
22.1.3 Máy thu GPS người sử dụng 879
22.2 Nguyên lý xác định vị trí bằng GPS 879
22.2.1 Khái niệm cơ bản 879
22.2.2 Đồng hồ 880
22.2.3 Xác định vị trí của vệ tinh 880
22.2.4 Nguyên lý đo thời gian lộ trình truyền sóng 881
22.3 Mã ngẫu nhiên giả-PRN 881
22.3.1 Lợi ích của mã ngẫu nhiên giả 881
22.3.2 Tín hiệu mã hoá 882
22.3.3 Tần số sóng mang của vệ tinh 884
22.4 Nguyên lý đo khoảng cách đến vệ tinh, đo tốc độ di chuyển của người sử dụng 884
22.4.1 Kỹ thuật thu "tự tương quan" 884
22.4.2 Phương trình xác định vị trí 887
22.4.3 Nguyên lý đo tốc độ người sử dụng 889
22.5 Độ chính xác của hệ thống GPS 890
22.5.1 Sai số đồng hồ vệ tinh và sai số lịch sao 890
22.5.2 Sai số trễ khi truyền sóng 890
22.5.3 Các sai số khác 891
22.5.4 Hiệu chỉnh hệ quy chiếu 891
22.6 Hệ thống định vị toàn cầu vi phân DGPS 891
22.6.1 Chính sách SA của Mỹ 891

22.6.2	Nguyên lý định vị của DGPS	891
22.6.3	Nguyên lý vi phân khoảng cách giả .	892
22.7	Hệ thống GLONASS	893
22.8	Thực hành sử dụng máy định vị GPS	894
22.8.1	Giới thiệu chung	894
22.8.2	Thao tác sử dụng máy	895
CHƯƠNG 23	HỆ THỐNG ĐỊNH VỊ TẦM XA LORAN-C	903
23.1	Nguyên lý xác định vị trí của Loran C	903
23.1.1	Giới thiệu khái quát	901
23.1.2	Đường vị trí hyperbol hiệu thời gian	904
23.1.3	Nguyên lý định vị của Loran	905
23.2	Xác định vị trí bằng máy thu Loran C và độ chính xác của nó	910
23.2.1	Xác định vị trí bằng máy thu Loran C	910
23.2.2	Độ chính xác hệ thống Loran C	910
CHƯƠNG 24	HỆ THỐNG ĐỊNH VỊ DECCA	913
24.1	Giới thiệu khái quát	913
24.2	Đường vị trí Decca	913
24.2.1	Đo hiệu pha để xác định đường vị trí theo hiệu khoảng cách	913
24.2.2	Bố trí trạm phát chuỗi Decca	915
24.2.3	Tần số phát của chuỗi Decca	916
24.2.4	Đường vị trí Decca và cách xử lý tính đa trị	917
24.2.5	Miền (Zone), dải (Lane) và 1/100 của dải (Centilane)	919
24.2.6	Phân biệt "dải"	920
24.2.7	Đồng hồ đo pha	922
24.3	Định vị bằng Decca và độ chính xác của vị trí	924
24.3.1	Hải đồ Decca	924
24.3.2	Độ chính xác định vị bằng hệ thống Decca	925
24.4	Máy thu Decca Mark 21	926
24.4.1	Các công tắc, nút điều khiển	926
24.4.2	Cách thao tác và điều chỉnh máy thu Decca Navigator Mark 21	928
PHỤ LỤC 1	CHUYỂN ĐỔI CÁC LOẠI ĐƠN VỊ	930
PHỤ LỤC 2	TÓM TẮT DÂY, NÚT VÀ ỨNG DỤNG	933
PHỤ LỤC 3	NỘI DUNG KIỂM TRA CỦA PSC VÀ DANH MỤC KIỂM TRA THEO YÊU CẦU CƠ BẢN CỦA USCG KHI TÀU GHÉ CÁC CẢNG MỸ	954
PHỤ LỤC 4	BẢNG ABC	957
	MỤC LỤC	1015

PHỤ LỤC 1

1. CHUYỂN ĐỔI GIỮA CÁC ĐƠN VỊ THÔNG DỤNG

"x" nghĩa là "nhân với" . . ., "/" nghĩa là "chia cho" . . ., " # " hệ số chính xác

ĐỔI . . .	*SANG . . .*	*X hoặc /*
acres	hectares	x 0.4047
acres	sq. ilometres	/ 247
acres	sq. metres	x 4047
acres	sq. miles	/ 640 #
barrels (oil)	cu.metres	/ 6.29
barrels (oil)	gallons (UK)	x 34.97
barrels (oil)	gallons (US)	x 42 #
barrels (oil)	litres	x 159
centimetres	feet	/ 30.48 #
centimetres	inches	/ 2.54 #
centimetres	metres	/ 100 #
centimetres	millimetres	x 10 #
cubic cm	cubic inches	x 0.06102
cubic cm	litres	/ 1000 #
cubic cm	millilitres	x 1 #
cubic feet	cubic inches	x 1728 #
cubic feet	cubic metres	x 0.0283
cubic feet	cubic yards	/ 27 #
cubic feet	gallons (UK)	x 6.229
cubic feet	gallons (US)	x 7.481
cubic feet	litres	x 28.32
cubic inches	cubic cm	x 16.39
cubic inches	litres	x 0.01639
cubic metres	cubic feet	x 35.31
feet	centimetres	x 30.48 #
feet	metres	x 0.3048 #
feet	yards	/ 3 #
fl.ounces (UK)	fl.ounces (US)	x 0.961
fl.ounces (UK)	millilitres	x 28.41

ĐỔI . . .	*SANG . . .*	*X hoặc /*
kilograms	ounces	x 35.3
kilograms	pounds	x 2.2046
kilograms	tonnes	/ 1000 #
kilograms	tons (UK/long)	/ 1016
kilograms	tons US/short)	/ 907
kilometres	metres	x 1000 #
kilometres	miles	x 0.6214
litres	cu.inches	x 61.02
litres	gallons (UK)	x 0.2200
litres	gallons (US)	x 0.2642
litres	pints (UK)	x 1.760
litres	pints (US liquid)	x 2.113
metres	yards	/ 0.9144 #
metres	centimetres	x 100 #
miles	kilometres	x 1.609
millimetres	inches	/ 25.4 #
ounces	grams	x 28.35
pints (UK)	litres	x 0.5683
pints (UK)	pints (US liquid)	x 1.201
pints (US liquid)	litres	x 0.4732
pints (US liquid)	pints (UK)	x 0.8327
pounds	kilograms	x 0.4536
pounds	ounces	x 16 #
square cm	sq. inches	x 0.1550
square feet	sq. inches	x 144 #
square feet	sq. metres	x 0.0929
square inches	square cm	x 6.4516 #
square inches	square feet	/ 144 #
square km	acres	x 247

5. Chuyển công tắc FUNCTION về vị trí "Lock 2". Đèn đồng bộ chớp nhẹ và sau đó sáng liên tục trở lại. Kim trên đồng hồ đo pha hơi dao động sau đó đứng yên.

6. Chuyển công tắc FUNCTION về vị trí "Op" (hoạt động).

7. Thao tác quy về "0" nhận dạng dải

   Nếu cần ấn nút L.I.Zero, quan sát trên đồng hồ hiện số (10) số đọc của trạm chủ trong phạm vi 0,00~±0,02, nếu số đọc không phù hợp thì tiếp tục ấn nút L.I Zero rồi buông ra cho đến khi hiện số đúng.

8. Đặt lại chỉ báo của đồng hồ đo pha. Bằng cách ấn nút "RESET" ở mỗi đồng hồ đo pha chỉnh định lại một cách thật cẩn thận miền và dải của mỗi đồng hồ. Ký hiệu của miền chỉnh vào máy có thể lấy vị trí suy tính của tàu trên hải đồ Decca.

9. Quan sát đồng hồ phân biệt dải thao chu kỳ 20 giây, đọc lần lượt số dải trên đồng hồ đó theo thứ tự đỏ, xanh, tía, đồng thời so sánh từng số dải đo với chỉ số đọc trên đồng hồ đo pha, nếu cần chỉnh lại số dải trên đồng hồ đo pha.

10. Để xác định vị trí bằng Decca, chỉ cần đọc số trên hai đồng hồ đo pha tương ứng với khu vực tàu chạy. Tìm các đường vị trí tương ứng trên hải đồ Decca, giao điểm của chúng là vị trí tàu.

fl.ounces (US)	fl.ounces (UK)	**x 1.041**
fl.ounces (US)	millilitres	**x 29.57**
gallons	pints	**x 8 #**
gallons (UK)	cubic feet	**x 0.1605**
gallons (UK)	gallons (US)	**x 1.2009**
gallons (UK)	litres	**x 4.54609 #**
gallons (US)	cubic feet	**x 0.1337**
gallons (US)	gallons (UK)	**x 0.8327**
gallons (US)	litres	**x 3.785**
grams	kilograms	**/ 1000 #**
grams	ounces	**/ 28.35**
hectares	acres	**x 2.471**
hectares	square km	**/ 100 #**
hectares	square metres	**x 10000 #**
hectares	square miles	**/ 259**
hectares	square yards	**x 11 960**
inches	centimetres	**x 2.54 #**
inches	feet	**/ 12 #**
square km	hectares	**x 100 #**
square km	square miles	**x 0.3861**
square metres	acres	**/ 4047**
square metres	hectares	**/ 10 000 #**
square metres	square feet	**x 10.76**
square metres	square yards	**x 1.196**
square miles	acres	**x 640 #**
square miles	hectares	**x 259**
square miles	square km	**x 2.590**
square yards	square metres	**/ 1.196**
tonnes	kilograms	**x 1000 #**
tonnes	tons (UK/long)	**x 0.9842**
tonnes	tons (US/short)	**x 1.1023**
tons (UK/long)	kilograms	**x 1016**
tons (UK/long)	tonnes	**x 1.016**
tons (US/short)	kilograms	**x 907.2**
tons (US/short)	tonnes	**x 0.9072**
yards	metres	**x 0.9144 #**

2. ÁP SUẤT

Đơn vị theo hệ SI của áp suất là **pascal.** Để chuyển đổi các đơn vị áp suất (hoặc ứng suất) khác sang pascal với giá trị tương đương phải nhân cho các hệ số trong bảng dưới đây. Những hệ số có dấu # là hệ số chính xác, các hệ khác là gần đúng.

pascals [Pa]	1
atmospheres	**x 101 325 #**
bars	**x 100 000 #**
centimetres of mercury	**x 1333.22**
centimetres of water	**x 98.066 5 #**
feet of water	**x 2989.066 92 #**
hectopascals [hPa]	**x 100 #**
inches of water	**x 249.088 91 #**
inches of mercury	**x 3386.388**
kg-force/sq.centimetre	**x 98 066.5 #**

kg-force/sq.metre	x 9.806 65 #
kilonewton/sq.metre	x 1000 #
kilopascal [kPa]	x 1000 #
kips/sq.inch	x 6 894 760
meganewtons/sq.metre	x 1 000 000 #
metres of water	x 9806.65 #
millibars	x 100 #
millimetres of mercury	x 133.322
millimetres of water	x 9.806 65 #
newtons/sq.centimetre	x 10 000
newtons/sq.metre	1
newtons/sq.millimetre	x 1 000 000 #
pounds-force/sq.foot	x 47.880
pounds-force/sq.inch	x 6894.757
poundals/sq.foot	x 1.448 16
tons(UK)-force/sq.foot	x 107 252
tons(UK)-force/sq.inch	x 15 444 256
tons(US)-force/sq.foot	x 95 760
tons(US)-force/sq.inch	x 13 789 500
tonnes-force/sq.cm	x 98 066 500 #
tonnes-force/sq.metre	x 9806.65 #

3. LỰC

Đơn vị của lực là **newton**. Để chuyển đổi lực ở đơn vị khác sang newton phải nhân hoặc chia cho hệ số tương ứng như sau, hệ số có dấu # hệ số là chính xác, các hệ số khác là gần đúng.

newtons [N]	1
dynes	/ 100 000 #
kilograms force	x 9.806 65 #
kilonewtons [kN]	x 1000 #
kips	x 4448.222
meganewtons [MN]	x 1 000 000 #
pounds force	x 4.448 222
poundals	x 0.138 255
sthenes (=kN)	x 1000
tonnes force	x 9806.65 #
tons(UK) force	x 9964.016
tons(US) force	x 8896.443

PHỤ LỤC 2

TÓM TẮT DÂY, NÚT VÀ ỨNG DỤNG

I. DÂY THỪNG (ROPE)

1. Các loại thừng sợi thảo mộc và sợi nhân tạo

Trên tàu thường dùng các loại dây thừng sau đây:

1) Dây sợi thảo mộc

a) Dây manila

Được chế tạo từ cây abaca (cây chuối rừng) có nhiều ở Philipin, bền, dẻo có tính đàn hồi, nhẹ, chịu ẩm, thường dùng làm dây buộc tàu, dây kéo hàng, dây chằng buộc.

Dây manila màu trắng là loại có chất lượng tốt nhất, kế đến là loại màu hồng nhạt, kém nhất là loại màu nâu.

b) Dây bông vải

Chủ yếu được sử dụng cho thuyền buồm, thuyền đánh cá vì mềm và dẻo, sử dụng nhiều nhất ở Châu Mỹ.

c) Dây gai

Dây gai ngâm dầu được sử dụng làm loại dây nhỏ và dây viền buồm, viền vải bạt, dây neo, dây phao tiêu. Dây không ngâm dầu dùng làm dây ròng rọc, loại lớn có thể dùng lai dắt, buộc tàu.

d) Dây dừa

Bện từ xơ dừa, nhẹ, nổi trên mặt nước, mềm dẻo, đàn hồi nhưng không khoẻ, độ bền bằng khoảng 75% dây manila.Thường pha trộn với các loại vật liệu khác làm thành dây buộc tàu, lai dắt v..v dùng cho những tàu nhỏ. Trên các tàu cá rất thường dùng loại dây chế tạo từ sơ dừa.

e) Dây sisal

Độ bền bằng 80% của dây manila, chịu ẩm và chống mục đều kém.

2) Dây sợi tổng hợp (nhân tạo)

(1) Ưu nhược điểm của dây sợi tổng hợp

a) Ưu điểm:

- Nói chung dây tổng hợp có độ bền cao, chịu nước và chịu ẩm tốt, không mốc, không mục.
- Nhẹ bằng một nửa dây cáp thép, có thể nổi trong nước.
- Khi ngâm trong nước độ bền giảm 7%, nhưng sau khi khô lại hồi phục độ bền như cũ.
- Tuổi thọ gấp 15 lần dây sợi thảo mộc.

b) Nhược điểm:

- Do ma sát giữa các sợi trong nội bộ dây làm cho trên bề mặt dây tích tụ tĩnh điện, khi

có điều kiện sẽ phóng điện thành tia lửa dễ gây cháy.

- Khi chiếu ánh sáng liên tục độ bền của dây sẽ bị giảm, dây trở nên giòn và bị mòn nhanh chóng.
- Ở nhiệt độ dưới 0^0 dây tổng hợp vẫn duy trì tính dẻo và tính đàn hồi, nhưng nhiệt độ giảm đến -80^0 thì lực kéo đứt giảm xuống còn 70% và tính dẫn hồi giảm 24%.

(2) Các loại dây thừng sợi tổng hợp

a) Dây nylon (Polyamide)

Là loại dây có độ đàn hồi tốt nhất, lực kéo khoẻ nhất trong các loại dây sợi tổng hợp, chịu được chất kiềm, chất hoà tan hữu cơ, dầu và không bị mục. Được sử dụng làm dây buộc tàu, dây lai, dây cẩu hàng.

b) Dây polyester (Terylene)

Có sức kháng nóng chảy cao nhất trong các loại dây tổng hợp, chịu được acid, dầu, chất hoà tan hữu cơ, chất tẩy rửa, không bị mục. Chủ yếu sử dụng trên du thuyền và tàu đánh cá.

c) Dây polypropylene

Là loại có tính đàn hồi tốt nhất và nhẹ nhất trong các loại dây tổng hợp, nổi trên mặt nước. Chịu được acid, kiềm, dầu và không mục. Chủ yếu sử dụng làm dây buộc tàu.

d) Dây polythene

Có sức kháng nóng chảy thấp nhất trong các loại dây sợi tổng hợp, nhẹ, nổi trên mặt nước. Chịu được kiềm, dầu, chất tẩy rửa, không mục. Dùng làm dây tốc độ kế chân vịt, sử dụng trên du thuyền, tàu đánh cá.

2. Cách chế tạo dây thừng

1) Định nghĩa "dảnh" và "tao"

Nhiều sợi xenlulô, hay sợi tổng hợp mãnh được xe xoắn thành "dảnh" dây, dảnh xoắn thành "tao", nhiều tao bện thành dây.

Một dảnh tiêu chuẩn gồm 24 sợi. Kích thước của một dảnh tiêu chuẩn được quy ước như sau:

- Nếu một dảnh 24 sợi quay thành một tao, 3 tao bện thành một dây thì dây phải có chu vi đo được 76mm (3 inch).
- Số lượng dảnh của mỗi tao tuỳ thuộc vào kích thước của dây. Ba tao hoặc bốn tao bện thành một dây. *Dây ba tao là loại dây phổ thông nhất.*

2) Cách bện dây

(1) Chiều bện:

- Bện chiều phải: Các tao được bện theo chiều từ trái sang phải.
- Bện chiều trái: Các tao được bện theo chiều từ phải sang trái.

Nói chung các dây phổ thông, các dảnh trong mỗi tao đều bện theo chiều trái, các tao trong một dây đều bện theo chiều phải. Cũng có loại dây, dảnh và tao đều bện theo chiều phải dùng làm dây ròng rọc xuống cứu sinh. Dây bện chiều trái ít được sử dụng.

(2) Góc bện: Là góc mà các tao xoắn vào nhau, là một yếu tố quan trọng quyết định đặc tính của dây. Góc bện càng lớn dây càng cứng.

- Dây bện cứng: Còn gọi là" bện chặt", dây được xoắn rất chặt và cứng, tức góc bện lớn,

với cách bện này sức kéo đứt và độ dẻo của dây đều giảm, nhưng dây khó ngấm nước và không bị xổ, tăng tính co giản.

- Dây bện mềm : Dây xoắn lỏng vào nhau với góc bện nhỏ, làm tăng độ dẻo và sức kéo đứt của dây, nhưng dây mềm dễ bị ngấm nước, dễ biến dạng.
- Dây bện tiêu chuẩn: Góc bện được lựa chọn ở mức vừa phải, phối hợp giữa độ dẻo và lực kéo đứt sao cho dây chịu đựng được điều kiện làm việc nặng.

3) Phân loại dây theo cách bện

(1) Dây ba tao (Hình 01)

Là loại ba tao bện chiều phải thông dụng nhất được sử dụng vào những mục đích thông thường.



Hình 01 Dây 3 tao

(2) Dây bốn tao (Hình 02)

Có nhiều tao làm tăng bề mặt tiếp xúc khi chạy trên con lăn ròng rọc, tời quấn dây nhưng trọng lượng lớn hơn và cường độ nhỏ hơn so với loại dây ba tao cùng kích cỡ. Thường bện theo chiều phải, có lõi ở giữa để tăng tính ổn định của dây.



Hình 02 Dây 4 tao có lõi

(3) Dây bện kiểu cáp (Hình 03)

Được bện từ ba dây nhỏ mỗi dây nhỏ có ba tao. Thường bện theo chiều trái, nếu cần có thể bện theo chiều phải. Sử dụng phối hợp với dây cáp làm dây lai kéo.



Hình 03 Bện kiểu dây cáp

(4) Dây chống gút.

Loại dây này có dảnh và tao cùng xoắn theo chiều trái. Các tao được bện với nhau theo chiều phải. Với cấu trúc này dây không bị thắt khi chạy qua ròng rọc.

(5) Dây tám tao tết chéo (Hình 04)

Dây được đan bằng hai cặp tao xoắn phải với hai cặp tao xoắn trái.Với cấu trúc này, dây có cường độ giống như dây ba tao cùng kích thước nhưng mềm và chống thắt, nó có độ bám tốt trên tời và cột bích, thích hợp sử dung làm dây buộc tàu.



Hình 04 Dây 8 tao tết chéo

(6) Dây đan

Được cấu tạo bởi một lớp dây đan bên ngoài bọc một lõi đan bên trong. Cường độ của dây này lớn hơn dây ba tao hoặc tám tao cùng kích cỡ. Dây mềm, không bị thắt, bám tốt trên tời và cột bích vì bề mặt tiếp xúc lớn. Cấu tạo này thường áp dụng cho dây nylon (Hình 05).



Hình 05 Dây đan

(7) Các kiểu dây thừng có kích thước nhỏ

Ngoài các loại dây to, nặng, trên tàu còn sử dụng trên một số loại dây mảnh như sau:

- Chỉ khâu bạt

Là loại chỉ xe bằng ba sợi gai dầu dùng để khâu bạt hoặc quấn hãm đầu dây, được chế tạo và cung cấp thành từng cuộn 0,28 kg.

- Dây khâu

Là loại dây xe bằng năm sợi gai dầu dùng để khâu bạt vào dây thừng, được cung cấp thành từng cuộn 0,28 kg.

- Dây viền buồm

Là loại dây sợi gai dầu ba tao chất lượng cao dùng để may viền buồm làm tăng sức bền của buồm, kích cỡ của loại dây này có từ 4mm đến 48mm.

- Dây sợi đôi

Là loại dây sợi gai dầu hai dảnh xoắn chiều trái dùng để quấn bọc dây cáp, tết đầu dây, được cung cấp thành từng cuộn tròn 1kg, dài 55m.

- Dây sợi bện

Bện bằng hai, ba, hoặc bốn dảnh sợi gai dầu mềm chiều phải, được sử dụng quấn bọc các loại dây khác, tết đầu dây. Cung cấp thành từng cuộn tròn 3kg.

- Dây viền bạt xuống

Là loại dây tơ gai dầu láng, hoặc sợi tổng hợp (polypropylene) ba tao hoặc tám tao tết chéo để làm viền xiết bạt đậy xuống và bạt che. Cung cấp thành cuộn 55m hoặc 110m.

- Dây cờ hiệu

Thường dùng loại tết bằng tám tao sợi gai dầu hay sợi tổng hợp (polythene) đường kính 10mm dùng để treo cờ tín hiệu, cung cấp thành cuộn 55m và 220m.

- Dây tốc độ kế

Tết bằng tám tao sợi gai dầu hoặc polytene dùng để thả tốc độ kế chân vịt, cung cấp thành cuộn 75,110, 220m.

- Dây đo sâu

Dây sợi gai dầu, gồm ba tao bện theo kiểu cáp (chiều trái) đường kính 11mm, cung cấp thành cuộn 220m.

- Dây mồi

Tết bằng ba tao gai dầu nhẹ dùng làm dây mồi, dây ném và chằng buộc nhẹ. Kích cỡ của dây được tính theo số lượng dảnh trong dây, dây 9 dảnh có đường kính 8mm, dây 24 dảnh đồng kính 24mm. Cung cấp thành cuộn 220m.

3. Công thức tính thông số đặc trưng của các loại dây thừng

1) BẢNG SO SÁNH ĐẶC TÍNH CÁC LOẠI DÂY ĐƯỜNG KÍNH 40MM VỚI CHẤT LIỆU KHÁC NHAU

Loại dây	*Ứng suất kéo đứt (kg)*	*Tỷ trọng*	*Nhiệt độ nóng chảy (^{0}C)*	*Độ dãn nở ở tải kéo đứt %*
Sisal	10,4	1,5		10-20%
Manila	11,7	1,5		10-20%
Polypropylene	19,4	0,91	165	25-40%
Polythene	15,4	0,95	135	27-37%
Terylene (Polyester)	23,9	1,38	260	23-33%
Nylon	30,0	1,14	250	33-46%

2) Tính ứng suất kéo đứt của dây thừng

Lực kéo đứt của dây sợi thực vật và sợi tổng hợp được tính theo các công thức dưới đây.

Trong các công thức,

D - *đường kính* của dây tính bằng (milimét)

Lực kéo đứt tính bằng (tấn).

b) Dây manila

- Dây manila cấp 1 đường kính 7mm — 144mm và
- Dây manila cao cấp đường kính 7mm — 144mm

$$\textbf{Ứng suất kéo đứt (tấn)} = \frac{2D^2}{300}$$

b) Dây polythene

- Dây polythene đường kính 7mm — 72mm và
- Dây polypropylene đường kính 7mm đến 80mm

$$\textbf{Ứng suất kéo đứt (tấn)} = \frac{3D^2}{300}$$

c) Dây polyester (Terylene) đường kính 4mm — 96mm

$$\textbf{Ứng suất kéo đứt (tấn)} = \frac{4D^2}{300}$$

d) Dây polyamide (nylon) đường kính 4mm -96mm

$$\textbf{Ứng suất kéo đứt (tấn)} = \frac{5D^2}{300}$$

3) Tải làm việc an toàn (SWL) của dây thừng

Tải làm việc an toàn của dây lấy bằng **1/6** đến **1/5** ứng suất kéo đứt của nó.

Ví dụ :

Tính ứng suất kéo đứt gần đúng và tải làm việc an toàn của dây sợi tổng hợp polypropylene có đường kính 40 mm.

Ứng suất kéo đứt = $3D^2/300$ = 3x40x40/ 300 = 16 tấn.

SWL = 16/6 = 2,67 tấn (lấy bằng 1/6 ứng suất kéo đứt).

4) Kích cỡ của dây thừng

Kích cỡ của dây có thể biểu thị bằng hai cách:

Biểu thị bằng đường kính của dây theo đơn vị "mm" . Có khi nhà sản xuất biểu thị bằng chu vi của dây bằng đơn vị "inch".

Cách chuyển đổi giữa hai cách tính này như sau:

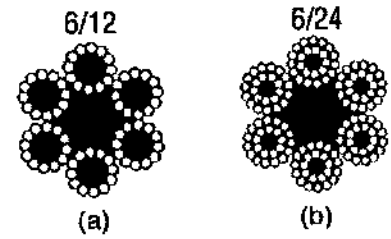
- Chuyển đổi chu vi (của dây) bằng "inch" ra đường kính "mm" thì nhân với 8.
- Chuyển đổi đường kính (của dây) "mm" ra chu vi "inch" thì chia cho 8.

Ví dụ: Dây 2 inch (chu vi) x 8 = Dây 16 mm (đường kính)

Dây 12 mm (đường kính) : 8 = 1,5 inch (chu vi)

II. DÂY CÁP (CABLE)

1. Cấu tạo, kích thước và công dụng của dây cáp



Hình 06

1) Dây cáp có nhiều loại nhưng hầu hết các loại dây cáp sử dụng trong hàng hải gồm nhiều tao, mỗi tao xoắn bằng nhiều sợi dây thép. Thường dùng nhất là loại cáp 6 tao. Các tao xoắn quanh lõi bằng dây gai. Một số loại dây cáp trong mỗi tao cũng có lõi. Mỗi dây cáp đều có kí hiệu biểu thị cấu tạo của dây như hình 6, chữ số đầu là số lượng tao, chữ số sau là số lượng dây thép trong mỗi tao.

Ví dụ : Trên hình 06, dây 6/12 là dây gồm 6 tao, trong mỗi tao có 12 dây thép , bên trong là lõi như hình (a). Dây 6/24 gồm có 6 tao, mỗi tao có 24 sợi thép, tâm của dây và tâm của mỗi tao đều có lõi hình (b).

2) Cáp sử dụng trong hàng hải được xe xoắn theo chiều ngược với chiều xoắn của tao. Các tao xoắn theo chiều phải, còn dây cáp thì xoắn theo chiều trái.

3) Trên tàu thường sử dụng cáp như sau :

Tên gọi	*Quy cách*	*Đường kính (mm)*	*Công dụng*
Cáp cứng	6x7, 6x12	6 đến 40	Dây giằng trụ cẩu, giằng cần, giằng ống khói
Cáp phổ thông (nửa cứng)	6x19, 6x24	7 đến 40	Dây cẩu hàng, dây buộc tàu, dây lai
Cáp mềm	6x30, 6x37	7 đến 40	Dây cẩu hàng, dây buộc tàu, dây lai
Cáp mềm	6x24+7	Nhiều cỡ	Dùng để buộc tàu
Cáp đặc biệt	6x61	32 đến 81	Dây buộc tàu, dây lai

Trong bảng trên, loại cáp 6x7 là loại cáp ít dây thép, không lõi, đó là một loại cáp cứng chỉ thích hợp làm dây giằng cố định.

Loại cáp phổ thông 6x19 là loại cáp tương đối mềm, thích hợp sử dụng cho những dây động, sức kéo lớn như dây buộc tàu, dây lai.

Loại cáp có ký hiệu 6x24+7 có nghĩa là 6 tao, mỗi tao 24 dây thép, trong lõi có 7 dây thép. Đây là loại cáp mềm dùng để buộc tàu.

2. Công thức tính ứng suất kéo đứt của dây cáp mềm

- Loại cáp mềm 6x12 , đường kính 4mm đến 48mm,

$$\text{Ứng suất kéo đứt} = 15D^2/500 \quad \frac{15D^2}{500}$$

- Loại cáp mềm 6x24, đường kính 8mm đến 56mm:

$$\text{Ứng suất kéo đứt} = \frac{20D^2}{500}$$

- Loại cáp mềm 6x37, đường kính 8mm đến 56mm:

$$\text{Ứng suất kéo đứt} = \frac{21D^2}{500}$$

Trong các công thức, D là đường kính của cáp.

Thay vì tính bằng công thức, có thể tra nhanh bằng bảng dưới đây:

ỨNG SUẤT KÉO ĐỨT GẦN ĐÚNG CỦA DÂY CÁP MỀM 6 TAO

Đường kính (Milimét)	*Ứng suất kéo đứt gần đúng (Tấn)*			
	Cáp 6/12	*Cáp 6/24*	*Cáp 6/36*	*Cáp 6/37*
8	1,94	2,60		
10	3,02	4,06		
12	4,35	5,85	8,55	
14	5,93	7,96	11,60	
16	7,74	10,40	15,20	
20		16,20	23,80	
24		23,40	34,20	
28		31,80	46,60	
32		41,60	60,80	
40		65,00	95,00	68,4

3. Tải làm việc an toàn của dây cáp

Tải làm việc an toàn SWL = [Lực kéo đứt]/n

Trong đó n là hệ số, dây palăng dây cẩu hàng lấy n = 4 đến 6.

Tuỳ yêu cầu sử dụng có thể áp dụng những hệ số n khác nhau, dưới đây cho các hệ số tham khảo,

Trường hợp sử dụng	*Tải làm việc an toàn SWL*
Cáp cẩu hàng	[Ứng suất kéo đứt]/5
Cáp giằng cần	[Ứng suất kéo đứt]/5
Cáp treo xuống cứu sinh	[Ứng suất kéo đứt]/8
Cáp lai kéo	[Ứng suất kéo đứt]/8 ~ [Ứng suất kéo đứt]/11
Cáp giằng ống khói	[Ứng suất kéo đứt]/4

4. Tính ứng suất kéo đứt gần đúng của dây xích (lin)

- **Xích cấp 1** $\frac{20D^2}{600}$
- **Xích cấp 2** $\frac{30D^2}{600}$

- **Xích cấp 3** $\frac{43D^2}{600}$

Trong đó, D là đường kính mắt xích (mm)

III. SỬ DỤNG VÀ BẢO QUẢN DÂY

1. Tháo một cuộn dây mới

1) Mỗi cuộn dây khi mới mua đều có bao bì, nhãn hiệu, giấy chứng nhận. Cần xem xét các số liệu ghi trên nhãn như trọng lượng, chiều dài và những số liệu khác nói lên đặc điểm của dây.

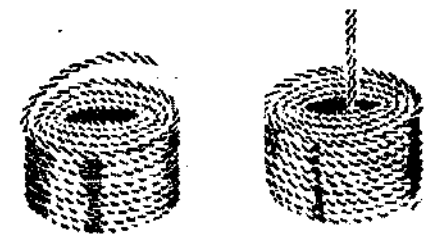
2) Cần kiểm tra chất lượng dây, nếu dây bị mốc (dây thừng) là dây kém phẩm chất.

3) Nhãn của mỗi cuộn dây đều có chỉ dẫn phải tháo cuộn dây như thế nào, nhưng nếu không có chỉ dẫn thì tháo như sau (Hình 07):

- Dây bện chiều phải:Tháo bao, tìm đầu dây bên ngoài, đặt cuộn dây nằm sao cho khi tháo, đầu dây ngoài quay theo chiều nghịch kim đồng hồ.
- Một phương pháp khác là, để cuộn dây nguyên trong bao,và đặt cuộn dây sao cho khi rút đầu bên trong quay theo chiều nghịch kim đồng hồ.
- Dây bện chiều trái: Có thể rút dây trong hoặc rút dây ngoài đều được, nhưng dây phải chạy ra theo chiều kim đồng hồ .

2. Quấn dây thành cuộn

Dây bện chiều phải thì quấn lại theo chiều kim đồng hồ, dây bện chiều trái thì quấn theo chiều nghịch kim đồng hồ.



Tháo từ bên ngoài Tháo từ bên trong

Hình 07 Tháo cuộn dây

3. Bảo quản dây thảo mộc

1) Không để dây bị thắt gút,vì thắt gút làm giảm 50% độ bền của dây, tránh bẻ gập uốn cong quá mức, không được dùng dây cho ròng rọc nhỏ hơn quy định theo đường kính của dây.

2) Dây sẽ bị phá huỷ nhanh chóng ở nhiệt độ cao, bị giảm chất lượng khi chịu tác dụng của khói, mỡ, axít, ẩm mốc.., không được để dây tiếp xúc với dầu mỡ, sơn, hóa chất, đặc biệt tránh axit và kiềm.

3) Kho dây phải khô ráo, thoáng gió, nên cuộn dây lại và đặt lên mâm gỗ.

4) Giữ dây khô ráo, khi thời tiết thuận lợi nên mang dây ra hong khô.

5) Nếu dây bị ngâm trong nước biển, phải rửa lại bằng nước ngọt, nếu không dây dễ bị ẩm mục.

6) Khi để dây trên mặt boong phải phủ bạt chống ngấm nước và ánh nắng.

7) Đổi đầu dây trong quá trình sử dụng sẽ làm tăng tuổi thọ của dây lên 25%.

4. Bảo quản dây sợi tổng hợp

1) Dây sợi tổng hợp sau khi nối, chỗ nối sức bền chỉ còn 90% so với dây nguyên. Dây polythene sau khi nối dễ bị trượt ra khỏi mối nối. Dây nylon và polyester, sau khi nối rất khó bị lỏng và trượt.

2) Không để dây lâu ngoài nắng, vì như vậy dây sẽ bị biến chất, cũng không để dây gần nguồn nhiệt.

3) Không sợ nước, sau khi sử dụng chỉ cần rửa sạch là được.

4) Tránh tiếp xúc với hoá chất ăn mòn, sơn, mỡ...vì chúng có thể làm giảm chất lượng hoặc phân huỷ dây. Nếu bị dính các chất trên phải rửa cẩn thận.

5) Không đứng, ngồi trên dây sợi tổng hợp đang căng.

6) Khi quấn dây lên cột bích, trước tiên phải quấn hai đến ba vòng trên một trụ sau đó hãy quấn thành hình số tám trên hai trụ. Không được quấn chung với dây cáp trên cùng một cột bích. Khi cho dây lên trống quấn dây không nên quấn nhiều vòng từ đầu để phòng lực ma sát đột ngột, khi lấy dây ra khỏi trống cũng tiến hành với tốc độ chậm.

7) Cột bích, lỗ dây, trống dây không để bị gỉ sét để tránh mài mòn dây.

8) Con lăn chạy dây phải được bảo dưỡng và thường xuyên cho dầu mỡ bôi trơn tránh ma sát làm hỏng dây.

10)Trước khi sử dụng dây cần kiểm tra chất lượng trên toàn bộ chiều dài của nó.

5. Bảo quản dây cáp

1) Dây mua mới phải kiểm tra : dây xoắn đều, không chồng chéo, mặt dây không bị sờn, không có sợi thép bị đứt, các sợi thép căng đều, lớp kẽm tráng phải sáng đều không có bị sướt.

2) Cáp dùng xong phải cuộn lại đặt lên bệ gỗ và đậy bằng vải bạt. Khi trời nắng phải tháo bạt để thông gió, tránh bị ẩm ướt.

3) Cáp đang sử dụng phải được tẩy rỉ và bôi mỡ 3 tháng một lần. Dùng bàn chải sắt để chải sạch rỉ, lớp mỡ cũ, bụi bẩn, dùng giẻ sạch lau kỹ cho sạch bụi rỉ và thật khô ráo. Cuối cùng bôi lên một lớp mỡ mỏng.

4) Cáp làm việc trong điều kiệm phải ngâm lâu trong nước biển, khi đem lên tàu tốt nhất nên rửa bằng nước ngọt, phơi khô, dùng mỡ thực vật trộn với vôi (tỷ lệ 1/1) đun sôi bôi đều trên mặt dây rồi cất để chuẩn bị sử dụng lần sau.

5) Dây cáp khi bẻ cong quá mức sẽ bị gãy, chịu lực kém nên không nên cho cáp tì lên góc hẹp để kéo.

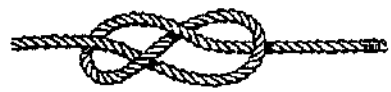
IV. CÁC LOẠI NÚT, MỐI NỐI VÀ CÔNG DỤNG

1. Các nút thông dụng

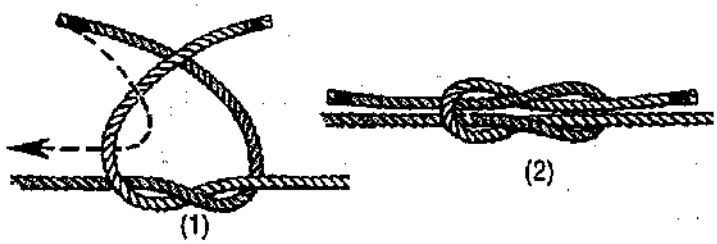
- Nút thắt (Hình 08)
- Nút số tám.(Hình 09)



Hình 08 Nút thắt



Hình 09 Nút số tám



Hình 10 Nút thẳng đơn

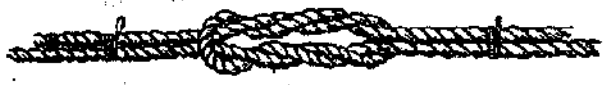
Thường dùng để thắt ở đầu cuối của dây có tác dụng như là một khoá hãm không cho đầu

dây chạy ra khỏi mắt khuyết hoặc ròng rọc, puli.

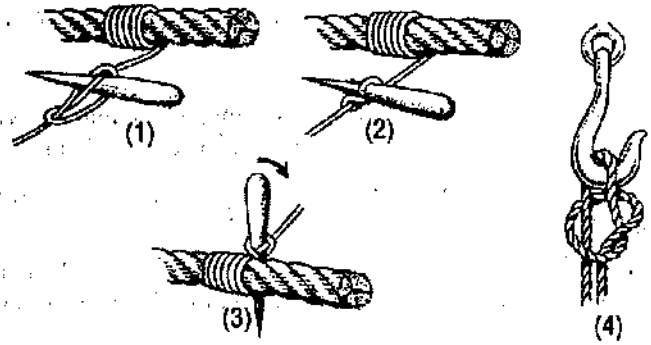
- Nút thẳng đơn (Hình 10)

Chú ý thắt sao cho mỗi phía hai đầu dây ra cùng một bên.

Dùng để nối hai đầu dây thực vật đường kính gần bằng nhau khi dây chịu sức kéo không lớn lắm. Để tránh bị gút khi kéo căng, nên thêm một chốt gỗ vào giữa. Cách thắt, đặt dây theo như (1) để được nút thẳng đơn (2).



Hình 11 Nút thẳng kép



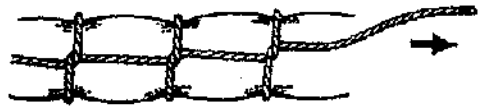
Hình 12 Nút siết dây

- Nút thẳng kép (Hình 11).

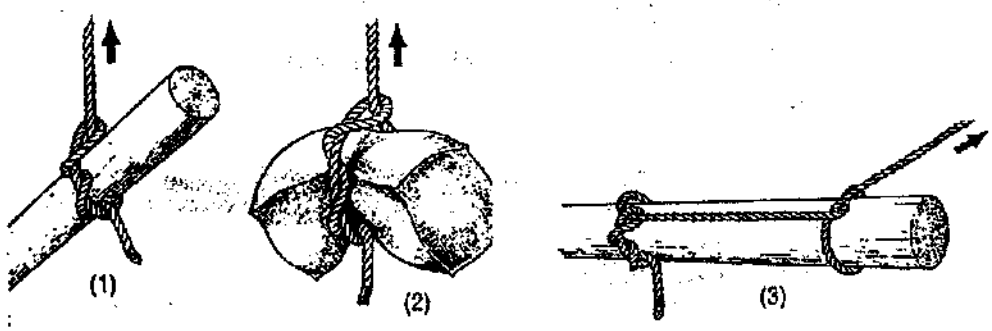
Cách buộc cũng giống như nút thẳng đơn nhưng hai dây xoắn vào nhau thêm một lượt nữa (cũng có thể nhiều lượt). Dùng để nối hai dây chịu sức kéo lớn.

- Nút siết dây (Hình 12).

Dùng để làm điểm tựa siết dây hãm bằng dùi theo như (1) (2) và (3). Nút này còn được dùng để cố định một thòng lọng vào một cái móc (4).



Hình 13 Nút siết kép



Hình 14 Nút kéo gỗ

- Nút siết kép (Hình 13)

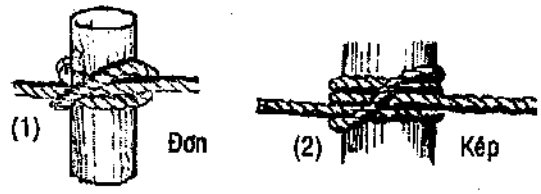
Dùng để bó các bó tròn dài như buồm..., có thể siết chặt tuỳ ý.

- Nút kéo gỗ (Hình 14).

Dùng để cẩu gỗ, bao kiện (1), (2).

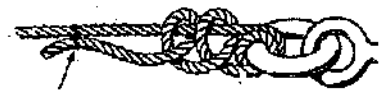
Nếu dùng kéo gỗ phải thắt thêm một nửa nút (3).

- Nút khoá chụp đầu dây (Hình 15)



Hình 15 Nút khoá chụp đầu dây

Dùng để buộc dây vào một xà cố định. Nó dễ bị tuột nếu buộc vào một xà lăn. Nút đơn (1), nút kép (2)



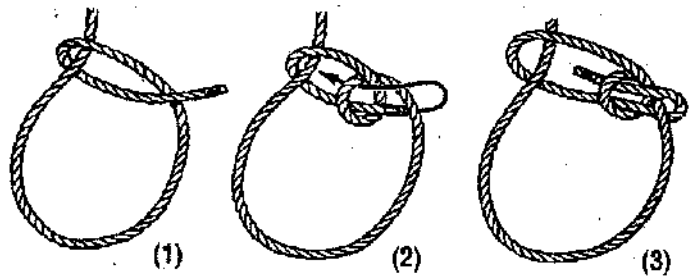
Hình 16 Nút neo



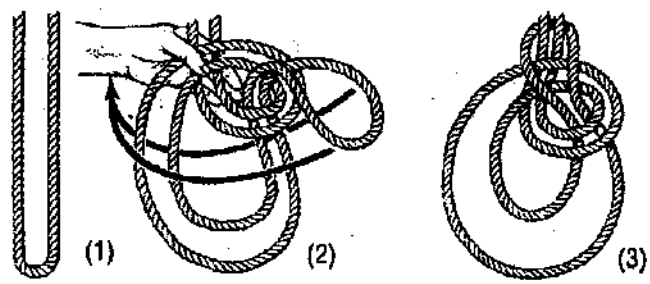
Hình 17 Nút neo sống



Hình 18 Nút ghế đơn



Hình 19 Nút ghế đơn trượt



Hình 20 Nút ghế kép

- **Nút neo** (Hình 16)

  Dùng để buộc một tải nặng vào một xà cố định, như buộc tàu, dây gia cố cần cẩu.

- **Nút neo sống** (Hình 17)

  Dùng để buộc cáp vào maní của neo, buộc lưới an toàn vào miệng hầm hàng. Nói chung dùng trong trường hợp cần được buộc chắc chắn.

  Chú ý sau khi vòng hai vòng vào maní, vòng thứ ba luồn ngay vào hai vòng đó, tiếp theo luồn giống như nút neo.

- **Nút ghế đơn** (Hình 18)

  Dùng để thắt một mắt khuyết cố định mà chỗ thắt không bị gút chặt.

- **Nút ghế đơn trượt** (Hình 19).

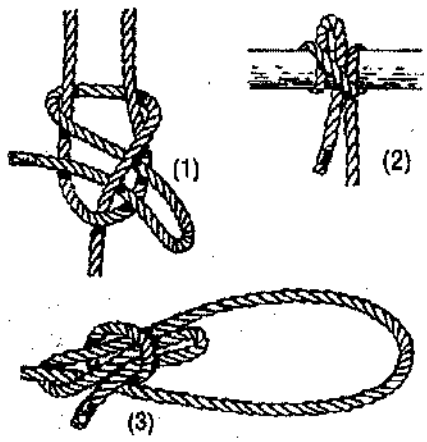
  Dùng để tạo một mắt khuyết mà khi kéo sẽ bị siết chặt. Không được tròng mắt khuyết này vào người.

- **Nút ghế kép** (Hình 20)

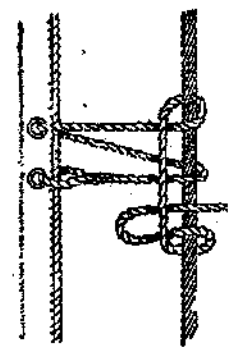
  Nút này dùng thay cho ghế ngồi khi làm việc trên cao hoặc ngoài mạn tàu. Vòng dài dùng để ngồi, vòng ngắn giữ ngang bụng dưới hai cánh tay cho khỏi ngã.

  Cách thắt, chập đôi đoạn dây gần đầu dây (1), sau đó khoanh một vòng nhỏ, luồn đầu dây đôi vào trong vòng dây đó, mở rộng vòng đầu dây tròng qua phía sau (2), rút căng hai vòng dây dưới sao cho hình thành một vòng tròn lớn và một vòng tròn nhỏ (3).

- **Nút và mối nối tháo mở nhanh** (Hình 21).



Hình 21 Các nút tháo nhanh



Hình 22 Nút căng bạt



Hình 23 Nút nối dây

Các nút lèo (1), nút ghế đơn (2), nút khoá chụp đầu dây (3) là ba nút rất cơ bản có thể thắt thêm khoá để tháo nhanh khi cần. Nút giữ rất chặt nhưng không đáng tin cậy khi kéo với lực giật đột ngột.

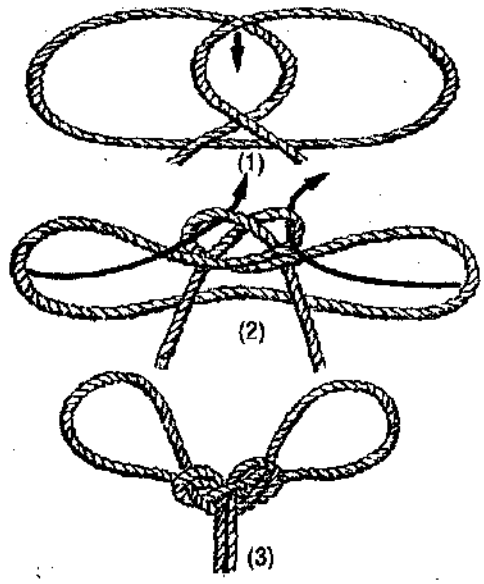
- **Nút căng bạt** (Hình 22)

Dùng để căng vải bạt.

- **Nút nối dây** (Hình 23)

Dùng để nối hai dây cỡ lớn và cứng với nhau, sử dụng trong việc buộc tàu, lai kéo.

- **Nút thuỷ thủ** (Hình 24)



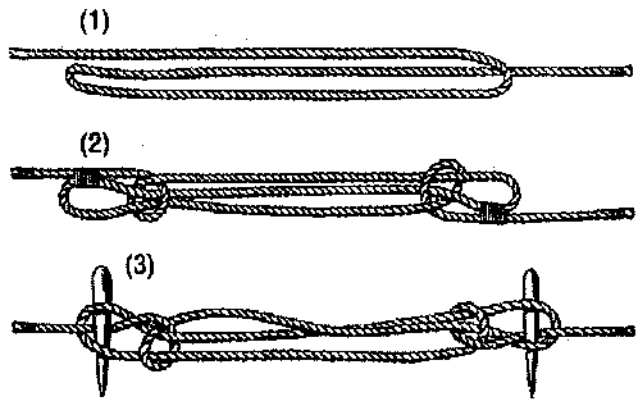
Hình 24 Nút thuỷ thủ.

Dùng để đưa thuỷ thủ lên làm việc đột xuất trên cao. Khi sử dụng xỏ hai chân vào hai vòng dây lớn, dùng dây buộc vòng vùng bụng.

Cách thắt, đánh hai vòng dây lớn chồng một phần lên nhau (1), tạo hai vòng nhỏ lồng vào nhau (2), luồn hai vòng lớn vào hai vòng nhỏ, cố định hai đầu dây, rút hai vòng lớn (3).

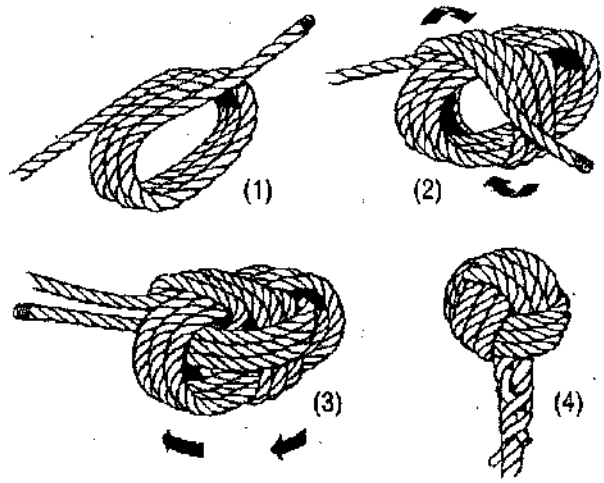
- **Nút thu ngắn dây** (Hình 25)

Dùng để thu ngắn dây quá dài mà không cần phải cắt bỏ. Có thể quấn dây sợi để hãm (2) hoặc hãm bằng chốt (3). Cách thắt, xếp dây như (1) thắt nút theo (2) và quấn dây hãm.



Hình 25 Thu ngắn dây

- **Tết quả ném** (Hình 26).

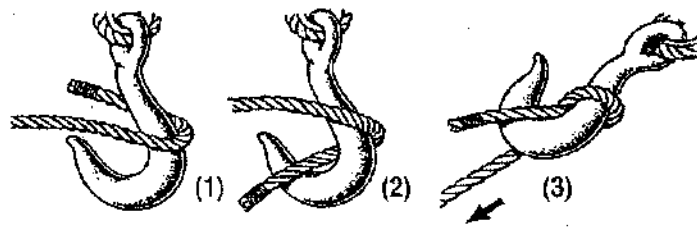


Hình 26 Tết quả ném

Quả ném dùng để buộc vào đầu dây ném.

- Dùng 2 đến 3 mét dây quấn ba vòng quanh bàn tay (1)
- Quấn tiếp ba vòng chồng lên phần trước theo chiều vuông góc (2).
- Quấn tiếp ba vòng lượt ba quanh vòng thứ hai nhưng bên trong các vòng lượt đầu (3). Nếu quấn đúng thì đầu dây cuối sẽ ra ở khe đầu dây ban đầu.
- Chập đầu cuối vào dây ban đầu và đấu từng tao vào các tao dây (4).

- **Nút buộc móc đơn** (Hình 27)



Hình 27 Nút buộc móc đơn

Dùng nút này là phương pháp nhanh nhất để buộc dây thừng vào một mốc cẩu khi dây và móc cẩu có kích thước tương đương. Nút sẽ bị trượt khi thân móc lớn hơn dây. Tốt nhất là dùng dây hãm buộc mút của dây vào bản thân dây.

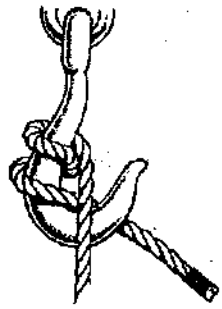
- **Nút buộc móc đôi** (Hình 28)

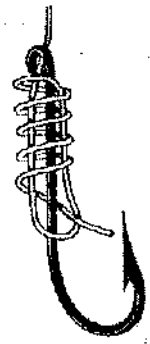
Dùng buộc móc trong trường hợp móc lớn hơn dây.

- **Nút ngư dân** (Hình 29)

Dùng để buộc cước vào lưỡi câu.

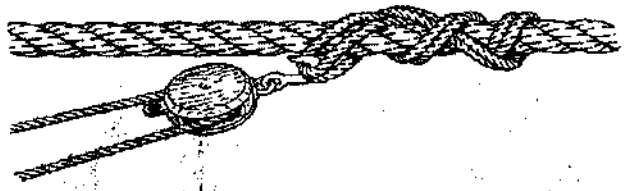
Cách làm, xỏ dây cước qua lỗ lưỡi câu, làm một cái vòng đặt dọc theo thân lưỡi câu. Dùng đoạn cước còn lại quấn từ lỗ dây về phía lưỡi, cuối cùng xỏ đầu dây cước vào vòng dây và rút chặt.





Hình 28 Nút buộc móc đôi Hình 29 Nút ngư dân

- **Nút buộc dây ròng rọc vào dây cáp thép** (Hình 30).



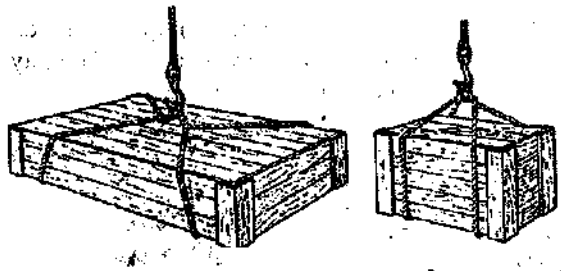
Hình 30 Buộc một vòng dây móc ròng rọc

- **Nút cẩu hàng kiện vuông** (Hình 31).

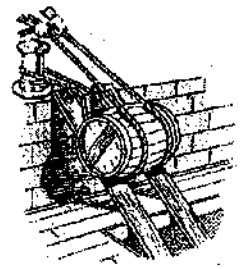
  Đấu sẵn một vòng dây, vòng qua kiện hàng, luồn đầu dây này qua đầu dây kia móc vào móc cẩu.

- **Vòng dây kéo thùng** (Hình 32)

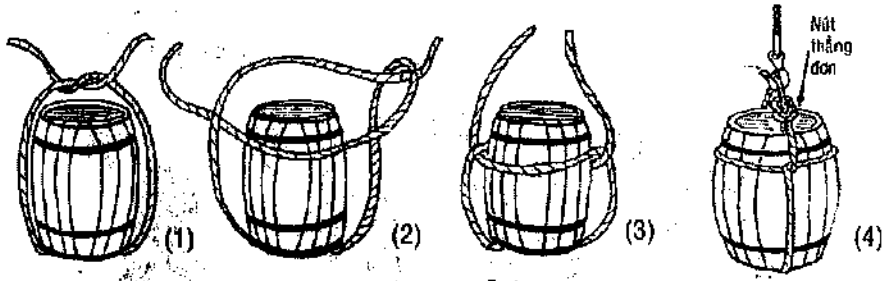
  Dùng để kéo lăn đưa thùng tròn từ dưới thuyền lên bờ dốc.



Hình 31 Vòng dây cẩu hộp



Hình 32 Vòng dây kéo thùng



Hình 33 Vòng dây cẩu thùng đơn

- **Vòng dây cẩu thùng đơn** (Hình 33)

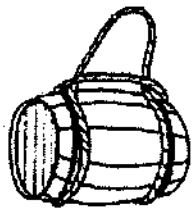
Đặt thùng lên dây, làm một nút thắt (1). Nới một đầu dây vòng qua nửa thùng luồn vào trong dây kia (2). Rút hai đầu dây chỉnh cho cân bằng (3). Thắt nút thẳng đơn, móc móc cẩu vào dây (4).

- **Vòng dây cẩu thùng kép** (Hình 34)

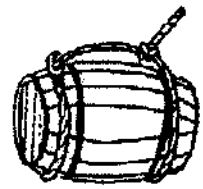
Đặt thùng đè lên dây (1). Mỗi bên làm một vòng thắt tròng vào thùng (2). Rút hai đầu dây (3).



Hình 34 Vòng dây cẩu thùng đôi



Hình 35 Vòng dây cẩu ngang



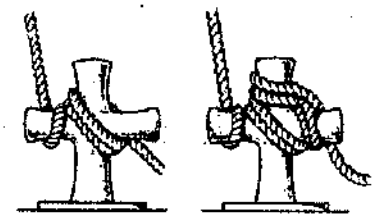
Hình 36 Dây cẩu cố định

- **Vòng dây cẩu thùng ngang** (Hình 35)
- **Vòng dây cẩu cố định** (Hình 36)
- **Cố định dây trên cọc dây**

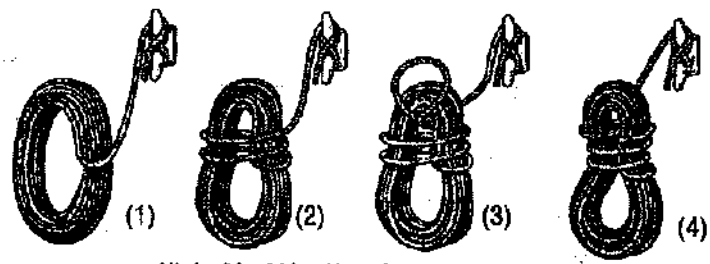
Cố định dây trên cọc sừng bò (Hình 37 và cọc sừng hươu (Hình 38): quấn vòng dây đầu tiên sau đó quấn hình số 8 bao nhiêu vòng tuỳ ý. Giữ một đầu dây, nếu cần xông dây thì nới từ từ để kiểm soát độ dài, nếu cần cố định thì thắt nửa nút tròng vào cọc.



Hình 37 Cọc sừng bò



Hình 38 Cọc sừng hươu

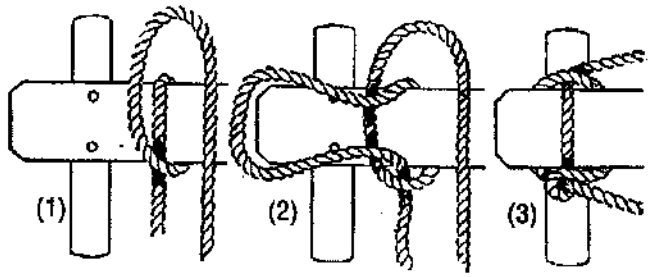


Hình 39 Móc dây trên cọc

- **Treo một cuộn dây lớn còn lại trên cọc** (Hình 39)

Sau khi buộc dây, đôi khi còn thừa dây rất dài, nếu không thu xếp gọn thì dây bị rối. Cần khoanh dây lại và treo sao cho dễ lấy, không bị rối. Sau khi quấn thành cuộn (1), chừa lại dây để quấn vài vòng vuông góc (2) giữ cả cuộn, luồn một vòng dây vào lòng cuộn dây (3) và móc vòng dây đó lên cọc làm dây treo (4).

- **Treo ca bảng** (Hình 40)



Hình 40 Buộc ca bảng

Ca bảng là dụng cụ để ngồi làm việc trên cao hoặc ngoài mạn tàu rất thuận lợi, nhưng ca bảng phải được treo đúng cách để không bị lật và an toàn. Dùng dây cỡ nào cũng được nhưng ít nhất phải có đường kính 20mm. Độ dài tuỳ theo yêu cầu. Dưới đây là phương pháp thường dùng.

- Đặt ca bảng lên giữa của đoạn dây và đánh một vòng dây như (1).
- Bắt đoạn giữa của dây (1) kéo về phía đầu ca bảng và tròng vào đầu ca bản (2).
- Rút dây hai bên, chỉnh cho cân bằng (3).

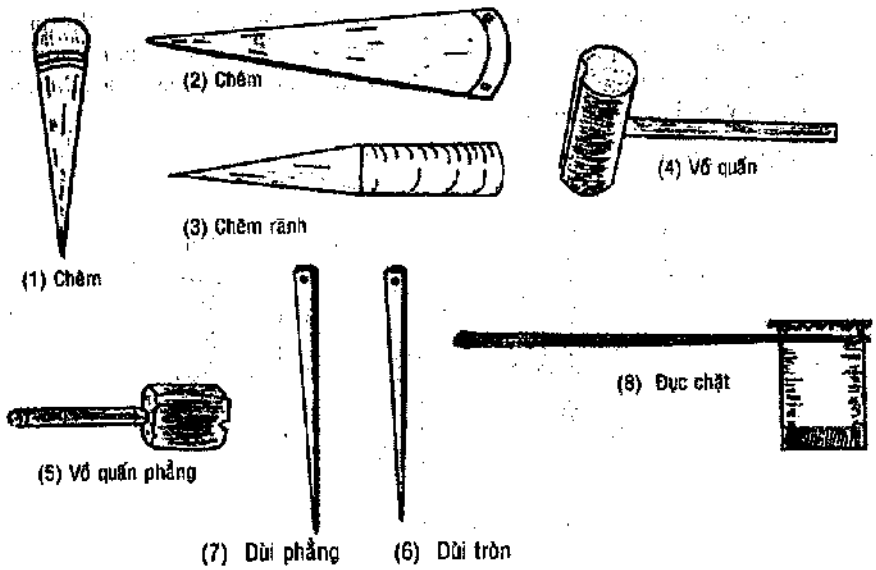
V. ĐẤU DÂY

1. Dụng cụ dùng để đấu dây

Ngoài các dụng cụ thông thường như dao, dây khâu, kim khâu, đê khâu phải có thêm các dụng cụ như sau: Các loại chêm: Đó là những mẫu gỗ cứng, láng, trơn, hình nón đế bằng, có thể có cán bằng kim loại dùng để xoi rảnh xỏ dây và rút dây khi đấu dây. Có các loại dụng cụ sau đây: (Hình 41)

- Chêm (1,2)
- Chêm rãnh (3) Dùng để đấu dây sợi tổng hợp. Đó là một loại chêm thông thường có cán bằng ống kim loại lỏm hai bên để xỏ dây khi chêm vì dây sợi tổng hợp mềm hơn dây sợi thảo mộc.
- Vồ quấn (4) : Có rãnh dùng để quấn dây bọc.
- Vồ quấn phẳng (5) : Dùng để quấn dây bọc.
- Dùi tròn (6)
- Dùi phẳng (7): Dùng đấu dây cáp.
- Đục chặt (8): Dùng chặt dây cáp.

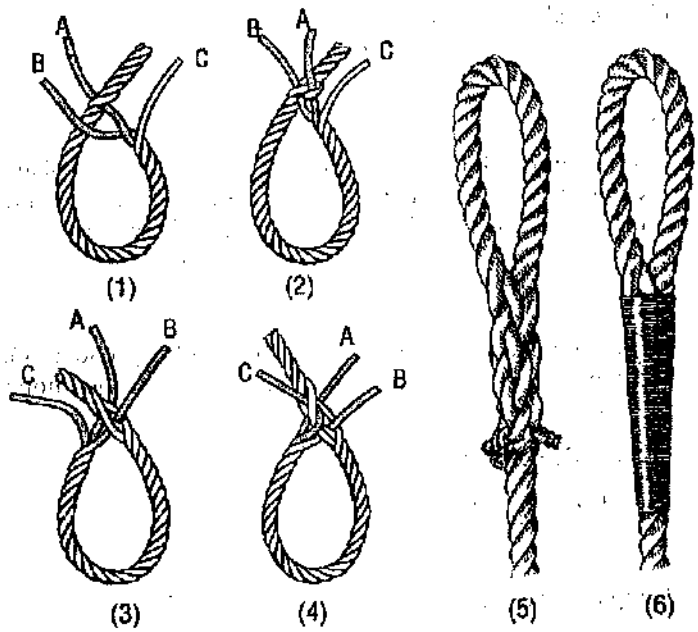
Cần lưu ý, khi đấu dây sợi không dùng búa đóng chêm vào dây, ở những chỗ khó xuyên rảnh có thể đặt đế chêm lên mặt boong và dùng búa gỗ đóng vào dây để xuyên rãnh.



Hình 41 Dụng cụ đấu dây

2. Đấu khuyết dây (Hình 42)

1) Tháo rời ba tao đầu dây có độ dài khoảng 20 lần đường kính của dây, quấn hãm các đầu tao dây bằng dây sợi mãnh. Uốn đầu dây thành mắt khuyết có kích thước thích hợp.



Hình 42 Đấu khuyết dây

2) Xuyên đầu dây A vào thân dây dưới tao gần nhất từ phải sang trái (1).

3) Xỏ đầu dây B vào tao kế tiếp bên trái của tao có đầu dây A, (2).

4) Lật mặt sau của khuyết dây, xuyên đầu dây C vào tao còn lại từ phải sang trái (3). Nếu công việc thực hiện chính xác, có thể nhận thấy các đầu dây chạy ra từ giữa các tao một

cách trật tự (4). Nếu hai đầu dây cùng chạy ra một khe giữa hai tao tức là đã đấu sai.

5) Tiếp tục xuyên lượt hai theo nguyên tắc mỗi đầu mút dây cho đè lên tao kế tiếp và xuyên qua tao tiếp theo về phía trái. Xỏ đến đâu rút chặt đến đó. Nói chung, cần xỏ bao nhiêu lượt là tuỳ yêu cầu sức chịu của khuyết, đối với mục đích thông thường thì xỏ hai lượt là đủ, nếu yêu cầu cao hơn có thể xỏ ba lượt hoặc hơn. Để cho mối nối nhỏ dần, sau khi thực hiện đủ lượt dự định, hãy cắt bớt một nửa số sợi mỗi tao và xuyên thêm một hoặc hai lượt nữa. Sau đó cắt ngắn đầu dây còn lại sao cho các đầu mút được dấu vào trong khe giữa các tao.

3. Khoá đầu mút của khuyết dây (Hình 42)

Đối với dây buộc tàu, sau khi đấu khuyết dây như vừa trình bày ở trên, phải tết khoá mút dây trước khi cắt ngắn các đoạn thừa. Cách làm tiếp như sau (Hình 42) (5) và (6):

1) Đem chia đầu mút mỗi tao ra làm đôi và tháo xoắn, chập nửa tao của đầu mút tao này với nửa tao của đầu mút tao kia thành một bó, tạo thành ba bó dây.

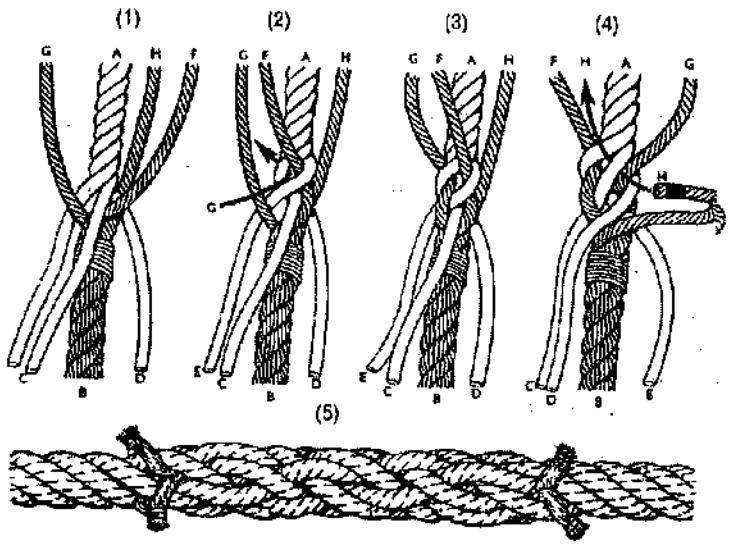
2) Chọn trong mỗi bó ra hai dảnh tốt nhất, dùng hai dảnh quấn cả bó theo hai chiều ngược nhau, mỗi lần hai dảnh gặp nhau thì thắt một nút chéo, quấn nhiều vòng . Cuối cùng thắt một nút chết.

3) Cắt bằng mỗi bó dây, dùng dây sợi mãnh bó khoá lại (5). Nếu là dây sợi tổng hợp có thể đốt nóng để khoá đầu mút của từng bó dây. Nếu các dảnh trong tao của dây không đủ dài, có thể dùng dảnh dây khác để quấn.

4) Dùng dây sợi quấn trên mối đấu như hình (6).

4. Đấu nối dây (Xem hình 43)

Dùng để nối hai đầu dây cùng kích cỡ, nối hai dây bị đứt. Mối nối chịu tải lớn, nhưng chỗ nối xù to không chạy qua ròng rọc được..



Hình 43 Đấu nối dây

1) Chuẩn bị hai đầu dây A và B, gỡ các tao với độ dài thích hợp, chầu hai đầu dây lại với nhau cho các tao xen kẻ từng đôi một (1). Đối với dây lớn, phải dùng dây chỉ buộc hãm dây và đầu tao dây. Đối với loại dây nhẹ, chỉ cần giữ trên tay khi xỏ mối đấu.

2) Đưa đầu tao F đè lên C , luồn dưới E và kéo cho F kẹp giữa E và D (2).

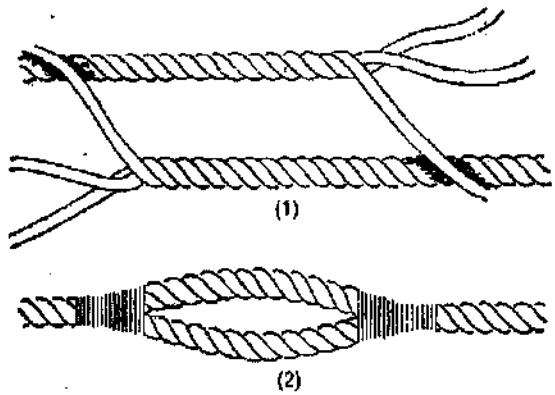
3) Đưa G đè lên E luồn dưới D, kéo G kẹp giữa D và C (2 và 3)

4) Đưa đầu H đè lên D luồn dưới C, kéo cho H kẹp giữa C và E (4).

5) Cứ như vậy tiếp tục xỏ các đầu tao lượt hai, ba theo nguyên tắc cho đè lên một tao kế và luồn dưới một tao tiếp theo, xỏ theo chiều ngược chiều xoắn của dây.Thông thường phải tiến hành năm lượt xỏ. Ở những lượt cuối cùng có thể tỉa bớt 1/3 đến 1/2 số sợi trong một tao làm cho chỗ đấu thon gọn lại. Các tao dây cần được rút chặt để dây chịu lực đều. Cuối cùng các mút tao được tỉa gọn chia đôi và quấn hãm đầu dây bằng dây sợi nhỏ. Hình 43 (5) là dây đã đấu xong.

5. Đấu ghép chồng (Hình 44)

Cách này thường được dùng để đấu hai dây cáp thay vì dùng phương pháp đấu mối dài. Đây là cách đấu không được đẹp, dây không trơn tru. Cách làm như sau: Gỡ xoắn các tao ở hai đầu dây và ghép hai dây như (1). Dùng dùi để xỏ các tao của từng mối nối giống như trong cách đấu khuyết. Cuối cùng dùng dây sợi quấn hãm dây như (2). Hai dây ghép chồng lên với độ dài bao nhiêu tuỳ ý.



Hình 44 Đấu ghép chồng

XI. SỬ DỤNG RÒNG RỌC

Giảm lực kéo vật nặng bằng hệ thống palăng ròng rọc

Hệ thống palăng ròng rọc gồm có các ròng rọc, dây kéo. Bằng cách sắp xếp hợp lý dây và ròng rọc, có thể giúp ta tốn ít sức để kéo các vật nặng. Dưới đây nêu ra các cách sắp xếp để ứng dụng:

1. Palăng ròng rọc đơn (Hình 45).

Đây là loại palăng đơn giản nhất gồm 1ròng rọc có một con lăn được buộc cố định vào xà trên cao. Một dây cáp hoặc dây thừng xỏ qua con lăn, một đầu dây (đầu chịu tải) có móc treo vật nặng, đầu dây kia (đầu kéo) dùng để kéo nâng vật nặng lên cao. Để kéo vật nặng thì sức kéo phải bằng trọng lượng vật nặng.

2. Palăng ròng rọc kép (Hình 46).

Loại này gồm có hai ròng rọc, một cố định và một di động. Mỗi ròng rọc có một con lăn. Một ròng rọc móc cố định vào xà (hoặc một nơi nào đó). Một đầu dây buộc vào ròng rọc cố định, đầu kia chay qua con lăn của ròng rọc có móc chịu tải và luồn qua con lăn ròng rọc cố định, đầu ra của dây làm dây kéo. Với hệ thống này lực kéo tăng lên 2 hoặc 3 lần. Nghĩa là chỉ dùng nửa sức kéo hoặc một phần ba sức kéo so với ròng rọc đơn nói ở trên nếu kéo cùng một vật nặng.

3. Palăng ròng rọc kép hai con lăn (Hình 47).

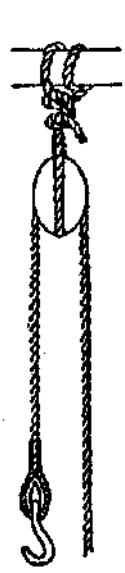
Sử dụng hai ròng rọc, một ròng rọc hai con lăn buộc cố định . Một đầu dây buộc vào ròng rọc có móc chịu tải, và luồn vào hai hai con lăn trên và con lăn dưới. Hệ thống palăng này làm tăng lực kéo lên 3 hoặc 4 lần.

4. Palăng cụm ròng rọc kép hai con lăn (Hình 48)

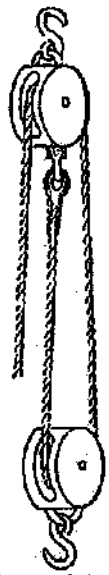
Hệ thống này làm tăng lực kéo lên 4 hoặc 5 lần.

Với số con lăn tăng lên và bố trí dây đúng có thể làm tăng sức kéo nhiều lần.

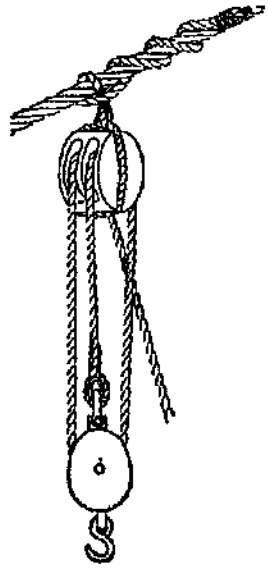
Chú ý: Các giải thích trên đều bỏ qua ma sát trên các con lăn. Khi sử dụng có thể xem, một cách gần đúng, lực ma sát tiêu hao 1/10 lực kéo.



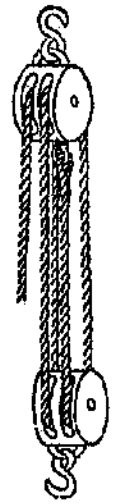
Hình 45 Palăng ròng rọc đơn



Hình 46 Palăng ròng rọc kép



Hình 47 Palăng ròng rọc kép hai con lăn



Hình 48 Palăng cụm ròng rọc kép hai hai con lăn

PHỤ LỤC 3 KIỂM TRA CỦA PSC - TOKYO MOU VÀ USCG

1. Ý NGHĨA KÝ HIỆU CÁC KHIẾM KHUYẾT CỦA PSC

DSC - CODE FOR NATURE OF DEFICIENCIES

CODES FOR NATURE OF DEFICIENCIES

0100 SHIPS CERTIFICATES AND DOCUMENTS
0110 Cargo Ship Safety Equipment
0111 Cargo Ship Safety Construction
0112 Passenger Ship Safety
0113 Cargo Ship Safety Radio
0114 Cargo Ship Safety
0116 Document of Compliance (DoC/ISM Code)
0117 Safety Management Certificate (SMC/ ISM Code)
0120 Load Lines
0130 Liquefied Gases in Bulk (CoF/GC Code)
0131 Liquefied Gases in Bulk (CoF/IGC Code)
0135 Minimum Safe Manning Document
0140 Dangerous Chemicals in Bulk (CoF/ BC Code)
0141 Dangerous Chemicals in Bulk (CoF/ IBC Code)
0150 Prevention of Pollution by Oil (IOPP)
0155 Prevention of Pollution by NLS in Bulk (NLS)
0171 Special Purpose Ship Safety
0172 High Speed Craft Safety and Permit to Operate
0173 Mobile Offshore Drilling Unit Safety
0180 Tonnage
0190 Logbooks / compulsory entries
0199 Other (certificates)
0200 CERTIFICATION AND WATCHKEEPING FOR SEAFARERS
0221 Certificates for master and officers
0222 Certificate for ratings for watchkeeping
0223 Certificates for radio personnel
0224 Certificate for personnel on tankers
0226 Certificate for personnel on fast rescue boats
0227 Certificate for advanced fire - fighting
0229 Documentary evidence for personnel on ro - ro passenger ships
0230 Manning specified by the minimum safe manning document
0241 Certificate for medical first aid
0250 Certificate for personnel on survival craft and rescue boats
0260 Rest period
0299 Other (STCW)
0300 CREW AND ACCOMMODATION (ILO 147)
0301 Minimum age
0310 Dirty, parasites
0320 Ventilation, Heating
0330 Sanitary facilities
0340 Drainage
0350 Lighting
0360 Pipes, wires (insulation)
0370 Sick bay
0371 Medical equipment
0399 Other (accommodation)
0400 FOOD AND CATERING (ILO 147)
0410 Galley, handling rooms
0420 Provisions
0430 Water, pipes and tanks
0499 Other (food)
0500 WORKING SPACES (ILO 147)
0510 Ventilation, heating
0520 Lighting
0599 Other (working spaces)
0600 LIFESAVING APPLIANCES
0610 Lifeboats
0611 Lifeboat inventory
0613 Stowage of lifeboats
0615 Rescue boats
0616 Rescue boat inventory
0617 Fast rescue boat
0618 Stowage of rescue boats
0620 Inflatable liferafts
0625 Rigid liferafts
0628 Stowage of liferafts
0629 Marine evacuation system
0630 Launching arrangements for survival craft
0635 Launching arrangements for rescue boats
0636 Helicopter landing/pick - up area
0637 Means of rescue
0640 Distress flares
0650 Lifebuoys
0660 Lifejackets
0663 Immersion suits
0664 Anti - exposure suits
0668 Thermal protective aids
0673 2 - way radiotelephone apparatus for survival craft
0674 Emergency equipment for 2 - way communication
0675 General emergency alarm
0676 Public address system
0680 Embarkation arrangements survival craft
0683 Embarkation arrangements rescue boats
0684 Means of recovery of lifesaving appliances
0685 Marking, number & capacity
0686 Buoyant apparatus
0690 Line - throwing appliance
0692 Operational readiness of lifesaving appliances
0694 Evaluation, testing and approval
0695 On board training and instructions
0696 Maintenance and inspection
0699 Other (life - saving)
0700 FIRE SAFETY MEASURES
0710 Fire prevention
0711 Inert gas system
0715 Fire detection
0720 Readily availability of fire fighting equipment
0725 Fixed fire extinguishing installation
0730 Fire fighting equipment and appliances
0735 Personal equipment
0740 Fire pumps
0743 Ventilation, fire - dampers, valves, quick closing devices, means of control
0745 Jacketed piping system for high pressure fuel lines
0750 International shore connection
0799 Other (fire safety)
0800 ACCIDENT PREVENTION (ILO 147)
0810 Personal equipment
0820 Protection machines/parts
0830 Pipes, wires (insulation)
0899 Other (accident prevention)
0900 STABILITY, STRUCTURE AND RELATED EQUIPMENT
0910 Hydraulic and other closing devices/watertight doors
0915 Signs and indications (WT doors fire detectors, fire dampers ventilation)
0930 Stability/strength/loading information and instruments
0931 Information on A/A - max ratio (ro - ro passenger ships)
0935 Steering gear
0938 Damage to hull due to weather or ship operation
0940 Ballast, fuel and other tanks
0945 Emergency fighting, batteries and switches
0950 Electric equipment in general
0951 Low level lighting in corridors
0955 Pilot ladders
0956 Gangway, accommodation ladder
0960 Means of escape
0970 Location of emergency installations
0981 Beams, frames, floors - operational damage
0982 Beams, frames, floors - corrosion
0983 Hull - corrosion
0984 Hull - cracking
0985 Bulkheads - corrosion
0986 Bulkheads - operational damage
0987 Bulkheads - cracking
0988 Decks - corrosion
0989 Decks - cracking
0990 Enhanced programme of inspection
0991 Survey Report File
0999 Other (stability/structure)
1000 ALARM SIGNALS
1010 General alarm
1020 Fire alarm
1030 Steering - gear alarm
1040 Engineers' alarm
1050 Inert gas alarm
1060 Machinery controls alarm
1070 UMS - alarms
1080 Boiler - alarm
1099 Other (alarms)
1100 CARRIAGE OF CARGO AND DANGEROUS GOODS
1110 Stowage of cargo
1115 Cargo Securing Manual
1130 Grain
1150 Stowage/packaging of dangerous goods
1151 Document of Compliance on Dangerous Goods
1152 Booklet for bulk cargo loading/unloading/stowage
1160 Other cargo
1170 Loading and unloading equipment
1180 Holds and tanks
1190 Dangerous goods codes
1199 Other (cargo)
1200 LOAD LINES
1210 Overloading
1220 Freeboard marks
1230 Rails, rail wires
1240 Cargo and other hatchways
1250 Doors (hatchway - , portable - tarpaulins, etc.)
1260 Windows, side scuttles
1270 Doors
1275 Ventilators, air pipes, casings
1280 Machinery space openings
1282 Manholes/flush scuttles
1284 Cargo ports and similar openings
1286 Scuppers, inlets and discharges
1288 Freeing ports
1290 Lashings (timber)
1299 Other (load lines)
1300 MOORING ARRANGEMENTS (ILO 147)
1310 Ropes, wires
1320 Anchoring devices
1330 Winches and capstans
1340 Adequate lighting
1399 Other (mooring)
1400 PROPULSION AND AUXILIARY MACHINERY
1405 Boilers
1410 Propulsion main engine
1420 Cleanliness of engine room
1430 Auxiliary engine
1440 Bilge pumping arrangements
1450 UMS - ship
1460 Guards/fencing around dangerous machinery parts
1470 Insulation wetted enough (oil)
1499 Other (machinery)
1500 SAFETY OF NAVIGATION
1530 Radar
1540 Gyro compass
1541 Magnetic compass
1542 Emergency steering position communications/compass reading
1543 Automatic radar plotting aid
1545 Direction finder
1550 Lights, shapes, sound - signals
1551 Signaling lamp
1560 Charts
1570 Nautical publications
1575 Echo - sounding device
1580 Speed and distance indicator
1581 Rudder angle indicator
1582 Revolution counter
1583 Variable pitch indicator
1585 Rate - of - turn indicator
1590 International code of signals
1599 Other (navigation)
1600 RADIOCOMMUNICATIONS
1611 Functional requirements
1620 Main installation
1621 MF radio installation
1623 MF/HF radio installation
1625 INMARSAT ship earth station
1635 Maintenance/duplication of equipment
1651 VHF radio installation
1655 Facilities for reception of marine safety information
1671 Satellite EPIRB 406 MHz/1.6 GHz
1673 VHF EPIRB
1675 Radar transponder
1677 Reserve source of energy
1680 Radio log (diary)
1699 Other (radio)
1700 MARPOL - ANNEX I
1705 Shipboard oil pollution emergency plan (SOPEP)
1710 Oil record book
1720 Control of discharge of oil
1721 Retention of oil on board
1725 Segregation of oil and water ballast
1730 Oil filtering equipment
1735 Pumping, piping and discharge arrangements of oil tankers
1740 Oil discharge monitoring and control system
1745 15 PPM alarm arrangements
1750 Oil/water interface detector
1760 Standard discharge connection
1770 SBT, CAT, COW
1771 COW Operations and Equipment Manual
1772 Double hull construction
1773 Hydrostatically balanced loading
1780 Pollution report
1790 Ship type designation
1795 Suspected discharge violation
1799 Other (MARPOL/Annex I)
1800 OIL, CHEMICAL TANKERS AND GAS CARRIERS
1810 Cargo area segregation
1815 Air intakes/openings to accommodation - , machinery - and control station spaces
1816 Wheelhouse door, - window
1820 Cargo pump room/handling spaces
1825 Spaces in cargo areas
1830 Cargo transfer
1835 Cargo vent system
1836 Temperature control
1840 Instrumentation
1850 Fire protection cargo deck area
1860 Personal protection
1870 Special requirements
1880 Cargo information
1885 Tank entry
1888 Emergency towing arrangements
1899 Other (Oil tankers)
1900 MARPOL - ANNEX II
1910 Cargo record book
1911 P & A Manual
1920 Efficient stripping
1925 Residue discharge systems
1930 Tank - washing equipment
1940 Prohibited discharge of NLS slops
1960 Cargo heating systems - cat. B substances
1970 Ventilation procedures/ equipment
1980 Pollution report
1990 Ship type designation
1999 Other (MARPOL/Annex II)
2000 SOLAS RELATED OPERATIONAL DEFICIENCIES
2010 Muster list
2015 Communication
2020 Fire drills
2025 Abandon ship drills
2030 Damage control plan
2035 Fire control plan
2040 Bridge operation
2041 Operation of GMDSS equipment
2045 Cargo operation
2050 Operation of machinery
2055 Manuals, instructions, etc.
2056 Establishment of working language on board
2060 Dangerous goods or harmful substances in packaged form
2099 Other (SOLAS/operational)
2100 MARPOL RELATED OPERATIONAL DEFICIENCIES
2110 Oil and oily mixtures from machinery spaces
2115 Loading, unloading and cleaning procedures for cargo spaces of tankers
2120 Garbage
2199 Other (MARPOL/operational)
2200 MARPOL - ANNEX III
2210 Packaging
2230 Marking and labelling
2230 Documentation
2240 Stowage
2299 Other (MARPOL/Annex III)
2300 MARPOL - ANNEX V
2310 Placards
2320 Garbage management plan
2330 Garbage record book
2399 Other (MARPOL/Annex V)
2500 ISM RELATED DEFICIENCIES
2510 Safety and environmental policy
2515 Company responsibility and authority
2520 Designated person(s)
2525 Masters responsibility and authority
2530 Resources and personnel
2535 Development of plans for shipboard operations
2540 Emergency preparedness
2545 Reports and analysis of non-conformities, accidents and hazardous occurrences
2550 Maintenance of the ship and equipment
2555 Documentation
2560 Company verification, review and evaluation
2565 Certification, verification and control
2599 Other (ISM)
2600 BULK CARRIERS ADDITIONAL SAFETY MEASURES
2610 Bulkhead strength
2620 Endorsement of cargo holds
2630 Triangle mark
2640 Cargo density declaration
2650 Loading instrument
2699 Other (bulk carriers)
9900 ALL OTHER DEFICIENCIES
9901 Deficiencies clearly hazardous to safety, health or environment, specified in clear text
9902 Deficiencies not clearly hazardous to safety, health or environment, specified in clear text

a) **Khung thời gian khắc phục cho các khiếm khuyết được đánh dấu bằng CODE trong B/cáo kiểm tra của PSC như sau:**

Action Codes

Ký hiệu về hành động khắc phục thường sử dụng các mã số sau đây:

- 30 - Grounds for detention

  Giữ tàu

- 17 - Master instructed to rectify deficiency before departure

  Khắc phục trước khi khởi hành

- 16 - To be rectified within 14 days

  Khắc phục trong vòng 14 ngày

- 15 - To be rectified at next port of call

  Khắc phục ở cảng tới

- 10 - Deficiency rectified

  Khiếm khuyết đã khắc phục

- 40 - Next port informed

  Thông báo cho cảng tới

- 50 - Flag state / consul informed

  Thông báo cho quốc gia cờ tàu/lãnh sự

- 70 - Classification Society informed

  Thông báo cho cơ quan phân cấp tàu (đăng kiểm)

b) Kiểm tra của PSC dựa trên nội dung các công ước:

- Solas Convention
- Marpol Convention
- Loadline Convention
- STCW Convention
- International Tonnage Convention
- Collision Prevention regulation
- ILO Convention (Crew accommodation)

2. DANH MỤC KIỂM TRA THEO YÊU CẦU CƠ BẢN CỦA USCG
USCG PRINCIPAL REQUIREMENTS CHECKLIST

Section A: Pollution		Yes	No
01	Following instructions/procedures displayed/posted a) Cargo piping system drawings b) Bunker system drawing c) Oil transfer procedures (Engine room/Deck/Messrooms) d) List of persons responsible for bunkering/loading/unloading (Deck & Messrooms)		
02	Scupper pugs fitted		
03	Oil record book up to date and correctly filled in		
04	Bunker tank vent savealls and bunker/cargo manifold driptrays in place and in good condition		
05	Bilge water separator operational		
06	Remote stop of the bilge pump conspicuously marked with "Bilge Pump Remote Stop" in red		
07	Crew informed about the operation of the sanitation unit		
08	Sanitation unit placard readily available		
09	Never discharge bilges in port		
10	Dispose of oily residues via the MARPOL line only when in port and required		

Section B: Safety		Yes	No
01	Vessel clean and tidy		
02	All pumps and fairleads well greased		
03	Handles put on new whistle		
04	Placard "no smoking/no open light/no visitors" posted near gangway/on deck		
05	All valves, gears, butterflies properly and well greased		
06	Vents/filling pipes painted as follows Fresh Water — Light blue Bunkers — Red Sea water — Green Lubricating Oil — Yellow Hydraulic lines — Grey Air — White Steam lines — Aluminium MARPOL connection — Black and red Fire lines — Red		
07	a) All safety equipment items checked and tested b) Entries made in the logbook in this respect		
08	All vents, flame arresters and fire dampers in good condition/operational		
09	p/v valves in order		
10	Fire pump and emergency fire pump tested and operational		
11	Crew informed about safety procedures and their responsibilities		
12	Crew capable of: a) lowering lifeboats b) operating liferafts c) starting fire pumps		
13	Entries made in the log book about fire and boat drills		
14	Steering and emergency steering gear arrangements tested and fully operational		

Section C: General		Yes	No
01	Following posted on the bridge in a prominent place ▪ Turning circle diagram ▪ Stopping diagram ▪ RPM – speed ▪ Compass deviation correction ▪ Notice board next to radio "NO TRANSMITTING WHEN IN PORT" ▪ Board with distress signals?		
02	a) Communications checked and operational b) Entries made in the log book in this respect		
03	Charts properly corrected in accordance with the latest NTM		
04	Loose items on deck/in engine room/in storerooms properly secured		

II. TABLES FOR CELESTIAL NAVIGATION

A, B & C AZIMUTH TABLES

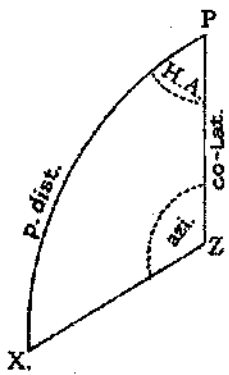
(Pages 380 - 428)

To conform with the method of presenting data in the Nautical Almanac the hour angles in Tables A and B are given in degrees and minutes of arc from 0° 15′ to 359° 45′.

If the H.A. is between 0° and 180° the body is west of the meridian and its hour angle will appear in the upper row of H.A.s at either the top or bottom of the page. If the H.A. is between 180° and 360° the body is east of the meridian and its hour angle will appear in the lower row.

The A, B and C values and the azimuth are derived by employing the well known formula which connects four adjacent parts of a spherical triangle. It can be shown, for instance, that in spherical triangle A B C;—

cot. a sin. b = cot. A sin. C + cos. b cos. C.
∴ cot. a sin. b − cos. C cos. b = sin. C cot. A.



The figure shows the astronomical triangle PZX with the four adjacent parts PX, P, PZ and Z representing, in that order, polar distance, hour angle, co-latitude and azimuth.

Applying the above formula to this particular case, we have:—

cot. PX sin. PZ − cos. P. cos. PZ = P. cot. Z.
Dividing by sin. P. sin. PZ, this becomes—

$$\frac{\text{cot. PX.}}{\text{sin. P}} \cdot \frac{\text{sin. PZ}}{\text{sin. PZ}} - \frac{\text{cos. P}}{\text{sin. P}} \cdot \frac{\text{cos. PZ}}{\text{sin. PZ}} = \frac{\text{sin. P}}{\text{sin. P}} \cdot \frac{\text{cot. Z}}{\text{sin. PZ}}$$

i.e. cot. PX cosec. P − cot. P cot. PZ = cot. Z cosec. PZ,
or tan. decl. cosec. H.A. − cot. H.A. tan. lat.
= cot. azi. sec. lat.

In the tables:—

cot. H.A. tan. lat. is tabulated as A, and tan. decl. cosec. H. A. is tabulated as B.
Hence (A ± B) cos. lat. = cot. azimuth.

(A ± B), referred to for convenience as 'C', forms the primary argument in Table C with lat. as the secondary argument. With these two arguments the azimuth is found.

As an example, consider the case where hour angle = 48°, lat. = 52° N., and decl. = 15° N.

lat.	52° 00′ N	L. tan.	0·10719		
H.A.	48° 00′	L. cot.	9.95444	L. cosec.	0·12893
decl.	15° 00′ N	.....	.....	L. tan.	9·42805
		Log. A	0·06163	Log. B	9·55698
		∴A =	1·153 S.	B =	0·361 N.

(A is named opposite to lat.; B has the same name as decl.) (A ± B) = 'C' = 0·792 S. (Same name as A which is numerically greater than B.).

'C'	0·792 S.	Log.	9·89873
lat.	52° 00′ N.	L. cos.	9·78934
Azi.	64° 00′	L. cot.	9·68807

∴ Azimuth = S. 64° W. or 244°.

(The azimuth takes the names of the 'C' factor and hour angle.)

Reference to the tables will show that for the above data A = 1·15 S. and B = 0·36 N. The combination of these is 0·79 S., which in Table C with lat. 52° gives azimuth S. 64°·2 W.

The rules for naming and combining A and B and for naming the azimuth are given on each page of the appropriate table. It is important that they should be applied correctly.

Longitude Correction

The quantity (A ± B) or 'C', besides being one of the arguments for finding the azimuth from table C, is also the 'longitude correction factor' or the error in longitude due to an error of 1′ of latitude. This can often be very useful to those accustomed to working sights by the longitude method.

A simple sketch showing the direction of the position line will at once make it clear which way the longitude correction should be applied. It will easily be apparent that when working a sight by the longitude method:—

(a) when the position line lies N.E./S.W. (body in N.W. or S.E. quadrant), if the assumed latitude is too far north the computed longitude will be too far east, and if the latitude is too far south the longitude will be too far west;

(b) when the position line lies N.W./S.E. (body in N.E. or S.W. quadrant) the reverse holds good.

Example: Suppose a sight worked with lat. 49° 06′ N. gives longitude 179° 46′·0 W. and azimuth S. 70°·5 E., the value of 'C' being 0·54. If the correct latitude turned out to be 49° 46′ N., i.e. 40′ error, the error in longitude would be 40 x 0′·54 or 21′·6. We should therefore have:—

Computed long:	179° 46′·0 W.
Correction	21′·6 E.
Correct long.	179° 24′·4 W.

This is a case where the latitude being too far south, the computed longitude is too far west.

Examples on the use of the tables

In each of the following cases find the longitude correction factor and the true azimuth.

Example 1: H.A. 310°, lat. 48° N., decl. 20° N.

From Table A with H.A. 310°, lat. 48° N.,	A	= 0·93 S.
From Table B with H.A. 310°, decl. 20° N.,	B	= 0·48 N.
Long. corr'n. factor = A − B =	C	= 0·45 S.
From Table C with C 0·45 S., lat. 48° N., T. Azi.		= S. 73°·2 E.

A is named S. opposite to lat. because H.A. is *not* between 90° and 270°.
B is named N. because the decl. is N.
C = A − B as A and B have different names, and is named S. as the greater quantity is S.
The azimuth is named S. because C is S., and E. because H.A. is between 180° and 360°.

Example 2: H.A. 244°, lat. 41° S., decl. 5° S.

From Table A with H.A. 244°, lat. 41° S.,	A	= 0·42 S.
From Table B with H.A. 244°, decl. 5° S.,	B	= 0·10 S.
Long. corr'n. factor = A + B =	C	= 0·52 S.
From Table C with C 0·52 S., lat. 41° S., T. Azi.		= S. 68°·6 E.

A is named S. same as lat. because H.A. is between 90° and 270°.
B is named S. because the decl. is S.
C = A + B as A and B have the same name (both S.).
The azimuth is named S. because C is S., and E. because H.A. is between 180° and 360°.

Example 3: H.A. 108°, lat. 61° N., decl. 20° N.

From Supplementary Table A with H.A. 108°, lat. 61° N.,	A	= 0·59 N.
From Table B with H.A. 108°, decl. 20° N.,	B	= 0·38 N.
Long. corr'n. factor = A + B =	C	= 0·97 N.
From Table C with C 0·97 N., lat. 61° N., T. Azi.		= N. 64°·8 W.

A is named N. same as lat. because H.A. is between 90° and 270°.
B is named N. because the decl. is N.
C = A + B as A and B have the same name (both N.).
The azimuth is named N. because C is N., and W. because H.A. is between 0° and 180°.

Use of ABC Tables for Great Circle Sailing

These tables provide a ready means of finding the initial great circle course from one point another. Suppose, for example, the initial course from P (49° 30′ N., 5° 00′ W.) to Q (46° 00′ N 53° 00′ W.) is required. The procedure is simply to treat d. long. as hour angle, lat. of P. latitude, and lat. of Q as declination. Thus:—

From Table A with H.A. 48°, lat. 49° 30′ N.,	A	= 1·06 S.
From Table B with H.A. 48°, decl. 46° 00′ N.,	B	= 1·39 N.
A − B =	C	= 0·33 N.
From Table C with C 0·33 N., lat. 49° 30′ N., T. Azi.		= N. 77°·9 W.
i.e. Initial G.C. Course = N. 77°·9 W. or 282°·1.		

The final course, if required, may be obtained in a similar way by finding the initial course fro. Q to P and reversing it.

AMPLITUDES and CORRECTIONS

(Explanation with Table)
(Pages 429 - 431)

EX-MERIDIAN TABLE I

(Pages 432 - 443)

'A' is the change in the altitude of a body in seconds of arc during the minute of time immediately preceding or following meridian passage. It is tabulated for latitudes to 83° and declinations to 63°.

This table is in two sections:–

(i) Latitude and Declination SAME NAME. On page 432 - 435 there are bands in which the value of 'A' is omitted. This is because 'A' changes too rapidly for accurate interpolation to be possible, when the body is near the zenith.

(ii) Latitude and Declination DIFFERENT NAME. 'A' for Lower Transit observation is tabulated on the lower parts of pages 440 - 442 of this section and on page 443, although the latitude and declination are of the same name.

'A' is computed using the formula:–

$$A = \frac{1.9635 \times \cos \text{lat} \times \cos \text{dec}}{\sin (\text{lat} \pm \text{dec})}$$

In the denominator the latitude and declination are:–

(a) subtracted at Upper Transit if of the same name;
(b) added at Upper Transit if of different name;
(c) subtracted at Lower Transit.

EX-MERIDIAN TABLE II

(Pages 444 - 447)

The Reduction is the product of 'A' from Table I and the square of the time in minutes that the body is East or West of the meridian. To obtain the True Meridian Altitude, the Reduction is added to the True Altitude of Upper Transit observations and subtracted from the True Altitude of Lower Transit observations of circumpolar bodies.

The table is entered with 'A' and the Local Hour Angle for Upper Transit observations or 'A' and (180 – LHA) for Lower Transit observations. If the interpolated value of 'A' from Table I is to one or two decimal places, the Reduction can be obtained to a corresponding accuracy by moving the decimal point the appropriate number of places as shown in the example below:

'A' = 2.45 ; Local Hour Angle = 354° 00'
From the column headed 354° 00':–
Reduction for 2.0 = 19.2
0.4 = 3.84 (extract the value for 4" and move the decimal point one place)
0.05 = 0.48 (extract the value for 5" and move the decimal point two places)
Reduction for 2.45 = 23.52

Example 1: In D.R. Lat. 48° 13′ N., D.R. Long. 7° 20′ W., the True Altitude of the sun was 19° 52′. Sun's LHA 356° 00′. Declination 21° 39′ S. Determine the Position Line.

Table I (Different Name)	*Table II*		T. Alt.	19° 52′·0 S.
	LHA 356° 00′		Reduction	5′·6
Lat. 48° 13′ N.		A = 1″·3	T. Mer. Alt.	19° 57′·6 S.
Decl. 21° 39′ S.	Red for.	1″·0 = 4′·3	T. Mer. Z. Dist.	70° 02′·4 N.
A = 1″·3	" "	·3 = 1′·3	Decl.	21° 39′·0 S.
		Reduction = 5′·6	Lat.	48° 23′·4 N.
			True Azimuth from Az. Tables	176°

Position Line passes 086° and 266° through Lat. 48° 23′·4 N., Long. 7° 20′ W.

Example 2: D.R. Lat. 42° 12′ N., D.R. Long. 24° 32′ W., the True Altitude of Antares was 21° 28′. Star's LHA 357° 00′. Declination 26° 18′ ·0 S. Determine the Position Line.

Table I (Different Name)	*Table II*		T. Alt.	21° 28′·0 S.
	LHA 357° 00′		Reduction	3′·4
		A = 1″·4		
Lat. 42° 12′ N.	Red. for	1″·0 = 2′·4	T. Mer. Alt.	21° 31′·4 S.
Decl. 26° 18′ S.	" "	·4 = 0′·96	T. Mer. Z. Dist.	68° 28′·6 N.
A = 1″·4			Decl.	26° 18′·0 S.
		Reduction = 3′·36	Lat.	42° 10′·6 N.
			True Azimuth from Az. Tables	177°

Position Line passes 087° and 267° through Lat. 42° 10′·6 N. Long. 24° 32′ W.

Although the latitude and declination of a circumpolar body are always of the same name, 'A' for Lower Transit observations is tabulated in the lower part of the "Latitude and Declination Different Name" section of Table 1.

When near its Lower Transit the Local Hour Angle is less than 180° when west of the meridian and more than 180° when east of it. The Hour Angle to use when entering Table II in this case is (180°~ LHA).

Example 3: D.R. Lat. 42° 10′ N., Long. 21° 30′ W., the True Altitude of Dubhe was 14° 20′. Star's LHA 176° 30′. Declination 62° 01′ N. Determine the Position Line.

Table I (Same Name)	*Table II*		T. Alt.	14° 20′·0
	LHA 176° 30′		Reduction	−2′·3
	= 3° 30′			
Lat. 42° 10′ N.		A = 0″·7	T. Mer. Alt.	14° 17′·7
Decl. 62° 01′ N.	Reduction	= 2′·29	Polar Dist.	27° 59′·0
A = 0″·7	For Lower Transit	−2′·3		
			Lat.	42° 16′·7 N.
			True Azimuth from Az. Tables	358°

Position Line passes 088° and 268° through Lat. 42° 16′·7 N., Long. 21° 30′ W.

Example 4: D.R. Lat. 50° 02′ S., D.R. Long. 67° 20′ W., the True Altitude of Achernar was 17° 20′. Star's LHA 184° 20′. Declination 57° 29′ S. Determine the Position Line.

Table I (Same Name)	*Table II*		T. Alt.	17° 20′·0
	LHA	184° 20′	Reduction	−3′·5
		= 4° 20′		
Lat. 50° 02′ S.		A = 0″·7	T. Mer. Alt.	17° 16′·5
	Reduction	= 3′·5	Polar Dist.	32° 31′·0
Decl. 57° 29′ S.	For Lower Transit—3′·5			
A = 0″·7			Lat.	49° 47′·5 S.
			True Azimuth from Az. Tables	177·5°

Position Line passes 087°·5 and 267°·5 through 49° 47′·5 S., Long. 67° 20′ W.

EX-MERIDIAN TABLE III

(Page 448)

This Table contains a Second Correction, which, when the amount of the Main Correction is considerable, enables the process of Reduction to Meridian to be applied with advantage on much larger hour angles than could otherwise be the case.

Example: D.R. Lat. 31°·00′ N., D.R. Long. 124° 00′ W., the True Altitude of the Sun was 55° 01′. Sun's LHA 347° 30′. Declination 2° 00′ S. Determine the Position Line.

Table I (Different Name)	*Table II*		T. Alt.	55° 01′·0 S.
	LHA	347° 30′	1st Correction	2° 09′·2+
		A = 3″·1	2nd Correction	3′·6−
Lat. 31° 00′ N.	Red. for	3″·0 = 125′·0		
Decl. 2° 00′ S.	" "	·1 = 4′·2	T. Mer. Alt.	57° 06′·6 S.
A = 3″·1			T. Mer. Z. Dist.	32° 53′·4 N.
	1st Correction	= 129′·2	Decl.	2° 00′·0 S.
Entering Table III with 129′ as First Correction and 56° as Altitude we have 3·6′ Subtractive for Second Correction.			Lat.	30° 53′·4 N.
			True Azimuth from Az. Tables	158°

Position Line passes 068° and 248° through Lat. 30° 53′·4 N., Long. 124° 00′ W.

EX-MERIDIAN TABLE IV

(Page 448)

This Table gives the limits of Hour Angle or Time before or after the time of the Meridian Passage when an Ex-Meridian observation can be taken. When the observation is taken within the time limit prescribed by this Table the Second Correction from Table III is negligible. The Table is entered with 'A' taken from Table I,

Given Lat. 37° N., Declination 18° N., find the limits of Hour Angle for taking an Ex-Meridian observation.

For Lat. 37° and Declination 18°, 'Same Name', Table I gives 4″·6 for 'A'. Entering Table IV with 4″·6 as 'A', the time limit abreast is found to be 24 minutes.

TABLE A HOUR ANGLE

Lat. °	0° 15′ 359° 45′	0° 30′ 359° 30′	0° 45′ 359° 15′	1° 00′ 359° 00′	1° 15′ 358° 45′	1° 30′ 358° 30′	1° 45′ 358° 15′	2° 00′ 358° 00′	2° 15′ 357° 45′	2° 30′ 357° 30′	2° 45′ 357° 15′	3° 00′ 357° 00′	3° 15′ 356° 45′	3° 30′ 356° 30′	3° 45′ 356° 15′	Lat. °
0	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	0
1	4·00	2·00	1·33	1·00	·80	·67	·57	·50	·44	·40	·36	·33	·31	·29	·27	1
2	8·00	4·00	2·67	2·00	1·60	1·33	1·14	1·00	·89	·80	·73	·67	·61	·57	·53	2
3	12·0	6·01	4·00	3·00	2·40	2·00	1·72	1·50	1·33	1·20	1·09	1·00	·92	·86	·80	3
4	16·0	8·01	5·34	4·01	3·21	2·67	2·29	2·00	1·78	1·60	1·46	1·33	1·23	1·14	1·07	4
5	20·1	10·0	6·68	5·01	4·01	3·34	2·86	2·51	2·23	2·00	1·82	1·67	1·54	1·43	1·33	5
6	24·1	12·0	8·03	6·02	4·82	4·01	3·44	3·01	2·68	2·41	2·19	2·01	1·85	1·72	1·60	6
7	28·1	14·1	9·38	7·03	5·63	4·69	4·02	3·52	3·13	2·81	2·56	2·34	2·16	2·01	1·87	7
8	32·2	16·1	10·7	8·05	6·44	5·37	4·60	4·02	3·58	3·22	2·93	2·68	2·48	2·30	2·14	8
9	36·3	18·1	12·1	9·07	7·26	6·05	5·18	4·54	4·03	3·63	3·30	3·02	2·79	2·59	2·42	9
10	40·4	20·2	13·5	10·1	8·08	6·73	5·77	5·05	4·49	4·04	3·67	3·36	3·10	2·88	2·69	10
11	44·5	22·3	14·9	11·1	8·91	7·42	6·36	5·57	4·95	4·45	4·05	3·71	3·42	3·18	2·97	11
12	48·7	24·4	16·2	12·2	9·74	8·12	6·96	6·09	5·41	4·87	4·43	4·06	3·74	3·48	3·24	12
13	52·9	26·5	17·6	13·2	10·6	8·82	7·56	6·61	5·88	5·29	4·81	4·41	4·07	3·78	3·52	13
14	57·1	28·6	19·1	14·3	11·4	9·52	8·16	7·14	6·35	5·71	5·19	4·76	4·39	4·08	3·80	14
15	61·4	30·7	20·5	15·4	12·3	10·2	8·77	7·67	6·82	6·14	5·58	5·11	4·72	4·38	4·09	15
16	65·7	32·9	21·9	16·4	13·1	11·0	9·39	8·21	7·30	6·57	5·97	5·47	5·05	4·69	4·37	16
17	70·1	35·0	23·4	17·5	14·0	11·7	10·0	8·75	7·78	7·00	6·36	5·83	5·38	5·00	4·66	17
18	74·5	37·2	24·8	18·6	14·9	12·4	10·6	9·30	8·27	7·44	6·76	6·20	5·72	5·31	4·96	18
19	78·9	39·5	26·3	19·7	15·8	13·1	11·3	9·86	8·76	7·89	7·17	6·57	6·06	5·63	5·25	19
20	83·4	41·7	27·8	20·9	16·7	13·9	11·9	10·4	9·26	8·34	7·58	6·94	6·41	5·95	5·55	20
21	88·0	44·0	29·3	22·0	17·6	14·7	12·6	11·0	9·77	8·79	7·99	7·32	6·76	6·28	5·86	21
22	92·6	46·3	30·9	23·1	18·5	15·4	13·2	11·6	10·3	9·25	8·41	7·71	7·12	6·61	6·16	22
23	97·3	48·6	32·4	24·3	19·5	16·2	13·9	12·2	10·8	9·72	8·84	8·10	7·48	6·94	6·48	23
24	102	51·0	34·0	25·5	20·4	17·0	14·6	12·7	11·3	10·2	9·27	8·50	7·84	7·28	6·79	24
25	107	53·4	35·6	26·7	21·4	17·8	15·3	13·4	11·9	10·7	9·71	8·90	8·21	7·62	7·11	25
26	112	55·9	37·3	27·9	22·4	18·6	16·0	14·0	12·4	11·2	10·2	9·31	8·59	7·97	7·44	26
27	117	58·4	38·9	29·2	23·4	19·5	16·7	14·6	13·0	11·7	10·6	9·72	8·97	8·33	7·77	27
28	122	60·9	40·6	30·5	24·4	20·3	17·4	15·2	13·5	12·2	11·1	10·1	9·36	8·69	8·11	28
29	127	63·5	42·3	31·8	25·4	21·2	18·1	15·9	14·1	12·7	11·5	10·6	9·76	9·06	8·46	29
30	132	66·2	44·1	33·1	26·5	22·0	18·9	16·5	14·7	13·2	12·0	11·0	10·2	9·44	8·81	30
31	138	68·9	45·9	34·4	27·5	22·9	19·7	17·2	15·3	13·8	12·5	11·5	10·6	9·82	9·17	31
32	143	71·6	47·7	35·8	28·6	23·9	20·5	17·9	15·9	14·3	13·0	11·9	11·0	10·2	9·53	32
33	149	74·4	49·6	37·2	29·8	24·8	21·3	18·6	16·5	14·9	13·5	12·4	11·4	10·6	9·91	33
34	155	77·3	51·5	38·6	30·9	25·8	22·1	19·3	17·2	15·4	14·0	12·9	11·9	11·0	10·3	34
35	160	80·2	53·5	40·1	32·1	26·7	22·9	20·1	17·8	16·0	14·6	13·4	12·3	11·4	10·7	35
36	167	83·3	55·5	41·6	33·3	27·7	23·8	20·8	18·5	16·6	15·1	13·9	12·8	11·9	11·1	36
37	173	86·3	57·6	43·2	34·5	28·8	24·7	21·6	19·2	17·3	15·7	14·4	13·3	12·3	11·5	37
38	179	89·5	59·7	44·8	35·8	29·8	25·6	22·4	19·9	17·9	16·3	14·9	13·8	12·8	11·9	38
39	186	92·8	61·9	46·4	37·1	30·9	26·5	23·2	20·6	18·6	16·9	15·5	14·3	13·2	12·4	39
40	192	96·2	64·1	48·1	38·5	32·0	27·5	24·0	21·4	19·2	17·5	16·0	14·8	13·7	12·8	40
41	199	99·6	66·4	49·8	39·8	33·2	28·5	24·9	22·1	19·9	18·1	16·6	15·3	14·2	13·3	41
42	206	103	68·8	51·6	41·3	34·4	29·5	25·8	22·9	20·6	18·8	17·2	15·9	14·7	13·7	42
43	214	107	71·2	53·4	42·7	35·6	30·5	26·7	23·7	21·4	19·4	17·8	16·4	15·2	14·2	43
44	221	111	73·8	55·3	44·3	36·9	31·6	27·7	24·6	22·1	20·1	18·4	17·0	15·8	14·7	44
45	229	115	76·4	57·3	45·8	38·2	32·7	28·6	25·5	22·9	20·8	19·1	17·6	16·4	15·3	45
46	237	119	79·1	59·3	47·5	39·6	33·9	29·7	26·4	23·7	21·6	19·8	18·2	16·9	15·8	46
47	246	123	81·9	61·4	49·2	41·0	35·1	30·7	27·3	24·6	22·3	20·5	18·9	17·5	16·4	47
48	255	127	84·8	63·6	50·9	42·4	36·4	31·8	28·3	25·4	23·1	21·2	19·6	18·2	16·9	48
49	264	132	87·9	65·9	52·7	43·9	37·7	32·9	29·3	26·4	24·0	22·0	20·3	18·8	17·6	49
50	273	137	91·0	68·3	54·6	45·5	39·0	34·1	30·3	27·3	24·8	22·7	21·0	19·5	18·2	50
51	283	142	94·3	70·8	56·6	47·2	40·4	35·4	31·4	28·3	25·7	23·6	21·8	20·2	18·8	51
52	293	147	97·8	73·3	58·7	48·9	41·9	36·7	32·6	29·3	26·7	24·4	22·5	20·9	19·5	52
53	304	152	101	76·0	60·8	50·7	43·4	38·0	33·8	30·4	27·6	25·3	23·4	21·7	20·3	53
54	315	158	105	78·9	63·1	52·6	45·1	39·4	35·0	31·5	28·7	26·3	24·2	22·5	21·0	54
55	327	164	109	81·8	65·5	54·5	46·7	40·9	36·4	32·7	29·7	27·3	25·2	23·4	21·8	55
56	340	170	113	84·9	67·9	56·6	48·5	42·5	37·7	34·0	30·9	28·3	26·1	24·2	22·6	56
57	353	176	118	88·2	70·6	58·8	50·4	44·1	39·2	35·3	32·1	29·4	27·1	25·2	23·5	57
58	367	183	122	91·7	73·3	61·1	52·4	45·8	40·7	36·7	33·3	30·5	28·2	26·2	24·4	58
59	381	191	127	95·4	76·3	63·6	54·5	47·7	42·4	38·1	34·7	31·8	29·3	27·2	25·4	59
60	397	198	132	99·2	79·4	66·1	56·7	49·6	44·1	39·7	36·1	33·0	30·5	28·3	26·4	60
Lat.	179° 45′ 180° 15′	179° 30′ 180° 30′	179° 15′ 180° 45′	179° 00′ 181° 00′	178° 45′ 181° 15′	178° 30′ 181° 30′	178° 15′ 181° 45′	178° 00′ 182° 00′	177° 45′ 182° 15′	177° 30′ 182° 30′	177° 15′ 182° 45′	177° 00′ 183° 00′	176° 45′ 183° 15′	176° 30′ 183° 30′	176° 15′ 183° 45′	Lat.

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

A HOUR ANGLE

TABLE B HOUR ANGLE

Dec °	0° 15′	0° 30′	0° 45′	1° 00′	1° 15′	1° 30′	1° 45′	2° 00′	2° 15′	2° 30′	2° 45′	3° 00′	3° 15′	3° 30′	3° 45′	Dec °
	359° 45′	359° 30′	359° 15′	359° 00′	358° 45′	358° 30′	358° 15′	358° 00′	357° 45′	357° 30′	357° 15′	357° 00′	356° 45′	356° 30′	356° 15′	
0	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	0
1	4·00	2·00	1·33	1·00	·80	·67	·57	·50	·45	·40	·36	·33	·31	·29	·27	1
2	8·00	4·00	2·67	2·00	1·60	1·33	1·14	1·00	·89	·80	·73	·67	·62	·57	·53	2
3	12·0	6·01	4·00	3·00	2·40	2·00	1·72	1·50	1·34	1·20	1·09	1·00	·92	·86	·80	3
4	16·0	8·01	5·34	4·01	3·21	2·67	2·29	2·00	1·78	1·60	1·46	1·34	1·23	1·15	1·07	4
5	20·1	10·0	6·68	5·01	4·01	3·34	2·87	2·51	2·23	2·01	1·82	1·67	1·54	1·43	1·34	5
6	24·1	12·0	8·03	6·02	4·82	4·02	3·44	3·01	2·68	2·41	2·19	2·01	1·85	1·72	1·61	6
7	28·1	14·1	9·38	7·04	5·63	4·69	4·02	3·52	3·13	2·81	2·56	2·35	2·17	2·01	1·88	7
8	32·2	16·1	10·7	8·05	6·44	5·37	4·60	4·03	3·58	3·22	2·93	2·69	2·48	2·30	2·15	8
9	36·3	18·1	12·1	9·08	7·26	6·05	5·19	4·54	4·03	3·63	3·30	3·03	2·79	2·59	2·42	9
10	40·4	20·2	13·5	10·1	8·08	6·74	5·77	5·05	4·49	4·04	3·68	3·37	3·11	2·89	2·70	10
11	44·5	22·3	14·9	11·1	8·91	7·43	6·37	5·57	4·95	4·46	4·05	3·71	3·43	3·18	2·97	11
12	48·7	24·4	16·2	12·2	9·74	8·12	6·96	6·09	5·41	4·87	4·43	4·06	3·75	3·48	3·25	12
13	52·9	26·5	17·6	13·2	10·6	8·82	7·56	6·62	5·88	5·29	4·81	4·41	4·07	3·78	3·53	13
14	57·1	28·6	19·1	14·3	11·4	9·53	8·16	7·14	6·35	5·72	5·20	4·76	4·40	4·08	3·81	14
15	61·4	30·7	20·5	15·4	12·3	10·2	8·77	7·68	6·83	6·14	5·58	5·12	4·73	4·39	4·10	15
16	65·7	32·9	21·9	16·4	13·1	11·0	9·39	8·22	7·30	6·57	5·98	5·48	5·06	4·70	4·38	16
17	70·1	35·0	23·4	17·5	14·0	11·7	10·0	8·76	7·79	7·01	6·37	5·84	5·39	5·01	4·67	17
18	74·5	37·2	24·8	18·6	14·9	12·4	10·6	9·31	8·28	7·45	6·77	6·21	5·73	5·32	4·97	18
19	78·9	39·5	26·3	19·7	15·8	13·2	11·3	9·87	8·77	7·89	7·18	6·58	6·07	5·64	5·26	19
20	83·4	41·7	27·8	20·9	16·7	13·9	11·9	10·4	9·27	8·34	7·59	6·95	6·42	5·96	5·57	20
21	88·0	44·0	29·3	22·0	17·6	14·7	12·6	11·0	9·78	8·80	8·00	7·33	6·77	6·29	5·87	21
22	92·6	46·3	30·9	23·2	18·5	15·4	13·2	11·6	10·3	9·26	8·42	7·72	7·13	6·62	6·18	22
23	97·3	48·6	32·4	24·3	19·5	16·2	13·9	12·2	10·8	9·73	8·85	8·11	7·49	6·95	6·49	23
24	102	51·0	34·0	25·5	20·4	17·0	14·6	12·8	11·3	10·2	9·28	8·51	7·85	7·29	6·81	24
25	107	53·4	35·6	26·7	21·4	17·8	15·3	13·4	11·9	10·7	9·72	8·91	8·23	7·64	7·13	25
26	112	55·9	37·3	27·9	22·4	18·6	16·0	14·0	12·4	11·2	10·2	9·32	8·60	7·99	7·46	26
27	117	58·4	38·9	29·2	23·4	19·5	16·7	14·6	13·0	11·7	10·6	9·74	8·99	8·35	7·79	27
28	122	60·9	40·6	30·5	24·4	20·3	17·4	15·2	13·5	12·2	11·1	10·2	9·38	8·71	8·13	28
29	127	63·5	42·4	31·8	25·4	21·2	18·2	15·9	14·1	12·7	11·6	10·6	9·78	9·08	8·48	29
30	132	66·2	44·1	33·1	26·5	22·1	18·9	16·5	14·7	13·2	12·0	11·0	10·2	9·46	8·83	30
31	138	68·9	45·9	34·4	27·5	23·0	19·7	17·2	15·3	13·8	12·5	11·5	10·6	9·84	9·19	31
32	143	71·6	47·7	35·8	28·6	23·9	20·5	17·9	15·9	14·3	13·0	11·9	11·0	10·2	9·55	32
33	149	74·4	49·6	37·2	29·8	24·8	21·3	18·6	16·5	14·9	13·5	12·4	11·5	10·6	9·93	33
34	155	77·3	51·5	38·6	30·9	25·8	22·1	19·3	17·2	15·5	14·1	12·9	11·9	11·0	10·3	34
35	160	80·2	53·5	40·1	32·1	26·7	22·9	20·1	17·8	16·1	14·6	13·4	12·4	11·5	10·7	35
36	167	83·3	55·5	41·6	33·3	27·8	23·8	20·8	18·5	16·7	15·1	13·9	12·8	11·9	11·1	36
37	173	86·4	57·6	43·2	34·5	28·8	24·7	21·6	19·2	17·3	15·7	14·4	13·3	12·3	11·5	37
38	179	89·5	59·7	44·8	35·8	29·8	25·6	22·4	19·9	17·9	16·3	14·9	13·8	12·8	12·0	38
39	186	92·8	61·9	46·4	37·1	30·9	26·5	23·2	20·6	18·6	16·9	15·5	14·3	13·3	12·4	39
40	192	96·2	64·1	48·1	38·5	32·1	27·5	24·0	21·4	19·2	17·5	16·0	14·8	13·7	12·8	40
41	199	99·6	66·4	49·8	39·9	33·2	28·5	24·9	22·1	19·9	18·1	16·6	15·3	14·2	13·3	41
42	206	103	68·8	51·6	41·3	34·4	29·5	25·8	22·9	20·6	18·8	17·2	15·9	14·7	13·8	42
43	214	107	71·2	53·4	42·8	35·6	30·5	26·7	23·8	21·4	19·4	17·8	16·5	15·3	14·3	43
44	221	111	73·8	55·3	44·3	36·9	31·6	27·7	24·6	22·1	20·1	18·5	17·0	15·8	14·8	44
45	229	115	76·4	57·3	45·8	38·2	32·8	28·7	25·5	22·9	20·8	19·1	17·6	16·4	15·3	45
46	237	119	79·1	59·3	47·5	39·6	33·9	29·7	26·4	23·7	21·6	19·8	18·3	17·0	15·8	46
47	246	123	81·9	61·4	49·2	41·0	35·1	30·7	27·3	24·6	22·4	20·5	18·9	17·6	16·4	47
48	255	127	84·9	63·6	50·9	42·4	36·4	31·8	28·3	25·5	23·2	21·2	19·6	18·2	17·0	48
49	264	132	87·9	65·9	52·7	43·9	37·7	33·0	29·3	26·4	24·0	22·0	20·3	18·8	17·6	49
50	273	137	91·1	68·3	54·6	45·5	39·0	34·1	30·4	27·3	24·8	22·8	21·0	19·5	18·2	50
51	283	142	94·3	70·8	56·6	47·2	40·4	35·4	31·5	28·3	25·7	23·6	21·8	20·2	18·9	51
52	293	147	97·8	73·3	58·7	48·9	41·9	36·7	32·6	29·3	26·7	24·5	22·6	21·0	19·6	52
53	304	152	101	76·0	60·8	50·7	43·5	38·0	33·8	30·4	27·7	25·4	23·4	21·7	20·3	53
54	315	158	105	78·9	63·1	52·6	45·1	39·4	35·1	31·6	28·7	26·3	24·3	22·5	21·0	54
55	327	164	109	81·8	65·5	54·6	46·8	40·9	36·4	32·7	29·8	27·3	25·2	23·4	21·8	55
56	340	170	113	84·9	68·0	56·6	48·6	42·5	37·8	34·0	30·9	28·3	26·2	24·3	22·7	56
57	353	176	118	88·2	70·6	58·8	50·4	44·1	39·2	35·3	32·1	29·4	27·2	25·2	23·5	57
58	367	183	122	91·7	73·4	61·1	52·4	45·9	40·8	36·7	33·4	30·6	28·2	26·2	24·5	58
59	381	191	127	95·4	76·3	63·6	54·5	47·7	42·4	38·2	34·7	31·8	29·4	27·3	25·5	59
60	397	198	132	99·2	79·4	66·2	56·7	49·6	44·1	39·7	36·1	33·1	30·6	28·4	26·5	60
Dec	179° 45′	179° 30′	179° 15′	179° 00′	178° 45′	178° 30′	178° 15′	178° 00′	177° 45′	177° 30′	177° 15′	177° 00′	176° 45′	176° 30′	176° 15′	Dec
	180° 15′	180° 30′	180° 45′	181° 00′	181° 15′	181° 30′	181° 45′	182° 00′	182° 15′	182° 30′	182° 45′	183° 00′	183° 15′	183° 30′	183° 45′	

B - Always named the same as Declination

B - Always named the same as Declination

HOUR ANGLE

B

TABLE A HOUR ANGLE

Lat. °	3° 45′ 356° 15′	4° 00′ 356° 00′	4° 15′ 355° 45′	4° 30′ 355° 30′	4° 45′ 355° 15′	5° 00′ 355° 00′	5° 15′ 354° 45′	5° 30′ 354° 30′	5° 45′ 354° 15′	6° 00′ 354° 00′	6° 15′ 353° 45′	6° 30′ 353° 30′	6° 45′ 353° 15′	7° 00′ 353° 00′	7° 15′ 352° 45′	7° 30′ 352° 30′	Lat. °
0	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	0
1	·27	·25	·23	·22	·21	·20	·19	·18	·17	·17	·16	·15	·15	·14	·14	·13	1
2	·53	·50	·47	·44	·42	·40	·38	·36	·35	·33	·32	·31	·30	·28	·27	·27	2
3	·80	·75	·71	·67	·63	·60	·57	·54	·52	·50	·48	·46	·44	·43	·41	40	3
4	1·07	1·00	·94	·89	·84	·80	·76	·73	·69	·67	·64	·61	·59	·57	·55	·53	4
5	1·33	1·25	1·18	1·11	1·05	1·00	·95	·91	·87	·83	·80	·77	·74	·71	·69	66	5
6	1·60	1·50	1·41	1·34	1·26	1·20	1·14	1·09	1·04	1·00	·96	·92	·89	·86	·83	·80	6
7	1·87	1·76	1·65	1·56	1·48	1·40	1·34	1·28	1·22	1·17	1·12	1·08	1·04	1·00	·97	·93	7
8	2·14	2·01	1·89	1·79	1·69	1·61	1·53	1·46	1·40	1·34	1·28	1·23	1·19	1·14	1·10	1·07	8
9	2·42	2·27	2·13	2·01	1·91	1·81	1·72	1·65	1·57	1·51	1·45	1·39	1·34	1·29	1·25	1·20	9
10	2·69	2·52	2·37	2·24	2·12	2·02	1·92	1·83	1·75	1·68	1·61	1·55	1·49	1·44	1·39	1·34	10
11	2·97	2·78	2·62	2·47	2·34	2·22	2·12	2·02	1·93	1·85	1·77	1·71	1·64	1·58	1·53	1·48	11
12	3·24	3·04	2·86	2·70	2·56	2·43	2·31	2·21	2·11	2·02	1·94	1·87	1·80	1·73	1·67	1·61	12
13	3·52	3·30	3·11	2·93	2·78	2·64	2·51	2·40	2·29	2·20	2·11	2·03	1·95	1·88	1·81	1·75	13
14	3·80	3·57	3·35	3·17	3·00	2·85	2·71	2·59	2·48	2·37	2·28	2·19	2·11	2·03	1·96	1·89	14
15	4·09	3·83	3·61	3·40	3·22	3·06	2·92	2·78	2·66	2·55	2·45	2·35	2·26	2·18	2·11	2·04	15
16	4·37	4·10	3·86	3·64	3·45	3·28	3·12	2·98	2·85	2·73	2·62	2·52	2·42	2·34	2·25	2·18	16
17	4·66	4·37	4·11	3·88	3·68	3·49	3·33	3·18	3·04	2·91	2·79	2·68	2·58	2·49	2·40	2·32	17
18	4·96	4·65	4·37	4·13	3·91	3·71	3·54	3·38	3·23	3·09	2·97	2·85	2·75	2·65	2·55	2·47	18
19	5·25	4·92	4·63	4·38	4·14	3·94	3·75	3·58	3·42	3·28	3·14	3·02	2·91	2·80	2·71	2·62	19
20	5·55	5·21	4·90	4·62	4·38	4·16	3·96	3·78	3·61	3·46	3·32	3·19	3·08	2·96	2·86	2·76	20
21	5·86	5·49	5·17	4·88	4·62	4·39	4·18	3·99	3·81	3·65	3·51	3·37	3·24	3·13	3·02	2·92	21
22	6·16	5·78	5·44	5·13	4·86	4·62	4·40	4·20	4·01	3·84	3·69	3·55	3·41	3·29	3·18	3·07	22
23	6·48	6·07	5·71	5·39	5·11	4·85	4·62	4·41	4·22	4·04	3·88	3·73	3·59	3·46	3·34	3·22	23
24	6·79	6·37	5·99	5·68	5·36	5·09	4·85	4·62	4·42	4·24	4·07	3·91	3·76	3·63	3·50	3·38	24
25	7·11	6·67	6·27	5·92	5·61	5·33	5·08	4·84	4·63	4·44	4·26	4·09	3·94	3·80	3·67	3·54	25
26	7·44	6·98	6·56	6·20	5·87	5·57	5·31	5·07	4·84	4·64	4·45	4·28	4·12	3·97	3·83	3·70	26
27	7·77	7·29	6·86	6·47	6·13	5·82	5·55	5·29	5·06	4·85	4·65	4·47	4·30	4·15	4·01	3·87	27
28	8·11	7·60	7·15	6·76	6·40	6·08	5·79	5·52	5·28	5·06	4·85	4·67	4·49	4·33	4·18	4·04	28
29	8·46	7·93	7·46	7·04	6·67	6·34	6·03	5·76	5·50	5·27	5·06	4·87	4·68	4·52	4·36	4·21	29
30	8·81	8·26	7·77	7·34	6·95	6·60	6·28	6·00	5·73	5·49	5·27	5·07	4·88	4·70	4·54	4·39	30
31	9·17	8·59	8·09	7·63	7·23	6·87	6·54	6·24	5·97	5·72	5·49	5·27	5·08	4·89	4·72	4·56	31
32	9·53	8·94	8·41	7·94	7·52	7·14	6·80	6·49	6·21	5·95	5·71	5·48	5·28	5·09	4·91	4·75	32
33	9·91	9·29	8·74	8·25	7·82	7·42	7·07	6·74	6·45	6·18	5·93	5·70	5·49	5·29	5·10	4·93	33
34	10·3	9·65	9·08	8·57	8·12	7·71	7·34	7·01	6·70	6·42	6·16	5·92	5·70	5·49	5·30	5·12	34
35	10·7	10·0	9·42	8·90	8·43	8·00	7·62	7·27	6·95	6·66	6·39	6·15	5·92	5·70	5·50	5·32	35
36	11·1	10·4	9·78	9·23	8·74	8·30	7·91	7·55	7·22	6·91	6·63	6·38	6·14	5·92	5·71	5·52	36
37	11·5	10·8	10·1	9·57	9·07	8·61	8·20	7·83	7·48	7·17	6·88	6·61	6·37	6·14	5·92	5·72	37
38	11·9	11·2	10·5	9·93	9·40	8·93	8·50	8·11	7·76	7·43	7·13	6·86	6·60	6·36	6·14	5·93	38
39	12·4	11·6	10·9	10·3	9·75	9·26	8·81	8·41	8·04	7·70	7·39	7·11	6·84	6·60	6·37	6·15	39
40	12·8	12·0	11·3	10·7	10·1	9·59	9·13	8·71	8·33	7·98	7·66	7·36	7·09	6·83	6·60	6·37	40
41	13·3	12·4	11·7	11·0	10·5	9·94	9·46	9·03	8·63	8·27	7·94	7·63	7·34	7·08	6·83	6·60	41
42	13·7	12·9	12·1	11·4	10·8	10·3	9·80	9·35	8·94	8·57	8·22	7·90	7·61	7·33	7·08	6·84	42
43	14·2	13·3	12·5	11·8	11·2	10·7	10·1	9·68	9·26	8·87	8·51	8·18	7·88	7·59	7·33	7·08	43
44	14·7	13·8	13·0	12·3	11·6	11·0	10·5	10·0	9·59	9·19	8·82	8·48	8·16	7·86	7·59	7·34	44
45	15·3	14·3	13·5	12·7	12·0	11·4	10·9	10·4	9·93	9·51	9·13	8·78	8·45	8·14	7·86	7·60	45
46	15·8	14·8	13·9	13·2	12·5	11·8	11·3	10·8	10·3	9·85	9·46	9·09	8·75	8·43	8·14	7·87	46
47	16·4	15·3	14·4	13·6	12·9	12·3	11·7	11·1	10·6	10·2	9·79	9·41	9·06	8·73	8·43	8·15	47
48	16·9	15·9	14·9	14·1	13·4	12·7	12·1	11·5	11·0	10·6	10·1	9·75	9·38	9·05	8·73	8·44	48
49	17·6	16·5	15·5	14·6	13·8	13·1	12·5	11·9	11·4	10·9	10·5	10·1	9·72	9·37	9·04	8·74	49
50	18·2	17·0	16·0	15·1	14·3	13·6	13·0	12·4	11·8	11·3	10·9	10·5	10·1	9·71	9·37	9·05	50
51	18·8	17·7	16·6	15·7	14·9	14·1	13·4	12·8	12·3	11·7	11·3	10·8	10·4	10·1	9·71	9·38	51
52	19·5	18·3	17·2	16·3	15·4	14·6	13·9	13·3	12·7	12·2	11·7	11·2	10·8	10·4	10·1	9·72	52
53	20·2	19·0	17·9	16·9	16·0	15·2	14·4	13·8	13·2	12·6	12·1	11·6	11·2	10·8	10·4	10·1	53
54	21·0	19·7	18·5	17·5	16·6	15·7	15·0	14·3	13·7	13·1	12·6	12·1	11·6	11·2	10·8	10·5	54
55	21·8	20·4	19·2	18·1	17·2	16·3	15·5	14·8	14·2	13·6	13·0	12·5	12·1	11·6	11·2	10·8	55
56	22·6	21·2	20·0	18·8	17·8	16·9	16·1	15·4	14·7	14·1	13·5	13·0	12·5	12·1	11·7	11·3	56
57	23·5	22·0	20·7	19·6	18·5	17·6	16·8	16·0	15·3	14·7	14·1	13·5	13·0	12·5	12·1	11·7	57
58	24·4	22·9	21·5	20·3	19·3	18·3	17·4	16·6	15·9	15·2	14·6	14·0	13·5	13·0	12·6	12·2	58
59	25·4	23·8	22·4	21·1	20·0	19·0	18·1	17·3	16·5	15·8	15·2	14·6	14·1	13·6	13·1	12·6	59
60	26·4	24·8	23·3	22·0	20·8	19·8	18·8	18·0	17·2	16·5	15·8	15·2	14·6	14·1	13·6	13·2	60
Lat.	176° 15′ 183° 45′	176° 00′ 184° 00′	175° 45′ 184° 15′	175° 30′ 184° 30′	175° 15′ 184° 45′	175° 00′ 185° 00′	174° 45′ 185° 15′	174° 30′ 185° 30′	174° 15′ 185° 45′	174° 00′ 186° 00′	173° 45′ 186° 15′	173° 30′ 186° 30′	173° 15′ 186° 45′	173° 00′ 187° 00′	172° 45′ 187° 15′	172° 30′ 187° 30′	Lat.

HOUR ANGLE

A

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

TABLE B HOUR ANGLE

Dec °	3° 45′ 356° 15′	4° 00′ 356° 00′	4° 15′ 355° 45′	4° 30′ 355° 30′	4° 45′ 355° 15′	5° 00′ 355° 00′	5° 15′ 354° 45′	5° 30′ 354° 30′	5° 45′ 354° 15′	6° 00′ 354° 00′	6° 15′ 353° 45′	6° 30′ 353° 30′	6° 45′ 353° 15′	7° 00′ 353° 00′	7° 15′ 352° 45′	7° 30 352° 30′	Dec °
0	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	0
1	·27	·25	·24	·22	·21	·20	·19	·18	·17	·17	·16	·15	·15	·14	·14	·13	1
2	·53	·50	·47	·45	·42	·40	·38	·36	·35	·33	·32	·31	·30	·29	·28	·27	2
3	·80	·75	·71	·67	·63	·60	·57	·55	·52	·50	·48	·46	·45	·43	·42	·40	3
4	1·07	1·00	·94	·89	·84	·80	·76	·73	·70	·67	·64	·62	·60	·57	·55	·54	4
5	1·34	1·25	1·18	1·12	1·06	1·00	·96	·91	·87	·84	·80	·77	·74	·72	·69	·67	5
6	1·61	1·51	1·42	1·34	1·27	1·21	1·15	1·10	1·05	1·01	·97	·93	·89	·86	·83	·81	6
7	1·88	1·76	1·66	1·56	1·48	1·41	1·34	1·28	1·23	1·17	1·13	1·08	1·04	1·01	·97	·94	7
8	2·15	2·01	1·90	1·79	1·70	1·61	1·54	1·47	1·40	1·34	1·29	1·24	1·20	1·15	1·11	1·08	8
9	2·42	2·27	2·14	2·02	1·91	1·82	1·73	1·65	1·58	1·52	1·45	1·40	1·35	1·30	1·26	1·21	9
10	2·70	2·53	2·38	2·25	2·13	2·02	1·93	1·84	1·76	1·69	1·62	1·56	1·50	1·45	1·40	1·35	10
11	2·97	2·79	2·62	2·48	2·35	2·23	2·12	2·03	1·94	1·86	1·79	1·72	1·65	1·59	1·54	1·49	11
12	3·25	3·05	2·87	2·71	2·57	2·44	2·32	2·22	2·12	2·03	1·95	1·88	1·81	1·74	1·68	1·63	12
13	3·53	3·31	3·12	2·94	2·79	2·65	2·52	2·41	2·30	2·21	2·12	2·04	1·96	1·89	1·83	1·77	13
14	3·81	3·57	3·36	3·18	3·01	2·86	2·72	2·60	2·49	2·39	2·29	2·20	2·12	2·05	1·98	1·91	14
15	4·10	3·84	3·62	3·41	3·24	3·07	2·93	2·80	2·67	2·56	2·46	2·37	2·28	2·20	2·12	2·05	15
16	4·38	4·11	3·87	3·65	3·46	3·29	3·13	2·99	2·86	2·74	2·63	2·53	2·44	2·35	2·27	2·20	16
17	4·67	4·38	4·13	3·90	3·69	3·51	3·34	3·19	3·05	2·92	2·81	2·70	2·60	2·51	2·42	2·34	17
18	4·97	4·66	4·38	4·14	3·92	3·73	3·55	3·39	3·24	3·11	2·98	2·87	2·76	2·67	2·57	2·49	18
19	5·26	4·94	4·65	4·39	4·16	3·95	3·76	3·59	3·44	3·29	3·16	3·04	2·93	2·83	2·73	2·64	19
20	5·57	5·22	4·91	4·64	4·40	4·18	3·98	3·80	3·63	3·48	3·34	3·22	3·10	2·99	2·88	2·79	20
21	5·87	5·50	5·18	4·89	4·64	4·40	4·20	4·01	3·83	3·67	3·53	3·39	3·27	3·15	3·04	2·94	21
22	6·18	5·79	5·45	5·15	4·88	4·64	4·42	4·22	4·03	3·87	3·71	3·57	3·44	3·32	3·20	3·10	22
23	6·49	6·09	5·73	5·41	5·13	4·87	4·64	4·43	4·24	4·06	3·90	3·75	3·61	3·48	3·36	3·25	23
24	6·81	6·38	6·01	5·67	5·38	5·11	4·87	4·65	4·44	4·26	4·09	3·93	3·79	3·65	3·53	3·41	24
25	7·13	6·68	6·29	5·94	5·63	5·35	5·10	4·87	4·65	4·46	4·28	4·12	3·97	3·83	3·70	3·57	25
26	7·46	6·99	6·58	6·22	5·89	5·60	5·33	5·09	4·87	4·67	4·48	4·31	4·15	4·00	3·86	3·74	26
27	7·79	7·30	6·88	6·49	6·15	5·85	5·57	5·32	5·09	4·87	4·68	4·50	4·34	4·18	4·04	3·90	27
28	8·13	7·62	7·17	6·78	6·42	6·10	5·81	5·55	5·31	5·09	4·88	4·70	4·52	4·36	4·21	4·07	28
29	8·48	7·95	7·48	7·06	6·69	6·36	6·06	5·78	5·53	5·30	5·09	4·90	4·72	4·55	4·39	4·25	29
30	8·83	8·28	7·79	7·36	6·97	6·62	6·31	6·02	5·76	5·52	5·30	5·10	4·91	4·74	4·57	4·42	30
31	9·19	8·61	8·11	7·66	7·26	6·89	6·57	6·27	6·00	5·75	5·52	5·31	5·11	4·93	4·76	4·60	31
32	9·55	8·96	8·43	7·96	7·55	7·17	6·83	6·52	6·24	5·98	5·74	5·52	5·32	5·13	4·95	4·79	32
33	9·93	9·31	8·76	8·28	7·84	7·45	7·10	6·78	6·48	6·21	5·97	5·74	5·53	5·33	5·15	4·98	33
34	10·3	9·67	9·10	8·60	8·15	7·74	7·37	7·04	6·73	6·45	6·20	5·96	5·74	5·54	5·34	5·17	34
35	10·7	10·0	9·45	8·92	8·46	8·03	7·65	7·31	6·99	6·70	6·43	6·19	5·96	5·75	5·55	5·36	35
36	11·1	10·4	9·80	9·26	8·77	8·34	7·94	7·58	7·25	6·95	6·67	6·42	6·18	5·96	5·76	5·57	36
37	11·5	10·8	10·2	9·60	9·10	8·65	8·24	7·86	7·52	7·21	6·92	6·66	6·41	6·18	5·97	5·77	37
38	11·9	11·2	10·5	9·96	9·43	8·96	8·54	8·15	7·80	7·47	7·18	6·90	6·65	6·41	6·19	5·99	38
39	12·4	11·6	10·9	10·3	9·78	9·29	8·85	8·45	8·08	7·75	7·44	7·15	6·89	6·65	6·42	6·20	39
40	12·8	12·0	11·3	10·7	10·1	9·63	9·17	8·75	8·38	8·03	7·71	7·41	7·14	6·89	6·65	6·43	40
41	13·3	12·5	11·7	11·1	10·5	9·97	9·50	9·07	8·68	8·32	7·98	7·68	7·40	7·13	6·89	6·66	41
42	13·8	12·9	12·1	11·5	10·9	10·3	9·84	9·39	8·99	8·61	8·27	7·95	7·66	7·39	7·13	6·90	42
43	14·3	13·4	12·6	11·9	11·3	10·7	10·2	9·73	9·31	8·92	8·57	8·24	7·93	7·65	7·39	7·14	43
44	14·8	13·8	13·0	12·3	11·7	11·1	10·6	10·1	9·64	9·24	8·87	8·53	8·22	7·92	7·65	7·40	44
45	15·3	14·3	13·5	12·7	12·1	11·5	10·9	10·4	9·98	9·57	9·19	8·83	8·51	8·21	7·92	7·66	45
46	15·8	14·8	14·0	13·2	12·5	11·9	11·3	10·8	10·3	9·91	9·51	9·15	8·81	8·50	8·21	7·93	46
47	16·4	15·4	14·5	13·7	13·0	12·3	11·7	11·2	10·7	10·3	9·85	9·47	9·12	8·80	8·50	8·22	47
48	17·0	15·9	15·0	14·2	13·4	12·7	12·1	11·6	11·1	10·6	10·2	9·81	9·45	9·11	8·80	8·51	48
49	17·6	16·5	15·5	14·7	13·9	13·2	12·6	12·0	11·5	11·0	10·6	10·2	9·79	9·44	9·12	8·81	49
50	18·2	17·1	16·1	15·2	14·4	13·7	13·0	12·4	11·9	11·4	10·9	10·5	10·1	9·78	9·44	9·13	50
51	18·9	17·7	16·7	15·7	14·9	14·2	13·5	12·9	12·3	11·8	11·3	10·9	10·5	10·1	9·79	9·46	51
52	19·6	18·3	17·3	16·3	15·5	14·7	14·0	13·4	12·8	12·2	11·8	11·3	10·9	10·5	10·1	9·81	52
53	20·3	19·0	17·9	16·9	16·0	15·2	14·5	13·8	13·2	12·7	12·2	11·7	11·3	10·9	10·5	10·2	53
54	21·0	19·7	18·6	17·5	16·6	15·8	15·0	14·4	13·7	13·2	12·6	12·2	11·7	11·3	10·9	10·5	54
55	21·8	20·5	19·3	18·2	17·2	16·4	15·6	14·9	14·3	13·7	13·1	12·6	12·2	11·7	11·3	10·9	55
56	22·7	21·3	20·0	18·9	17·9	17·0	16·2	15·5	14·8	14·2	13·6	13·1	12·6	12·2	11·7	11·4	56
57	23·5	22·1	20·8	19·6	18·6	17·7	16·8	16·1	15·4	14·7	14·1	13·6	13·1	12·6	12·2	11·8	57
58	24·5	22·9	21·6	20·4	19·3	18·4	17·5	16·7	16·0	15·3	14·7	14·1	13·6	13·1	12·7	12·3	58
59	25·4	23·9	22·5	21·2	20·1	19·1	18·2	17·4	16·6	15·9	15·3	14·7	14·2	13·7	13·2	12·8	59
60	26·5	24·8	23·4	22·1	20·9	19·9	18·9	18·1	17·3	16·6	15·9	15·3	14·7	14·2	13·7	13·3	60
Dec °	176° 15′ 183° 45′	176° 00′ 184° 00′	175° 45′ 184° 15′	175° 30′ 184° 30′	175° 15′ 184° 45′	175° 00′ 185° 00′	174° 45′ 185° 15′	174° 30′ 185° 30′	174° 15′ 185° 45′	174° 00′ 186° 00′	173° 45′ 186° 15′	173° 30′ 186° 30′	173° 15′ 186° 45′	173° 00′ 187° 00′	172° 45′ 187° 15′	172° 30′ 187° 30′	Dec °

HOUR ANGLE

B

B - Always named the same as Declination

B - Always named the same as Declination

TABLE A HOUR ANGLE

Lat. °	7° 30′ 352° 30′	7° 45′ 352° 15′	8° 00′ 352° 00′	8° 15′ 351° 45′	8° 30′ 351° 30′	8° 45′ 351° 15′	9° 00′ 351° 00′	9° 15′ 350° 45′	9° 30′ 350° 30′	9° 45′ 350° 15′	10° 00′ 350° 00′	10° 15′ 349° 45′	10° 30′ 349° 30′	10° 45′ 349° 15′	11° 00′ 349° 00′	11° 15′ 348° 45′	Lat. °
0	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	0
1	·13	·13	·12	·12	·12	·11	·11	·11	·10	·10	·10	·10	·09	·09	·09	·09	1
2	·27	·26	·25	·24	·23	·23	·22	·21	·21	·20	·20	·19	·19	·18	·18	·18	2
3	·40	·39	·37	·36	·35	·34	·33	·32	·31	·30	·30	·29	·28	·28	27	·26	3
4	·53	·51	·50	·48	·47	·45	·44	·43	·42	·41	·40	·39	·38	·37	·36	·35	4
5	·66	·64	·62	·60	·59	·57	55	·54	·52	·51	·50	·48	·47	·46	·45	·44	5
6	·80	·77	·75	·72	·70	·68	·66	·65	·63	·61	·60	·58	·57	·55	·54	·53	6
7	·93	·90	·87	·85	·82	·80	·78	·75	·73	·72	·70	·68	·66	·65	·63	·62	7
8	1·07	1·03	1·00	·97	·94	·91	·89	·86	·84	·82	·80	·78	·76	·74	·72	·71	8
9	1·20	1·16	1·13	1·09	1·06	1·03	1·00	·97	·95	·92	·90	·88	·85	·83	·81	·80	9
10	1·34	1·30	1·25	1·22	1·18	1·15	1·11	1·08	1·05	1·03	1·00	·98	·95	·93	·91	·89	10
11	1·48	1·43	1·38	1·34	1·30	1·26	1·23	1·19	1·16	1·13	1·10	1·07	1·05	1·02	1·00	·98	11
12	1·61	1·58	1·51	1·47	1·42	1·38	1·34	1·31	1·27	1·24	1·21	1·18	1·15	1·12	1·09	1·07	12
13	1·75	1·70	1·64	1·59	1·54	1·50	1·46	1·42	1·38	1·34	1·31	1·28	1·25	1·22	1·19	1·16	13
14	1·89	1·83	1·77	1·72	1·67	1·62	1·57	1·53	1·49	1·45	1·41	1·38	1·35	1·31	1·28	1·25	14
15	2·04	1·97	1·91	1·85	1·79	1·74	1·69	1·64	1·60	1·56	1·52	1·48	1·45	1·41	1·38	1·35	15
16	2·18	2·11	2·04	1·98	1·92	1·86	1·81	1·76	1·71	1·67	1·63	1·59	1·55	1·51	1·48	1·44	16
17	2·32	2·25	2·18	2·11	2·05	1·99	1·93	1·88	1·83	1·78	1·73	1·69	1·65	1·61	1·57	1·54	17
18	2·47	2·39	2·31	2·24	2·17	2·11	2·05	2·00	1·94	1·89	1·84	1·80	1·75	1·71	1·67	1·63	18
19	2·62	2·53	2·45	2·37	2·30	2·24	2·17	2·11	2·06	2·00	1·95	1·90	1·86	1·81	1·77	1·73	19
20	2·76	2·67	2·59	2·51	2·44	2·36	2·30	2·23	2·18	2·12	2·06	2·01	1·96	1·92	1·87	1·83	20
21	2·92	2·82	2·73	2·65	2·57	2·49	2·42	2·36	2·29	2·23	2·18	2·12	2·07	2·02	1·97	1·93	21
22	3·07	2·97	2·87	2·79	2·70	2·63	2·55	2·48	2·41	2·35	2·29	2·23	2·18	2·13	2·08	2·03	22
23	3·22	3·12	3·02	2·93	2·84	2·76	2·68	2·61	2·54	2·47	2·41	2·35	2·29	2·24	2·18	2·13	23
24	3·38	3·27	3·17	3·07	2·98	2·89	2·81	2·73	2·66	2·59	2·53	2·46	2·40	2·35	2·29	2·24	24
25	3·54	3·43	3·32	3·22	3·12	3·03	2·94	2·86	2·79	2·71	2·64	2·58	2·52	2·46	2·40	2·34	25
26	3·70	3·58	3·47	3·36	3·26	3·17	3·08	2·99	2·91	2·84	2·77	2·70	2·63	2·57	2·51	2·45	26
27	3·87	3·74	3·63	3·51	3·41	3·31	3·22	3·13	3·04	2·97	2·89	2·82	2·75	2·68	2·62	2·56	27
28	4·04	3·91	3·78	3·67	3·56	3·45	3·36	3·26	3·18	3·09	3·02	2·94	2·87	2·80	2·74	2·67	28
29	4·21	4·07	3·94	3·82	3·71	3·60	3·50	3·40	3·31	3·23	3·14	3·07	2·99	2·92	2·85	2·79	29
30	4·39	4·24	4·11	3·98	3·86	3·75	3·65	3·55	3·45	3·36	3·27	3·19	3·12	3·04	2·97	2·90	30
31	4·56	4·42	4·28	4·14	4·02	3·90	3·79	3·69	3·59	3·50	3·41	3·32	3·24	3·16	3·09	3·02	31
32	4·75	4·59	4·45	4·31	4·18	4·06	3·95	3·84	3·73	3·64	3·54	3·46	3·37	3·29	3·21	3·14	32
33	4·93	4·77	4·62	4·48	4·35	4·22	4·10	3·99	3·88	3·78	3·68	3·59	3·50	3·42	3·34	3·26	33
34	5·12	4·96	4·80	4·65	4·51	4·38	4·26	4·14	4·03	3·93	3·83	3·73	3·64	3·55	3·47	3·39	34
35	5·32	5·15	4·98	4·83	4·69	4·55	4·42	4·30	4·18	4·08	3·97	3·87	3·78	3·69	3·60	3·52	35
36	5·52	5·34	5·17	5·01	4·86	4·72	4·59	4·46	4·34	4·23	4·12	4·02	3·92	3·83	3·74	3·65	36
37	5·72	5·54	5·36	5·20	5·04	4·90	4·76	4·63	4·50	4·39	4·27	4·17	4·07	3·97	3·88	3·79	37
38	5·93	5·74	5·56	5·39	5·23	5·08	4·93	4·80	4·67	4·55	4·43	4·32	4·22	4·12	4·02	3·93	38
39	6·15	5·95	5·76	5·58	5·42	5·26	5·11	4·97	4·84	4·71	4·59	4·48	4·37	4·27	4·17	4·07	39
40	6·37	6·17	5·97	5·79	5·61	5·45	5·30	5·15	5·01	4·88	4·76	4·64	4·53	4·42	4·32	4·22	40
41	6·60	6·39	6·19	6·00	5·82	5·65	5·49	5·34	5·19	5·06	4·93	4·81	4·69	4·58	4·47	4·37	41
42	6·84	6·62	6·41	6·21	6·02	5·85	5·69	5·53	5·38	5·24	5·11	4·98	4·86	4·74	4·63	4·53	42
43	7·08	6·85	6·64	6·43	6·24	6·06	5·89	5·73	5·57	5·43	5·29	5·16	5·03	4·91	4·80	4·69	43
44	7·34	7·10	6·87	6·66	6·46	6·27	6·10	5·93	5·77	5·62	5·48	5·34	5·21	5·09	4·97	4·85	44
45	7·60	7·35	7·12	6·90	6·69	6·50	6·31	6·14	5·98	5·82	5·67	5·53	5·40	5·27	5·15	5·03	45
46	7·87	7·61	7·37	7·14	6·93	6·73	6·54	6·36	6·19	6·03	5·87	5·73	5·59	5·46	5·33	5·21	46
47	8·15	7·88	7·63	7·40	7·18	6·97	6·77	6·59	6·41	6·24	6·08	5·93	5·79	5·65	5·52	5·39	47
48	8·44	8·16	7·90	7·66	7·43	7·22	7·01	6·82	6·64	6·46	6·30	6·14	5·99	5·85	5·71	5·58	48
49	8·74	8·45	8·19	7·93	7·70	7·47	7·26	7·06	6·87	6·69	6·52	6·36	6·21	6·06	5·92	5·78	49
50	9·05	8·76	8·48	8·22	7·97	7·74	7·52	7·32	7·12	6·94	6·76	6·59	6·43	6·28	6·13	5·99	50
51	9·38	9·07	8·79	8·52	8·26	8·02	7·80	7·58	7·38	7·19	7·00	6·83	6·66	6·50	6·35	6·21	51
52	9·72	9·40	9·11	8·83	8·56	8·32	8·08	7·86	7·65	7·45	7·26	7·08	6·91	6·74	6·58	6·43	52
53	10·1	9·75	9·44	9·15	8·88	8·62	8·38	8·15	7·93	7·72	7·53	7·34	7·16	6·99	6·83	6·67	53
54	10·5	10·1	9·79	9·49	9·21	8·94	8·69	8·45	8·23	8·01	7·81	7·61	7·43	7·25	7·08	6·92	54
55	10·8	10·5	10·2	9·85	9·56	9·28	9·02	8·77	8·53	8·31	8·10	7·90	7·71	7·52	7·35	7·18	55
56	11·3	10·9	10·5	10·2	9·92	9·63	9·36	9·10	8·86	8·63	8·41	8·20	8·00	7·81	7·63	7·45	56
57	11·7	11·3	11·0	10·6	10·3	10·0	9·72	9·46	9·20	8·96	8·73	8·52	8·31	8·11	7·92	7·74	57
58	12·2	11·8	11·4	11·0	10·7	10·4	10·1	9·83	9·56	9·31	9·08	8·85	8·64	8·43	8·23	8·05	58
59	12·6	12·2	11·8	11·5	11·1	10·8	10·5	10·2	9·95	9·69	9·44	9·20	8·98	8·77	8·56	8·37	59
60	13·2	12·7	12·3	11·9	11·6	11·3	10·9	10·6	10·4	10·1	9·82	9·58	9·35	9·12	8·91	8·71	60
Lat.	172° 30′ 187° 30′	172° 15′ 187° 45′	172° 00′ 188° 00′	171° 45′ 188° 15′	171° 30′ 188° 30′	171° 15′ 188° 45′	171° 00′ 189° 00′	170° 45′ 189° 15′	170° 30′ 189° 30′	170° 15′ 189° 45′	170° 00′ 190° 00′	169° 45′ 190° 15′	169° 30′ 190° 30′	169° 15′ 190° 45′	169° 00′ 191° 00′	168° 45′ 191° 15′	Lat.

HOUR ANGLE

A - Named opposite to Latitude, **except** when **Hour Angle** is between 90° and 270°

A - Named opposite to Latitude, **except** when **Hour Angle** is between 90° and 270°

TABLE B HOUR ANGLE

Dec.	7° 30′	7° 45′	8° 00′	8° 15′	8° 30′	8° 45′	9° 00′	9° 15′	9° 30′	9° 45′	10° 00′	10° 15′	10° 30′	10° 45′	11° 00′	11° 15′	Dec.
	352° 30′	352° 15′	352° 00′	351° 45′	351° 30′	351° 15′	351° 00′	350° 45′	350° 30′	350° 15′	350° 00′	349° 45′	349° 30′	349° 15′	349° 00′	348° 45′	°
0	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	0
1	·13	·13	·13	·12	·12	·12	·11	·11	·11	·10	·10	·10	·10	·09	·09	·09	1
2	·27	·26	·25	·24	·24	·23	·22	·22	·21	·21	·20	·20	·19	·19	·18	·18	2
3	·40	·39	·38	·37	·36	·35	·34	·33	·32	·31	·30	·30	·29	·28	·27	·27	3
4	·54	·52	·50	·49	·47	·46	·45	·44	·42	·41	·40	·39	·38	·38	·37	·36	4
5	·67	·65	·63	·61	·59	·58	·56	·54	·53	·52	·50	·49	·48	·47	·46	·45	5
6	·81	·78	·76	·73	·71	·69	·67	·65	·64	·62	·61	·59	·58	·56	·55	·54	6
7	·94	·91	·88	·86	·83	·81	·79	·76	·74	·73	·71	·69	·67	·66	·64	·63	7
8	1·08	1·04	1·01	·98	·95	·92	·90	·87	·85	·83	·81	·79	·77	·75	·74	·72	8
9	1·21	1·17	1·14	1·10	1·07	1·04	1·01	·99	·96	·94	·91	·89	·87	·85	·83	·81	9
10	1·35	1·31	1·27	1·23	1·19	1·16	1·13	1·10	1·07	1·04	1·02	·99	·97	·95	·92	·90	10
11	1·49	1·44	1·40	1·35	1·32	1·28	1·24	1·21	1·18	1·15	1·12	1·09	1·07	1·04	1·02	1·00	11
12	1·63	1·58	1·53	1·48	1·44	1·40	1·36	1·32	1·29	1·26	1·22	1·19	1·17	1·14	1·11	1·09	12
13	1·77	1·71	1·66	1·61	1·56	1·52	1·48	1·44	1·40	1·36	1·33	1·30	1·27	1·24	1·21	1·18	13
14	1·91	1·85	1·79	1·74	1·69	1·64	1·59	1·55	1·51	1·47	1·44	1·40	1·37	1·34	1·31	1·28	14
15	2·05	1·99	1·93	1·87	1·81	1·76	1·71	1·67	1·62	1·58	1·54	1·51	1·47	1·44	1·40	1·37	15
16	2·20	2·13	2·06	2·00	1·94	1·88	1·83	1·78	1·74	1·69	1·65	1·61	1·57	1·54	1·50	1·47	16
17	2·34	2·27	2·20	2·13	2·07	2·01	1·95	1·90	1·85	1·80	1·76	1·72	1·68	1·64	1·60	1·57	17
18	2·49	2·41	2·33	2·26	2·20	2·14	2·08	2·02	1·97	1·92	1·87	1·83	1·78	1·74	1·70	1·67	18
19	2·64	2·55	2·47	2·40	2·33	2·26	2·20	2·14	2·09	2·03	1·98	1·94	1·89	1·85	1·80	1·76	19
20	2·79	2·70	2·62	2·54	2·46	2·39	2·33	2·26	2·21	2·15	2·10	2·05	2·00	1·95	1·91	1·87	20
21	2·94	2·85	2·76	2·68	2·60	2·52	2·45	2·39	2·33	2·27	2·21	2·16	2·11	2·06	2·01	1·97	21
22	3·10	3·00	2·90	2·82	2·73	2·66	2·58	2·51	2·45	2·39	2·33	2·27	2·22	2·17	2·12	2·07	22
23	3·25	3·15	3·05	2·96	2·87	2·79	2·71	2·64	2·57	2·51	2·44	2·39	2·33	2·28	2·22	2·18	23
24	3·41	3·30	3·20	3·10	3·01	2·93	2·85	2·77	2·70	2·63	2·56	2·50	2·44	2·39	2·33	2·28	24
25	3·57	3·46	3·35	3·25	3·15	3·07	2·98	2·90	2·83	2·75	2·69	2·62	2·56	2·50	2·44	2·39	25
26	3·74	3·62	3·50	3·40	3·30	3·21	3·12	3·03	2·96	2·88	2·81	2·74	2·68	2·61	2·56	2·50	26
27	3·90	3·78	3·66	3·55	3·45	3·35	3·26	3·17	3·09	3·01	2·93	2·86	2·80	2·73	2·67	2·61	27
28	4·07	3·94	3·82	3·71	3·60	3·50	3·40	3·31	3·22	3·14	3·06	2·99	2·92	2·85	2·79	2·73	28
29	4·25	4·11	3·98	3·86	3·75	3·64	3·54	3·45	3·36	3·27	3·19	3·12	3·04	2·97	2·91	2·84	29
30	4·42	4·28	4·15	4·02	3·91	3·80	3·69	3·59	3·50	3·41	3·32	3·24	3·17	3·10	3·03	2·96	30
31	4·60	4·46	4·32	4·19	4·07	3·95	3·84	3·74	3·64	3·55	3·46	3·38	3·30	3·22	3·15	3·08	31
32	4·79	4·63	4·49	4·35	4·23	4·11	3·99	3·89	3·79	3·69	3·60	3·51	3·43	3·35	3·27	3·20	32
33	4·98	4·82	4·67	4·53	4·39	4·27	4·15	4·04	3·93	3·83	3·74	3·65	3·56	3·48	3·40	3·33	33
34	5·17	5·00	4·85	4·70	4·56	4·43	4·31	4·20	4·09	3·98	3·88	3·79	3·70	3·62	3·53	3·46	34
35	5·36	5·19	5·03	4·88	4·74	4·60	4·48	4·36	4·24	4·13	4·03	3·93	3·84	3·75	3·67	3·59	35
36	5·57	5·39	5·22	5·06	4·92	4·78	4·64	4·52	4·40	4·29	4·18	4·08	3·99	3·90	3·81	3·72	36
37	5·77	5·59	5·41	5·25	5·10	4·95	4·82	4·69	4·57	4·45	4·34	4·23	4·14	4·04	3·95	3·86	37
38	5·99	5·79	5·61	5·44	5·29	5·14	5·00	4·86	4·73	4·61	4·50	4·39	4·29	4·19	4·09	4·00	38
39	6·20	6·01	5·82	5·64	5·48	5·32	5·18	5·04	4·91	4·78	4·66	4·55	4·44	4·34	4·24	4·15	39
40	6·43	6·22	6·03	5·85	5·68	5·52	5·36	5·22	5·08	4·95	4·83	4·72	4·60	4·50	4·40	4·30	40
41	6·66	6·45	6·25	6·06	5·88	5·71	5·56	5·41	5·27	5·13	5·01	4·89	4·77	4·66	4·56	4·46	41
42	6·90	6·68	6·47	6·27	6·09	5·92	5·76	5·60	5·46	5·32	5·19	5·06	4·94	4·83	4·72	4·62	42
43	7·14	6·92	6·70	6·50	6·31	6·13	5·96	5·80	5·65	5·51	5·37	5·24	5·12	5·00	4·89	4·78	43
44	7·40	7·16	6·94	6·73	6·53	6·35	6·17	6·01	5·85	5·70	5·56	5·43	5·30	5·18	5·06	4·95	44
45	7·66	7·42	7·19	6·97	6·77	6·57	6·39	6·22	6·06	5·90	5·76	5·62	5·49	5·36	5·24	5·13	45
46	7·93	7·68	7·44	7·22	7·01	6·81	6·62	6·44	6·27	6·11	5·96	5·82	5·68	5·55	5·43	5·31	46
47	8·22	7·95	7·71	7·47	7·26	7·05	6·86	6·67	6·50	6·33	6·18	6·03	5·88	5·75	5·62	5·50	47
48	8·51	8·24	7·98	7·74	7·51	7·30	7·10	6·91	6·73	6·56	6·40	6·24	6·09	5·95	5·82	5·69	48
49	8·81	8·53	8·27	8·02	7·78	7·56	7·35	7·16	6·97	6·79	6·62	6·46	6·31	6·17	6·03	5·90	49
50	9·13	8·84	8·56	8·31	8·06	7·83	7·62	7·41	7·22	7·04	6·86	6·70	6·54	6·39	6·25	6·11	50
51	9·46	9·16	8·87	8·61	8·35	8·12	7·89	7·68	7·48	7·29	7·11	6·94	6·78	6·62	6·47	6·33	51
52	9·81	9·49	9·20	8·92	8·66	8·41	8·18	7·96	7·75	7·56	7·37	7·19	7·02	6·86	6·71	6·56	52
53	10·2	9·84	9·54	9·25	8·98	8·72	8·48	8·26	8·04	7·84	7·64	7·46	7·28	7·11	6·95	6·80	53
54	10·5	10·2	9·89	9·59	9·31	9·05	8·80	8·56	8·34	8·13	7·93	7·73	7·55	7·38	7·21	7·06	54
55	10·9	10·6	10·3	9·95	9·66	9·39	9·13	8·88	8·65	8·43	8·22	8·03	7·84	7·66	7·48	7·32	55
56	11·4	11·0	10·7	10·3	10·0	9·75	9·48	9·22	8·98	8·75	8·54	8·33	8·14	7·95	7·77	7·60	56
57	11·8	11·4	11·1	10·7	10·4	10·1	9·84	9·58	9·33	9·09	8·87	8·65	8·45	8·26	8·07	7·89	57
58	12·3	11·9	11·5	11·2	10·8	10·5	10·2	9·96	9·70	9·45	9·22	8·99	8·78	8·58	8·39	8·20	58
59	12·8	12·3	12·0	11·6	11·3	10·9	10·6	10·4	10·1	9·83	9·58	9·35	9·13	8·92	8·72	8·53	59
60	13·3	12·8	12·4	12·1	11·7	11·4	11·1	10·8	10·5	10·2	9·97	9·73	9·50	9·29	9·08	8·88	60
Dec.	172° 30′	172° 15′	172° 00′	171° 45′	171° 30′	171° 15′	171° 00′	170° 45′	170° 30′	170° 15′	170° 00′	169° 45′	169° 30′	169° 15′	169° 00′	168° 45′	Dec.
	187° 30′	187° 45′	188° 00′	188° 15′	188° 30′	188° 45′	189° 00′	189° 15′	189° 30′	189° 45′	190° 00′	190° 15′	190° 30′	190° 45′	191° 00′	191° 15′	

HOUR ANGLE

B

B - Always named the same as Declination

B - Always named the same as Declination

TABLE A HOUR ANGLE

Lat. °	11° 15′ 348° 45′	11° 30′ 348° 30′	11° 45′ 348° 15′	12° 00′ 348° 00′	12° 15′ 347° 45′	12° 30′ 347° 30′	12° 45′ 347° 15′	13° 00′ 347° 00′	13° 15′ 346° 45′	13° 30′ 346° 30′	13° 45′ 346° 15′	14° 00′ 346° 00′	14° 15′ 345° 45′	14° 30′ 345° 30′	14° 45′ 345° 15′	15° 00′ 345° 00′	Lat. °
0	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	0
1	·09	·09	·08	·08	·08	·08	·08	·08	·07	·07	·07	·07	·07	·07	·07	·07	1
2	·18	·17	·17	·16	·16	·16	·15	·15	·15	·15	·14	·14	·14	·14	·13	·13	2
3	·26	·26	·25	·25	·24	·24	·23	·23	·22	·22	·21	·21	·21	·20	·20	·20	3
4	·35	·34	·34	·33	·32	·32	·31	·30	·30	·29	·29	·28	·28	·27	·27	·26	4
5	·44	·43	·42	·41	·40	·39	·39	·38	·37	·36	·36	·35	·34	·34	·33	·33	5
6	·53	·52	·51	·49	·48	·47	·46	·46	·45	·44	·43	·42	·41	·41	·40	·39	6
7	·62	·60	·59	·58	·57	·55	·54	·53	·52	·51	·50	·49	·48	·47	·47	·46	7
8	·71	·69	·68	·66	·65	·63	·62	·61	·60	·59	·57	·56	·55	·54	·53	·52	8
9	·80	·78	·76	·75	·73	·71	·70	·69	·67	·66	·65	·64	·62	·61	·60	·59	9
10	·89	·87	·85	·83	·81	·80	·78	·76	·75	·73	·72	·71	·69	·68	·67	·66	10
11	·98	·96	·94	·91	·90	·88	·86	·84	·83	·81	·79	·78	·77	·75	·74	·73	11
12	1·07	1·04	1·02	1·00	·98	·96	·94	·92	·90	·89	·87	·85	·84	·82	·81	·79	12
13	1·16	1·13	1·11	1·09	1·06	1·04	1·02	1·00	·98	·96	·94	·93	·91	·89	·88	·86	13
14	1·25	1·23	1·20	1·17	1·15	1·12	1·10	1·08	1·06	1·04	1·02	1·00	·98	·96	·95	·93	14
15	1·35	1·32	1·29	1·26	1·23	1·21	1·18	1·16	1·14	1·12	1·10	1·07	1·06	1·04	1·02	1·00	15
16	1·44	1·41	1·38	1·35	1·32	1·29	1·27	1·24	1·22	1·19	1·17	1·15	1·13	1·11	1·09	1·07	16
17	1·54	1·50	1·47	1·44	1·41	1·38	1·35	1·32	1·30	1·27	1·25	1·23	1·20	1·18	1·16	1·14	17
18	1·63	1·60	1·56	1·53	1·50	1·47	1·44	1·41	1·38	1·35	1·33	1·30	1·28	1·26	1·23	1·21	18
19	1·73	1·69	1·66	1·62	1·59	1·55	1·52	1·49	1·46	1·43	1·41	1·38	1·36	1·33	1·31	1·29	19
20	1·83	1·79	1·75	1·71	1·68	1·64	1·61	1·58	1·55	1·52	1·49	1·46	1·43	1·41	1·38	1·36	20
21	1·93	1·89	1·85	1·81	1·77	1·73	1·70	1·66	1·63	1·60	1·57	1·54	1·51	1·48	1·46	1·43	21
22	2·03	1·99	1·94	1·90	1·86	1·82	1·79	1·75	1·72	1·68	1·65	1·62	1·59	1·56	1·53	1·51	22
23	2·13	2·09	2·04	2·00	1·96	1·91	1·88	1·84	1·80	1·77	1·73	1·70	1·67	1·64	1·61	1·58	23
24	2·24	2·19	2·14	2·09	2·05	2·01	1·97	1·93	1·89	1·85	1·82	1·79	1·75	1·72	1·69	1·66	24
25	2·34	2·29	2·24	2·19	2·15	2·10	2·06	2·02	1·98	1·94	1·91	1·87	1·84	1·80	1·77	1·74	25
26	2·45	2·40	2·34	2·29	2·25	2·20	2·16	2·11	2·07	2·03	1·99	1·96	1·92	1·89	1·85	1·82	26
27	2·56	2·50	2·45	2·40	2·35	2·30	2·25	2·21	2·16	2·12	2·08	2·04	2·01	1·97	1·94	1·90	27
28	2·67	2·61	2·56	2·50	2·45	2·40	2·35	2·30	2·26	2·21	2·17	2·13	2·09	2·06	2·02	1·98	28
29	2·79	2·73	2·66	2·61	2·55	2·50	2·45	2·40	2·35	2·31	2·27	2·22	2·18	2·14	2·11	2·07	29
30	2·90	2·84	2·78	2·72	2·66	2·60	2·55	2·50	2·45	2·40	2·36	2·32	2·27	2·23	2·19	2·15	30
31	3·02	2·95	2·89	2·83	2·77	2·71	2·66	2·60	2·55	2·50	2·46	2·41	2·37	2·32	2·28	2·24	31
32	3·14	3·07	3·00	2·94	2·88	2·82	2·76	2·71	2·65	2·60	2·55	2·51	2·46	2·42	2·37	2·33	32
33	3·26	3·19	3·12	3·06	2·99	2·93	2·87	2·81	2·76	2·71	2·66	2·61	2·56	2·51	2·47	2·42	33
34	3·39	3·32	3·24	3·17	3·11	3·04	2·98	2·92	2·86	2·81	2·76	2·71	2·66	2·61	2·56	2·52	34
35	3·52	3·44	3·37	3·29	3·22	3·16	3·09	3·03	2·97	2·92	2·86	2·81	2·76	2·71	2·66	2·61	35
36	3·65	3·57	3·49	3·42	3·35	3·28	3·21	3·15	3·09	3·03	2·97	2·91	2·86	2·81	2·76	2·71	36
37	3·79	3·70	3·62	3·55	3·47	3·40	3·33	3·26	3·20	3·14	3·08	3·02	2·97	2·91	2·86	2·81	37
38	3·93	3·84	3·76	3·68	3·60	3·52	3·45	3·38	3·32	3·25	3·19	3·13	3·08	3·02	2·97	2·92	38
39	4·07	3·98	3·89	3·81	3·73	3·65	3·58	3·51	3·44	3·37	3·31	3·25	3·19	3·13	3·08	3·02	39
40	4·22	4·12	4·03	3·95	3·86	3·78	3·71	3·63	3·56	3·50	3·43	3·37	3·30	3·24	3·19	3·13	40
41	4·37	4·27	4·18	4·09	4·00	3·92	3·84	3·77	3·69	3·62	3·55	3·49	3·42	3·36	3·30	3·24	41
42	4·53	4·43	4·33	4·24	4·15	4·06	3·98	3·90	3·82	3·75	3·68	3·61	3·55	3·48	3·42	3·36	42
43	4·69	4·58	4·48	4·39	4·30	4·21	4·12	4·04	3·96	3·88	3·81	3·74	3·67	3·61	3·54	3·48	43
44	4·85	4·75	4·64	4·54	4·45	4·36	4·27	4·18	4·10	4·02	3·95	3·87	3·80	3·73	3·67	3·60	44
45	5·03	4·92	4·81	4·70	4·61	4·51	4·42	4·33	4·25	4·17	4·09	4·01	3·94	3·87	3·80	3·73	45
46	5·21	5·09	4·98	4·87	4·77	4·67	4·58	4·49	4·40	4·31	4·23	4·15	4·08	4·00	3·93	3·86	46
47	5·39	5·27	5·16	5·05	4·94	4·84	4·74	4·65	4·56	4·47	4·38	4·30	4·22	4·15	4·07	4·00	47
48	5·58	5·46	5·34	5·23	5·12	5·01	4·91	4·81	4·72	4·63	4·54	4·45	4·37	4·29	4·22	4·14	48
49	5·78	5·65	5·53	5·41	5·30	5·19	5·08	4·98	4·89	4·79	4·70	4·61	4·53	4·45	4·37	4·29	49
50	5·99	5·86	5·73	5·61	5·49	5·38	5·27	5·16	5·06	4·96	4·87	4·78	4·69	4·61	4·53	4·45	50
51	6·21	6·07	5·94	5·81	5·69	5·57	5·46	5·35	5·24	5·14	5·05	4·95	4·86	4·77	4·69	4·61	51
52	6·43	6·29	6·15	6·02	5·90	5·77	5·66	5·55	5·44	5·33	5·23	5·13	5·04	4·95	4·86	4·78	52
53	6·67	6·52	6·38	6·24	6·11	5·99	5·86	5·75	5·64	5·53	5·42	5·32	5·23	5·13	5·04	4·95	53
54	6·92	6·77	6·62	6·48	6·34	6·21	6·08	5·96	5·85	5·73	5·62	5·52	5·42	5·32	5·23	5·14	54
55	7·18	7·02	6·87	6·72	6·58	6·44	6·31	6·19	6·07	5·96	5·84	5·73	5·62	5·52	5·42	5·33	55
56	7·45	7·29	7·13	6·97	6·83	6·69	6·55	6·42	6·30	6·18	6·06	5·95	5·84	5·73	5·63	5·53	56
57	7·74	7·57	7·40	7·24	7·09	6·95	6·81	6·67	6·54	6·41	6·29	6·18	6·06	5·95	5·85	5·75	57
58	8·05	7·87	7·69	7·53	7·37	7·22	7·07	6·93	6·80	6·67	6·54	6·42	6·30	6·19	6·08	5·97	58
59	8·37	8·18	8·00	7·83	7·67	7·51	7·36	7·21	7·07	6·93	6·80	6·68	6·55	6·44	6·32	6·21	59
60	8·71	8·51	8·33	8·15	7·98	7·81	7·65	7·50	7·36	7·21	7·08	6·95	6·82	6·70	6·58	6·46	60
Lat.	168° 45′ 191° 15′	168° 30′ 191° 30′	168° 15′ 191° 45′	168° 00′ 192° 00′	167° 45′ 192° 15′	167° 30′ 192° 30′	167° 15′ 192° 45′	167° 00′ 193° 00′	166° 45′ 193° 15′	166° 30′ 193° 30′	166° 15′ 193° 45′	166° 00′ 194° 00′	165° 45′ 194° 15′	165° 30′ 194° 30′	165° 15′ 194° 45′	165° 00′ 195° 00′	Lat.

A — Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

A — Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

A — HOUR ANGLE

TABLE B HOUR ANGLE

Dec. °	11° 15′ 348° 45′	11° 30′ 348° 30′	11° 45′ 348° 15′	12° 00′ 348° 00′	12° 15′ 347° 45′	12° 30′ 347° 30′	12° 45′ 347° 15′	13° 00′ 347° 00′	13° 15′ 346° 45′	13° 30′ 346° 30′	13° 45′ 346° 15′	14° 00′ 346° 00′	14° 15′ 345° 45′	14° 30′ 345° 30′	14° 45′ 345° 15′	15° 00′ 345° 00′	Dec. °
0	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	0
1	·09	·09	·09	·08	·08	·08	·08	·08	·08	·08	·07	·07	·07	·07	·07	·07	1
2	·18	·18	·17	·17	·17	·16	·16	·16	·15	·15	·15	·14	·14	·14	·14	·13	2
3	·27	·26	·26	·25	·25	·24	·24	·23	·23	·22	·22	·22	·21	·21	·21	·20	3
4	·36	·35	·34	·34	·33	·32	·32	·31	·31	·30	·29	·29	·28	·28	·28	·27	4
5	·45	·44	·43	·42	·41	·40	·40	·39	·38	·38	·37	·36	·36	·35	·34	·34	5
6	·54	·53	·52	·51	·50	·49	·48	·47	·46	·45	·44	·43	·43	·42	·41	·41	6
7	·63	·62	·60	·59	·58	·57	·56	·55	·54	·53	·52	·51	·50	·49	·48	·47	7
8	·72	·71	·69	·68	·66	·65	·64	·62	·61	·60	·59	·58	·57	·56	·55	·54	8
9	·81	·79	·78	·76	·75	·73	·72	·70	·69	·68	·67	·65	·64	·63	·62	·61	9
10	·90	·88	·87	·85	·83	·82	·80	·78	·77	·76	·74	·73	·72	·70	·69	·68	10
11	1·00	·98	·96	·93	·92	·90	·88	·86	·85	·83	·82	·80	·79	·78	·76	·75	11
12	1·09	1·07	1·04	1·02	1·00	·98	·96	·94	·93	·91	·89	·88	·86	·85	·84	·82	12
13	1·18	1·16	1·13	1·11	1·09	1·07	1·05	1·03	1·01	·99	·97	·95	·94	·92	·91	·89	13
14	1·28	1·25	1·22	1·20	1·18	1·15	1·13	1·11	1·09	1·07	1·05	1·03	1·01	1·00	·98	·96	14
15	1·37	1·34	1·32	1·29	1·26	1·24	1·21	1·19	1·17	1·15	1·13	1·11	1·09	1·07	1·05	1·04	15
16	1·47	1·44	1·41	1·38	1·35	1·32	1·30	1·27	1·25	1·23	1·21	1·19	1·16	1·15	1·13	1·11	16
17	1·57	1·53	1·50	1·47	1·44	1·41	1·39	1·36	1·33	1·31	1·29	1·26	1·24	1·22	1·20	1·18	17
18	1·67	1·63	1·60	1·56	1·53	1·50	1·47	1·44	1·42	1·39	1·37	1·34	1·32	1·30	1·28	1·26	18
19	1·76	1·73	1·69	1·66	1·62	1·59	1·56	1·53	1·50	1·47	1·45	1·42	1·40	1·38	1·35	1·33	19
20	1·87	1·83	1·79	1·75	1·72	1·68	1·65	1·62	1·59	1·56	1·53	1·50	1·48	1·45	1·43	1·41	20
21	1·97	1·93	1·89	1·85	1·81	1·77	1·74	1·71	1·67	1·64	1·62	1·59	1·56	1·53	1·51	1·48	21
22	2·07	2·03	1·98	1·94	1·90	1·87	1·83	1·80	1·76	1·73	1·70	1·67	1·64	1·61	1·59	1·56	22
23	2·18	2·13	2·08	2·04	2·00	1·96	1·92	1·89	1·85	1·82	1·79	1·75	1·72	1·70	1·67	1·64	23
24	2·28	2·23	2·19	2·14	2·10	2·06	2·02	1·98	1·94	1·91	1·87	1·84	1·81	1·78	1·75	1·72	24
25	2·39	2·34	2·29	2·24	2·20	2·15	2·11	2·07	2·03	2·00	1·96	1·93	1·89	1·86	1·83	1·80	25
26	2·50	2·45	2·40	2·35	2·30	2·25	2·21	2·17	2·13	2·09	2·05	2·02	1·98	1·95	1·92	1·88	26
27	2·61	2·56	2·50	2·45	2·40	2·35	2·31	2·27	2·22	2·18	2·14	2·11	2·07	2·04	2·00	1·97	27
28	2·73	2·67	2·61	2·56	2·51	2·46	2·41	2·36	2·32	2·28	2·24	2·20	2·16	2·12	2·09	2·05	28
29	2·84	2·78	2·72	2·67	2·61	2·56	2·51	2·46	2·42	2·37	2·33	2·29	2·25	2·21	2·18	2·14	29
30	2·96	2·90	2·84	2·78	2·72	2·67	2·62	2·57	2·52	2·47	2·43	2·39	2·35	2·31	2·27	2·23	30
31	3·08	3·01	2·95	2·89	2·83	2·78	2·73	2·67	2·62	2·57	2·53	2·48	2·44	2·40	2·36	2·32	31
32	3·20	3·13	3·07	3·01	2·95	2·89	2·83	2·78	2·73	2·68	2·63	2·58	2·54	2·50	2·45	2·41	32
33	3·33	3·26	3·19	3·12	3·06	3·00	2·94	2·89	2·83	2·78	2·73	2·68	2·64	2·59	2·55	2·51	33
34	3·46	3·38	3·31	3·24	3·18	3·12	3·06	3·00	2·94	2·89	2·84	2·79	2·74	2·69	2·65	2·61	34
35	3·59	3·51	3·44	3·37	3·30	3·24	3·17	3·11	3·06	3·00	2·95	2·89	2·84	2·80	2·75	2·71	35
36	3·72	3·64	3·57	3·49	3·42	3·36	3·29	3·23	3·17	3·11	3·06	3·00	2·95	2·90	2·85	2·81	36
37	3·86	3·78	3·70	3·62	3·55	3·48	3·41	3·35	3·29	3·23	3·17	3·11	3·06	3·01	2·96	2·91	37
38	4·00	3·92	3·84	3·76	3·68	3·61	3·54	3·47	3·41	3·35	3·29	3·23	3·17	3·12	3·07	3·02	38
39	4·15	4·06	3·98	3·90	3·82	3·74	3·67	3·60	3·53	3·47	3·41	3·35	3·29	3·23	3·18	3·13	39
40	4·30	4·21	4·12	4·04	3·95	3·88	3·80	3·73	3·66	3·59	3·53	3·47	3·41	3·35	3·30	3·24	40
41	4·46	4·36	4·27	4·18	4·10	4·02	3·94	3·86	3·79	3·72	3·66	3·59	3·53	3·47	3·41	3·36	41
42	4·62	4·52	4·42	4·33	4·24	4·16	4·08	4·00	3·93	3·86	3·79	3·72	3·66	3·60	3·54	3·48	42
43	4·78	4·68	4·58	4·49	4·39	4·31	4·23	4·15	4·07	3·99	3·92	3·85	3·79	3·72	3·66	3·60	43
44	4·95	4·84	4·74	4·64	4·55	4·46	4·38	4·29	4·21	4·14	4·06	3·99	3·92	3·86	3·79	3·73	44
45	5·13	5·02	4·91	4·81	4·71	4·62	4·53	4·45	4·36	4·28	4·21	4·13	4·06	3·99	3·93	3·86	45
46	5·31	5·19	5·09	4·98	4·88	4·78	4·69	4·60	4·52	4·44	4·36	4·28	4·21	4·14	4·07	4·00	46
47	5·50	5·38	5·27	5·16	5·05	4·96	4·86	4·77	4·68	4·59	4·51	4·43	4·36	4·28	4·21	4·14	47
48	5·69	5·57	5·45	5·34	5·23	5·13	5·03	4·94	4·85	4·76	4·67	4·59	4·51	4·44	4·36	4·29	48
49	5·90	5·77	5·65	5·53	5·42	5·31	5·21	5·11	5·02	4·93	4·84	4·76	4·67	4·59	4·52	4·44	49
50	6·11	5·98	5·85	5·73	5·62	5·51	5·40	5·30	5·20	5·11	5·01	4·93	4·84	4·76	4·68	4·60	50
51	6·33	6·19	6·06	5·94	5·82	5·71	5·60	5·49	5·39	5·29	5·20	5·10	5·02	4·93	4·85	4·77	51
52	6·56	6·42	6·29	6·16	6·03	5·91	5·80	5·69	5·58	5·48	5·39	5·29	5·20	5·11	5·03	4·95	52
53	6·80	6·66	6·52	6·38	6·25	6·13	6·01	5·90	5·79	5·68	5·58	5·49	5·39	5·30	5·21	5·13	53
54	7·06	6·90	6·76	6·62	6·49	6·36	6·24	6·12	6·01	5·90	5·79	5·69	5·59	5·50	5·41	5·32	54
55	7·32	7·16	7·01	6·87	6·73	6·60	6·47	6·35	6·23	6·12	6·01	5·90	5·80	5·70	5·61	5·52	55
56	7·60	7·44	7·28	7·13	6·99	6·85	6·72	6·59	6·47	6·35	6·24	6·13	6·02	5·92	5·82	5·73	56
57	7·89	7·72	7·56	7·41	7·26	7·12	6·98	6·85	6·72	6·60	6·48	6·37	6·26	6·15	6·05	5·95	57
58	8·20	8·03	7·86	7·70	7·54	7·39	7·25	7·11	6·98	6·86	6·73	6·62	6·50	6·39	6·29	6·18	58
59	8·53	8·35	8·17	8·00	7·84	7·69	7·54	7·40	7·26	7·13	7·00	6·88	6·76	6·65	6·54	6·43	59
60	8·88	8·69	8·51	8·33	8·16	8·00	7·85	7·70	7·56	7·42	7·29	7·16	7·04	6·92	6·80	6·69	60
Dec.	168° 45′ 191° 15′	168° 30′ 191° 30′	168° 15′ 191° 45′	168° 00′ 192° 00′	167° 45′ 192° 15′	167° 30′ 192° 30′	167° 15′ 192° 45′	167° 00′ 193° 00′	166° 45′ 193° 15′	166° 30′ 193° 30′	166° 15′ 193° 45′	166° 00′ 194° 00′	165° 45′ 194° 15′	165° 30′ 194° 30′	165° 15′ 194° 45′	165° 00′ 195° 00′	Dec

HOUR ANGLE

B

B - Always named the same as Declination

B - Always named the same as Declination

TABLE A HOUR ANGLE

Lat. °	15° 00′ / 345° 00′	15° 30′ / 344° 30′	16° 00′ / 344° 00′	16° 30′ / 343° 30′	17° 00′ / 343° 00′	17° 30′ / 342° 30′	18° 00′ / 342° 00′	18° 30′ / 341° 30′	19° 00′ / 341° 00′	19° 30′ / 340° 30′	20° 00′ / 340° 00′	20° 30′ / 339° 30′	21° 00′ / 339° 00′	21° 30′ / 338° 30′	22° 00′ / 338° 00′	22° 30′ / 337° 30′	Lat. °
0	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	0
1	·07	·06	·06	·06	·06	·06	·05	·05	·05	·05	·05	·05	·05	·04	·04	·04	1
2	·13	·13	·12	·12	·11	·11	·11	·10	·10	·10	·10	·09	·09	·09	·09	·08	2
3	·20	·19	·18	·18	·17	·17	·16	·16	·15	·15	·14	·14	·14	·13	·13	·13	3
4	·26	·25	·24	·24	·23	·22	·22	·21	·20	·20	·19	·19	·18	·18	·17	·17	4
5	·33	·32	·31	·30	·29	·28	·27	·26	·25	·25	·24	·23	·23	·22	·22	·21	5
6	·39	·38	·37	·35	·34	·33	·32	·31	·31	·30	·29	·28	·27	·27	·26	·25	6
7	·46	·44	·43	·41	·40	·39	·38	·37	·36	·35	·34	·33	·32	·31	·30	·30	7
8	·52	·51	·49	·47	·46	·45	·43	·42	·41	·40	·39	·38	·37	·36	·35	·34	8
9	·59	·57	·55	·53	·52	·50	·49	·47	·46	·45	·44	·42	·41	·40	·39	·38	9
10	·66	·64	·61	·60	·58	·56	·54	·53	·51	·50	·48	·47	·46	·45	·44	·43	10
11	·73	·70	·68	·66	·64	·62	·60	·58	·56	·55	·53	·52	·51	·49	·48	·47	11
12	·79	·77	·74	·72	·70	·67	·65	·64	·62	·60	·58	·57	·55	·54	·53	·51	12
13	·86	·83	·81	·78	·76	·73	·71	·69	·67	·65	·63	·62	·60	·59	·57	·56	13
14	·93	·90	·87	·84	·82	·79	·77	·75	·72	·70	·69	·67	·65	·63	·62	·60	14
15	1·00	·97	·93	·90	·88	·85	·82	·80	·78	·76	·74	·72	·70	·68	·66	·65	15
16	1·07	1·03	1·00	·97	·94	·91	·88	·86	·83	·81	·79	·77	·75	·73	·71	·69	16
17	1·14	1·10	1·07	1·03	1·00	·97	·94	·91	·89	·86	·84	·82	·80	·78	·76	·74	17
18	1·21	1·17	1·13	1·10	1·06	1·03	1·00	·97	·94	·92	·89	·87	·85	·82	·80	·78	18
19	1·29	1·24	1·20	1·16	1·13	1·09	1·06	1·03	1·00	·97	·95	·92	·90	·87	·85	·83	19
20	1·36	1·31	1·27	1·23	1·19	1·15	1·12	1·09	1·06	1·03	1·00	·97	·95	·92	·90	·88	20
21	1·43	1·38	1·34	1·30	1·26	1·22	1·18	1·15	1·11	1·08	1·05	1·03	1·00	·97	·95	·93	21
22	1·51	1·46	1·41	1·36	1·32	1·28	1·24	1·21	1·17	1·14	1·11	1·08	1·05	1·03	1·00	·97	22
23	1·58	1·53	1·48	1·43	1·39	1·35	1·31	1·27	1·23	1·20	1·17	1·14	1·11	1·08	1·05	1·02	23
24	1·66	1·61	1·55	1·50	1·46	1·41	1·37	1·33	1·29	1·26	1·22	1·19	1·16	1·13	1·10	1·07	24
25	1·74	1·68	1·63	1·57	1·53	1·48	1·44	1·39	1·35	1·32	1·28	1·25	1·21	1·18	1·15	1·13	25
26	1·82	1·76	1·70	1·65	1·60	1·55	1·50	1·46	1·42	1·38	1·34	1·30	1·27	1·24	1·21	1·18	26
27	1·90	1·84	1·78	1·72	1·67	1·62	1·57	1·52	1·48	1·44	1·40	1·36	1·33	1·29	1·26	1·23	27
28	1·98	1·92	1·85	1·79	1·74	1·69	1·64	1·59	1·54	1·50	1·46	1·42	1·39	1·35	1·32	1·28	28
29	2·07	2·00	1·93	1·87	1·81	1·76	1·71	1·66	1·61	1·57	1·52	1·48	1·44	1·41	1·37	1·34	29
30	2·15	2·08	2·01	1·95	1·89	1·83	1·78	1·73	1·68	1·63	1·59	1·54	1·50	1·47	1·43	1·39	30
31	2·24	2·17	2·10	2·03	1·97	1·91	1·85	1·80	1·75	1·70	1·65	1·61	1·57	1·53	1·49	1·45	31
32	2·33	2·25	2·18	2·11	2·04	1·98	1·92	1·87	1·81	1·76	1·72	1·67	1·63	1·59	1·55	1·51	32
33	2·42	2·34	2·26	2·19	2·12	2·06	2·00	1·94	1·89	1·83	1·78	1·74	1·69	1·65	1·61	1·57	33
34	2·52	2·43	2·35	2·28	2·21	2·14	2·08	2·02	1·96	1·90	1·85	1·80	1·76	1·71	1·67	1·63	34
35	2·61	2·52	2·44	2·36	2·29	2·22	2·16	2·09	2·03	1·98	1·92	1·87	1·82	1·78	1·73	1·69	35
36	2·71	2·62	2·53	2·45	2·38	2·30	2·24	2·17	2·11	2·05	2·00	1·94	1·89	1·84	1·80	1·75	36
37	2·81	2·72	2·63	2·54	2·46	2·39	2·32	2·25	2·19	2·13	2·07	2·02	1·96	1·91	1·87	1·82	37
38	2·92	2·82	2·72	2·64	2·56	2·48	2·40	2·34	2·27	2·21	2·15	2·09	2·04	1·98	1·93	1·89	38
39	3·02	2·92	2·82	2·73	2·65	2·57	2·49	2·42	2·35	2·29	2·23	2·17	2·11	2·06	2·00	1·95	39
40	3·13	3·03	2·93	2·83	2·74	2·66	2·58	2·51	2·44	2·37	2·31	2·25	2·19	2·13	2·08	2·03	40
41	3·24	3·13	3·03	2·93	2·84	2·76	2·68	2·60	2·52	2·45	2·39	2·33	2·27	2·21	2·15	2·10	41
42	3·36	3·25	3·14	3·04	2·95	2·86	2·77	2·69	2·61	2·54	2·47	2·41	2·35	2·29	2·23	2·17	42
43	3·48	3·36	3·25	3·15	3·05	2·96	2·87	2·79	2·71	2·63	2·56	2·49	2·43	2·37	2·31	2·25	43
44	3·60	3·48	3·37	3·26	3·16	3·06	2·97	2·89	2·80	2·73	2·65	2·58	2·52	2·45	2·39	2·33	44
45	3·73	3·61	3·49	3·38	3·27	3·17	3·08	2·99	2·90	2·82	2·75	2·67	2·61	2·54	2·48	2·41	45
46	3·86	3·73	3·61	3·50	3·39	3·28	3·19	3·09	3·01	2·92	2·85	2·77	2·70	2·63	2·56	2·50	46
47	4·00	3·87	3·74	3·62	3·51	3·40	3·30	3·21	3·11	3·03	2·95	2·87	2·79	2·72	2·65	2·59	47
48	4·14	4·00	3·87	3·75	3·63	3·52	3·42	3·32	3·23	3·14	3·05	2·97	2·89	2·82	2·75	2·68	48
49	4·29	4·15	4·01	3·88	3·76	3·65	3·54	3·44	3·34	3·25	3·16	3·08	3·00	2·92	2·85	2·78	49
50	4·45	4·30	4·16	4·02	3·90	3·78	3·67	3·56	3·46	3·37	3·27	3·19	3·10	3·03	2·95	2·88	50
51	4·61	4·45	4·31	4·17	4·04	3·92	3·80	3·69	3·59	3·49	3·39	3·30	3·22	3·14	3·06	2·98	51
52	4·78	4·62	4·46	4·32	4·19	4·06	3·94	3·83	3·72	3·62	3·52	3·42	3·33	3·25	3·17	3·09	52
53	4·95	4·79	4·63	4·48	4·34	4·21	4·08	3·97	3·86	3·75	3·65	3·55	3·46	3·37	3·28	3·20	53
54	5·14	4·96	4·80	4·65	4·50	4·37	4·24	4·11	4·00	3·89	3·78	3·68	3·59	3·49	3·41	3·32	54
55	5·33	5·15	4·98	4·82	4·67	4·53	4·40	4·27	4·15	4·03	3·92	3·82	3·72	3·63	3·53	3·45	55
56	5·53	5·35	5·17	5·01	4·85	4·70	4·56	4·43	4·31	4·19	4·07	3·97	3·86	3·76	3·67	3·58	56
57	5·75	5·55	5·37	5·20	5·04	4·88	4·74	4·60	4·47	4·35	4·23	4·12	4·01	3·91	3·81	3·72	57
58	5·97	5·77	5·58	5·40	5·23	5·08	4·93	4·78	4·65	4·52	4·40	4·28	4·17	4·06	3·96	3·86	58
59	6·21	6·00	5·80	5·62	5·44	5·28	5·12	4·97	4·83	4·70	4·57	4·45	4·34	4·23	4·12	4·02	59
60	6·46	6·25	6·04	5·85	5·67	5·49	5·33	5·18	5·03	4·89	4·76	4·63	4·51	4·40	4·29	4·18	60
Lat.	165° 00′ / 195° 00′	164° 30′ / 195° 30′	164° 00′ / 196° 00′	163° 30′ / 196° 30′	163° 00′ / 197° 00′	162° 30′ / 197° 30′	162° 00′ / 198° 00′	161° 30′ / 198° 30′	161° 00′ / 199° 00′	160° 30′ / 199° 30′	160° 00′ / 200° 00′	159° 30′ / 200° 30′	159° 00′ / 201° 00′	158° 30′ / 201° 30′	158° 00′ / 202° 00′	157° 30′ / 202° 30′	Lat.

HOUR ANGLE

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

TABLE B HOUR ANGLE

Dec. °	15° 00′ / 345° 00′	15° 30′ / 344° 30′	16° 00′ / 344° 00′	16° 30′ / 343° 30′	17° 00′ / 343° 00′	17° 30′ / 342° 30′	18° 00′ / 342° 00′	18° 30′ / 341° 30′	19° 00′ / 341° 00′	19° 30′ / 340° 30′	20° 00′ / 340° 00′	20° 30′ / 339° 30′	21° 00′ / 339° 00′	21° 30′ / 338° 30′	22° 00′ / 338° 00′	22° 30′ / 337° 30′	Dec. °
0	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	0
1	·07	·07	·06	·06	·06	·06	·06	·06	·05	·05	·05	·05	·05	·05	·05	·05	1
2	·13	·13	·13	·12	·12	·12	·11	·11	·11	·10	·10	·10	·10	·10	·09	·09	2
3	·20	·20	·19	·19	·18	·17	·17	·17	·16	·16	·15	·15	·15	·14	·14	·14	3
4	·27	·26	·25	·25	·24	·23	·23	·22	·21	·21	·20	·20	·20	·19	·19	·18	4
5	·34	·33	·32	·31	·30	·29	·28	·28	·27	·26	·26	·25	·24	·24	·23	·23	5
6	·41	·39	·38	·37	·36	·35	·34	·33	·32	·31	·31	·30	·29	·29	·28	·27	6
7	·47	·46	·45	·43	·42	·41	·40	·39	·38	·37	·36	·35	·34	·34	·33	·32	7
8	·54	·53	·51	·49	·48	·47	·45	·44	·43	·42	·41	·40	·39	·38	·38	·37	8
9	·61	·59	·57	·56	·54	·53	·51	·50	·49	·47	·46	·45	·44	·43	·42	·41	9
10	·68	·66	·64	·62	·60	·59	·57	·56	·54	·53	·52	·50	·49	·48	·47	·46	10
11	·75	·73	·71	·68	·66	·65	·63	·61	·60	·58	·57	·55	·54	·53	·52	·51	11
12	·82	·80	·77	·75	·73	·71	·69	·67	·65	·64	·62	·61	·59	·58	·57	·56	12
13	·89	·86	·84	·81	·79	·77	·75	·73	·71	·69	·68	·66	·64	·63	·62	·60	13
14	·96	·93	·90	·88	·85	·83	·81	·79	·77	·75	·73	·71	·70	·68	·67	·65	14
15	1·04	1·00	·97	·94	·92	·89	·87	·84	·82	·80	·78	·77	·75	·73	·72	·70	15
16	1·11	1·07	1·04	1·01	·98	·95	·93	·90	·88	·86	·84	·82	·80	·78	·77	·75	16
17	1·18	1·14	1·11	1·08	1·05	1·02	·99	·96	·94	·92	·89	·87	·85	·83	·82	·80	17
18	1·26	1·22	1·18	1·14	1·11	1·08	1·05	1·02	1·00	·97	·95	·93	·91	·89	·87	·85	18
19	1·33	1·29	1·25	1·21	1·18	1·15	1·11	1·09	1·06	1·03	1·01	·98	·96	·94	·92	·90	19
20	1·41	1·36	1·32	1·28	1·24	1·21	1·18	1·15	1·12	1·09	1·06	1·04	1·02	·99	·97	·95	20
21	1·48	1·44	1·39	1·35	1·31	1·28	1·24	1·21	1·18	1·15	1·12	1·10	1·07	1·05	1·02	1·00	21
22	1·56	1·51	1·47	1·42	1·38	1·34	1·31	1·27	1·24	1·21	1·18	1·15	1·13	1·10	1·08	1·06	22
23	1·64	1·59	1·54	1·49	1·45	1·41	1·37	1·34	1·30	1·27	1·24	1·21	1·18	1·16	1·13	1·11	23
24	1·72	1·67	1·62	1·57	1·52	1·48	1·44	1·40	1·37	1·33	1·30	1·27	1·24	1·21	1·19	1·16	24
25	1·80	1·74	1·69	1·64	1·59	1·55	1·51	1·47	1·43	1·40	1·36	1·33	1·30	1·27	1·24	1·22	25
26	1·88	1·83	1·77	1·72	1·67	1·62	1·58	1·54	1·50	1·46	1·43	1·39	1·36	1·33	1·30	1·27	26
27	1·97	1·91	1·85	1·79	1·74	1·69	1·65	1·61	1·57	1·53	1·49	1·45	1·42	1·39	1·36	1·33	27
28	2·05	1·99	1·93	1·87	1·82	1·77	1·72	1·68	1·63	1·59	1·55	1·52	1·48	1·45	1·42	1·39	28
29	2·14	2·07	2·01	1·95	1·90	1·84	1·79	1·75	1·70	1·66	1·62	1·58	1·55	1·51	1·48	1·45	29
30	2·23	2·16	2·09	2·03	1·97	1·92	1·87	1·82	1·77	1·73	1·69	1·65	1·61	1·58	1·54	1·51	30
31	2·32	2·25	2·18	2·12	2·06	2·00	1·94	1·89	1·85	1·80	1·76	1·72	1·68	1·64	1·60	1·57	31
32	2·41	2·34	2·27	2·20	2·14	2·08	2·02	1·97	1·92	1·87	1·83	1·78	1·74	1·70	1·67	1·63	32
33	2·51	2·43	2·36	2·29	2·22	2·16	2·10	2·05	1·99	1·95	1·90	1·85	1·81	1·77	1·73	1·70	33
34	2·61	2·52	2·45	2·37	2·31	2·24	2·18	2·13	2·07	2·02	1·97	1·93	1·88	1·84	1·80	1·76	34
35	2·71	2·62	2·54	2·46	2·39	2·33	2·27	2·21	2·15	2·10	2·05	2·00	1·95	1·91	1·87	1·83	35
36	2·81	2·72	2·64	2·56	2·48	2·42	2·35	2·29	2·23	2·18	2·12	2·07	2·03	1·98	1·94	1·90	36
37	2·91	2·82	2·73	2·65	2·58	2·51	2·44	2·37	2·31	2·26	2·20	2·15	2·10	2·06	2·01	1·97	37
38	3·02	2·92	2·83	2·75	2·67	2·60	2·53	2·46	2·40	2·34	2·28	2·23	2·18	2·13	2·09	2·04	38
39	3·13	3·03	2·94	2·85	2·77	2·69	2·62	2·55	2·49	2·43	2·37	2·31	2·26	2·21	2·16	2·12	39
40	3·24	3·14	3·04	2·95	2·87	2·79	2·72	2·64	2·58	2·51	2·45	2·40	2·34	2·29	2·24	2·19	40
41	3·36	3·25	3·15	3·06	2·97	2·89	2·81	2·74	2·67	2·60	2·54	2·48	2·43	2·37	2·32	2·27	41
42	3·48	3·37	3·27	3·17	3·08	2·99	2·91	2·84	2·77	2·70	2·63	2·57	2·51	2·46	2·40	2·35	42
43	3·60	3·49	3·38	3·28	3·19	3·10	3·02	2·94	2·86	2·79	2·73	2·66	2·60	2·54	2·49	2·44	43
44	3·73	3·61	3·50	3·40	3·30	3·21	3·13	3·04	2·97	2·89	2·82	2·76	2·69	2·63	2·58	2·52	44
45	3·86	3·74	3·63	3·52	3·42	3·33	3·24	3·15	3·07	3·00	2·92	2·86	2·79	2·73	2·67	2·61	45
46	4·00	3·87	3·76	3·65	3·54	3·44	3·35	3·26	3·18	3·10	3·03	2·96	2·89	2·83	2·76	2·71	46
47	4·14	4·01	3·89	3·78	3·67	3·57	3·47	3·38	3·29	3·21	3·14	3·06	2·99	2·93	2·86	2·80	47
48	4·29	4·16	4·03	3·91	3·80	3·69	3·59	3·50	3·41	3·33	3·25	3·17	3·10	3·03	2·96	2·90	48
49	4·44	4·30	4·17	4·05	3·93	3·83	3·72	3·63	3·53	3·45	3·36	3·28	3·21	3·14	3·07	3·01	49
50	4·60	4·46	4·32	4·20	4·08	3·96	3·86	3·76	3·66	3·57	3·48	3·40	3·33	3·25	3·18	3·11	50
51	4·77	4·62	4·48	4·35	4·22	4·11	4·00	3·89	3·79	3·70	3·61	3·53	3·45	3·37	3·30	3·23	51
52	4·95	4·79	4·64	4·51	4·38	4·26	4·14	4·03	3·93	3·83	3·74	3·65	3·57	3·49	3·42	3·35	52
53	5·13	4·97	4·81	4·67	4·54	4·42	4·29	4·18	4·08	3·98	3·88	3·79	3·70	3·62	3·54	3·47	53
54	5·32	5·15	4·99	4·85	4·71	4·58	4·45	4·34	4·23	4·12	4·02	3·93	3·84	3·76	3·67	3·60	54
55	5·52	5·34	5·18	5·03	4·88	4·75	4·62	4·50	4·39	4·28	4·18	4·08	3·99	3·90	3·81	3·73	55
56	5·73	5·55	5·38	5·22	5·07	4·93	4·80	4·67	4·55	4·44	4·34	4·23	4·14	4·05	3·96	3·87	56
57	5·95	5·76	5·59	5·42	5·27	5·12	4·98	4·85	4·73	4·61	4·50	4·40	4·30	4·20	4·11	4·02	57
58	6·18	5·99	5·81	5·63	5·47	5·32	5·18	5·04	4·92	4·79	4·68	4·57	4·47	4·37	4·27	4·18	58
59	6·43	6·23	6·04	5·86	5·69	5·54	5·39	5·25	5·11	4·99	4·87	4·75	4·64	4·54	4·44	4·35	59
60	6·69	6·48	6·28	6·10	5·92	5·76	5·61	5·46	5·32	5·19	5·06	4·95	4·83	4·73	4·62	4·53	60
Dec.	165° 00′ / 195° 00′	164° 30′ / 195° 30′	164° 00′ / 196° 00′	163° 30′ / 196° 30′	163° 00′ / 197° 00′	162° 30′ / 197° 30′	162° 00′ / 198° 00′	161° 30′ / 198° 30′	161° 00′ / 199° 00′	160° 30′ / 199° 30′	160° 00′ / 200° 00′	159° 30′ / 200° 30′	159° 00′ / 201° 00′	158° 30′ / 201° 30′	158° 00′ / 202° 00′	157° 30′ / 202° 30′	Dec.

HOUR ANGLE

B - Always named the **same** as Declination

B - Always named the **same** as Declination

B

TABLE A HOUR ANGLE

Lat. °	22° 30′	23° 00′	23° 30′	24° 00′	24° 30′	25° 00′	25° 30′	26° 00′	26° 30′	27° 00′	27° 30′	28° 00′	28° 30′	29° 00′	29° 30′	30° 00′	Lat. °
	337° 30′	337° 00′	336° 30′	336° 00′	335° 30′	335° 00′	334° 30′	334° 00′	333° 30′	333° 00′	332° 30′	332° 00′	331° 30′	331° 00′	330° 30′	330° 00′	
0	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	0
1	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·03	·03	·03	·03	·03	·03	·03	1
2	·08	·08	·08	·08	·08	·08	·07	·07	·07	·07	·07	·07	·06	·06	·06	·06	2
3	·13	·12	·12	·12	·12	·11	·11	·11	·11	·10	·10	·10	·10	·09	·09	·09	3
4	·17	·16	·16	·16	·15	·15	·15	·14	·14	·14	·13	·13	·13	·13	·12	·12	4
5	·21	·21	·20	·20	·19	·19	·18	·18	·18	·17	·17	·16	·16	·16	·16	·15	5
6	·25	·25	·24	·24	·23	·23	·22	·22	·21	·21	·20	·20	·19	·19	·19	·18	6
7	·30	·29	·28	·28	·27	·26	·26	·25	·25	·24	·24	·23	·23	·22	·22	·21	7
8	·34	·33	·32	·32	·31	·30	·29	·29	·28	·28	·27	·26	·26	·25	·25	·24	8
9	·38	·37	·36	·36	·35	·34	·33	·32	·32	·31	·30	·30	·29	·29	·28	·27	9
10	·43	·42	·41	·40	·39	·38	·37	·36	·35	·35	·34	·33	·33	·32	·31	·31	10
11	·47	·46	·45	·44	·43	·42	·41	·40	·39	·38	·37	·37	·36	·35	·34	·34	11
12	·51	·50	·49	·48	·47	·46	·45	·44	·43	·42	·41	·40	·39	·38	·38	·37	12
13	·56	·54	·53	·52	·51	·50	·48	·47	·46	·45	·44	·43	·43	·42	·41	·40	13
14	·60	·59	·57	·56	·55	·53	·52	·51	·50	·49	·48	·47	·46	·45	·44	·43	14
15	·65	·63	·62	·60	·59	·57	·56	·55	·54	·53	·51	·50	·49	·48	·47	·46	15
16	·69	·68	·66	·64	·63	·61	·60	·59	·58	·56	·55	·54	·53	·52	·51	·50	16
17	·74	·72	·70	·69	·67	·66	·64	·63	·61	·60	·59	·58	·56	·55	·54	·53	17
18	·78	·77	·75	·73	·71	·70	·68	·67	·65	·64	·62	·61	·60	·59	·57	·56	18
19	·83	·81	·79	·77	·76	·74	·72	·71	·69	·68	·66	·65	·63	·62	·61	·60	19
20	·88	·86	·84	·82	·80	·78	·76	·75	·73	·71	·70	·68	·67	·66	·64	·63	20
21	·93	·90	·88	·86	·84	·82	·81	·79	·77	·75	·74	·72	·71	·69	·68	·66	21
22	·97	·95	·93	·91	·89	·87	·85	·83	·81	·79	·78	·76	·74	·73	·71	·70	22
23	1·02	1·00	·98	·95	·93	·91	·89	·87	·85	·83	·82	·80	·78	·77	·75	·74	23
24	1·07	1·05	1·02	1·00	·98	·95	·93	·91	·89	·87	·86	·84	·82	·80	·79	·77	24
25	1·13	1·10	1·07	1·05	1·02	1·00	·98	·96	·94	·92	·90	·88	·86	·84	·82	·81	25
26	1·18	1·15	1·12	1·10	1·07	1·05	1·02	1·00	·98	·96	·94	·92	·90	·88	·86	·84	26
27	1·23	1·20	1·17	1·14	1·12	1·09	1·07	1·04	1·02	1·00	·98	·96	·94	·92	·90	·88	27
28	1·28	1·25	1·22	1·19	1·17	1·14	1·11	1·09	1·07	1·04	1·02	1·00	·98	·96	·94	·92	28
29	1·34	1·31	1·27	1·25	1·22	1·19	1·16	1·14	1·11	1·09	1·06	1·04	1·02	1·00	·98	·96	29
30	1·39	1·36	1·33	1·30	1·27	1·24	1·21	1·18	1·16	1·13	1·11	1·09	1·06	1·04	1·02	1·00	30
31	1·45	1·42	1·38	1·35	1·32	1·29	1·26	1·23	1·21	1·18	1·15	1·13	1·11	1·08	1·06	1·04	31
32	1·51	1·47	1·44	1·40	1·37	1·34	1·31	1·28	1·25	1·23	1·20	1·18	1·15	1·13	1·10	1·08	32
33	1·57	1·53	1·49	1·46	1·42	1·39	1·36	1·33	1·30	1·27	1·25	1·22	1·20	1·17	1·15	1·12	33
34	1·63	1·59	1·55	1·51	1·48	1·45	1·41	1·38	1·35	1·32	1·30	1·27	1·24	1·22	1·19	1·17	34
35	1·69	1·65	1·61	1·57	1·54	1·50	1·47	1·44	1·40	1·37	1·35	1·32	1·29	1·26	1·24	1·21	35
36	1·75	1·71	1·67	1·63	1·59	1·56	1·52	1·49	1·46	1·43	1·40	1·37	1·34	1·31	1·28	1·26	36
37	1·82	1·78	1·73	1·69	1·65	1·62	1·58	1·55	1·51	1·48	1·45	1·42	1·39	1·36	1·33	1·31	37
38	1·89	1·84	1·80	1·75	1·71	1·68	1·64	1·60	1·57	1·53	1·50	1·47	1·44	1·41	1·38	1·35	38
39	1·95	1·91	1·86	1·82	1·78	1·74	1·70	1·66	1·62	1·59	1·56	1·52	1·49	1·46	1·43	1·40	39
40	2·03	1·98	1·93	1·88	1·84	1·80	1·76	1·72	1·68	1·65	1·61	1·58	1·55	1·51	1·48	1·45	40
41	2·10	2·05	2·00	1·95	1·91	1·86	1·82	1·78	1·74	1·71	1·67	1·63	1·60	1·57	1·54	1·51	41
42	2·17	2·12	2·07	2·02	1·98	1·93	1·89	1·85	1·81	1·77	1·73	1·69	1·66	1·62	1·59	1·56	42
43	2·25	2·20	2·14	2·09	2·05	2·00	1·96	1·91	1·87	1·83	1·79	1·75	1·72	1·68	1·65	1·62	43
44	2·33	2·28	2·22	2·17	2·12	2·07	2·02	1·98	1·94	1·90	1·86	1·82	1·78	1·74	1·71	1·67	44
45	2·41	2·36	2·30	2·25	2·19	2·14	2·10	2·05	2·01	1·96	1·92	1·88	1·84	1·80	1·77	1·73	45
46	2·50	2·44	2·38	2·33	2·27	2·22	2·17	2·12	2·08	2·03	1·99	1·95	1·91	1·87	1·83	1·79	46
47	2·59	2·53	2·47	2·41	2·35	2·30	2·25	2·20	2·15	2·10	2·06	2·02	1·98	1·93	1·90	1·86	47
48	2·68	2·62	2·55	2·49	2·44	2·38	2·33	2·28	2·23	2·18	2·13	2·09	2·05	2·00	1·96	1·92	48
49	2·78	2·71	2·65	2·58	2·52	2·47	2·41	2·36	2·31	2·26	2·21	2·16	2·12	2·08	2·03	1·99	49
50	2·88	2·81	2·74	2·68	2·62	2·56	2·50	2·44	2·39	2·34	2·29	2·24	2·19	2·15	2·11	2·06	50
51	2·98	2·91	2·84	2·77	2·71	2·65	2·59	2·53	2·48	2·42	2·37	2·32	2·27	2·23	2·18	2·14	51
52	3·09	3·02	2·94	2·87	2·81	2·74	2·68	2·62	2·57	2·51	2·46	2·41	2·36	2·31	2·26	2·22	52
53	3·20	3·13	3·05	2·98	2·91	2·85	2·78	2·72	2·66	2·60	2·55	2·50	2·44	2·39	2·35	2·30	53
54	3·32	3·24	3·17	3·09	3·02	2·95	2·89	2·82	2·76	2·70	2·64	2·59	2·53	2·48	2·43	2·38	54
55	3·45	3·36	3·28	3·21	3·13	3·06	2·99	2·93	2·86	2·80	2·74	2·69	2·63	2·58	2·52	2·47	55
56	3·58	3·49	3·41	3·33	3·25	3·18	3·11	3·04	2·97	2·91	2·85	2·79	2·73	2·67	2·62	2·57	56
57	3·72	3·63	3·54	3·46	3·38	3·30	3·23	3·16	3·09	3·02	2·96	2·90	2·84	2·78	2·72	2·67	57
58	3·86	3·77	3·68	3·59	3·51	3·43	3·36	3·28	3·21	3·14	3·07	3·01	2·95	2·89	2·83	2·77	58
59	4·02	3·92	3·83	3·74	3·65	3·57	3·49	3·41	3·34	3·27	3·20	3·13	3·07	3·00	2·94	2·88	59
60	4·18	4·08	3·98	3·89	3·80	3·71	3·63	3·55	3·47	3·40	3·33	3·26	3·19	3·12	3·06	3·00	60
Lat.	157° 30′	157° 00′	156° 30′	156° 00′	155° 30′	155° 00′	154° 30′	154° 00′	153° 30′	153° 00′	152° 30′	152° 00′	151° 30′	151° 00′	150° 30′	150° 00′	Lat.
	202° 30′	203° 00′	203° 30′	204° 00′	204° 30′	205° 00′	205° 30′	206° 00′	206° 30′	207° 00′	207° 30′	208° 00′	208° 30′	209° 00′	209° 30′	210° 00′	

A

HOUR ANGLE

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

TABLE B HOUR ANGLE

Dec. °	22° 30′ 337° 30′	23° 00′ 337° 00′	23° 30′ 336° 30′	24° 00′ 336° 00′	24° 30′ 335° 30′	25° 00′ 335° 00′	25° 30′ 334° 30′	26° 00′ 334° 00′	26° 30′ 333° 30′	27° 00′ 333° 00′	27° 30′ 332° 30′	28° 00′ 332° 00′	28° 30′ 331° 30′	29° 00′ 331° 00′	29° 30′ 330° 30′	30° 00′ 330° 00′	Dec. °
0	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	0
1	·05	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·03	1
2	·09	·09	·09	·09	·08	·08	·08	·08	·08	·08	·08	·07	·07	·07	·07	·07	2
3	·14	·13	·13	·13	·13	·12	·12	·12	·12	·12	·11	·11	·11	11	·11	·10	3
4	·18	·18	·18	·17	·17	·17	·16	·16	·16	·15	·15	·15	·15	·14	·14	·14	4
5	·23	·22	·22	·22	·21	·21	·20	·20	·20	·19	·19	·19	·18	·18	·18	·17	5
6	·27	·27	·26	·26	·25	·25	·24	·24	·24	·23	·23	·22	·22	·22	·21	·21	6
7	·32	·31	·31	·30	·30	·29	·29	·28	·28	·27	·27	·26	·26	·25	·25	·25	7
8	·37	·36	·35	·35	·34	·33	·33	·32	·31	·31	·30	·30	·29	·29	·29	·28	8
9	·41	·41	·40	·39	·38	·37	·37	·36	·35	·35	·34	·34	·33	·33	·32	·32	9
10	·46	·45	·44	·43	·43	·42	·41	·40	·40	·39	·38	·38	37	·36	·36	·35	10
11	·51	·50	·49	·48	·47	·46	·45	·44	·44	·43	·42	·41	·41	·40	·39	·39	11
12	·56	·54	·53	·52	·51	·50	·49	·48	·48	·47	·46	·45	·45	·44	·43	·43	12
13	·60	·59	·58	·57	·56	·55	·54	·53	·52	·51	·50	·49	·48	·48	·47	·46	13
14	·65	64	·63	·61	·60	·59	·58	·57	·56	·55	·54	·53	·52	·51	·51	·50	14
15	·70	·69	·67	·66	65	·63	·62	·61	·60	·59	·58	·57	·56	·55	·54	·54	15
16	·75	·73	·72	·71	·69	·68	·67	·65	·64	·63	·62	·61	·60	·59	·58	·57	16
17	·80	·78	·77	·75	·74	·72	·71	·70	·69	·67	·66	·65	·64	·63	·62	·61	17
18	·85	·83	·81	·80	·78	·77	·75	·74	·73	·72	·70	·69	·68	·67	·66	·65	18
19	·90	·88	·86	·85	·83	·81	·80	·79	·77	·76	·75	·73	·72	·71	·70	·69	19
20	·95	·93	·91	·89	·88	·86	·85	·83	·82	·80	·79	·78	·76	·75	·74	·73	20
21	1·00	·98	·96	·94	·93	·91	·89	·88	·86	·85	·83	·82	·80	·79	·78	·77	21
22	1·06	1·03	1·01	·99	·97	·96	·94	·92	·91	·89	·87	·86	·85	·83	·82	·81	22
23	1·11	1·09	1·06	1·04	1·02	1·00	·99	·97	·95	·93	·92	·90	·89	·88	·86	·85	23
24	1·16	1·14	1·12	1·09	1·07	1·05	1·03	1·02	1·00	·98	·96	·95	·93	·92	·90	·89	24
25	1·22	1·19	1·17	1·15	1·12	1·10	1·08	1·06	1·05	1·03	1·01	·99	·98	·96	·95	·93	25
26	1·27	1·25	1·22	1·20	1·18	1·15	1·13	1·11	1·09	1·07	1·06	1·04	1·02	1·01	·99	·98	26
27	1·33	1·30	1·28	1·25	1·23	1·21	1·18	1·16	1·14	1·12	1·10	1·09	1·07	1·05	1·03	1·02	27
28	1·39	1·36	1·33	1·31	1·28	1·26	1·24	1·21	1·19	1·17	1·15	1·13	1·11	1·10	1·08	1·06	28
29	1·45	1·42	1·39	1·36	1·34	1·31	1·29	1·26	1·24	1·22	1·20	1·18	1·16	1·14	1·13	1·11	29
30	1·51	1·48	1·45	1·42	1·39	1·37	1·34	1·32	1·29	1·27	1·25	1·23	1·21	1·19	1·17	1·15	30
31	1·57	1·54	1·51	1·48	1·45	1·42	1·40	1·37	1·35	1·32	1·30	1·28	1·26	1·24	1·22	1·20	31
32	1·63	1·60	1·57	1·54	1·51	1·48	1·45	1·43	1·40	1·38	1·35	1·33	1·31	1·29	1·27	1·25	32
33	1·70	1·66	1·63	1·60	1·57	1·54	1·51	1·48	1·46	1·43	1·41	1·38	1·36	1·34	1·32	1·30	33
34	1·76	1·73	1·69	1·66	1·63	1·60	1·57	1·54	1·51	1·49	1·46	1·44	1·41	1·39	1·37	1·35	34
35	1·83	1·79	1·76	1·72	1·69	1·66	1·63	1·60	1·57	1·54	1·52	1·49	1·47	1·44	1·42	1·40	35
36	1·90	1·86	1·82	1·79	1·75	1·72	1·69	1·66	1·63	1·60	1·57	1·55	1·52	1·50	1·48	1·45	36
37	1·97	1·93	1·89	1·85	1·82	1·78	1·75	1·72	1·69	1·66	1·63	1·61	1·58	1·55	1·53	1·51	37
38	2·04	2·00	1·96	1·92	1·88	1·85	1·81	1·78	1·75	1·72	1·69	1·66	1·64	1·61	1·59	1·56	38
39	2·12	2·07	2·03	1·99	1·95	1·92	1·88	1·85	1·81	1·78	1·75	1·72	1·70	1·67	1·64	1·62	39
40	2·19	2·15	2·10	2·06	2·02	1·99	1·95	1·91	1·88	1·85	1·82	1·79	1·76	1·73	1·70	1·68	40
41	2·27	2·22	2·18	2·14	2·10	2·06	2·02	1·98	1·95	1·91	1·88	1·85	1·82	1·79	1·77	1·74	41
42	2·35	2·30	2·26	2·21	2·17	2·13	2·09	2·05	2·02	1·98	1·95	1·92	1·89	1·86	1·83	1·80	42
43	2·44	2·39	2·34	2·29	2·25	2·21	2·17	2·13	2·09	2·05	2·02	1·99	1·95	1·92	1·89	1·87	43
44	2·52	2·47	2·42	2·37	2·33	2·29	2·24	2·20	2·16	2·13	2·09	2·06	2·02	1·99	1·96	1·93	44
45	2·61	2·56	2·51	2·46	2·41	2·37	2·32	2·28	2·24	2·20	2·17	2·13	2·10	2·06	2·03	2·00	45
46	2·71	2·65	2·60	2·55	2·50	2·45	2·41	2·36	2·32	2·28	2·24	2·21	2·17	2·14	2·10	2·07	46
47	2·80	2·74	2·69	2·64	2·59	2·54	2·49	2·45	2·40	2·36	2·32	2·28	2·25	2·21	2·18	2·14	47
48	2·90	2·84	2·79	2·73	2·68	2·63	2·58	2·53	2·49	2·45	2·41	2·37	2·33	2·29	2·26	2·22	48
49	3·01	2·94	2·88	2·83	2·77	2·72	2·67	2·62	2·58	2·53	2·49	2·45	2·41	2·37	2·34	2·30	49
50	3·11	3·05	2·99	2·93	2·87	2·82	2·77	2·72	2·67	2·63	2·58	2·54	2·50	2·46	2·42	2·38	50
51	3·23	3·16	3·10	3·04	2·98	2·92	2·87	2·82	2·77	2·72	2·67	2·63	2·59	2·55	2·51	2·47	51
52	3·35	3·28	3·21	3·15	3·09	3·03	2·97	2·92	2·87	2·82	2·77	2·73	2·68	2·64	2·60	2·56	52
53	3·47	3·40	3·33	3·26	3·20	3·14	3·08	3·03	2·97	2·92	2·87	2·83	2·78	2·74	2·69	2·65	53
54	3·60	3·52	3·45	3·38	3·32	3·26	3·20	3·14	3·08	3·03	2·98	2·93	2·88	2·84	2·80	2·75	54
55	3·73	3·66	3·58	3·51	3·44	3·38	3·32	3·26	3·20	3·15	3·09	3·04	2·99	2·95	2·90	2·86	55
56	3·87	3·79	3·72	3·65	3·58	3·51	3·44	3·38	3·32	3·27	3·21	3·16	3·11	3·06	3·01	2·97	56
57	4·02	3·94	3·86	3·79	3·71	3·64	3·58	3·51	3·45	3·39	3·34	3·28	3·23	3·18	3·13	3·08	57
58	4·18	4·10	4·01	3·93	3·86	3·79	3·72	3·65	3·59	3·53	3·47	3·41	3·35	3·30	3·25	3·20	58
59	4·35	4·26	4·17	4·09	4·01	3·94	3·87	3·80	3·73	3·67	3·60	3·55	3·49	3·43	3·38	3·33	59
60	4·53	4·43	4·34	4·26	4·18	4·10	4·02	3·95	3·88	3·82	3·75	3·69	3·63	3·57	3·52	3·46	60
Dec.	157° 30′ 202° 30′	157° 00′ 203° 00′	156° 30′ 203° 30′	156° 00′ 204° 00′	155° 30′ 204° 30′	155° 00′ 205° 00′	154° 30′ 205° 30′	154° 00′ 206° 00′	153° 30′ 206° 30′	153° 00′ 207° 00′	152° 30′ 207° 30′	152° 00′ 208° 00′	151° 30′ 208° 30′	151° 00′ 209° 00′	150° 30′ 209° 30′	150° 00′ 210° 00′	Dec.

HOUR ANGLE

B

B · Always named the same as Declination

B · Always named the same as Declination

TABLE A HOUR ANGLE

Lat. °	30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°	41°	42°	43°	44°	45°	Lat. °
	330°	329°	328°	327°	326°	325°	324°	323°	322°	321°	320°	319°	318°	317°	316°	315°	
0	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	0
1	·03	·03	·03	·03	·03	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	1
2	·06	·06	·06	·05	·05	·05	·05	·05	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	2
3	·09	·09	·08	·08	·08	·07	·07	·07	·07	·06	·06	·06	·06	·06	·05	·05	3
4	·12	·12	·11	·11	·10	·10	·10	·09	·09	·09	·08	·08	·08	·07	·07	·07	4
5	·15	·15	·14	·13	·13	·12	·12	·12	·11	·11	·10	·10	·10	·09	·09	·09	5
6	·18	·17	·17	·16	·16	·15	·14	·14	·13	·13	·13	·12	·12	·11	·11	·11	6
7	·21	·20	·20	·19	·18	·18	·17	·16	·16	·15	·15	·14	·14	·13	·13	·12	7
8	·24	·23	·22	·22	·21	·20	·19	·19	·18	·17	·17	·16	·16	·15	·15	·14	8
9	·27	·26	·25	·24	·23	·23	·22	·21	·20	·20	·19	·18	·18	·17	·16	·16	9
10	·31	·29	·28	·27	·26	·25	·24	·23	·23	·22	·21	·20	·20	·19	·18	·18	10
11	·34	·32	·31	·30	·29	·28	·27	·26	·25	·24	·23	·22	·22	·21	·20	·19	11
12	·37	·35	·34	·33	·32	·30	·29	·28	·27	·26	·25	·24	·24	·23	·22	·21	12
13	·40	·38	·37	·36	·34	·33	·32	·31	·30	·29	·28	·27	·26	·25	·24	·23	13
14	·43	·41	·40	·38	·37	·36	·34	·33	·32	·31	·30	·29	·27	·27	·26	·25	14
15	·46	·45	·43	·41	·40	·38	·37	·36	·34	·33	·32	·31	·30	·29	·28	·27	15
16	·50	·48	·46	·44	·43	·41	·39	·38	·37	·35	·34	·33	·32	·31	·30	·29	16
17	·53	·51	·49	·47	·45	·44	·42	·41	·39	·38	·36	·35	·34	·33	·32	·31	17
18	·56	·54	·52	·50	·48	·46	·45	·43	·42	·40	·39	·37	·36	·35	·34	·32	18
19	·60	·57	·55	·53	·51	·49	·47	·46	·44	·43	·41	·40	·38	·37	·36	·34	19
20	·63	·61	·58	·56	·54	·52	·50	·48	·47	·45	·43	·42	·40	·39	·38	·36	20
21	·66	·64	·61	·59	·57	·55	·53	·51	·49	·47	·46	·44	·43	·41	·40	·38	21
22	·70	·67	·65	·62	·60	·58	·56	·54	·52	·50	·48	·46	·45	·43	·42	·40	22
23	·74	·71	·68	·65	·63	·61	·58	·56	·54	·52	·51	·49	·47	·45	·44	·42	23
24	·77	·74	·71	·69	·66	·64	·61	·59	·57	·55	·53	·51	·49	·48	·46	·45	24
25	·81	·78	·75	·72	·69	·67	·64	·62	·60	·58	·56	·54	·52	·50	·48	·47	25
26	·84	·81	·78	·75	·72	·70	·67	·65	·62	·60	·58	·56	·54	·52	·51	·49	26
27	·88	·85	·82	·78	·76	·73	·70	·68	·65	·63	·61	·59	·57	·55	·53	·51	27
28	·92	·88	·85	·82	·79	·76	·73	·71	·68	·66	·63	·61	·59	·57	·55	·53	28
29	·96	·92	·89	·85	·82	·79	·76	·74	·71	·68	·66	·64	·62	·59	·57	·55	29
30	1·00	·96	·92	·89	·86	·82	·79	·77	·74	·71	·69	·66	·64	·62	·60	·58	30
31	1·04	1·00	·96	·93	·89	·86	·83	·80	·77	·74	·72	·69	·67	·64	·62	·60	31
32	1·08	1·04	1·00	·96	·93	·89	·86	·83	·80	·77	·74	·72	·69	·67	·65	·62	32
33	1·12	1·08	1·04	1·00	·96	·93	·89	·86	·83	·80	·77	·75	·72	·70	·67	·65	33
34	1·17	1·12	1·08	1·04	1·00	·96	·93	·90	·86	·83	·80	·78	·75	·72	·70	·67	34
35	1·21	1·17	1·12	1·08	1·04	1·00	·96	·93	·90	·86	·83	·81	·78	·75	·73	·70	35
36	1·26	1·21	1·16	1·12	1·08	1·04	1·00	·96	·93	·90	·87	·84	·81	·78	·75	·73	36
37	1·31	1·25	1·21	1·16	1·12	1·08	1·04	1·00	·96	·93	·90	·87	·84	·81	·78	·75	37
38	1·35	1·30	1·25	1·20	1·16	1·12	1·08	1·04	1·00	·96	·93	·90	·87	·84	·81	·78	38
39	1·40	1·35	1·30	1·25	1·20	1·16	1·11	1·07	1·04	1·00	·97	·93	·90	·87	·84	·81	39
40	1·45	1·40	1·34	1·29	1·24	1·20	1·15	1·11	1·07	1·04	1·00	·97	·93	·90	·87	·84	40
41	1·51	1·45	1·39	1·34	1·29	1·24	1·20	1·15	1·11	1·07	1·04	1·00	·97	·93	·90	·87	41
42	1·56	1·50	1·44	1·39	1·33	1·29	1·24	1·19	1·15	1·11	1·07	1·04	1·00	·97	·93	·90	42
43	1·62	1·55	1·49	1·44	1·38	1·33	1·28	1·24	1·19	1·15	1·11	1·07	1·04	1·00	·97	·93	43
44	1·67	1·61	1·55	1·49	1·43	1·38	1·33	1·28	1·24	1·19	1·15	1·11	1·07	1·04	1·00	·97	44
45	1·73	1·66	1·60	1·54	1·48	1·43	1·38	1·33	1·28	1·23	1·19	1·15	1·11	1·07	1·04	1·00	45
46	1·79	1·72	1·66	1·59	1·54	1·48	1·43	1·37	1·33	1·28	1·23	1·19	1·15	1·11	1·07	1·04	46
47	1·86	1·78	1·72	1·65	1·59	1·53	1·48	1·42	1·37	1·32	1·28	1·23	1·19	1·15	1·11	1·07	47
48	1·92	1·85	1·78	1·71	1·65	1·59	1·53	1·47	1·42	1·37	1·32	1·28	1·23	1·19	1·15	1·11	48
49	1·99	1·91	1·84	1·77	1·71	1·64	1·58	1·53	1·47	1·42	1·37	1·32	1·28	1·23	1·19	1·15	49
50	2·06	1·98	1·91	1·84	1·77	1·70	1·64	1·58	1·53	1·47	1·42	1·37	1·32	1·28	1·23	1·19	50
51	2·14	2·06	1·98	1·90	1·83	1·76	1·70	1·64	1·58	1·52	1·47	1·42	1·37	1·32	1·28	1·23	51
52	2·22	2·13	2·05	1·97	1·90	1·83	1·76	1·70	1·64	1·58	1·52	1·47	1·42	1·37	1·33	1·28	52
53	2·30	2·21	2·12	2·04	1·97	1·90	1·83	1·76	1·70	1·64	1·58	1·52	1·47	1·42	1·37	1·33	53
54	2·38	2·29	2·20	2·12	2·04	1·97	1·89	1·83	1·76	1·70	1·64	1·58	1·53	1·48	1·43	1·38	54
55	2·47	2·38	2·29	2·20	2·12	2·04	1·97	1·90	1·83	1·76	1·70	1·64	1·59	1·53	1·48	1·43	55
56	2·57	2·47	2·37	2·28	2·20	2·12	2·04	1·97	1·90	1·83	1·77	1·71	1·65	1·59	1·54	1·48	56
57	2·67	2·56	2·46	2·37	2·28	2·20	2·12	2·04	1·97	1·90	1·84	1·77	1·71	1·65	1·59	1·54	57
58	2·77	2·66	2·56	2·46	2·37	2·29	2·20	2·12	2·05	1·98	1·91	1·84	1·78	1·72	1·66	1·60	58
59	2·88	2·77	2·66	2·56	2·47	2·38	2·29	2·21	2·13	2·06	1·98	1·91	1·85	1·78	1·72	1·66	59
60	3·00	2·88	2·77	2·67	2·57	2·47	2·38	2·30	2·22	2·14	2·06	1·99	1·92	1·86	1·79	1·73	60
Lat.	150°	149°	148°	147°	146°	145°	144°	143°	142°	141°	140°	139°	138°	137°	136°	135°	Lat.
	210°	211°	212°	213°	214°	215°	216°	217°	218°	219°	220°	221°	222°	223°	224°	225°	

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

A

HOUR ANGLE

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

TABLE B HOUR ANGLE

Dec. °	30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°	41°	42°	43°	44°	45°	Dec. °
	330°	329°	328°	327°	326°	325°	324°	323°	322°	321°	320°	319°	318°	317°	316°	315°	
0	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	0
1	·03	·03	·03	·03	·03	·03	·03	·03	·03	·03	·03	·03	·03	·03	·03	·02	1
2	·07	·07	·07	·06	·06	·06	·06	·06	·06	·06	·05	·05	·05	·05	·05	·05	2
3	·10	·10	·10	·10	·09	·09	·09	·09	·09	·08	·08	·08	·08	·08	·08	·07	3
4	·14	·14	·13	·13	·13	·12	·12	·12	·11	·11	·11	·11	·10	·10	·10	·10	4
5	·17	·17	·17	·16	·16	·15	·15	·15	·14	·14	·14	·13	·13	·13	·13	·12	5
6	·21	·20	·20	·19	·19	·18	·18	·17	·17	·17	·16	·16	·16	·15	·15	·15	6
7	·25	·24	·23	·23	·22	·21	·21	·20	·20	·20	·19	·19	·18	·18	·18	·17	7
8	·28	·27	·27	·26	·25	·25	·24	·23	·23	·22	·22	·21	·21	·21	·20	·20	8
9	·32	·31	·30	·29	·28	·28	·27	·26	·26	·25	·25	·24	·24	·23	·23	·22	9
10	·35	·34	·33	·32	·32	·31	·30	·29	·29	·28	·27	·27	·26	·26	·25	·25	10
11	·39	·38	·37	·36	·35	·34	·33	·32	·32	·31	·30	·30	·29	·29	28	·27	11
12	·43	·41	·40	·39	·38	·37	·36	·35	·35	·34	·33	·32	·32	·31	·31	·30	12
13	·46	·45	·44	·42	·41	·40	·39	·38	·37	·37	·36	·35	·35	·34	·33	·33	13
14	·50	·48	·47	·46	·45	·43	·42	·41	·40	·40	·39	·38	·37	·37	·36	·35	14
15	·54	·52	·51	·49	·48	·47	·46	·45	·44	·43	·42	·41	·40	·39	·39	·38	15
16	·57	·56	·54	·53	·51	·50	·49	·48	·47	·46	·45	·44	·43	·42	·41	·41	16
17	·61	·59	·58	·56	·55	·53	·52	·51	·50	·49	·48	·47	·46	·45	·44	·43	17
18	·65	·63	·61	·60	·58	·57	·55	·54	·53	·52	·51	·50	·49	·48	·47	·46	18
19	·69	·67	·65	·63	·62	·60	·59	·57	·56	·55	·54	·52	·51	·50	·50	·49	19
20	·73	·71	·69	·67	·65	·63	·62	·60	·59	·58	·57	·55	·54	·53	·52	·51	20
21	·77	·75	·73	·70	·69	·67	·65	·64	·62	·61	·60	·59	·57	·56	·55	·54	21
22	·81	·78	·76	·74	·72	·70	·69	·67	·66	·64	·63	·62	·60	·59	·58	·57	22
23	·85	·82	·80	·78	·76	·74	·72	·71	·69	·67	·66	·65	·63	·62	·61	·60	23
24	·89	·86	·84	·82	·80	·78	·76	·74	·72	·71	·69	·68	·67	·65	·64	·63	24
25	·93	·91	·88	·86	·83	·81	·79	·77	·76	·74	·73	·71	·70	·68	·67	·66	25
26	·98	·95	·92	·90	·87	·85	·83	·81	·79	·78	·76	·74	·73	·72	·70	·69	26
27	1·02	·99	·96	·94	·91	·89	·87	·85	·83	·81	·79	·78	·76	·75	·73	·72	27
28	1·06	1·03	1·00	·98	·95	·93	·90	·88	·86	·84	·83	·81	·79	·78	·77	·75	28
29	1·11	1·08	1·05	1·02	·99	·97	·94	·92	·90	·88	·86	·84	·83	·81	·80	·78	29
30	1·15	1·12	1·09	1·06	1·03	1·01	·98	·96	·94	·92	·90	·88	·86	·85	·83	·82	30
31	1·20	1·17	1·13	1·10	1·07	1·05	1·02	1·00	·98	·95	·93	·92	·90	·88	·87	·85	31
32	1·25	1·21	1·18	1·15	1·12	1·09	1·06	1·04	1·01	·99	·97	·95	·93	·92	·90	·88	32
33	1·30	1·26	1·23	1·19	1·16	1·13	1·11	1·08	1·05	1·03	1·01	·99	·97	·95	·93	·92	33
34	1·35	1·31	1·27	1·24	1·21	1·18	1·15	1·12	1·10	1·07	1·05	1·03	1·01	·99	·97	·96	34
35	1·40	1·36	1·32	1·29	1·25	1·22	1·19	1·16	1·14	1·11	1·09	1·07	1·05	1·03	1·01	·99	35
36	1·45	1·41	1·37	1·33	1·30	1·27	1·24	1·21	1·18	1·15	1·13	1·11	1·09	1·07	1·05	1·03	36
37	1·51	1·46	1·42	1·38	1·35	1·31	1·28	1·25	1·22	1·20	1·17	1·15	1·13	1·10	1·08	1·07	37
38	1·56	1·52	1·47	1·43	1·40	1·36	1·33	1·30	1·27	1·24	1·22	1·19	1·17	1·15	1·12	1·11	38
39	1·62	1·57	1·53	1·49	1·45	1·41	1·38	1·35	1·32	1·29	1·26	1·23	1·21	1·19	1·17	1·15	39
40	1·68	1·63	1·58	1·54	1·50	1·46	1·43	1·39	1·36	1·33	1·31	1·28	1·25	1·23	1·21	1·19	40
41	1·74	1·69	1·64	1·60	1·55	1·52	1·48	1·44	1·41	1·38	1·35	1·33	1·30	1·27	1·25	1·23	41
42	1·80	1·75	1·70	1·65	1·61	1·57	1·53	1·50	1·46	1·43	1·40	1·37	1·35	1·32	1·30	1·28	42
43	1·87	1·81	1·76	1·71	1·67	1·63	1·59	1·55	1·51	1·48	1·45	1·42	1·39	1·37	1·34	1·32	43
44	1·93	1·87	1·82	1·77	1·73	1·68	1·64	1·60	1·57	1·53	1·50	1·47	1·44	1·42	1·39	1·37	44
45	2·00	1·94	1·89	1·84	1·79	1·74	1·70	1·66	1·62	1·59	1·56	1·52	1·49	1·47	1·44	1·41	45
46	2·07	2·01	1·95	1·90	1·85	1·81	1·76	1·72	1·68	1·65	1·61	1·58	1·55	1·52	1·49	1·47	46
47	2·14	2·08	2·02	1·97	1·92	1·87	1·82	1·78	1·74	1·70	1·67	1·63	1·60	1·57	1·54	1·52	47
48	2·22	2·16	2·10	2·04	1·99	1·94	1·89	1·85	1·80	1·76	1·73	1·69	1·66	1·63	1·60	1·57	48
49	2·30	2·23	2·17	2·11	2·06	2·01	1·95	1·91	1·87	1·83	1·79	1·75	1·72	1·68	1·66	1·63	49
50	2·38	2·31	2·25	2·19	2·13	2·08	2·03	1·98	1·94	1·89	1·85	1·82	1·78	1·75	1·72	1·69	50
51	2·47	2·40	2·33	2·27	2·21	2·15	2·10	2·05	2·01	1·96	1·92	1·88	1·85	1·81	1·78	1·75	51
52	2·56	2·49	2·42	2·35	2·29	2·23	2·18	2·13	2·08	2·03	1·99	1·95	1·91	1·88	1·84	1·81	52
53	2·65	2·58	2·50	2·44	2·37	2·31	2·26	2·21	2·16	2·11	2·06	2·02	1·98	1·95	1·91	1·88	53
54	2·75	2·67	2·60	2·53	2·46	2·40	2·34	2·29	2·24	2·19	2·14	2·10	2·06	2·02	1·98	1·95	54
55	2·86	2·77	2·70	2·62	2·55	2·49	2·43	2·37	2·32	2·27	2·22	2·18	2·13	2·09	2·06	2·02	55
56	2·97	2·88	2·80	2·72	2·65	2·58	2·52	2·46	2·41	2·36	2·31	2·26	2·22	2·17	2·13	2·10	56
57	3·08	2·99	2·91	2·83	2·75	2·68	2·62	2·56	2·50	2·45	2·40	2·35	2·30	2·26	2·22	2·18	57
58	3·20	3·11	3·02	2·94	2·86	2·79	2·72	2·66	2·60	2·54	2·49	2·44	2·39	2·35	2·30	2·27	58
59	3·33	3·23	3·14	3·06	2·98	2·90	2·83	2·77	2·70	2·64	2·59	2·54	2·49	2·44	2·40	2·36	59
60	3·46	3·36	3·27	3·18	3·10	3·02	2·95	2·88	2·81	2·75	2·69	2·64	2·59	2·54	2·49	2·45	60
Dec.	150°	149°	148°	147°	146°	145°	144°	143°	142°	141°	140°	139°	138°	137°	136°	135°	Dec.
	210°	211°	212°	213°	214°	215°	216°	217°	218°	219°	220°	221°	222°	223°	224°	225°	

HOUR ANGLE

B

B - Always named the **same** as Declination

B - Always named the **same** as Declination

TABLE A HOUR ANGLE

Lat. °	45° 315°	46° 314°	47° 313°	48° 312°	49° 311°	50° 310°	51° 309°	52° 308°	53° 307°	54° 306°	55° 305°	56° 304°	57° 303°	58° 302°	59° 301°	60° 300°	Lat. °
0	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	0
1	·02	·02	·02	·02	·02	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	1
2	·03	·03	·03	·03	·03	·03	·03	·03	·03	·03	·02	·02	·02	·02	·02	·02	2
3	·05	·05	·05	·05	·05	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·03	·03	·03	·03	3
4	·07	·07	·07	·06	·06	·06	·06	·05	·05	·05	·05	·05	·05	·04	·04	·04	4
5	·09	·08	·08	·08	·08	·07	·07	·07	·07	·06	·06	·06	·06	·05	·05	·05	5
6	·11	·10	·10	·09	·09	·09	·09	·08	·08	·08	·07	·07	·07	·07	·06	·06	6
7	·12	·12	·11	·11	·11	·10	·10	·10	·09	·09	·09	·08	·08	·08	·07	·07	7
8	·14	·14	·13	·13	·12	·12	·11	·11	·11	·10	·10	·09	·09	·09	·08	·08	8
9	·16	·15	·15	·14	·14	·13	·13	·12	·12	·12	·11	·11	·10	·10	·10	·09	9
10	·18	·17	·16	·16	·15	·15	·14	·14	·13	·13	·12	·12	·11	·11	·11	·10	10
11	·19	·19	·18	·18	·17	·16	·16	·15	·15	·14	·14	·13	·13	·12	·12	·11	11
12	·21	·21	·20	·19	·18	·18	·17	·17	·16	·15	·15	·14	·14	·13	·13	·12	12
13	·23	·22	·22	·21	·20	·19	·19	·18	·17	·17	·16	·16	·15	·14	·14	·13	13
14	·25	·24	·23	·22	·22	·21	·20	·19	·19	·18	·17	·17	·16	·16	·15	·14	14
15	·27	·26	·25	·24	·23	·22	·22	·21	·20	·19	·19	·18	·17	·17	·16	·15	15
16	·29	·28	·27	·26	·25	·24	·23	·22	·22	·21	·20	·19	·19	·18	·17	·17	16
17	·31	·30	·29	·28	·27	·26	·25	·24	·23	·22	·21	·21	·20	·19	·18	·18	17
18	·32	·31	·30	·29	·28	·27	·26	·25	·24	·24	·23	·22	·21	·20	·20	·19	18
19	·34	·33	·32	·31	·30	·29	·28	·27	·26	·25	·24	·23	·22	·22	·21	·20	19
20	·36	·35	·34	·33	·32	·31	·29	·28	·27	·26	·25	·25	·24	·23	·22	·21	20
21	·38	·37	·36	·35	·33	·32	·31	·30	·29	·28	·27	·26	·25	·24	·23	·22	21
22	·40	·39	·38	·36	·35	·34	·33	·32	·30	·29	·28	·27	·26	·25	·24	·23	22
23	·42	·41	·40	·38	·37	·36	·34	·33	·32	·31	·30	·29	·28	·27	·26	·25	23
24	·45	·43	·42	·40	·39	·37	·36	·35	·34	·32	·31	·30	·29	·28	·27	·26	24
25	·47	·45	·44	·42	·41	·39	·38	·36	·35	·34	·33	·31	·30	·29	·28	·27	25
26	·49	·47	·46	·44	·42	·41	·39	·38	·37	·35	·34	·33	·32	·30	·29	·28	26
27	·51	·49	·48	·46	·44	·43	·41	·40	·38	·37	·36	·34	·33	·32	·31	·29	27
28	·53	·51	·50	·48	·46	·45	·43	·42	·40	·39	·37	·36	·35	·33	·32	·31	28
29	·55	·54	·52	·50	·48	·47	·45	·43	·42	·40	·39	·37	·36	·35	·33	·32	29
30	·58	·56	·54	·52	·50	·48	·47	·45	·44	·42	·40	·39	·37	·36	·35	·33	30
31	·60	·58	·56	·54	·52	·50	·49	·47	·45	·44	·42	·40	·39	·38	·36	·35	31
32	·62	·60	·58	·56	·54	·52	·51	·49	·47	·45	·44	·42	·41	·39	·38	·36	32
33	·65	·63	·61	·58	·56	·55	·53	·51	·49	·47	·45	·44	·42	·41	·39	·37	33
34	·67	·65	·63	·61	·59	·57	·55	·53	·51	·49	·47	·46	·44	·42	·41	·39	34
35	·70	·68	·65	·63	·61	·59	·57	·55	·53	·51	·49	·47	·45	·44	·42	·40	35
36	·73	·70	·68	·65	·63	·61	·59	·57	·55	·53	·51	·49	·47	·45	·44	·42	36
37	·75	·73	·70	·68	·66	·63	·61	·59	·57	·55	·53	·51	·49	·47	·45	·44	37
38	·78	·75	·73	·70	·68	·66	·63	·61	·59	·57	·55	·53	·51	·49	·47	·45	38
39	·81	·78	·76	·73	·70	·68	·66	·63	·61	·59	·57	·55	·53	·51	·49	·47	39
40	·84	·81	·78	·76	·73	·70	·68	·66	·63	·61	·59	·57	·55	·52	·50	·48	40
41	·87	·84	·81	·78	·76	·73	·70	·68	·66	·63	·61	·59	·56	·54	·52	·50	41
42	·90	·87	·84	·81	·78	·76	·73	·70	·68	·65	·63	·61	·58	·56	·54	·52	42
43	·93	·90	·87	·84	·81	·78	·76	·73	·70	·68	·65	·63	·61	·58	·56	·54	43
44	·97	·93	·90	·87	·84	·81	·78	·75	·73	·70	·68	·65	·63	·60	·58	·56	44
45	1·00	·97	·93	·90	·87	·84	·81	·78	·75	·73	·70	·68	·65	·63	·60	·58	45
46	1·04	1·00	·97	·93	·90	·87	·84	·81	·78	·75	·73	·70	·67	·65	·62	·60	46
47	1·07	1·04	1·00	·97	·93	·90	·87	·84	·81	·78	·75	·72	·70	·67	·64	·62	47
48	1·11	1·07	1·04	1·00	·97	·93	·90	·87	·84	·81	·78	·75	·72	·69	·67	·64	48
49	1·15	1·11	1·07	1·04	1·00	·97	·93	·90	·87	·84	·81	·78	·75	·72	·69	·66	49
50	1·19	1·15	1·11	1·07	1·04	1·00	·97	·93	·90	·87	·83	·80	·77	·75	·72	·69	50
51	1·23	1·19	1·15	1·11	1·07	1·04	1·00	·97	·93	·90	·86	·83	·80	·77	·74	·71	51
52	1·28	1·24	1·19	1·15	1·11	1·07	1·04	1·00	·96	·93	·90	·86	·83	·80	·77	·74	52
53	1·33	1·28	1·24	1·19	1·15	1·11	1·07	1·04	1·00	·96	·93	·90	·86	·83	·80	·77	53
54	1·38	1·33	1·28	1·24	1·20	1·15	1·11	1·08	1·04	1·00	·96	·93	·89	·86	·83	·79	54
55	1·43	1·38	1·33	1·29	1·24	1·20	1·16	1·12	1·08	1·04	1·00	·96	·93	·89	·86	·82	55
56	1·48	1·43	1·38	1·34	1·29	1·24	1·20	1·16	1·12	1·08	1·04	1·00	·96	·93	·89	·86	56
57	1·54	1·49	1·44	1·39	1·34	1·29	1·25	1·20	1·16	1·12	1·08	1·04	1·00	·96	·93	·89	57
58	1·60	1·55	1·49	1·44	1·39	1·34	1·30	1·25	1·21	1·16	1·12	1·08	1·04	1·00	·96	·92	58
59	1·66	1·61	1·55	1·50	1·45	1·40	1·35	1·30	1·25	1·21	1·17	1·12	1·08	1·04	1·00	·96	59
60	1·73	1·67	1·62	1·56	1·51	1·45	1·40	1·35	1·31	1·26	1·21	1·17	1·12	1·08	1·04	1·00	60
Lat.	135° 225°	134° 226°	133° 227°	132° 228°	131° 229°	130° 230°	129° 231°	128° 232°	127° 233°	126° 234°	125° 235°	124° 236°	123° 237°	122° 238°	121° 239°	120° 240°	Lat.

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

A HOUR ANGLE

TABLE B HOUR ANGLE

Dec. °	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°	54°	55°	56°	57°	58°	59°	60°	Dec. °
	315°	314°	313°	312°	311°	310°	309°	308°	307°	306°	305°	304°	303°	302°	301°	300°	
0	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	0
1	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	1
2	·05	·05	·05	·05	·05	·05	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	2
3	·07	·07	·07	·07	·07	·07	·07	·07	·07	·06	·06	·06	·06	·06	·06	·06	3
4	·10	·10	·10	·09	·09	·09	·09	·09	·09	·09	·09	·08	·08	·08	·08	·08	4
5	·12	·12	·12	·12	·12	·11	·11	·11	·11	·11	·11	·11	·10	·10	·10	·10	5
6	·15	·15	·14	·14	·14	·14	·14	·13	·13	·13	·13	·13	·13	·12	·12	·12	6
7	·17	·17	·17	·17	·16	·16	·16	·16	·15	·15	·15	·15	·15	·14	·14	·14	7
8	·20	·20	·19	·19	·19	·18	·18	·18	·18	·17	·17	·17	·17	·17	·16	·16	8
9	·22	·22	·22	·21	·21	·21	·20	·20	·20	·20	·19	·19	·19	·19	·18	·18	9
10	·25	·25	·24	·24	·23	·23	·23	·22	·22	·22	·22	·21	·21	·21	·21	·20	10
11	·27	·27	·27	·26	·26	·25	·25	·25	·24	·24	·24	·23	·23	·23	·23	·22	11
12	·30	·30	·29	·29	·28	·28	·27	·27	·27	·26	·26	·26	·25	·25	·25	·25	12
13	·33	·32	·32	·31	·31	·30	·30	·29	·29	·29	·28	·28	·28	·27	·27	·27	13
14	·35	·35	·34	·34	·33	·33	·32	·32	·31	·31	·30	·30	·30	·29	·29	·29	14
15	·38	·37	·37	·36	·36	·35	·34	·34	·34	·33	·33	·32	·32	·32	·31	·31	15
16	·41	·40	·39	·39	·38	·37	·37	·36	·36	·35	·35	·35	·34	·34	·33	·33	16
17	·43	·43	·42	·41	·41	·40	·39	·39	·38	·38	·37	·37	·36	·36	·36	·35	17
18	·46	·45	·44	·44	·43	·42	·42	·41	·41	·40	·40	·39	·39	·38	·38	·38	18
19	·49	·48	·47	·46	·46	·45	·44	·44	·43	·43	·42	·42	·41	·41	·40	·40	19
20	·51	·51	·50	·49	·48	·48	·47	·46	·46	·45	·44	·44	·43	·43	·42	·42	20
21	·54	·53	·52	·52	·51	·50	·49	·49	·48	·47	·47	·46	·46	·45	·45	·44	21
22	·57	·56	·55	·54	·54	·53	·52	·51	·51	·50	·49	·49	·48	·48	·47	·47	22
23	·60	·59	·58	·57	·56	·55	·55	·54	·53	·52	·52	·51	·51	·50	·50	·49	23
24	·63	·62	·61	·60	·59	·58	·57	·57	·56	·55	·54	·54	·53	·53	·52	·51	24
25	·66	·65	·64	·63	·62	·61	·60	·59	·58	·58	·57	·56	·56	·55	·54	·54	25
26	·69	·68	·67	·66	·65	·64	·63	·62	·61	·60	·60	·59	·58	·58	·57	·56	26
27	·72	·71	·70	·69	·68	·67	·66	·65	·64	·63	·62	·61	·61	·60	·59	·59	27
28	·75	·74	·73	·72	·70	·69	·68	·67	·67	·66	·65	·64	·63	·63	·62	·61	28
29	·78	·77	·76	·75	·73	·72	·71	·70	·69	·69	·68	·67	·66	·65	·65	·64	29
30	·82	·80	·79	·78	·76	·75	·74	·73	·72	·71	·70	·70	·69	·68	·67	·67	30
31	·85	·84	·82	·81	·80	·78	·77	·76	·75	·74	·73	·72	·72	·71	·70	·69	31
32	·88	·87	·85	·84	·83	·82	·80	·79	·78	·77	·76	·75	·75	·74	·73	·72	32
33	·92	·90	·89	·87	·86	·85	·84	·82	·81	·80	·79	·78	·77	·77	·76	·75	33
34	·96	·94	·92	·91	·89	·88	·87	·86	·84	·83	·82	·81	·80	·80	·79	·78	34
35	·99	·97	·96	·94	·93	·91	·90	·89	·88	·87	·85	·84	·83	·83	·82	·81	35
36	1·03	1·01	·99	·98	·96	·95	·93	·92	·91	·90	·89	·88	·87	·86	·85	·84	36
37	1·07	1·05	1·03	1·01	1·00	·98	·97	·96	·94	·93	·92	·91	·90	·89	·88	·87	37
38	1·11	1·09	1·07	1·05	1·04	1·02	1·00	·99	·98	·97	·95	·94	·93	·92	·91	·90	38
39	1·15	1·13	1·11	1·09	1·07	1·06	1·04	1·03	1·01	1·00	·99	·98	·97	·95	·94	·94	39
40	1·19	1·17	1·15	1·13	1·11	1·10	1·08	1·06	1·05	1·04	1·02	1·01	1·00	·99	·98	·97	40
41	1·23	1·21	1·19	1·17	1·15	1·13	1·12	1·10	1·09	1·07	1·06	1·05	1·04	1·03	1·01	1·00	41
42	1·28	1·25	1·23	1·21	1·19	1·18	1·16	1·14	1·13	1·11	1·10	1·09	1·07	1·06	1·05	1·04	42
43	1·32	1·30	1·28	1·25	1·24	1·22	1·20	1·18	1·17	1·15	1·14	1·12	1·11	1·10	1·09	1·08	43
44	1·37	1·34	1·32	1·30	1·28	1·26	1·24	1·23	1·21	1·19	1·18	1·16	1·15	1·14	1·13	1·12	44
45	1·41	1·39	1·37	1·35	1·33	1·31	1·29	1·27	1·25	1·24	1·22	1·21	1·19	1·18	1·17	1·15	45
46	1·47	1·44	1·42	1·39	1·37	1·35	1·33	1·31	1·30	1·28	1·26	1·25	1·23	1·22	1·21	1·20	46
47	1·52	1·49	1·47	1·44	1·42	1·40	1·38	1·36	1·34	1·33	1·31	1·29	1·28	1·26	1·25	1·24	47
48	1·57	1·54	1·52	1·49	1·47	1·45	1·43	1·41	1·39	1·37	1·36	1·34	1·32	1·31	1·30	1·28	48
49	1·63	1·60	1·57	1·55	1·52	1·50	1·48	1·46	1·44	1·42	1·40	1·39	1·37	1·36	1·34	1·33	49
50	1·69	1·66	1·63	1·60	1·58	1·56	1·53	1·51	1·49	1·47	1·45	1·44	1·42	1·41	1·39	1·38	50
51	1·75	1·72	1·69	1·66	1·64	1·61	1·59	1·57	1·55	1·53	1·51	1·49	1·47	1·46	1·44	1·43	51
52	1·81	1·78	1·75	1·72	1·70	1·67	1·65	1·62	1·60	1·58	1·56	1·54	1·53	1·51	1·49	1·48	52
53	1·88	1·84	1·81	1·79	1·76	1·73	1·71	1·68	1·66	1·64	1·62	1·60	1·58	1·56	1·55	1·53	53
54	1·95	1·91	1·88	1·85	1·82	1·80	1·77	1·75	1·72	1·70	1·68	1·66	1·64	1·62	1·61	1·59	54
55	2·02	1·99	1·95	1·92	1·89	1·86	1·84	1·81	1·79	1·77	1·74	1·72	1·70	1·68	1·67	1·65	55
56	2·10	2·06	2·03	2·00	1·96	1·94	1·91	1·88	1·86	1·83	1·81	1·79	1·77	1·75	1·73	1·71	56
57	2·18	2·14	2·11	2·07	2·04	2·01	1·98	1·95	1·93	1·90	1·88	1·86	1·84	1·82	1·80	1·78	57
58	2·27	2·22	2·19	2·15	2·12	2·09	2·06	2·03	2·00	1·98	1·95	1·93	1·91	1·89	1·87	1·85	58
59	2·36	2·31	2·28	2·24	2·21	2·17	2·14	2·11	2·08	2·06	2·03	2·01	1·98	1·96	1·94	1·92	59
60	2·45	2·41	2·37	2·33	2·29	2·26	2·23	2·20	2·17	2·14	2·11	2·09	2·07	2·04	2·02	2·00	60
Dec.	135°	134°	133°	132°	131°	130°	129°	128°	127°	126°	125°	124°	123°	122°	121°	120°	Dec.
	225°	226°	227°	228°	229°	230°	231°	232°	233°	234°	235°	236°	237°	238°	239°	240°	

HOUR ANGLE

B - Always named the same as Declination

B - Always named the same as Declination

B

TABLE A HOUR ANGLE

Lat. °	60°	61°	62°	63°	64°	65°	66°	67°	68°	69°	70°	71°	72°	73°	74°	75°	Lat. °
	300°	299°	298°	297°	296°	295°	294°	293°	292°	291°	290°	289°	288°	287°	286°	285°	
0	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	0
1	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	1
2	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·01	·01	·01	·01	·01	·01	2
3	·03	·03	·03	·03	·03	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·01	3
4	·04	·04	·04	·04	·03	·03	·03	·03	·03	·03	·03	·02	·02	·02	·02	·02	4
5	·05	·05	·05	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·03	·03	·03	·03	·03	·03	·02	5
6	·06	·06	·06	·05	·05	·05	·05	·05	·04	·04	·04	·04	·03	·03	·03	·03	6
7	·07	·07	·07	·06	·06	·06	·06	·05	·05	·05	·05	·04	·04	·04	·04	·03	7
8	·08	·08	·07	·07	·07	·07	·06	·06	·06	·05	·05	·05	·05	·04	·04	·04	8
9	·09	·09	·08	·08	·08	·07	·07	·07	·06	·06	·06	·06	·05	·05	·05	·04	9
10	·10	·10	·09	·09	·09	·08	·08	·08	·07	·07	·06	·06	·06	·05	·05	·05	10
11	·11	·11	·10	·10	·10	·09	·09	·08	·08	·08	·07	·07	·06	·06	·06	·05	11
12	·12	·12	·11	·11	·10	·10	·10	·09	·09	·08	·08	·07	·07	·07	·06	·06	12
13	·13	·13	·12	·12	·11	·11	·10	·10	·09	·09	·08	·08	·08	·07	·07	·06	13
14	·14	·14	·13	·13	·12	·12	·11	·11	·10	·10	·09	·09	·08	·08	·07	·07	14
15	·15	·15	·14	·14	·13	·12	·12	·11	·11	·10	·10	·09	·09	·08	·08	·07	15
16	·17	·16	·15	·15	·14	·13	·13	·12	·12	·11	·10	·10	·09	·09	·08	·08	16
17	·18	·17	·16	·16	·15	·14	·14	·13	·12	·12	·11	·11	·10	·09	·09	·08	17
18	·19	·18	·17	·17	·16	·15	·15	·14	·13	·13	·12	·11	·11	·10	·09	·09	18
19	·20	·19	·18	·18	·17	·16	·15	·15	·14	·13	·13	·12	·11	·11	·10	·09	19
20	·21	·20	·19	·19	·18	·17	·16	·15	·15	·14	·13	·13	·12	·11	·10	·10	20
21	·22	·21	·20	·20	·19	·18	·17	·16	·16	·15	·14	·13	·13	·12	·11	·10	21
22	·23	·22	·21	·21	·20	·19	·18	·17	·16	·16	·15	·14	·13	·12	·12	·11	22
23	·25	·24	·23	·22	·21	·20	·19	·18	·17	·16	·15	·15	·14	·13	·12	·11	23
24	·26	·25	·24	·23	·22	·21	·20	·19	·18	·17	·16	·15	·15	·14	·13	·12	24
25	·27	·26	·25	·24	·23	·23	·21	·20	·19	·18	·17	·16	·15	·14	·13	·13	25
26	·28	·27	·26	·25	·24	·23	·22	·21	·20	·19	·18	·17	·16	·15	·14	·13	26
27	·29	·28	·27	·26	·25	·24	·23	·22	·21	·20	·19	·18	·17	·16	·15	·14	27
28	·31	·29	·28	·27	·26	·25	·24	·23	·22	·20	·19	·18	·17	·16	·15	·14	28
29	·32	·31	·29	·28	·27	·26	·25	·24	·22	·21	·20	·19	·18	·17	·16	·15	29
30	·33	·32	·31	·29	·28	·27	·26	·25	·23	·22	·21	·20	·19	·18	·17	·16	30
31	·35	·33	·32	·31	·29	·28	·27	·26	·24	·23	·22	·21	·20	·18	·17	16	31
32	·36	·35	·33	·32	·31	·29	·28	·27	·25	·24	·23	·22	·20	·19	·18	·17	32
33	·37	·36	·35	·33	·32	·30	·29	·28	·26	·25	·24	·22	·21	·20	·19	·17	33
34	·39	·37	·36	·34	·33	·31	·30	·29	·27	·26	·25	·23	·22	·21	·19	·18	34
35	·40	·39	·37	·36	·34	·33	·31	·30	·28	·27	·26	·24	·23	·21	·20	·19	35
36	·42	·40	·39	·37	·35	·34	·32	·31	·29	·28	·26	·25	·24	·22	·21	·20	36
37	·44	·42	·40	·38	·37	·35	·34	·32	·30	·29	·27	·26	·25	·23	·22	·20	37
38	·45	·43	·42	·40	·38	·36	·35	·33	·32	·30	·28	·27	·25	·24	·22	·21	38
39	·47	·45	·43	·41	·40	·39	·36	·34	·33	·31	·30	·28	·26	·25	·23	·22	39
40	·48	·47	·45	·43	·41	·39	·37	·36	·34	·32	·31	·29	·27	·26	·24	·23	40
41	·50	·48	·46	·44	·42	·41	·39	·37	·35	·33	·32	·30	·28	·27	·25	·23	41
42	·52	·50	·48	·46	·44	·42	·40	·38	·36	·35	·33	·31	·29	·28	·26	·24	42
43	·54	·52	·50	·48	·46	·43	·42	·40	·38	·36	·34	·32	·30	·29	·27	·25	43
44	·56	·54	·51	·49	·47	·45	·43	·41	·39	·37	·35	·33	·31	·30	·28	·26	44
45	·58	·55	·53	·51	·49	·47	·45	·42	·40	·38	·36	·34	·33	·31	·29	·27	45
46	·60	·57	·55	·53	·51	·48	·46	·44	·42	·40	·38	·36	·34	·32	·30	·28	46
47	·62	·59	·57	·55	·52	·50	·48	·46	·43	·41	·39	·37	·35	·33	·31	·29	47
48	·64	·62	·59	·57	·54	·52	·49	·47	·45	·43	·40	·38	·36	·34	·32	·30	48
49	·66	·64	·61	·59	·56	·54	·51	·49	·47	·44	·42	·40	·37	·35	·33	·31	49
50	·69	·66	·63	·61	·58	·56	·53	·51	·48	·46	·43	·41	·39	·38	·34	·32	50
51	·71	·68	·66	·63	·60	·58	·55	·52	·50	·47	·45	·43	·40	·38	·35	·33	51
52	·74	·71	·68	·65	·62	·60	·57	·54	·52	·49	·47	·44	·42	·39	·37	·34	52
53	·77	·74	·71	·68	·65	·62	·59	·56	·54	·51	·48	·46	·43	·41	·38	·36	53
54	·79	·76	·73	·70	·67	·64	·61	·58	·56	·53	·50	·47	·45	·42	·40	·37	54
55	·82	·79	·76	·73	·70	·67	·64	·61	·58	·55	·52	·49	·46	·44	·41	·38	55
56	·86	·82	·79	·76	·72	·69	·66	·63	·60	·57	·54	·51	·48	·45	·43	·40	56
57	·89	·85	·82	·78	·75	·72	·69	·65	·62	·59	·56	·53	·50	·47	·44	·41	57
58	·92	·89	·85	·81	·78	·75	·71	·68	·65	·61	·58	·55	·52	·49	·46	·43	58
59	·96	·92	·88	·85	·81	·78	·74	·71	·67	·64	·61	·57	·54	·51	·48	·45	59
60	1·00	·96	·92	·88	·85	·81	·77	·74	·70	·67	·63	·60	·56	·53	·50	·46	60
Lat.	120°	119°	118°	117°	116°	115°	114°	113°	112°	111°	110°	109°	108°	107°	106°	105°	Lat.
	240°	241°	242°	243°	244°	245°	246°	247°	248°	249°	250°	251°	252°	253°	254°	255°	

HOUR ANGLE

A

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

TABLE B HOUR ANGLE

Dec. °	60°	61°	62°	63°	64°	65°	66°	67°	68°	69°	70°	71°	72°	73°	74°	75°	Dec. °
	300°	299°	298°	297°	296°	295°	294°	293°	292°	291°	290°	289°	288°	287°	286°	285°	
0	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	0
1	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	1
2	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	2
3	·06	·06	·06	·06	·06	·06	·06	·06	·06	·06	·06	·06	·06	·06	·06	·05	3
4	·08	·08	·08	·08	·08	·08	·08	·08	·08	·08	·07	·07	·07	·07	·07	·07	4
5	·10	·10	·10	·10	·10	·10	·10	·10	·09	·09	·09	·09	·09	·09	·09	·09	5
6	·12	·12	·12	·12	·12	·12	·12	·11	·11	·11	·11	·11	·11	·11	·11	·11	6
7	·14	·14	·14	·14	·14	·14	·13	·13	·13	·13	·13	·13	·13	·13	·13	·13	7
8	·16	·16	·16	·16	·16	·16	·15	·15	·15	·15	·15	·15	·15	·15	·15	·15	8
9	·18	·18	·18	·18	·18	·17	·17	·17	·17	·17	·17	·17	·17	·17	·16	·16	9
10	·20	·20	·20	·20	·20	·19	·19	·19	·19	·19	·19	·19	·19	·18	·18	·18	10
11	·22	·22	·22	·22	·22	·21	·21	·21	·21	·21	·21	·21	·20	·20	·20	·20	11
12	·25	·24	·24	·24	·24	·23	·23	·23	·23	·23	·23	·23	·22	·22	·22	·22	12
13	·27	·26	·26	·26	·26	·25	·25	·25	·25	·25	·25	·24	·24	·24	·24	·24	13
14	·29	·29	·28	·28	·28	·28	·27	·27	·27	·27	·27	·26	·26	·26	·26	·26	14
15	·31	·31	·30	·30	·30	·30	·29	·29	·29	·29	·29	·28	·28	·28	·28	·28	15
16	·33	·33	·32	·32	·32	·32	·31	·31	·31	·31	·31	·30	·30	·30	·30	·30	16
17	·35	·35	·35	·34	·34	·34	·33	·33	·33	·33	·33	·32	·32	·32	·32	·32	17
18	·38	·37	·37	·36	·36	·36	·36	·35	·35	·35	·35	·34	·34	·34	·34	·34	18
19	·40	·39	·39	·39	·38	·38	·38	·37	·37	·37	·37	·36	·36	·36	·36	·36	19
20	·42	·42	·41	·41	·41	·40	·40	·40	·39	·39	·39	·39	·38	·38	·38	·38	20
21	·44	·44	·43	·43	·43	·42	·42	·42	·41	·41	·41	·41	·40	·40	·40	·40	21
22	·47	·46	·46	·45	·45	·45	·44	·44	·44	·43	·43	·43	·43	·42	·42	·42	22
23	·49	·49	·48	·48	·47	·47	·46	·48	·46	·46	·45	·45	·45	·44	·44	·44	23
24	·51	·51	·50	·50	·50	·49	·49	·48	·48	·48	·47	·47	·47	·47	·46	·46	24
25	·54	·53	·53	·52	·52	·52	·51	·51	·50	·50	·49	·49	·49	·49	·49	·48	25
26	·56	·56	·55	·55	·54	·54	·53	·53	·53	·52	·52	·52	·51	·51	·51	·50	26
27	·59	·58	·58	·57	·57	·56	·56	·55	·55	·55	·54	·54	·54	·53	·53	·53	27
28	·61	·61	·60	·60	·59	·59	·58	·58	·57	·57	·57	·56	·56	·56	·55	·55	28
29	·64	·63	·63	·62	·62	·61	·61	·60	·60	·59	·59	·59	·58	·58	·58	·57	29
30	·67	·66	·65	·65	·64	·64	·63	·63	·62	·62	·62	·61	·61	·60	·60	·60	30
31	·69	·69	·68	·67	·67	·66	·66	·65	·65	·64	·64	·64	·63	·63	·63	·62	31
32	·72	·71	·71	·70	·70	·69	·68	·68	·67	·67	·67	·66	·66	·65	·65	·65	32
33	·75	·74	·74	·73	·72	·72	·71	·71	·70	·70	·69	·69	·68	·68	·68	·67	33
34	·78	·77	·76	·76	·75	·75	·74	·73	·73	·72	·72	·71	·71	·71	·70	·70	34
35	·81	·80	·79	·79	·78	·77	·77	·76	·76	·75	·74	·74	·74	·73	·73	·72	35
36	·84	·83	·82	·82	·81	·80	·80	·79	·78	·78	·77	·77	·76	·76	·76	·75	36
37	·87	·86	·85	·85	·84	·83	·82	·82	·81	·81	·80	·80	·79	·79	·78	·78	37
38	·90	·89	·88	·88	·87	·86	·86	·85	·84	·84	·83	·83	·82	·82	·81	·81	38
39	·94	·93	·92	·91	·90	·89	·89	·88	·87	·87	·86	·86	·85	·85	·84	·84	39
40	·97	·96	·95	·94	·93	·93	·92	·91	·91	·90	·89	·89	·88	·88	·87	·87	40
41	1·00	·99	·98	·98	·97	·96	·95	·94	·94	·93	·92	·92	·91	·91	·90	·90	41
42	1·04	1·03	1·02	1·01	1·00	·99	·99	·98	·97	·96	·96	·95	·95	·94	·94	·93	42
43	1·08	1·07	1·06	1·05	1·04	1·03	1·02	1·01	1·01	1·00	·99	·99	·98	·98	·97	·97	43
44	1·11	1·10	1·09	1·08	1·07	1·07	1·06	1·05	1·04	1·03	1·03	1·02	1·02	1·01	1·00	1·00	44
45	1·15	1·14	1·13	1·12	1·11	1·10	1·10	1·09	1·08	1·07	1·06	1·06	1·05	1·05	1·04	1·04	45
46	1·20	1·18	1·17	1·16	1·15	1·14	1·13	1·12	1·12	1·11	1·10	1·10	1·09	1·08	1·08	1·07	46
47	1·24	1·23	1·22	1·20	1·19	1·18	1·17	1·16	1·16	1·15	1·14	1·13	1·13	1·12	1·12	1·11	47
48	1·28	1·27	1·26	1·25	1·24	1·22	1·22	1·21	1·20	1·19	1·18	1·17	1·17	1·16	1·16	1·15	48
49	1·33	1·32	1·30	1·29	1·28	1·27	1·26	1·25	1·24	1·23	1·22	1·22	1·20	1·20	1·20	1·19	49
50	1·38	1·36	1·35	1·34	1·33	1·31	1·31	1·29	1·29	1·28	1·27	1·26	1·25	1·25	1·24	1·23	50
51	1·43	1·41	1·40	1·39	1·37	1·36	1·35	1·34	1·33	1·32	1·31	1·31	1·30	1·29	1·28	1·28	51
52	1·48	1·46	1·45	1·44	1·42	1·41	1·40	1·39	1·38	1·37	1·36	1·35	1·35	1·34	1·33	1·33	52
53	1·53	1·52	1·50	1·49	1·48	1·46	1·45	1·44	1·43	1·42	1·41	1·40	1·40	1·39	1·38	1·37	53
54	1·59	1·57	1·56	1·55	1·53	1·52	1·51	1·50	1·48	1·47	1·46	1·46	1·45	1·44	1·43	1·42	54
55	1·65	1·63	1·62	1·60	1·59	1·58	1·56	1·55	1·54	1·53	1·52	1·51	1·50	1·49	1·49	1·48	55
56	1·71	1·70	1·68	1·66	1·65	1·64	1·62	1·61	1·60	1·59	1·58	1·57	1·56	1·55	1·54	1·54	56
57	1·78	1·76	1·74	1·73	1·71	1·70	1·69	1·67	1·66	1·65	1·64	1·63	1·62	1·61	1·60	1·60	57
58	1·85	1·83	1·81	1·80	1·78	1·77	1·75	1·74	1·73	1·71	1·71	1·69	1·68	1·67	1·66	1·66	58
59	1·92	1·90	1·89	1·87	1·85	1·84	1·82	1·81	1·79	1·78	1·77	1·76	1·75	1·74	1·73	1·72	59
60	2·00	1·98	1·96	1·94	1·93	1·91	1·89	1·88	1·87	1·86	1·84	1·83	1·82	1·81	1·80	1·79	60
Dec.	120°	119°	118°	117°	116°	115°	114°	113°	112°	111°	110°	109°	108°	107°	106°	105°	Dec.
	240°	241°	242°	243°	244°	245°	246°	247°	248°	249°	250°	251°	252°	253°	254°	255°	

HOUR ANGLE

B

B - Always named the same as Declination

B - Always named the same as Declination

TABLE A HOUR ANGLE

Lat. °	75°	76°	77°	78°	79°	80°	81°	82°	83°	84°	85°	86°	87°	88°	89°	90°	Lat. °
	285°	284°	283°	282°	281°	280°	279°	278°	277°	276°	275°	274°	273°	272°	271°	270°	
0	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	0
1	·01	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	1
2	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	2
3	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·00	·00	·00	·00	·00	3
4	·02	·02	·02	·02	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·00	·00	·00	·00	4
5	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·01	·00	·00	·00	5
6	·03	·03	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·01	·01	·01	·01	·01	·00	·00	·00	6
7	·03	·03	·03	·03	·02	·02	·02	·02	·02	·01	01	·01	·01	·00	·00	·00	7
8	·04	·04	·03	·03	·03	·03	·02	·02	·02	·02	·01	·01	·01	·01	·00	·00	8
9	·04	·04	·04	·03	·03	·03	·03	·02	·02	·02	·01	·01	·01	·01	·00	·00	9
10	·05	·04	·04	·04	·03	·03	·03	·03	·02	·02	·02	·01	·01	·01	·00	·00	10
11	·05	·05	·05	·04	·04	·03	·03	·03	·02	·02	·02	·01	·01	·01	·00	·00	11
12	·06	·05	·05	·05	·04	·04	·03	·03	·03	·02	·02	·02	·01	·01	·00	·00	12
13	·06	·06	·05	·05	·05	·04	·04	·03	·03	·02	·02	·02	·01	·01	·00	·00	13
14	·07	·06	·06	·05	·05	·04	·04	·04	·03	·03	·02	·02	·01	·01	·00	·00	14
15	·07	·07	·06	·06	·05	·05	·04	·04	·03	·03	·02	·02	·01	·01	·01	·00	15
16	·08	·07	·07	·06	·06	·05	·05	·04	·04	·03	·03	·02	·02	·01	·01	·00	16
17	·08	·08	·07	·07	·06	·05	·05	·04	·04	·03	·03	·02	·02	·01	·01	·00	17
18	·09	·08	·08	·07	·06	·06	·05	·05	·04	·03	·03	·02	·02	·01	·01	·00	18
19	·09	·09	·08	·07	·07	·06	·06	·05	·04	·04	·03	·02	·02	·01	·01	·00	19
20	·10	·09	·08	·08	·07	·06	·06	·05	·05	·04	·03	·03	·02	·01	·01	·00	20
21	·10	·10	·09	·08	·07	·07	·06	·06	·05	·04	·03	·03	·02	·01	·01	·00	21
22	·11	·10	·09	·09	·08	·07	·06	·06	·05	·04	·04	·03	·02	·01	·01	·00	22
23	·11	·11	·10	·09	·08	·08	·07	·06	·05	·05	·04	·03	·02	·02	·01	·00	23
24	·12	·11	·10	·10	·09	·08	·07	·06	·06	·05	·04	·03	·02	·02	·01	·00	24
25	·13	·12	·11	·10	·09	·08	·07	·07	·06	·06	·04	·03	·02	·02	·01	·00	25
26	·13	·12	·11	·10	·10	·09	·08	·07	·06	·06	·04	·03	·03	·02	·01	·00	26
27	·14	·13	·12	·11	·10	·09	·08	·07	·06	·06	·05	·04	·03	·02	·01	·00	27
28	·14	·13	·12	·11	·10	·09	·08	·08	·07	·06	·05	·04	·03	·02	·01	·00	28
29	·15	·14	·13	·12	·11	·10	·09	·08	·07	·06	·05	·04	·03	·02	·01	·00	29
30	·16	·14	·13	·12	·11	·10	·09	·08	·07	·06	·05	·04	·03	·02	·01	·00	30
31	·16	·15	·14	·13	·12	·11	·10	·08	·07	·06	·05	·04	·03	·02	·01	·00	31
32	·17	·16	·14	·13	·12	·11	·10	·09	·08	·07	·06	·04	·03	·02	·01	·00	32
33	·17	·18	·15	·14	·13	·12	·10	·09	·08	·07	·06	·05	·03	·02	·01	·00	33
34	·18	·17	·16	·14	·13	·12	·11	·10	·08	·07	·06	·05	·04	·02	·01	·00	34
35	·19	·18	·16	·15	·14	·12	·11	·10	·09	·07	·06	·05	·04	·02	·01	·00	35
36	·20	·18	·17	·15	·14	·13	·12	·10	·09	·08	·06	·05	·04	·03	·01	·00	36
37	·20	·19	·17	·16	·15	·13	·12	·11	·09	·08	·07	·05	·04	·03	·01	·00	37
38	·21	·20	·18	·17	·15	·14	·12	·11	·10	·08	·07	·06	·04	·03	·01	·00	38
39	·22	·20	·19	·17	·16	·14	·13	·11	·10	·09	·07	·06	·04	·03	·01	·00	39
40	·23	·21	·19	·18	·16	·15	·13	·12	·10	·09	·07	·06	·04	·03	·02	·00	40
41	·23	·22	·20	·19	·17	·15	·14	·12	·11	·09	·08	·06	·05	·03	·02	·00	41
42	·24	·22	·21	·19	·18	·16	·14	·13	·11	·10	·08	·06	·05	·03	·02	·00	42
43	·25	·23	·22	·20	·18	·16	·15	·13	·11	·10	·08	·07	·05	·03	·02	·00	43
44	·26	·24	·22	·21	·19	·17	·15	·14	·12	·10	·09	·07	·05	·03	·02	·00	44
45	·27	·25	·23	·21	·19	·18	·16	·14	·12	·11	·09	·07	·05	·04	·02	·00	45
46	·28	·26	·24	·22	·20	·18	·16	·15	·13	·11	·09	·07	·05	·04	·02	·00	46
47	·29	·27	·25	·23	·21	·19	·17	·15	·13	·11	·09	·08	·06	·04	·02	·00	47
48	·30	·28	·26	·24	·22	·20	·18	·16	·14	·12	·10	·08	·06	·04	·02	·00	48
49	·31	·29	·27	·25	·22	·20	·18	·16	·14	·12	·10	·08	·06	·04	·02	·00	49
50	·32	·30	·28	·25	·23	·21	·19	·17	·15	·13	·10	·08	·06	·04	·02	·00	50
51	·33	·31	·29	·26	·24	·22	·20	·17	·15	·13	·11	·09	·07	·04	·02	·00	51
52	·34	·32	·30	·27	·25	·23	·20	·18	·16	·14	·11	·09	·07	·05	·02	·00	52
53	·36	·33	·31	·28	·26	·23	·21	·19	·16	·14	·12	·09	·07	·05	·02	·00	53
54	·37	·34	·32	·29	·27	·24	·22	·19	·17	·15	·12	·10	·07	·05	·02	·00	54
55	·38	·36	·33	·30	·28	·25	·23	·20	·18	·15	·13	·10	·08	·05	·03	·00	55
56	·40	·37	·34	·32	·29	·26	·24	·21	·18	·16	·13	·10	·08	·05	·03	·00	56
57	·41	·38	·36	·33	·30	·27	·24	·22	·19	·16	·14	·11	·08	·05	·03	·00	57
58	·43	·40	·37	·34	·31	·28	·25	·23	·20	·17	·14	·11	·08	·06	·03	·00	58
59	·45	·42	·38	·35	·32	·29	·26	·23	·20	·18	·15	·12	·09	·06	·03	·00	59
60	·46	·43	·40	·37	·34	·31	·27	·24	·21	·18	·15	·12	·09	·06	·03	·00	60
Lat.	105°	104°	103°	102°	101°	100°	99°	98°	97°	96°	95°	94°	93°	92°	91°	90°	Lat.
	255°	256°	257°	258°	259°	260°	261°	262°	263°	264°	265°	266°	267°	268°	269°	270°	

A

HOUR ANGLE

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

TABLE B HOUR ANGLE

Dec °	75°	76°	77°	78°	79°	80°	81°	82°	83°	84°	85°	86°	87°	88°	89°	90°	Dec °
	285°	284°	283°	282°	281°	280°	279°	278°	277°	276°	275°	274°	273°	272°	271°	270°	
0	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	·00	0
1	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	·02	1
2	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·04	·03	·03	2
3	·05	·05	·05	·05	·05	·05	·05	·05	·05	·05	·05	·05	·05	·05	·05	·05	3
4	·07	·07	·07	·07	·07	·07	·07	·07	·07	·07	·07	·07	·07	·07	·07	·07	4
5	·09	·09	·09	·09	·09	·09	·09	·09	·09	·09	·09	·09	·09	·09	·09	·09	5
6	·11	·11	·11	·11	·11	·11	·11	·11	·11	·11	·11	·11	·11	·11	·11	·11	6
7	·13	·13	·13	·13	·13	·12	·12	·12	·12	·12	·12	·12	·12	·12	·12	·12	7
8	·15	·15	·14	·14	·14	·14	·14	·14	·14	·14	·14	·14	·14	·14	·14	·14	8
9	·16	·16	·16	·16	·16	·16	·16	·16	·16	·16	·16	·16	·16	·16	·16	·16	9
10	·18	·18	·18	·18	·18	·18	·18	·18	·18	·18	·18	·18	·18	·18	·18	·18	10
11	·20	·20	·20	·20	·20	·20	·20	·20	·20	·20	·20	·20	·20	·19	·19	·19	11
12	·22	·22	·22	·22	·22	·22	·22	·22	·21	·21	·21	·21	·21	·21	·21	·21	12
13	·24	·24	·24	·24	·24	·23	·23	·23	·23	·23	·23	·23	·23	·23	·23	·23	13
14	·26	·26	·26	·26	·25	·25	·25	·25	·25	·25	·25	·25	·25	·25	·25	·25	14
15	·28	·28	·28	·27	·27	·27	·27	·27	·27	·27	·27	·27	·27	·27	·27	·27	15
16	·30	·30	·29	·29	·29	·29	·29	·29	·29	·29	·29	·29	·29	·29	·29	·29	16
17	·32	·32	·31	·31	·31	·31	·31	·31	·31	·31	·31	·31	·31	·31	·31	·31	17
18	·34	·34	·33	·33	·33	·33	·33	·33	·33	·33	·33	·33	·33	·33	·33	·32	18
19	·36	·36	·35	·35	·35	·35	·35	·35	·35	·35	·35	·35	·35	·35	·34	·34	19
20	·38	·38	·37	·37	·37	·37	·37	·37	·37	·37	·37	·37	·36	·36	·36	·36	20
21	·40	·40	·39	·39	·39	·39	·39	·39	·39	·39	·39	·39	·38	·38	·38	·38	21
22	·42	·42	·42	·41	·41	·41	·41	·41	·41	·41	·41	·41	·41	·40	·40	·40	22
23	·44	·44	·44	·43	·43	·43	·43	·43	·43	·43	·43	·43	·43	·43	·43	·42	23
24	·46	·46	·46	·46	·45	·45	·45	·45	·45	·45	·45	·45	·45	·45	·45	·45	24
25	·48	·48	·48	·48	·48	·47	·47	·47	·47	·47	·47	·47	·47	·47	·47	·47	25
26	·50	·50	·50	·50	·50	·50	·49	·49	·49	·49	·49	·49	·49	·49	·49	·49	26
27	·53	·53	·52	·52	·52	·52	·52	·52	·51	·51	·51	·51	·51	·51	·51	·51	27
28	·55	·55	·55	·54	·54	·54	·54	·54	·54	·54	·53	·53	·53	·53	·53	·53	28
29	·57	·57	·57	·57	·57	·56	·56	·56	·56	·56	·56	·56	·56	·56	·55	·55	29
30	·60	·60	·59	·59	·59	·59	·59	·58	·58	·58	·58	·58	·58	·58	·58	·58	30
31	·62	·62	·62	·61	·61	·61	·61	·61	·61	·60	·60	·60	·60	·60	·60	·60	31
32	·65	·64	·64	·64	·64	·63	·63	·63	·63	·63	·63	·63	·63	·63	·63	·62	32
33	·67	·67	·67	·66	·66	·66	·66	·66	·65	·65	·65	·65	·65	·65	·65	·65	33
34	·70	·70	·69	·69	·69	·68	·68	·68	·68	·68	·68	·68	·68	·68	·68	·67	34
35	·72	·72	·72	·72	·71	·71	·71	·71	·71	·70	·70	·70	·70	·70	·70	·70	35
36	·75	·75	·75	·74	·74	·74	·74	·73	·73	·73	·73	·73	·73	·73	·73	·73	36
37	·78	·78	·77	·77	·77	·77	·76	·76	·76	·76	·75	·76	·76	·75	·75	·75	37
38	·81	·81	·80	·80	·80	·79	·79	·79	·79	·79	·78	·78	·78	·78	·78	·78	38
39	·84	·84	·83	·83	·83	·82	·82	·82	·82	·81	·81	·81	·81	·81	·81	·81	39
40	·87	·87	·86	·86	·86	·85	·85	·85	·85	·84	·84	·84	·84	·84	·84	·84	40
41	·90	·90	·89	·89	·89	·88	·88	·88	·88	·87	·87	·87	·87	·87	·87	·87	41
42	·93	·93	·92	·92	·92	·91	·91	·91	·91	·91	·90	·90	·90	·90	·90	·90	42
43	·97	·96	·96	·95	·95	·95	·94	·94	·94	·94	·94	·94	·93	·93	·93	·93	43
44	1·00	1·00	·99	·99	·99	·98	·98	·98	·97	·97	·97	·97	·97	·97	·97	·97	44
45	1·04	1·03	1·03	1·02	1·02	1·02	1·01	1·01	1·01	1·01	1·00	1·00	1·00	1·00	1·00	1·00	45
46	1·07	1·07	1·06	1·06	1·05	1·05	1·05	1·05	1·04	1·04	1·04	1·04	1·04	1·04	1·04	1·04	46
47	1·11	1·11	1·10	1·10	1·09	1·09	1·09	1·08	1·08	1·08	1·08	1·07	1·07	1·07	1·07	1·07	47
48	1·15	1·14	1·14	1·14	1·13	1·13	1·12	1·12	1·12	1·12	1·11	1·11	1·11	1·11	1·11	1·11	48
49	1·19	1·19	1·18	1·18	1·17	1·17	1·16	1·16	1·16	1·16	1·15	1·15	1·15	1·15	1·15	1·15	49
50	1·23	1·23	1·22	1·22	1·21	1·21	1·21	1·20	1·20	1·20	1·20	1·19	1·19	1·19	1·19	1·19	50
51	1·28	1·27	1·27	1·26	1·26	1·25	1·25	1·25	1·24	1·24	1·24	1·24	1·24	1·24	1·24	1·23	51
52	1·33	1·32	1·31	1·31	1·30	1·30	1·30	1·29	1·29	1·29	1·28	1·28	1·28	1·28	1·28	1·28	52
53	1·37	1·37	1·36	1·36	1·35	1·35	1·34	1·34	1·34	1·33	1·33	1·33	1·33	1·33	1·33	1·33	53
54	1·42	1·42	1·41	1·41	1·40	1·40	1·39	1·39	1·39	1·38	1·38	1·38	1·38	1·38	1·38	1·38	54
55	1·48	1·47	1·47	1·46	1·46	1·45	1·45	1·44	1·44	1·44	1·43	1·43	1·43	1·43	1·43	1·43	55
56	1·54	1·53	1·52	1·52	1·51	1·51	1·50	1·50	1·49	1·49	1·49	1·49	1·48	1·48	1·48	1·48	56
57	1·60	1·59	1·58	1·57	1·57	1·57	1·56	1·55	1·55	1·55	1·55	1·54	1·54	1·54	1·54	1·54	57
58	1·66	1·65	1·64	1·64	1·63	1·63	1·62	1·62	1·61	1·61	1·61	1·60	1·60	1·60	1·60	1·60	58
59	1·72	1·72	1·71	1·70	1·70	1·69	1·69	1·68	1·68	1·67	1·67	1·67	1·67	1·67	1·66	1·66	59
60	1·79	1·79	1·78	1·77	1·76	1·76	1·75	1·75	1·75	1·74	1·74	1·74	1·73	1·73	1·73	1·73	60
Dec	105°	104°	103°	102°	101°	100°	99°	98°	97°	96°	95°	94°	93°	92°	91°	90°	Dec.
	255°	256°	257°	258°	259°	260°	261°	262°	263°	264°	265°	266°	267°	268°	269°	270°	

HOUR ANGLE

B

B - Always named the same as Declination

B - Always named the same as Declination

TABLE A HOUR ANGLE

Lat. °	0° 15′ 359° 45′	0° 30′ 359° 30′	0° 45′ 359° 15′	1° 00′ 359° 00′	1° 15′ 358° 45′	1° 30′ 358° 30′	1° 45′ 358° 15′	2° 00′ 358° 00′	2° 15′ 357° 45′	2° 30′ 357° 30′	2° 45′ 357° 15′	3° 00′ 357° 00′	3° 15′ 356° 45′	3° 30′ 356° 30′	3° 45′ 356° 15′	Lat. °
60	397	198	132	99·2	79·4	66·1	56·7	49·6	44·1	39·7	36·1	33·0	30·5	28·3	26·4	60
61	414	207	138	103	82·7	68·9	59·0	51·7	45·9	41·3	37·6	34·4	31·8	29·5	27·5	61
62	431	216	144	108	86·2	71·8	61·6	53·9	47·9	43·1	39·2	35·9	33·1	30·8	28·7	62
63	450	225	150	112	89·9	74·9	64·2	56·2	50·0	45·0	40·9	37·4	34·6	32·1	29·9	63
64	470	235	157	117	94·0	78·3	67·1	58·7	52·2	47·0	42·7	39·1	36·1	33·5	31·3	64
65	491	246	164	123	98·3	81·9	70·2	61·4	54·6	49·1	44·6	40·9	37·8	35·1	32·7	65
66	515	257	172	129	103	85·8	73·5	64·3	57·2	51·4	46·8	42·9	39·6	36·7	34·3	66
67	540	270	180	135	108	90·0	77·1	67·5	60·0	54·0	49·0	45·0	41·5	38·5	35·9	67
68	567	284	189	142	113	94·5	81·0	70·9	63·0	56·7	51·5	47·2	43·6	40·5	37·8	68
69	597	299	199	149	119	99·5	85·3	74·6	66·3	59·7	54·2	49·7	45·9	42·6	39·7	69
70	630	315	210	157	126	105	89·9	78·7	69·9	62·9	57·2	52·4	48·4	44·9	41·9	70
71	666	333	222	166	133	111	95·1	83·2	73·9	66·5	60·5	55·4	51·2	47·5	44·3	71
72	705	353	235	176	141	118	101	88·1	78·3	70·5	64·1	58·7	54·2	50·3	47·0	72
73	750	375	250	187	150	125	107	93·7	83·3	74·9	68·1	62·4	57·6	53·5	49·9	73
74	799	400	266	200	160	133	114	99·9	88·8	79·9	72·6	66·6	61·4	57·0	53·2	74
75	855	428	285	215	171	143	122	107	95·0	85·5	77·7	71·3	65·7	61·0	56·9	75
76	919	460	306	230	184	153	131	115	102	91·9	83·5	76·5	70·6	65·6	61·2	76
77	993	496	331	248	199	165	142	124	110	99·2	90·2	82·7	76·3	70·8	66·1	77
78	1078	539	359	270	216	180	154	135	120	108	97·9	89·7	82·9	76·9	71·8	78
79	1179	590	393	295	236	197	168	147	131	118	107	98·2	90·6	84·1	78·5	79
80	1300	650	433	325	260	217	186	162	144	130	118	108	100	92·7	86·5	80
81	1447	724	482	362	289	241	207	181	161	145	131	121	111	103	96·3	81
82	1631	815	544	408	326	272	233	204	181	163	148	136	125	116	109	82
83	1867	933	622	467	373	311	267	233	207	187	170	155	143	133	124	83
Lat.	179° 45′ 180° 15′	179° 30′ 180° 30′	179° 15′ 180° 45′	179° 00′ 181° 00′	178° 45′ 181° 15′	178° 30′ 181° 30′	178° 15′ 181° 45′	178° 00′ 182° 00′	177° 45′ 182° 15′	177° 30′ 182° 30′	177° 15′ 182° 45′	177° 00′ 183° 00′	176° 45′ 183° 15′	176° 30′ 183° 30′	176° 15′ 183° 45′	Lat.

HOUR ANGLE

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

TABLE A HOUR ANGLE

Lat. °	4° 00′ 356° 00′	4° 15′ 355° 45′	4° 30′ 355° 30′	4° 45′ 355° 15′	5° 00′ 355° 00′	5° 15′ 354° 45′	5° 30′ 354° 30′	5° 45′ 354° 15′	6° 00′ 354° 00′	6° 15′ 353° 45′	6° 30′ 353° 30′	6° 45′ 353° 15′	7° 00′ 353° 00′	7° 15′ 352° 45′	7° 30′ 352° 30′	Lat. °
60	24·8	23·3	22·0	20·8	19·8	18·8	18·0	17·2	16·5	15·8	15·2	14·6	14·1	13·6	13·2	60
61	25·8	24·3	22·9	21·7	20·6	19·6	18·7	17·9	17·2	16·5	15·8	15·2	14·7	14·2	13·7	61
62	26·9	25·3	23·9	22·6	21·5	20·5	19·5	18·7	17·9	17·2	16·5	15·9	15·3	14·8	14·3	62
63	28·1	26·4	24·9	23·6	22·4	21·4	20·4	19·5	18·7	17·9	17·2	16·6	16·0	15·4	14·9	63
64	29·3	27·6	26·1	24·7	23·4	22·3	21·3	20·4	19·5	18·7	18·0	17·3	16·7	16·1	15·6	64
65	30·7	28·9	27·2	25·8	24·5	23·3	22·3	21·3	20·4	19·6	18·8	18·1	17·5	16·9	16·3	65
66	32·1	30·2	28·5	27·0	25·7	24·4	23·3	22·3	21·4	20·5	19·7	19·0	18·3	17·7	17·1	66
67	33·7	31·7	29·9	28·4	26·9	25·6	24·5	23·4	22·4	21·5	20·7	19·9	19·2	18·5	17·9	67
68	35·4	33·3	31·4	29·8	28·3	26·9	25·7	24·6	23·5	22·6	21·7	20·9	20·2	19·5	18·8	68
69	37·3	35·1	33·1	31·4	29·8	28·4	27·1	25·9	24·8	23·8	22·9	22·0	21·2	20·5	19·8	69
70	39·3	37·0	34·9	33·1	31·4	29·9	28·5	27·3	26·1	25·1	24·1	23·2	22·4	21·6	20·9	70
71	41·5	39·1	36·9	35·0	33·2	31·6	30·2	28·9	27·6	26·5	25·5	24·5	23·7	22·8	22·1	71
72	44·0	41·4	39·1	37·0	35·2	33·5	32·0	30·6	29·3	28·1	27·0	26·0	25·1	24·2	23·4	72
73	46·8	44·0	41·6	39·4	37·4	35·6	34·0	32·5	31·1	30·0	28·7	27·6	26·6	25·7	24·8	73
74	50·0	46·9	44·3	42·0	39·9	38·0	36·2	34·6	33·2	31·9	30·6	29·5	28·4	27·4	26·5	74
75	53·4	50·2	47·4	44·9	42·7	40·6	38·8	37·1	35·5	34·1	32·8	31·5	30·4	29·3	28·4	75
76	57·4	54·0	51·0	48·3	45·8	43·7	41·7	39·8	38·2	36·6	35·2	33·9	32·7	31·5	30·5	76
77	62·0	58·3	55·0	52·1	49·5	47·1	45·0	43·0	41·2	39·6	38·0	36·6	35·2	34·1	32·9	77
78	67·3	63·3	59·8	56·6	53·8	51·2	48·9	46·7	44·8	43·0	41·3	39·8	38·3	37·0	35·7	78
79	73·6	69·2	65·4	61·9	58·8	56·0	53·4	51·1	49·0	47·0	45·2	43·5	41·9	40·0	39·1	79
80	81·1	76·3	72·1	68·3	64·8	61·7	58·9	56·3	54·0	51·8	49·8	47·9	46·2	44·6	43·1	80
81	90·3	85·0	80·2	76·0	72·2	68·7	65·6	62·7	60·1	57·7	55·4	53·3	51·4	49·6	48·0	81
82	102	96·0	90·4	85·6	81·3	77·4	73·9	70·7	67·7	65·0	62·5	60·1	58·0	55·9	54·0	82
83	117	110	104	98·0	93·1	88·6	84·6	80·9	77·5	74·4	71·5	68·8	66·3	64·0	61·9	83
Lat.	176° 00′ 184° 00′	175° 45′ 184° 15′	175° 30′ 184° 30′	175° 15′ 184° 45′	175° 00′ 185° 00′	174° 45′ 185° 15′	174° 30′ 185° 30′	174° 15′ 185° 45′	174° 00′ 186° 00′	173° 45′ 186° 15′	173° 30′ 186° 30′	173° 15′ 186° 45′	173° 00′ 187° 00′	172° 45′ 187° 15′	172° 30′ 187° 30′	Lat.

HOUR ANGLE

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

A

TABLE B HOUR ANGLE

Dec °	0° 15′ / 359° 45′	0° 30′ / 359° 30′	0° 45′ / 359° 15′	1° 00′ / 359° 00′	1° 15′ / 358° 45′	1° 30′ / 358° 30′	1° 45′ / 358° 15′	2° 00′ / 358° 00′	2° 15′ / 357° 45′	2° 30′ / 357° 30′	2° 45′ / 357° 15′	3° 00′ / 357° 00′	3° 15′ / 356° 45′	3° 30′ / 356° 30′	3° 45′ / 356° 15′	Dec. °
60	397	198	132	99·2	79·4	66·2	56·7	49·6	44·1	39·7	36·1	33·1	30·6	28·4	26·5	60
61	414	207	138	103	82·7	68·9	59·1	51·7	46·0	41·4	37·6	34·5	31·8	29·6	27·6	61
62	431	216	144	108	86·2	71·8	61·6	53·9	47·9	43·1	39·2	35·9	33·2	30·8	28·8	62
63	450	225	150	112	90·0	75·0	64·3	56·2	50·0	45·0	40·9	37·5	34·6	32·1	30·0	63
64	470	235	157	117	94·0	78·3	67·1	58·7	52·2	47·0	42·7	39·2	36·2	33·6	31·4	64
65	491	246	164	123	98·3	81·9	70·2	61·4	54·6	49·2	44·7	41·0	37·8	35·1	32·8	65
66	515	257	172	129	103	85·8	73·5	64·4	57·2	51·5	46·8	42·9	39·6	36·8	34·3	66
67	540	270	180	135	108	90·0	77·1	67·5	60·0	54·0	49·1	45·0	41·6	38·6	36·0	67
68	567	284	189	142	113	94·6	81·0	70·9	63·0	56·7	51·6	47·3	43·7	40·5	37·8	68
69	597	299	199	149	119	99·5	85·3	74·6	66·4	59·7	54·3	49·8	46·0	42·7	39·8	69
70	630	315	210	157	126	105	90·0	78·7	70·0	63·0	57·3	52·5	48·5	45·0	42·0	70
71	666	333	222	166	133	111	95·1	83·2	74·0	66·6	60·5	55·5	51·2	47·6	44·4	71
72	705	353	235	176	141	118	101	88·2	78·4	70·6	64·2	58·8	54·3	50·4	47·1	72
73	750	375	250	187	150	125	107	93·7	83·3	75·0	68·2	62·5	57·7	53·6	50·0	73
74	799	400	266	200	160	133	114	100	88·8	80·0	72·7	66·6	61·5	57·1	53·3	74
75	855	428	285	214	171	143	122	107	95·1	85·6	77·8	71·3	65·8	61·1	57·1	75
Dec	179° 45′ / 180° 15′	179° 30′ / 180° 30′	179° 15′ / 180° 45′	179° 00′ / 181° 00′	178° 45′ / 181° 15′	178° 30′ / 181° 30′	178° 15′ / 181° 45′	178° 00′ / 182° 00′	177° 45′ / 182° 15′	177° 30′ / 182° 30′	177° 15′ / 182° 45′	177° 00′ / 183° 00′	176° 45′ / 183° 15′	176° 30′ / 183° 30′	176° 15′ / 183° 45′	Dec.

HOUR ANGLE

B - Always named the same as Declination

TABLE B - HOUR ANGLE

Dec °	3° 45′ / 356° 15′	4° 00′ / 356° 00′	4° 15′ / 355° 45′	4° 30′ / 355° 30′	4° 45′ / 355° 15′	5° 00′ / 355° 00′	5° 15′ / 354° 45′	5° 30′ / 354° 30′	5° 45′ / 354° 15′	6° 00′ / 354° 00′	6° 15′ / 353° 45′	6° 30′ / 353° 30′	6° 45′ / 353° 15′	7° 00′ / 353° 00′	7° 15′ / 352° 45′	7° 30′ / 352° 30′	Dec. °
60	26·5	24·8	23·4	22·1	20·9	19·9	18·9	18·1	17·3	16·6	15·9	15·3	14·7	14·2	13·7	13·3	60
61	27·6	25·9	24·3	23·0	21·8	20·7	19·7	18·8	18·0	17·3	16·6	15·9	15·3	14·8	14·3	13·8	61
62	28·8	27·0	25·4	24·0	22·7	21·6	20·6	19·6	18·8	18·0	17·3	16·6	16·0	15·4	14·9	14·4	62
63	30·0	28·1	26·5	25·0	23·7	22·5	21·4	20·5	19·6	18·8	18·0	17·3	16·7	16·1	15·6	15·0	63
64	31·3	29·4	27·7	26·1	24·8	23·5	22·4	21·4	20·5	19·6	18·8	18·1	17·4	16·8	16·2	15·7	64
65	32·8	30·7	28·9	27·3	25·9	24·6	23·4	22·4	21·4	20·5	19·7	18·9	18·2	17·6	17·0	16·4	65
66	34·3	32·2	30·3	28·6	27·1	25·8	24·5	23·4	22·4	21·5	20·6	19·8	19·1	18·4	17·8	17·2	66
67	36·0	33·8	31·8	30·0	28·4	27·0	25·7	24·6	23·5	22·5	21·6	20·8	20·1	19·3	18·7	18·0	67
68	37·8	35·5	33·4	31·5	29·9	28·4	27·0	25·8	24·7	23·7	22·7	21·9	21·1	20·3	19·6	19·0	68
69	39·8	37·3	35·2	33·2	31·5	29·9	28·5	27·2	26·0	24·9	23·9	23·0	22·2	21·4	20·6	20·0	69
70	42·0	39·4	37·1	35·0	33·2	31·5	30·0	28·7	27·4	26·3	25·2	24·3	23·4	22·5	21·8	21·1	70
71	44·4	41·6	39·2	37·0	35·1	33·3	31·7	30·3	29·0	27·8	26·7	25·7	24·7	23·8	23·0	22·6	71
72	47·1	44·1	41·5	39·2	37·2	35·3	33·6	32·1	30·7	29·4	28·3	27·2	26·2	25·3	24·4	23·3	72
73	50·0	46·9	44·1	41·7	39·5	37·5	35·8	34·1	32·7	31·3	30·0	28·9	27·8	26·8	25·9	25·1	73
74	53·3	50·0	47·1	44·5	42·1	40·0	38·1	36·4	34·8	33·4	32·0	30·8	29·7	28·6	27·6	26·7	74
75	57·1	53·5	50·4	47·6	45·1	42·8	40·8	38·9	37·3	35·7	34·3	33·0	31·8	30·6	29·6	28·6	75
Dec	176° 15′ / 183° 45′	176° 00′ / 184° 00′	175° 45′ / 184° 15′	175° 30′ / 184° 30′	175° 15′ / 184° 45′	175° 00′ / 185° 00′	174° 45′ / 185° 15′	174° 30′ / 185° 30′	174° 15′ / 185° 45′	174° 00′ / 186° 00′	173° 45′ / 186° 15′	173° 30′ / 186° 30′	173° 15′ / 186° 45′	173° 00′ / 187° 00′	172° 45′ / 187° 15′	172° 30′ / 187° 30′	Dec.

HOUR ANGLE

B - Always named the same as Declination

B

TABLE A - HOUR ANGLE

Lat. °	7° 30′	7° 45′	8° 00′	8° 15′	8° 30′	8° 45′	9° 00′	9° 15′	9° 30′	9° 45′	10° 00′	10° 15′	10° 30′	10° 45′	11° 00′	11° 15′	Lat. °
	352° 30′	352° 15′	352° 00′	351° 45′	351° 30′	351° 15′	351° 00′	350° 45′	350° 30′	350° 15′	350° 00′	349° 45′	349° 30′	349° 15′	349° 00′	348° 45′	
60	13·2	12·7	12·3	11·9	11·6	11·3	10·9	10·6	10·4	10·1	9·82	9·58	9·35	9·12	8·91	8·71	60
61	13·7	13·3	12·8	12·4	12·1	11·7	11·4	11·1	10·8	10·5	10·2	9·98	9·73	9·50	9·28	9·07	61
62	14·3	13·8	13·4	13·0	12·6	12·2	11·9	11·5	11·2	10·9	10·7	10·4	10·1	9·91	9·68	9·46	62
63	14·9	14·4	14·0	13·5	13·1	12·8	12·4	12·1	11·7	11·4	11·1	10·9	10·6	10·3	10·1	9·87	63
64	15·6	15·1	14·6	14·1	13·7	13·3	12·9	12·6	12·3	11·9	11·6	11·3	11·1	10·8	10·5	10·3	64
65	16·3	15·8	15·3	14·8	14·3	13·9	13·5	13·2	12·8	12·5	12·2	11·9	11·6	11·3	11·0	10·8	65
66	17·1	16·5	16·0	15·5	15·0	14·6	14·2	13·8	13·4	13·1	12·7	12·4	12·1	11·8	11·6	11·3	66
67	17·9	17·3	16·8	16·2	15·8	15·3	14·9	14·5	14·1	13·7	13·4	13·0	12·7	12·4	12·1	11·8	67
68	18·8	18·2	17·6	17·1	16·6	16·1	15·6	15·2	14·8	14·4	14·0	13·7	13·4	13·0	12·7	12·4	68
69	19·8	19·1	18·5	18·0	17·4	16·9	16·5	16·0	15·6	15·2	14·8	14·4	14·1	13·7	13·4	13·1	69
70	20·9	20·2	19·6	19·0	18·4	17·9	17·4	16·9	16·4	16·0	15·6	15·2	14·8	14·5	14·1	13·8	70
71	22·1	21·3	20·7	20·0	19·4	18·9	18·3	17·8	17·4	16·9	16·5	16·1	15·7	15·3	14·9	14·6	71
72	23·4	22·6	21·9	21·2	20·6	20·0	19·4	18·9	18·4	17·9	17·5	17·0	16·6	16·2	15·8	15·5	72
73	24·8	24·0	23·3	22·6	21·9	21·3	20·6	20·1	19·5	19·0	18·6	18·1	17·7	17·2	16·8	16·4	73
74	26·5	25·6	24·8	24·1	23·3	22·7	22·0	21·4	20·8	20·3	19·8	19·3	18·8	18·4	17·9	17·5	74
75	28·4	27·4	26·6	25·7	25·0	24·3	23·6	22·9	22·3	21·7	21·2	20·6	20·1	19·7	19·2	18·8	75
76	30·5	29·5	28·5	27·7	26·8	26·1	25·3	24·6	24·0	23·3	22·8	22·2	21·6	21·1	20·6	20·2	76
77	32·9	31·8	30·8	29·9	29·0	28·1	27·4	26·6	25·9	25·2	24·6	24·0	23·4	22·8	22·3	21·8	77
78	35·7	34·6	33·6	32·5	31·5	30·6	29·7	28·9	28·1	27·4	26·7	26·0	25·4	24·8	24·2	23·7	78
79	39·1	37·8	36·6	35·5	34·4	33·4	32·5	31·6	30·7	29·9	29·2	28·5	27·8	27·1	26·5	25·9	79
80	43·1	41·7	40·4	39·1	38·0	36·9	35·8	34·8	33·9	33·0	32·2	31·4	30·6	29·9	29·2	28·5	80
81	48·0	46·4	44·9	43·6	42·2	41·0	39·9	38·8	37·7	36·7	35·8	34·9	34·1	33·3	32·5	31·7	81
82	54·0	52·3	50·6	49·1	47·6	46·2	44·9	43·7	42·5	41·4	40·4	39·4	38·4	37·5	36·6	35·8	82
83	61·9	59·9	58·0	56·2	54·5	52·9	51·4	50·0	48·7	47·4	46·2	45·0	43·9	42·9	41·9	41·0	83
Lat.	172° 30′	172° 15′	172° 00′	171° 45′	171° 30′	171° 15′	171° 00′	170° 45′	170° 30′	170° 15′	170° 00′	169° 45′	169° 30′	169° 15′	169° 00′	168° 45′	Lat.
	187° 30′	187° 45′	188° 00′	188° 15′	188° 30′	188° 45′	189° 00′	189° 15′	189° 30′	189° 45′	190° 00′	190° 15′	190° 30′	190° 45′	191° 00′	191° 15′	

HOUR ANGLE

TABLE A - HOUR ANGLE

Lat. °	11° 15′	11° 30′	11° 45′	12° 00′	12° 15′	12° 30′	12° 45′	13° 00′	13° 15′	13° 30′	13° 45′	14° 00′	14° 15′	14° 30′	14° 45′	15° 00′	Lat. °
	348° 45′	348° 30′	348° 15′	348° 00′	347° 45′	347° 30′	347° 15′	347° 00′	346° 45′	346° 30′	346° 15′	346° 00′	345° 45′	345° 30′	345° 15′	345° 00′	
60	8·71	8·51	8·33	8·15	7·98	7·81	7·65	7·50	7·36	7·21	7·08	6·95	6·82	6·70	6·58	6·46	60
61	9·07	8·87	8·67	8·49	8·31	8·14	7·97	7·81	7·66	7·51	7·37	7·24	7·10	6·98	6·85	6·73	61
62	9·46	9·24	9·04	8·85	8·66	8·48	8·31	8·15	7·99	7·83	7·69	7·54	7·41	7·27	7·14	7·02	62
63	9·87	9·65	9·44	9·23	9·04	8·85	8·67	8·50	8·33	8·17	8·02	7·87	7·73	7·59	7·45	7·32	63
64	10·3	10·1	9·86	9·65	9·44	9·25	9·06	8·88	8·71	8·54	8·38	8·22	8·07	7·93	7·79	7·65	64
65	10·8	10·5	10·3	10·1	9·88	9·67	9·48	9·29	9·11	8·93	8·76	8·60	8·44	8·29	8·15	8·00	65
66	11·3	11·0	10·8	10·6	10·3	10·1	9·93	9·73	9·54	9·36	9·18	9·01	8·84	8·68	8·53	8·38	66
67	11·8	11·6	11·3	11·1	10·9	10·6	10·4	10·2	10·0	9·81	9·63	9·45	9·28	9·11	8·95	8·79	67
68	12·4	12·2	11·9	11·6	11·4	11·2	10·9	10·7	10·5	10·3	10·1	9·93	9·75	9·57	9·40	9·24	68
69	13·1	12·8	12·5	12·3	12·0	11·8	11·5	11·3	11·1	10·9	10·7	10·5	10·3	10·1	9·90	9·72	69
70	13·8	13·5	13·2	12·9	12·7	12·4	12·1	11·9	11·7	11·4	11·2	11·0	10·8	10·6	10·4	10·3	70
71	14·6	14·3	14·0	13·7	13·4	13·1	12·8	12·6	12·3	12·1	11·9	11·7	11·4	11·2	11·0	10·8	71
72	15·5	15·1	14·8	14·5	14·2	13·9	13·6	13·3	13·1	12·8	12·6	12·3	12·1	11·9	11·7	11·5	72
73	16·4	16·1	15·7	15·4	15·1	14·8	14·5	14·2	13·9	13·6	13·4	13·1	12·9	12·7	12·4	12·2	73
74	17·5	17·1	16·8	16·4	16·1	15·7	15·4	15·1	14·8	14·5	14·3	14·0	13·7	13·5	13·3	13·0	74
75	18·8	18·3	17·9	17·6	17·2	16·8	16·5	16·2	15·9	15·6	15·3	15·0	14·7	14·4	14·2	13·9	75
76	20·2	19·7	19·3	18·9	18·5	18·1	17·7	17·4	17·0	16·7	16·4	16·1	15·8	15·5	15·2	15·0	76
77	21·8	21·3	20·8	20·4	20·0	19·5	19·2	18·8	18·4	18·0	17·7	17·4	17·1	16·8	16·5	16·2	77
78	23·7	23·1	22·6	22·1	21·7	21·2	20·8	20·4	20·0	19·6	19·2	18·9	18·5	18·2	17·9	17·6	78
79	25·9	25·3	24·7	24·2	23·7	23·2	22·7	22·3	21·9	21·4	21·0	20·6	20·3	19·9	19·5	19·2	79
80	28·5	27·9	27·3	26·7	26·1	25·6	25·1	24·5	24·1	23·6	23·2	22·8	22·3	21·9	21·5	21·2	80
81	31·7	31·0	30·4	29·7	29·1	28·5	27·9	27·4	26·8	26·3	25·8	25·3	24·9	24·4	24·0	23·6	81
82	35·8	35·0	34·2	33·5	32·8	32·1	31·5	30·8	30·2	29·6	29·1	28·5	28·0	27·5	27·0	26·6	82
83	41·0	40·0	39·2	38·3	37·5	36·7	36·0	35·3	34·6	33·9	33·3	32·7	32·1	31·5	30·9	30·4	83
Lat.	168° 45′	168° 30′	168° 15′	168° 00′	167° 45′	167° 30′	167° 15′	167° 00′	166° 45′	166° 30′	166° 15′	166° 00′	165° 45′	165° 30′	165° 15′	165° 00′	Lat.
	191° 15′	191° 30′	191° 45′	192° 00′	192° 15′	192° 30′	192° 45′	193° 00′	193° 15′	193° 30′	193° 45′	194° 00′	194° 15′	194° 30′	194° 45′	195° 00′	

HOUR ANGLE

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°.

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90 and 270

A

TABLE B HOUR ANGLE

Dec. °	7° 30′ / 352° 30′	7° 45′ / 352° 15′	8° 00′ / 352° 00′	8° 15′ / 351° 45′	8° 30′ / 351° 30′	8° 45′ / 351° 15′	9° 00′ / 351° 00′	9° 15′ / 350° 45′	9° 30′ / 350° 30′	9° 45′ / 350° 15′	10° 00′ / 350° 00′	10° 15′ / 349° 45′	10° 30′ / 349° 30′	10° 45′ / 349° 15′	11° 00′ / 349° 00′	11° 15′ / 348° 45′	Dec. °
60	13·3	12·8	12·4	12·1	11·7	11·4	11·1	10·6	10·5	10·2	9·97	9·73	9·50	9·29	9·08	8·86	60
61	13·8	13·4	13·0	12·6	12·2	11·9	11·5	11·2	10·9	10·7	10·4	10·1	9·90	9·67	9·45	9·25	61
62	14·4	13·9	13·5	13·1	12·7	12·4	12·0	11·7	11·4	11·1	10·8	10·6	10·3	10·1	9·86	9·64	62
63	15·0	14·6	14·1	13·7	13·3	12·9	12·5	12·2	11·9	11·6	11·3	11·0	10·8	10·5	10·3	10·1	63
64	15·7	15·2	14·7	14·3	13·9	13·5	13·1	12·8	12·4	12·1	11·8	11·5	11·3	11·0	10·7	10·5	64
65	16·4	15·9	15·4	14·9	14·5	14·1	13·7	13·3	13·0	12·7	12·3	12·1	11·8	11·5	11·2	11·0	65
66	17·2	16·7	16·1	15·7	15·2	14·8	14·4	14·0	13·6	13·3	12·9	12·6	12·3	12·0	11·8	11·5	66
67	18·0	17·5	16·9	16·4	15·9	15·5	15·1	14·7	14·3	13·9	13·6	13·2	12·9	12·6	12·3	12·1	67
68	19·0	18·4	17·8	17·2	16·7	16·3	15·8	15·4	15·0	14·6	14·3	13·9	13·6	13·3	13·0	12·7	68
69	20·0	19·3	18·7	18·2	17·6	17·1	16·7	16·2	15·8	15·4	15·0	14·6	14·3	14·0	13·7	13·4	69
70	21·1	20·4	19·7	19·1	18·6	18·1	17·6	17·1	16·6	16·2	15·8	15·4	15·1	14·7	14·4	14·1	70
71	22·3	21·5	20·9	20·2	19·6	19·1	18·6	18·1	17·6	17·1	16·7	16·3	15·9	15·6	15·2	14·9	71
72	23·6	22·8	22·1	21·4	20·8	20·2	19·7	19·1	18·6	18·2	17·7	17·3	16·9	16·5	16·1	15·8	72
73	25·1	24·3	23·5	22·8	22·1	21·5	20·9	20·3	19·8	19·3	18·8	18·4	18·0	17·5	17·1	16·8	73
74	26·7	25·9	25·1	24·3	23·6	22·9	22·3	21·7	21·1	20·6	20·1	19·6	19·1	18·7	18·3	17·9	74
75	28·6	27·7	26·8	26·0	25·3	24·5	23·9	23·2	22·6	22·0	21·5	21·0	20·5	20·0	19·6	19·1	75
Dec.	172° 30′ / 187° 30′	172° 15′ / 187° 45′	172° 00′ / 188° 00′	171° 45′ / 188° 15′	171° 30′ / 188° 30′	171° 15′ / 188° 45′	171° 00′ / 189° 00′	170° 45′ / 189° 15′	170° 30′ / 189° 30′	170° 15′ / 189° 45′	170° 00′ / 190° 00′	169° 45′ / 190° 15′	169° 30′ / 190° 30′	169° 15′ / 190° 45′	169° 00′ / 191° 00′	168° 45′ / 191° 15′	Dec.

HOUR ANGLE

B - Always named the same as Declination

TABLE B · HOUR ANGLE

Dec. °	11° 15′ / 348° 45′	11° 30′ / 348° 30′	11° 45′ / 348° 15′	12° 00′ / 348° 00′	12° 15′ / 347° 45′	12° 30′ / 347° 30′	12° 45′ / 347° 15′	13° 00′ / 347° 00′	13° 15′ / 346° 45′	13° 30′ / 346° 30′	13° 45′ / 346° 15′	14° 00′ / 346° 00′	14° 15′ / 345° 45′	14° 30′ / 345° 30′	14° 45′ / 345° 15′	15° 00′ / 345° 00′	Dec. °
60	8·88	8·69	8·51	8·33	8·16	8·00	7·85	7·70	7·56	7·42	7·29	7·16	7·04	6·92	6·80	6·69	60
61	9·25	9·05	8·86	8·68	8·50	8·34	8·17	8·02	7·87	7·73	7·59	7·46	7·33	7·21	7·09	6·97	61
62	9·64	9·43	9·24	9·05	8·86	8·69	8·52	8·36	8·21	8·06	7·91	7·77	7·64	7·51	7·39	7·27	62
63	10·1	9·84	9·64	9·44	9·25	9·07	8·89	8·72	8·56	8·41	8·26	8·11	7·97	7·84	7·71	7·58	63
64	10·5	10·3	10·1	9·86	9·66	9·47	9·29	9·11	8·95	8·78	8·63	8·48	8·33	8·19	8·05	7·92	64
65	11·0	10·8	10·5	10·3	10·1	9·91	9·72	9·53	9·36	9·19	9·02	8·86	8·71	8·57	8·42	8·29	65
66	11·5	11·3	11·0	10·8	10·6	10·4	10·2	9·98	9·80	9·62	9·45	9·28	9·12	8·97	8·82	8·68	66
67	12·1	11·8	11·6	11·3	11·1	10·9	10·7	10·5	10·3	10·1	9·91	9·74	9·57	9·41	9·25	9·10	67
68	12·7	12·4	12·2	11·9	11·7	11·4	11·2	11·0	10·8	10·6	10·4	10·2	10·1	9·89	9·72	9·56	68
69	13·4	13·1	12·8	12·5	12·3	12·0	11·8	11·6	11·4	11·2	11·0	10·8	10·6	10·4	10·2	10·1	69
70	14·1	13·8	13·5	13·2	12·9	12·7	12·4	12·2	12·0	11·8	11·6	11·4	11·2	11·0	10·8	10·6	70
71	14·9	14·6	14·3	14·0	13·7	13·4	13·2	12·9	12·7	12·4	12·2	12·0	11·8	11·6	11·4	11·2	71
72	15·8	15·4	15·1	14·8	14·5	14·2	13·9	13·7	13·4	13·2	12·9	12·7	12·5	12·3	12·1	11·9	72
73	16·8	16·4	16·1	15·7	15·4	15·1	14·8	14·5	14·3	14·0	13·8	13·5	13·3	13·1	12·8	12·6	73
74	17·9	17·5	17·1	16·8	16·4	16·1	15·8	15·5	15·2	14·9	14·7	14·4	14·2	13·9	13·7	13·5	74
75	19·1	18·7	18·3	18·0	17·6	17·2	16·9	16·6	16·3	16·0	15·7	15·4	15·2	14·9	14·7	14·4	75
Dec.	168° 45′ / 191° 15′	168° 30′ / 191° 30′	168° 15′ / 191° 45′	168° 00′ / 192° 00′	167° 45′ / 192° 15′	167° 30′ / 192° 30′	167° 15′ / 192° 45′	167° 00′ / 193° 00′	166° 45′ / 193° 15′	166° 30′ / 193° 30′	166° 15′ / 193° 45′	166° 00′ / 194° 00′	165° 45′ / 194° 15′	165° 30′ / 194° 30′	165° 15′ / 194° 45′	165° 00′ / 195° 00′	Dec.

HOUR ANGLE

B - Always named the same as Declination

B

TABLE A HOUR ANGLE

Lat. °	15° 00′ / 345° 00′	15° 30′ / 344° 30′	16° 00′ / 344° 00′	16° 30′ / 343° 30′	17° 00′ / 343° 00′	17° 30′ / 342° 30′	18° 00′ / 342° 00′	18° 30′ / 341° 30′	19° 00′ / 341° 00′	19° 30′ / 340° 30′	20° 00′ / 340° 00′	20° 30′ / 339° 30′	21° 00′ / 339° 00′	21° 30′ / 338° 30′	22° 00′ / 338° 00′	22° 30′ / 337° 30′	Lat. °
60	6·46	6·25	6·04	5·85	5·67	5·49	5·33	5·18	5·03	4·89	4·76	4·63	4·51	4·40	4·29	4·18	60
61	6·73	6·51	6·29	6·09	5·90	5·72	5·55	5·39	5·24	5·09	4·96	4·83	4·70	4·58	4·47	4·36	61
62	7·02	6·78	6·56	6·35	6·15	5·96	5·79	5·62	5·46	5·31	5·17	5·03	4·90	4·77	4·65	4·54	62
63	7·32	7·08	6·84	6·63	6·42	6·23	6·04	5·87	5·70	5·54	5·39	5·25	5·11	4·98	4·86	4·74	63
64	7·65	7·39	7·15	6·92	6·71	6·50	6·31	6·13	5·95	5·79	5·63	5·48	5·34	5·21	5·08	4·95	64
65	8·00	7·73	7·48	7·24	7·01	6·80	6·60	6·41	6·23	6·06	5·89	5·74	5·59	5·44	5·31	5·18	65
66	8·38	8·10	7·83	7·58	7·35	7·12	6·91	6·71	6·52	6·34	6·17	6·01	5·85	5·70	5·56	5·42	66
67	8·79	8·50	8·22	7·95	7·71	7·47	7·25	7·04	6·84	6·65	6·47	6·30	6·14	5·98	5·83	5·69	67
68	9·24	8·92	8·63	8·36	8·10	7·85	7·62	7·40	7·19	6·99	6·80	6·62	6·45	6·28	6·13	5·98	68
69	9·72	9·39	9·09	8·80	8·52	8·26	8·02	7·79	7·57	7·36	7·16	6·97	6·79	6·61	6·45	6·29	69
70	10·3	9·91	9·58	9·28	8·99	8·71	8·46	8·21	7·98	7·76	7·55	7·35	7·16	6·98	6·80	6·63	70
71	10·8	10·5	10·1	9·81	9·50	9·21	8·94	8·68	8·43	8·20	7·98	7·77	7·57	7·37	7·19	7·01	71
72	11·5	11·1	10·7	10·4	10·1	9·76	9·47	9·20	8·94	8·69	8·46	8·23	8·02	7·81	7·62	7·43	72
73	12·2	11·8	11·4	11·1	10·7	10·4	10·1	9·78	9·50	9·24	8·99	8·75	8·52	8·30	8·10	7·90	73
74	13·0	12·6	12·2	11·8	11·4	11·1	10·7	10·4	10·1	9·85	9·58	9·33	9·09	8·85	8·63	8·42	74
75	13·9	13·5	13·0	12·6	12·2	11·8	11·5	11·2	10·8	10·5	10·3	9·96	9·72	9·47	9·24	9·01	75
76	15·0	14·5	14·0	13·5	13·1	12·7	12·4	12·0	11·7	11·3	11·1	10·7	10·5	10·2	9·93	9·68	76
77	16·2	15·6	15·1	14·6	14·2	13·7	13·3	13·0	12·6	12·2	11·9	11·6	11·3	11·0	10·7	10·5	77
78	17·6	17·0	16·4	15·9	15·4	14·9	14·5	14·1	13·7	13·3	12·9	12·6	12·3	11·9	11·7	11·4	78
79	19·2	18·6	17·9	17·4	16·8	16·3	15·8	15·4	14·9	14·5	14·1	13·8	13·4	13·1	12·7	12·4	79
80	21·2	20·5	19·8	19·2	18·6	18·0	17·5	17·0	16·5	16·0	15·6	15·2	14·8	14·4	14·0	13·7	80
81	23·6	22·8	22·0	21·3	20·7	20·0	19·4	18·9	18·3	17·8	17·4	16·9	16·5	16·0	15·6	15·2	81
82	26·6	25·7	24·8	24·0	23·3	22·6	21·9	21·3	20·7	20·1	19·6	19·0	18·5	18·1	17·6	17·2	82
83	30·4	29·4	28·4	27·5	26·6	25·8	25·1	24·3	23·7	23·0	22·4	21·8	21·2	20·7	20·2	19·7	83
Lat.	165° 00′ / 195° 00′	164° 30′ / 195° 30′	164° 00′ / 196° 00′	163° 30′ / 196° 30′	163° 00′ / 197° 00′	162° 30′ / 197° 30′	162° 00′ / 198° 00′	161° 30′ / 198° 30′	161° 00′ / 199° 00′	160° 30′ / 199° 30′	160° 00′ / 200° 00′	159° 30′ / 200° 30′	159° 00′ / 201° 00′	158° 30′ / 201° 30′	158° 00′ / 202° 00′	157° 30′ / 202° 30′	Lat.

HOUR ANGLE

A - Named opposite to Latitude, **except** when **Hour Angle** is between 90° and 270°

TABLE A - HOUR ANGLE

Lat. °	22° 30′ / 337° 30′	23° 00′ / 337° 00′	23° 30′ / 336° 30′	24° 00′ / 336° 00′	24° 30′ / 335° 30′	25° 00′ / 335° 00′	25° 30′ / 334° 30′	26° 00′ / 334° 00′	26° 30′ / 333° 30′	27° 00′ / 333° 00′	27° 30′ / 332° 30′	28° 00′ / 332° 00′	28° 30′ / 331° 30′	29° 00′ / 331° 00′	29° 30′ / 330° 30′	30° 00′ / 330° 00′	Lat. °
60	4·18	4·08	3·98	3·89	3·80	3·71	3·63	3·55	3·47	3·40	3·33	3·26	3·19	3·12	3·06	3·00	60
61	4·36	4·25	4·15	4·05	3·96	3·87	3·78	3·70	3·62	3·54	3·47	3·39	3·32	3·25	3·18	3·12	61
62	4·54	4·43	4·33	4·22	4·13	4·03	3·94	3·86	3·77	3·69	3·61	3·54	3·46	3·39	3·32	3·26	62
63	4·74	4·62	4·51	4·41	4·31	4·21	4·11	4·02	3·94	3·85	3·77	3·69	3·61	3·54	3·47	3·40	63
64	4·95	4·83	4·72	4·61	4·50	4·40	4·30	4·20	4·11	4·02	3·94	3·86	3·78	3·70	3·62	3·55	64
65	5·18	5·05	4·93	4·82	4·71	4·60	4·50	4·40	4·30	4·21	4·12	4·03	3·95	3·87	3·79	3·71	65
66	5·42	5·29	5·17	5·04	4·93	4·82	4·71	4·61	4·51	4·41	4·31	4·22	4·13	4·05	3·97	3·89	66
67	5·69	5·55	5·42	5·29	5·17	5·05	4·94	4·83	4·73	4·62	4·53	4·43	4·34	4·25	4·16	4·08	67
68	5·98	5·83	5·69	5·56	5·43	5·31	5·19	5·07	4·97	4·86	4·75	4·65	4·56	4·47	4·38	4·29	68
69	6·29	6·14	5·99	5·85	5·72	5·59	5·46	5·34	5·23	5·11	5·00	4·90	4·80	4·70	4·60	4·51	69
70	6·63	6·47	6·32	6·17	6·03	5·89	5·76	5·63	5·51	5·39	5·28	5·17	5·06	4·96	4·86	4·76	70
71	7·01	6·84	6·68	6·52	6·37	6·23	6·09	5·96	5·83	5·70	5·58	5·46	5·35	5·24	5·13	5·03	71
72	7·43	7·25	7·08	6·91	6·75	6·60	6·45	6·31	6·17	6·04	5·91	5·79	5·67	5·55	5·44	5·33	72
73	7·90	7·71	7·52	7·35	7·18	7·01	6·86	6·71	6·56	6·42	6·28	6·15	6·03	5·90	5·78	5·67	73
74	8·42	8·22	8·02	7·83	7·65	7·48	7·31	7·15	6·99	6·84	6·70	6·56	6·42	6·29	6·16	6·04	74
75	9·01	8·79	8·58	8·38	8·19	8·00	7·82	7·65	7·49	7·32	7·17	7·02	6·87	6·73	6·60	6·46	75
76	9·68	9·45	9·22	9·01	8·80	8·60	8·41	8·22	8·04	7·87	7·71	7·54	7·39	7·24	7·09	6·95	76
77	10·5	10·2	9·96	9·73	9·51	9·29	9·08	8·88	8·69	8·50	8·32	8·15	7·98	7·81	7·66	7·50	77
78	11·4	11·1	10·8	10·6	10·3	10·1	9·86	9·65	9·44	9·23	9·04	8·85	8·67	8·49	8·32	8·15	78
79	12·4	12·1	11·8	11·6	11·3	11·0	10·8	10·6	10·3	10·1	9·88	9·68	9·48	9·28	9·09	8·91	79
80	13·7	13·4	13·0	12·7	12·4	12·2	11·9	11·6	11·4	11·1	10·9	10·7	10·4	10·3	10·0	9·82	80
81	15·2	14·9	14·5	14·2	13·9	13·6	13·2	13·0	12·7	12·4	12·1	11·9	11·6	11·4	11·2	10·9	81
82	17·2	16·8	16·4	16·0	15·6	15·3	14·9	14·6	14·3	14·0	13·7	13·4	13·1	12·8	12·6	12·3	82
83	19·7	19·2	18·7	18·3	17·9	17·5	17·1	16·7	16·3	16·0	15·7	15·3	15·0	14·7	14·4	14·1	83
Lat.	157° 30′ / 202° 30′	157° 00′ / 203° 00′	156° 30′ / 203° 30′	156° 00′ / 204° 00′	155° 30′ / 204° 30′	155° 00′ / 205° 00′	154° 30′ / 205° 30′	154° 00′ / 206° 00′	153° 30′ / 206° 30′	153° 00′ / 207° 00′	152° 30′ / 207° 30′	152° 00′ / 208° 00′	151° 30′ / 208° 30′	151° 00′ / 209° 00′	150° 30′ / 209° 30′	150° 00′ / 210° 00′	Lat.

HOUR ANGLE

A - Named opposite to Latitude, **except** when **Hour Angle** is between 90° and 270°

A

TABLE B HOUR ANGLE

Dec °	15° 00′ / 345° 00′	15° 30′ / 344° 30′	16° 00′ / 344° 00′	16° 30′ / 343° 30′	17° 00′ / 343° 00′	17° 30′ / 342° 30′	18° 00′ / 342° 00′	18° 30′ / 341° 30′	19° 00′ / 341° 00′	19° 30′ / 340° 30′	20° 00′ / 340° 00′	20° 30′ / 339° 30′	21° 00′ / 339° 00′	21° 30′ / 338° 30′	22° 00′ / 338° 00′	22° 30′ / 337° 30′	Dec °
60	6·69	6·48	6·28	6·10	5·92	5·76	5·61	5·46	5·32	5·19	5·06	4·95	4·83	4·73	4·62	4·53	60
61	6·97	6·75	6·55	6·35	6·17	6·00	5·84	5·69	5·54	5·40	5·27	5·15	5·03	4·92	4·82	4·71	61
62	7·27	7·04	6·82	6·62	6·43	6·25	6·09	5·93	5·78	5·63	5·50	5·37	5·25	5·13	5·02	4·91	62
63	7·58	7·34	7·12	6·91	6·71	6·53	6·35	6·19	6·03	5·88	5·74	5·60	5·48	5·36	5·24	5·13	63
64	7·92	7·67	7·44	7·22	7·01	6·82	6·63	6·46	6·30	6·14	5·99	5·85	5·72	5·59	5·47	5·36	64
65	8·29	8·02	7·78	7·55	7·33	7·13	6·94	6·76	6·59	6·42	6·27	6·12	5·98	5·85	5·72	5·60	65
66	8·68	8·40	8·15	7·91	7·68	7·47	7·27	7·08	6·90	6·73	6·57	6·41	6·27	6·13	6·00	5·87	66
67	9·10	8·82	8·55	8·29	8·06	7·83	7·62	7·42	7·24	7·06	6·89	6·73	6·57	6·43	6·29	6·16	67
68	9·56	9·26	8·98	8·72	8·47	8·23	8·01	7·80	7·60	7·41	7·24	7·07	6·91	6·75	6·61	6·47	68
69	10·1	9·75	9·45	9·17	8·91	8·66	8·43	8·21	8·00	7·80	7·62	7·44	7·27	7·11	6·95	6·81	69
70	10·6	10·3	9·97	9·67	9·40	9·14	8·89	8·66	8·44	8·23	8·03	7·85	7·67	7·50	7·33	7·18	70
71	11·2	10·9	10·5	10·2	9·93	9·68	9·40	9·15	8·92	8·70	8·49	8·29	8·10	7·92	7·75	7·59	71
72	11·9	11·5	11·2	10·8	10·5	10·2	9·96	9·70	9·45	9·22	9·00	8·79	8·59	8·40	8·22	8·04	72
73	12·6	12·2	11·9	11·5	11·2	10·9	10·6	10·3	10·0	9·80	9·57	9·34	9·13	8·93	8·73	8·55	73
74	13·5	13·1	12·7	12·3	11·9	11·6	11·3	11·0	10·7	10·4	10·2	9·96	9·73	9·52	9·31	9·11	74
75	14·4	14·0	13·5	13·1	12·8	12·4	12·1	11·8	11·5	11·2	10·9	10·7	10·4	10·2	9·96	9·75	75
Dec.	165° 00′ / 195° 00′	164° 30′ / 195° 30′	164° 00′ / 196° 00′	163° 30′ / 196° 30′	163° 00′ / 197° 00′	162° 30′ / 197° 30′	162° 00′ / 198° 00′	161° 30′ / 198° 30′	161° 00′ / 199° 00′	160° 30′ / 199° 30′	160° 00′ / 200° 00′	159° 30′ / 200° 30′	159° 00′ / 201° 00′	158° 30′ / 201° 30′	158° 00′ / 202° 00′	157° 30′ / 202° 30′	Dec

HOUR ANGLE

B - Always named the same as Declination

TABLE B - HOUR ANGLE

Dec °	22° 30′ / 337° 30′	23° 00′ / 337° 00′	23° 30′ / 336° 30′	24° 00′ / 336° 00′	24° 30′ / 335° 30′	25° 00′ / 335° 00′	25° 30′ / 334° 30′	26° 00′ / 334° 00′	26° 30′ / 333° 30′	27° 00′ / 333° 00′	27° 30′ / 332° 30′	28° 00′ / 332° 00′	28° 30′ / 331° 30′	29° 00′ / 331° 00′	29° 30′ / 330° 30′	30° 00′ / 330° 00′	Dec °
60	4·53	4·43	4·34	4·26	4·18	4·10	4·02	3·95	3·88	3·82	3·75	3·69	3·63	3·57	3·52	3·46	60
61	4·71	4·62	4·52	4·44	4·35	4·27	4·19	4·12	4·04	3·97	3·91	3·84	3·78	3·72	3·66	3·61	61
62	4·91	4·81	4·72	4·62	4·54	4·45	4·37	4·29	4·22	4·14	4·07	4·01	3·94	3·88	3·82	3·76	62
63	5·13	5·02	4·92	4·83	4·73	4·64	4·56	4·48	4·40	4·32	4·25	4·18	4·11	4·05	3·99	3·93	63
64	5·36	5·25	5·14	5·04	4·94	4·85	4·76	4·68	4·60	4·52	4·44	4·37	4·30	4·23	4·16	4·10	64
65	5·60	5·49	5·38	5·27	5·17	5·07	4·98	4·89	4·81	4·72	4·64	4·57	4·49	4·42	4·35	4·29	65
66	5·87	5·75	5·63	5·52	5·42	5·31	5·22	5·12	5·03	4·95	4·86	4·78	4·71	4·63	4·56	4·49	66
67	6·16	6·03	5·91	5·79	5·68	5·57	5·47	5·37	5·28	5·19	5·10	5·02	4·94	4·86	4·78	4·71	67
68	6·47	6·33	6·21	6·09	5·97	5·86	5·75	5·65	5·55	5·45	5·36	5·27	5·19	5·11	5·03	4·95	68
69	6·81	6·67	6·53	6·40	6·28	6·16	6·05	5·94	5·84	5·74	5·64	5·55	5·46	5·37	5·29	5·21	69
70	7·18	7·03	6·89	6·75	6·63	6·50	6·38	6·27	6·16	6·05	5·95	5·85	5·76	5·67	5·58	5·49	70
71	7·59	7·43	7·28	7·14	7·00	6·87	6·75	6·63	6·51	6·40	6·29	6·19	6·08	5·99	5·90	5·81	71
72	8·04	7·88	7·72	7·57	7·42	7·28	7·15	7·02	6·90	6·78	6·67	6·56	6·45	6·35	6·25	6·15	72
73	8·55	8·37	8·20	8·04	7·89	7·74	7·60	7·46	7·33	7·21	7·08	6·97	6·86	6·75	6·64	6·54	73
74	9·11	8·93	8·75	8·57	8·41	8·25	8·10	7·96	7·82	7·68	7·55	7·43	7·31	7·19	7·08	6·97	74
75	9·75	9·55	9·36	9·18	9·00	8·83	8·67	8·52	8·37	8·22	8·08	7·95	7·82	7·70	7·58	7·46	75
Dec.	157° 30′ / 202° 30′	157° 00′ / 203° 00′	156° 30′ / 203° 30′	156° 00′ / 204° 00′	155° 30′ / 204° 30′	155° 00′ / 205° 00′	154° 30′ / 205° 30′	154° 00′ / 206° 00′	153° 30′ / 206° 30′	153° 00′ / 207° 00′	152° 30′ / 207° 30′	152° 00′ / 208° 00′	151° 30′ / 208° 30′	151° 00′ / 209° 00′	150° 30′ / 209° 30′	150° 00′ / 210° 00′	Dec.

HOUR ANGLE

B - Always named the same as Declination

B

TABLE A HOUR ANGLE

Lat. °	30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°	41°	42°	43°	44°	45°	Lat. °
	330°	329°	328°	327°	326°	325°	324°	323°	322°	321°	320°	319°	318°	317°	316°	315°	
60	3·00	2·88	2·77	2·67	2·57	2·47	2·38	2·30	2·22	2·14	2·06	1·99	1·92	1·86	1·79	1·73	60
61	3·12	3·00	2·89	2·78	2·67	2·58	2·48	2·39	2·31	2·23	2·15	2·08	2·00	1·93	1·87	1·80	61
62	3·26	3·13	3·01	2·90	2·79	2·69	2·59	2·50	2·41	2·32	2·24	2·16	2·09	2·02	1·95	1·88	62
63	3·40	3·27	3·14	3·02	2·91	2·80	2·70	2·60	2·51	2·42	2·34	2·26	2·18	2·10	2·03	1·96	63
64	3·55	3·41	3·28	3·16	3·04	2·93	2·82	2·72	2·62	2·53	2·44	2·36	2·28	2·20	2·12	2·05	64
65	3·71	3·57	3·43	3·30	3·18	3·06	2·95	2·85	2·74	2·65	2·56	2·47	2·38	2·30	2·22	2·14	65
66	3·89	3·74	3·59	3·46	3·33	3·21	3·09	2·98	2·87	2·77	2·68	2·58	2·49	2·41	2·33	2·25	66
67	4·08	3·92	3·77	3·63	3·49	3·36	3·24	3·13	3·02	2·91	2·81	2·71	2·62	2·53	2·44	2·36	67
68	4·29	4·12	3·96	3·81	3·67	3·53	3·41	3·28	3·17	3·06	2·95	2·85	2·75	2·65	2·56	2·48	68
69	4·51	4·34	4·17	4·01	3·86	3·72	3·59	3·46	3·34	3·22	3·11	3·00	2·89	2·79	2·70	2·61	69
70	4·76	4·57	4·40	4·23	4·07	3·92	3·78	3·65	3·52	3·39	3·27	3·16	3·04	2·95	2·85	2·75	70
71	5·03	4·83	4·65	4·47	4·31	4·15	4·00	3·85	3·72	3·59	3·46	3·34	3·23	3·11	3·01	2·90	71
72	5·33	5·12	4·93	4·74	4·56	4·40	4·24	4·08	3·94	3·80	3·67	3·54	3·42	3·30	3·19	3·08	72
73	5·67	5·44	5·23	5·04	4·85	4·67	4·50	4·34	4·19	4·04	3·90	3·76	3·63	3·51	3·39	3·27	73
74	6·04	5·80	5·58	5·37	5·17	4·98	4·80	4·63	4·46	4·31	4·16	4·01	3·87	3·74	3·61	3·49	74
75	6·46	6·21	5·97	5·75	5·53	5·33	5·14	4·95	4·78	4·61	4·45	4·29	4·15	4·00	3·87	3·73	75
76	6·95	6·68	6·42	6·18	5·95	5·73	5·52	5·32	5·13	4·95	4·78	4·61	4·45	4·30	4·15	4·01	76
77	7·50	7·21	6·93	6·67	6·42	6·19	5·96	5·75	5·54	5·35	5·16	4·98	4·81	4·65	4·49	4·33	77
78	8·15	7·83	7·53	7·25	6·98	6·72	6·48	6·24	6·02	5·81	5·61	5·41	5·23	5·05	4·87	4·70	78
79	8·91	8·56	8·23	7·92	7·63	7·35	7·08	6·83	6·59	6·35	6·13	5·92	5·71	5·52	5·33	5·14	79
80	9·82	9·44	9·08	8·73	8·41	8·10	7·81	7·53	7·26	7·00	6·76	6·52	6·30	6·08	5·87	5·67	80
81	10·9	10·5	10·1	9·72	9·36	9·02	8·69	8·38	8·08	7·80	7·52	7·26	7·01	6·77	6·54	6·31	81
82	12·3	11·8	11·4	11·0	10·6	10·2	9·79	9·44	9·11	8·79	8·48	8·19	7·90	7·63	7·37	7·12	82
83	14·1	13·6	13·0	12·5	12·1	11·6	11·2	10·8	10·4	10·1	9·71	9·37	9·05	8·73	8·43	8·14	83
Lat.	150°	149°	148°	147°	146°	145°	144°	143°	142°	141°	140°	139°	138°	137°	136°	135°	Lat.
	210°	211°	212°	213°	214°	215°	216°	217°	218°	219°	220°	221°	222°	223°	224°	225°	

HOUR ANGLE

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

TABLE A HOUR ANGLE

Lat. °	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°	54°	55°	56°	57°	58°	59°	60°	Lat. °
	315°	314°	313°	312°	311°	310°	309°	308°	307°	306°	305°	304°	303°	302°	301°	300°	
60	1·73	1·67	1·62	1·56	1·51	1·45	1·40	1·35	1·31	1·26	1·21	1·17	1·12	1·08	1·04	1·00	60
61	1·80	1·74	1·68	1·62	1·57	1·51	1·46	1·41	1·36	1·31	1·26	1·22	1·17	1·13	1·08	1·04	61
62	1·88	1·82	1·75	1·69	1·63	1·58	1·52	1·47	1·42	1·37	1·32	1·27	1·22	1·18	1·13	1·09	62
63	1·96	1·90	1·83	1·77	1·71	1·65	1·59	1·53	1·48	1·43	1·37	1·32	1·27	1·23	1·18	1·13	63
64	2·05	1·98	1·91	1·85	1·78	1·72	1·66	1·60	1·55	1·49	1·44	1·38	1·33	1·28	1·23	1·18	64
65	2·14	2·07	2·00	1·93	1·86	1·80	1·74	1·68	1·62	1·56	1·50	1·45	1·39	1·34	1·29	1·24	65
66	2·25	2·17	2·09	2·02	1·95	1·88	1·82	1·75	1·69	1·63	1·57	1·52	1·46	1·40	1·35	1·30	66
67	2·36	2·28	2·20	2·12	2·05	1·98	1·91	1·84	1·78	1·71	1·65	1·59	1·53	1·47	1·42	1·36	67
68	2·48	2·39	2·31	2·23	2·15	2·08	2·00	1·93	1·87	1·80	1·73	1·67	1·61	1·55	1·49	1·43	68
69	2·61	2·52	2·43	2·35	2·26	2·19	2·11	2·04	1·96	1·89	1·82	1·76	1·69	1·63	1·57	1·50	69
70	2·75	2·65	2·56	2·47	2·39	2·31	2·23	2·15	2·07	2·00	1·92	1·85	1·78	1·72	1·65	1·59	70
71	2·90	2·80	2·71	2·62	2·52	2·44	2·35	2·27	2·19	2·11	2·03	1·96	1·89	1·82	1·75	1·68	71
72	3·08	2·97	2·87	2·77	2·68	2·58	2·49	2·41	2·32	2·24	2·16	2·08	2·00	1·92	1·85	1·78	72
73	3·27	3·16	3·05	2·95	2·84	2·74	2·65	2·56	2·47	2·38	2·29	2·21	2·12	2·04	1·97	1·89	73
74	3·49	3·37	3·25	3·14	3·03	2·93	2·82	2·73	2·63	2·53	2·44	2·35	2·27	2·18	2·10	2·01	74
75	3·73	3·60	3·48	3·36	3·24	3·13	3·02	2·92	2·81	2·71	2·61	2·52	2·42	2·33	2·24	2·16	75
76	4·01	3·87	3·74	3·61	3·49	3·37	3·25	3·13	3·02	2·91	2·81	2·71	2·61	2·51	2·41	2·32	76
77	4·33	4·18	4·04	3·90	3·77	3·64	3·51	3·38	3·26	3·15	3·03	2·92	2·81	2·71	2·60	2·50	77
78	4·70	4·54	4·39	4·24	4·09	3·95	3·81	3·68	3·55	3·42	3·29	3·17	3·06	2·94	2·83	2·72	78
79	5·14	4·97	4·80	4·63	4·47	4·32	4·17	4·02	3·88	3·74	3·60	3·47	3·34	3·23	3·09	2·97	79
80	5·67	5·48	5·29	5·11	4·93	4·76	4·59	4·43	4·27	4·12	3·97	3·83	3·68	3·54	3·41	3·27	80
81	6·31	6·10	5·89	5·69	5·49	5·30	5·11	4·93	4·76	4·59	4·42	4·26	4·10	3·95	3·79	3·65	81
82	7·12	6·87	6·64	6·41	6·19	5·97	5·76	5·56	5·36	5·17	4·98	4·80	4·62	4·45	4·28	4·11	82
83	8·14	7·86	7·60	7·33	7·08	6·83	6·60	6·36	6·14	5·92	5·70	5·49	5·29	5·09	4·89	4·70	83
Lat.	135°	134°	133°	132°	131°	130°	129°	128°	127°	126°	125°	124°	123°	122°	121°	120°	Lat.
	225°	226°	227°	228°	229°	230°	231°	232°	233°	234°	235°	236°	237°	238°	239°	240°	

HOUR ANGLE

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

A

TABLE B HOUR ANGLE

Dec. °	30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°	41°	42°	43°	44°	45°	Dec. °
	330°	329°	328°	327°	326°	325°	324°	323°	322°	321°	320°	319°	318°	317°	316°	315°	
60	3·46	3·36	3·27	3·18	3·10	3·02	2·95	2·88	2·81	2·75	2·69	2·64	2·59	2·54	2·49	2·45	60
61	3·61	3·50	3·40	3·31	3·23	3·15	3·07	3·00	2·93	2·87	2·81	2·75	2·70	2·65	2·60	2·55	61
62	3·76	3·65	3·55	3·45	3·36	3·28	3·20	3·13	3·05	2·99	2·93	2·87	2·81	2·76	2·71	2·66	62
63	3·93	3·81	3·70	3·60	3·51	3·42	3·34	3·26	3·19	3·12	3·05	2·99	2·93	2·88	2·83	2·78	63
64	4·10	3·98	3·87	3·76	3·67	3·57	3·49	3·41	3·33	3·26	3·19	3·13	3·06	3·01	2·95	2·90	64
65	4·29	4·16	4·05	3·94	3·84	3·74	3·65	3·56	3·48	3·41	3·34	3·27	3·20	3·14	3·09	3·03	65
66	4·49	4·36	4·24	4·12	4·02	3·92	3·82	3·73	3·65	3·57	3·49	3·42	3·36	3·29	3·23	3·18	66
67	4·71	4·57	4·45	4·33	4·21	4·11	4·01	3·91	3·83	3·74	3·67	3·59	3·52	3·45	3·39	3·33	67
68	4·95	4·81	4·67	4·54	4·43	4·32	4·21	4·11	4·02	3·93	3·86	3·77	3·70	3·63	3·56	3·50	68
69	5·21	5·06	4·92	4·78	4·66	4·54	4·43	4·33	4·23	4·14	4·05	3·97	3·89	3·82	3·75	3·68	69
70	5·49	5·33	5·18	5·04	4·91	4·79	4·67	4·58	4·46	4·37	4·27	4·19	4·11	4·03	3·95	3·89	70
71	5·81	5·64	5·48	5·33	5·19	5·06	4·94	4·83	4·72	4·61	4·52	4·43	4·34	4·26	4·18	4·11	71
72	6·15	5·98	5·81	5·65	5·50	5·37	5·24	5·11	5·00	4·89	4·79	4·69	4·60	4·51	4·43	4·35	72
73	6·54	6·35	6·17	6·01	5·85	5·70	5·57	5·44	5·31	5·20	5·09	4·99	4·89	4·80	4·71	4·63	73
74	6·97	6·77	6·58	6·40	6·24	6·08	5·93	5·79	5·67	5·54	5·43	5·32	5·21	5·11	5·02	4·93	74
75	7·46	7·25	7·04	6·85	6·67	6·51	6·35	6·20	6·06	5·93	5·81	5·69	5·58	5·47	5·37	5·28	75
Dec.	150°	149°	148°	147°	146°	145°	144°	143°	142°	141°	140°	139°	138°	137°	136°	135°	Dec.
	210°	211°	212°	213°	214°	215°	216°	217°	218°	219°	220°	221°	222°	223°	224°	225°	

HOUR ANGLE

B - Always named the same as Declination

TABLE B - HOUR ANGLE

Dec. °	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°	54°	55°	56°	57°	58°	59°	60°	Dec. °
	315°	314°	313°	312°	311°	310°	309°	308°	307°	306°	305°	304°	303°	302°	301°	300°	
60	2·45	2·41	2·37	2·33	2·29	2·26	2·23	2·20	2·17	2·14	2·11	2·09	2·07	2·04	2·02	2·00	60
61	2·55	2·51	2·47	2·43	2·39	2·36	2·32	2·29	2·26	2·23	2·20	2·18	2·15	2·13	2·10	2·08	61
62	2·66	2·62	2·57	2·53	2·49	2·46	2·42	2·39	2·35	2·32	2·30	2·27	2·24	2·22	2·19	2·17	62
63	2·78	2·73	2·68	2·64	2·60	2·56	2·53	2·49	2·46	2·43	2·40	2·36	2·34	2·31	2·29	2·27	63
64	2·90	2·85	2·80	2·76	2·72	2·68	2·64	2·60	2·57	2·53	2·50	2·47	2·44	2·42	2·39	2·37	64
65	3·03	2·98	2·93	2·89	2·84	2·80	2·76	2·72	2·69	2·65	2·62	2·59	2·56	2·53	2·50	2·48	65
66	3·18	3·12	3·07	3·02	2·98	2·93	2·89	2·85	2·81	2·78	2·74	2·71	2·68	2·65	2·62	2·59	66
67	3·33	3·28	3·22	3·17	3·12	3·08	3·03	2·99	2·95	2·91	2·88	2·84	2·81	2·78	2·75	2·72	67
68	3·50	3·44	3·38	3·33	3·28	3·23	3·18	3·14	3·10	3·06	3·02	2·99	2·95	2·92	2·89	2·86	68
69	3·68	3·62	3·56	3·51	3·45	3·40	3·35	3·31	3·26	3·22	3·18	3·14	3·11	3·07	3·04	3·01	69
70	3·89	3·82	3·76	3·70	3·64	3·59	3·54	3·49	3·44	3·40	3·35	3·31	3·28	3·24	3·20	3·17	70
71	4·11	4·04	3·97	3·91	3·85	3·79	3·74	3·68	3·64	3·59	3·54	3·50	3·46	3·42	3·39	3·35	71
72	4·35	4·28	4·21	4·14	4·08	4·02	3·96	3·91	3·85	3·80	3·76	3·71	3·67	3·63	3·59	3·55	72
73	4·63	4·55	4·47	4·40	4·33	4·27	4·21	4·15	4·10	4·04	3·99	3·95	3·90	3·86	3·82	3·78	73
74	4·93	4·85	4·77	4·69	4·62	4·55	4·49	4·43	4·37	4·31	4·26	4·21	4·16	4·11	4·07	4·03	74
75	5·28	5·19	5·10	5·02	4·95	4·87	4·80	4·74	4·67	4·61	4·56	4·50	4·45	4·40	4·35	4·31	75
Dec.	135°	134°	133°	132°	131°	130°	129°	128°	127°	126°	125°	124°	123°	122°	121°	120°	Dec.
	225°	226°	227°	228°	229°	230°	231°	232°	233°	234°	235°	236°	237°	238°	239°	240°	

HOUR ANGLE

B - Always named the same as Declination

B - Always named the same as Declination

B

TABLE A HOUR ANGLE

Lat. °	60°	61°	62°	63°	64°	65°	66°	67°	68°	69°	70°	71°	72°	73°	74°	75°	Lat. °
	300°	299°	298°	297°	296°	295°	294°	293°	292°	291°	290°	289°	288°	287°	286°	285°	
60	1·00	·96	·92	·88	·85	·81	·77	·74	·70	·67	·63	·60	·56	·53	·50	·46	60
61	1·04	1·00	·96	·92	·88	·84	·80	·77	·73	·69	·66	·62	·59	·55	·52	·48	61
62	1·09	1·04	1·00	·96	·92	·88	·84	·80	·76	·72	·68	·65	·61	·58	·54	·50	62
63	1·13	1·09	1·04	1·00	·96	·92	·87	·83	·79	·75	·71	·68	·64	·60	·56	·53	63
64	1·18	1·14	1·09	1·05	1·00	·96	·91	·87	·83	·79	·75	·71	·67	·63	·59	·55	64
65	1·24	1·19	1·14	1·09	1·05	1·00	·96	·91	·87	·82	·78	·74	·70	·66	·62	·57	65
66	1·30	1·25	1·19	1·14	1·10	1·05	1·00	·95	·91	·86	·82	·77	·73	·69	·64	·60	66
67	1·36	1·31	1·25	1·20	1·15	1·10	1·05	1·00	·95	·90	·86	·81	·77	·72	·68	·63	67
68	1·43	1·37	1·32	1·26	1·21	1·15	1·09	1·05	1·00	·95	·90	·85	·80	·76	·71	·66	68
69	1·50	1·44	1·39	1·33	1·27	1·22	1·16	1·11	1·05	1·00	·95	·90	·85	·80	·75	·70	69
70	1·59	1·52	1·46	1·40	1·34	1·28	1·22	1·17	1·11	1·05	1·00	·95	·89	·84	·79	·74	70
71	1·68	1·61	1·54	1·48	1·42	1·35	1·29	1·23	1·17	1·11	1·06	1·00	·94	·89	·83	·78	71
72	1·78	1·71	1·64	1·57	1·50	1·44	1·37	1·31	1·24	1·18	1·12	1·06	1·00	·94	·88	·82	72
73	1·89	1·81	1·74	1·67	1·60	1·53	1·46	1·39	1·32	1·26	1·19	1·13	1·06	1·00	·94	·88	73
74	2·01	1·93	1·85	1·78	1·70	1·63	1·55	1·48	1·41	1·34	1·27	1·20	1·13	1·07	1·00	·93	74
75	2·16	2·07	1·98	1·90	1·82	1·74	1·66	1·58	1·51	1·43	1·36	1·29	1·21	1·14	1·07	1·00	75
76	2·32	2·22	2·13	2·04	1·96	1·87	1·79	1·70	1·62	1·54	1·46	1·38	1·30	1·23	1·15	1·07	76
77	2·50	2·40	2·30	2·21	2·11	2·02	1·93	1·84	1·75	1·66	1·58	1·49	1·41	1·32	1·24	1·16	77
78	2·72	2·61	2·50	2·40	2·29	2·19	2·09	2·00	1·90	1·81	1·71	1·62	1·53	1·44	1·35	1·26	78
79	2·97	2·85	2·74	2·62	2·51	2·40	2·29	2·18	2·08	1·97	1·87	1·77	1·67	1·57	1·48	1·37	79
80	3·27	3·14	3·02	2·89	2·77	2·64	2·53	2·41	2·29	2·18	2·06	1·95	1·84	1·73	1·63	1·52	80
81	3·65	3·50	3·36	3·22	3·08	2·94	2·81	2·68	2·55	2·42	2·30	2·17	2·05	1·93	1·81	1·69	81
82	4·11	3·94	3·78	3·63	3·47	3·32	3·17	3·02	2·87	2·73	2·59	2·45	2·31	2·18	2·04	1·91	82
83	4·70	4·51	4·33	4·15	3·97	3·80	3·63	3·46	3·29	3·13	2·96	2·80	2·65	2·49	2·34	2·18	83
Lat.	120°	119°	118°	117°	116°	115°	114°	113°	112°	111°	110°	109°	108°	107°	106°	105°	Lat.
	240°	241°	242°	243°	244°	245°	246°	247°	248°	249°	250°	251°	252°	253°	254°	255°	

HOUR ANGLE

TABLE A HOUR ANGLE

Lat. °	75°	76°	77°	78°	79°	80°	81°	82°	83°	84°	85°	86°	87°	88°	89°	90°	Lat. °
	285°	284°	283°	282°	281°	280°	279°	278°	277°	276°	275°	274°	273°	272°	271°	270°	
60	·46	·43	·40	·37	·34	·31	·27	·24	·21	·18	·15	·12	·09	·06	·03	·00	60
61	·48	·45	·42	·38	·35	·32	·29	·25	·22	·19	·16	·13	·10	·06	·03	·00	61
62	·50	·47	·43	·40	·37	·33	·30	·26	·23	·20	·16	·13	·10	·07	·03	·00	62
63	·53	·49	·45	·42	·38	·35	·31	·28	·24	·21	·17	·14	·10	·07	·03	·00	63
64	·55	·51	·47	·44	·40	·36	·33	·29	·25	·22	·18	·14	·11	·07	·04	·00	64
65	·57	·54	·50	·46	·42	·38	·34	·30	·26	·23	·19	·15	·11	·08	·04	·00	65
66	·60	·56	·52	·48	·44	·40	·36	·32	·28	·24	·20	·16	·12	·08	·04	·00	66
67	·63	·59	·54	·50	·46	·42	·37	·33	·29	·25	·21	·17	·12	·08	·04	·00	67
68	·66	·62	·57	·53	·48	·44	·39	·35	·30	·26	·22	·17	·13	·09	·04	·00	68
69	·70	·65	·60	·55	·51	·46	·41	·37	·32	·27	·23	·18	·14	·09	·05	·00	69
70	·74	·69	·63	·58	·53	·48	·44	·39	·34	·29	·24	·19	·14	·10	·05	·00	70
71	·78	·72	·67	·62	·57	·51	·46	·41	·36	·31	·25	·20	·15	·10	·05	·00	71
72	·82	·77	·71	·65	·60	·54	·49	·43	·38	·32	·27	·22	·16	·11	·05	·00	72
73	·88	·82	·78	·70	·64	·58	·52	·46	·40	·34	·29	·23	·17	·11	·06	·00	73
74	·93	·87	·81	·74	·68	·61	·55	·49	·43	·37	·31	·24	·18	·12	·06	·00	74
75	1·00	·93	·86	·79	·73	·66	·59	·53	·46	·39	·33	·26	·20	·13	·07	·00	75
76	1·07	1·00	·93	·85	·78	·71	·64	·56	·49	·42	·35	·28	·21	·14	·07	·00	76
77	1·16	1·08	1·00	·92	·84	·76	·69	·61	·53	·46	·38	·30	·23	·15	·08	·00	77
78	1·26	1·17	1·09	1·00	·91	·83	·75	·66	·58	·49	·41	·33	·25	·16	·08	·00	78
79	1·37	1·28	1·19	1·09	1·00	·91	·82	·72	·63	·54	·45	·36	·27	·18	·09	·00	79
80	1·52	1·41	1·31	1·21	1·10	1·00	·90	·80	·70	·60	·50	·40	·30	·20	·10	·00	80
81	1·69	1·57	1·46	1·34	1·23	1·11	1·00	·89	·78	·66	·55	·44	·33	·22	·11	·00	81
82	1·91	1·77	1·64	1·51	1·38	1·26	1·13	1·00	·87	·75	·62	·50	·37	·25	·12	·00	82
83	2·18	2·03	1·88	1·73	1·58	1·44	1·29	1·15	1·00	·86	·71	·57	·43	·28	·14	·00	83
Lat.	105°	104°	103°	102°	101°	100°	99°	98°	97°	96°	95°	94°	93°	92°	91°	90°	Lat.
	255°	256°	257°	258°	259°	260°	261°	262°	263°	264°	265°	266°	267°	268°	269°	270°	

HOUR ANGLE

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

A - Named opposite to Latitude, except when Hour Angle is between 90° and 270°

A

TABLE B HOUR ANGLE

Dec °	60°	61°	62°	63°	64°	65°	66°	67°	68°	69°	70°	71°	72°	73°	74°	75°	Dec °
	300°	299°	298°	297°	296°	295°	294°	293°	292°	291°	290°	289°	288°	287°	286°	285°	
60	2·00	1·98	1·96	1·94	1·93	1·91	1·89	1·88	1·87	1·85	1·84	1·83	1·82	1·81	1·80	1·79	60
61	2·08	2·06	2·04	2·03	2·01	1·99	1·98	1·96	1·95	1·93	1·92	1·91	1·90	1·89	1·88	1·87	61
62	2·17	2·15	2·13	2·11	2·09	2·08	2·06	2·04	2·03	2·01	2·00	1·99	1·98	1·97	1·96	1·95	62
63	2·27	2·24	2·22	2·20	2·18	2·17	2·15	2·13	2·12	2·10	2·09	2·08	2·06	2·05	2·04	2·03	63
64	2·37	2·34	2·32	2·30	2·28	2·26	2·24	2·23	2·21	2·20	2·18	2·16	2·16	2·14	2·13	2·12	64
65	2·48	2·45	2·43	2·41	2·39	2·37	2·35	2·33	2·31	2·30	2·28	2·27	2·25	2·24	2·23	2·22	65
66	2·59	2·57	2·54	2·52	2·50	2·48	2·46	2·44	2·42	2·41	2·39	2·38	2·36	2·35	2·34	2·33	66
67	2·72	2·69	2·67	2·64	2·62	2·60	2·58	2·56	2·54	2·52	2·51	2·49	2·48	2·46	2·45	2·44	67
68	2·86	2·83	2·80	2·78	2·75	2·73	2·71	2·69	2·67	2·65	2·63	2·62	2·60	2·59	2·57	2·56	68
69	3·01	2·98	2·95	2·92	2·90	2·87	2·85	2·83	2·81	2·79	2·77	2·76	2·74	2·72	2·71	2·70	69
70	3·17	3·14	3·11	3·08	3·06	3·03	3·01	2·98	2·96	2·94	2·92	2·91	2·89	2·87	2·86	2·84	70
71	3·35	3·32	3·29	3·26	3·23	3·20	3·18	3·16	3·13	3·11	3·09	3·07	3·05	3·04	3·02	3·01	71
72	3·55	3·52	3·49	3·45	3·42	3·40	3·37	3·34	3·32	3·30	3·28	3·26	3·24	3·22	3·20	3·19	72
73	3·78	3·74	3·70	3·67	3·64	3·61	3·58	3·55	3·53	3·50	3·48	3·46	3·44	3·42	3·40	3·39	73
74	4·03	3·99	3·95	3·91	3·88	3·85	3·82	3·79	3·76	3·74	3·71	3·69	3·67	3·65	3·63	3·61	74
75	4·31	4·27	4·23	4·19	4·15	4·12	4·09	4·05	4·03	4·00	3·97	3·95	3·92	3·90	3·88	3·86	75
Dec	120°	119°	118°	117°	116°	115°	114°	113°	112°	111°	110°	109°	108°	107°	106°	105°	Dec
	240°	241°	242°	243°	244°	245°	246°	247°	248°	249°	250°	251°	252°	253°	254°	255°	

HOUR ANGLE

B - Always named the same as Declination

B - Always named the same as Declination

TABLE B - HOUR ANGLE

Dec °	75°	76°	77°	78°	79°	80°	81°	82°	83°	84°	85°	86°	87°	88°	89°	90°	Dec °
	285°	284°	283°	282°	281°	280°	279°	278°	277°	276°	275°	274°	273°	272°	271°	270°	
60	1·79	1·79	1·78	1·77	1·76	1·76	1·75	1·75	1·75	1·74	1·74	1·74	1·73	1·73	1·73	1·73	60
61	1·87	1·86	1·85	1·84	1·84	1·83	1·83	1·82	1·82	1·81	1·81	1·81	1·81	1·80	1·80	1·80	61
62	1·95	1·94	1·93	1·92	1·92	1·91	1·90	1·90	1·89	1·89	1·89	1·89	1·88	1·88	1·88	1·88	62
63	2·03	2·02	2·01	2·01	2·00	1·99	1·99	1·98	1·98	1·97	1·97	1·97	1·97	1·96	1·96	1·96	63
64	2·12	2·11	2·10	2·10	2·09	2·08	2·08	2·07	2·07	2·06	2·06	2·06	2·05	2·05	2·05	2·05	64
65	2·22	2·21	2·20	2·19	2·18	2·18	2·17	2·17	2·16	2·16	2·15	2·15	2·15	2·14	2·14	2·14	65
66	2·33	2·31	2·31	2·30	2·29	2·28	2·27	2·27	2·26	2·26	2·25	2·25	2·25	2·25	2·25	2·25	66
67	2·44	2·43	2·42	2·41	2·40	2·39	2·39	2·38	2·37	2·37	2·36	2·36	2·36	2·36	2·36	2·36	67
68	2·56	2·55	2·54	2·53	2·52	2·51	2·51	2·50	2·49	2·49	2·48	2·48	2·48	2·48	2·48	2·48	68
69	2·70	2·68	2·67	2·66	2·65	2·65	2·64	2·63	2·62	2·62	2·62	2·61	2·61	2·61	2·61	2·61	69
70	2·84	2·83	2·82	2·81	2·80	2·79	2·78	2·78	2·77	2·76	2·76	2·75	2·75	2·75	2·75	2·75	70
71	3·01	2·99	2·98	2·97	2·96	2·95	2·94	2·93	2·93	2·92	2·92	2·91	2·91	2·90	2·90	2·90	71
72	3·19	3·17	3·16	3·15	3·14	3·13	3·12	3·11	3·10	3·09	3·09	3·09	3·08	3·08	3·08	3·08	72
73	3·39	3·37	3·36	3·34	3·33	3·32	3·31	3·30	3·30	3·29	3·28	3·28	3·28	3·27	3·27	3·27	73
74	3·61	3·59	3·58	3·57	3·55	3·54	3·53	3·52	3·51	3·51	3·50	3·50	3·49	3·49	3·49	3·49	74
75	3·86	3·85	3·83	3·82	3·80	3·79	3·78	3·77	3·76	3·75	3·75	3·74	3·74	3·73	3·73	3·73	75
Dec	105°	104°	103°	102°	101°	100°	99°	98°	97°	96°	95°	94°	93°	92°	91°	90°	Dec
	255°	256°	257°	258°	259°	260°	261°	262°	263°	264°	265°	266°	267°	268°	269°	270°	

HOUR ANGLE

B

TABLE C

A ± B =	·00′	·01′	·02′	·03′	·04′	·05′	A & B CORRECTION. ·06′	·07′	·08′	·09′	·10′	·11′	·12′	·13′	·14′	15′ = A ± B
Lat.	AZIMUTHS															Lat.
°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
0	90·0	89·4	88·9	88·3	87·7	87·1	86·6	86·0	85·4	84·9	84·3	83·7	83·2	82·6	82·0	81·5	0
5	90·0	89·4	88·9	88·3	87·7	87·1	86·6	86·0	85·4	84·9	84·3	83·7	83·2	82·6	82·1	81·5	5
10	90·0	89·4	88·9	88·3	87·7	87·2	86·6	86·1	85·5	84·9	84·4	83·8	83·3	82·7	82·1	81·6	10
14	90·0	89·5	88·9	88·3	87·8	87·2	86·7	86·1	85·6	85·0	84·4	83·9	83·4	82·8	82·3	81·7	14
18	90·0	89·5	88·9	88·4	87·8	87·3	86·7	86·2	85·6	85·1	84·5	84·0	83·5	83·0	82·4	81·9	18
20	90·0	89·5	88·9	88·4	87·8	87·3	86·8	86·2	85·7	85·2	84·6	84·1	83·6	83·0	82·5	82·0	20
22	90·0	89·5	88·9	88·4	87·9	87·3	86·8	86·3	85·8	85·2	84·7	84·2	83·7	83·1	82·6	82·1	22
24	90·0	89·5	89·0	88·4	87·9	87·4	86·9	86·3	85·8	85·3	84·8	84·3	83·7	83·2	82·7	82·2	24
26	90·0	89·5	89·0	88·5	87·9	87·4	86·9	86·4	85·9	85·4	84·9	84·4	83·8	83·3	82·8	82·3	26
28	90·0	89·5	89·0	88·5	88·0	87·5	87·0	86·5	86·0	85·5	85·0	84·5	84·0	83·5	83·0	82·5	28
30	90·0	89·5	89·0	88·5	88·0	87·5	87·0	86·5	86·0	85·5	85·1	84·6	84·1	83·6	83·1	82·6	30
31	90·0	89·5	89·0	88·5	88·0	87·5	87·1	86·6	86·1	85·6	85·1	84·6	84·1	83·6	83·2	82·7	31
32	90·0	89·5	89·0	88·5	88·1	87·6	87·1	86·6	86·1	85·6	85·2	84·7	84·2	83·7	83·2	82·8	32
33	90·0	89·5	89·0	88·6	88·1	87·6	87·1	86·6	86·2	85·7	85·2	84·7	84·3	83·8	83·3	82·8	33
34	90·0	89·5	89·1	88·6	88·1	87·6	87·2	86·7	86·2	85·7	85·3	84·8	84·3	83·8	83·4	82·9	34
35	90·0	89·5	89·1	88·6	88·1	87·7	87·2	86·7	86·3	85·8	85·3	84·9	84·4	83·9	83·5	83·0	35
36	90·0	89·5	89·1	88·6	88·1	87·7	87·2	86·8	86·3	85·8	85·4	84·9	84·5	84·0	83·5	83·1	36
37	90·0	89·5	89·1	88·6	88·2	87·7	87·3	86·8	86·3	85·9	85·4	85·0	84·5	84·1	83·6	83·2	37
38	90·0	89·5	89·1	88·6	88·2	87·7	87·3	86·8	86·4	85·9	85·5	85·0	84·6	84·2	83·7	83·3	38
39	90·0	89·6	89·1	88·7	88·2	87·8	87·3	86·9	86·4	86·0	85·6	85·1	84·7	84·2	83·8	83·4	39
40	90·0	89·6	89·1	88·7	88·2	87·8	87·4	86·9	86·5	86·1	85·6	85·2	84·7	84·3	83·9	83·4	40
41	90·0	89·6	89·1	88·7	88·3	87·8	87·4	87·0	86·5	86·1	85·7	85·3	84·8	84·4	84·0	83·5	41
42	90·0	89·6	89·1	88·7	88·3	87·9	87·4	87·0	86·6	86·2	85·7	85·3	84·9	84·5	84·1	83·6	42
43	90·0	89·6	89·2	88·7	88·3	87·9	87·5	87·1	86·7	86·2	85·8	85·4	85·0	84·6	84·2	83·7	43
44	90·0	89·6	89·2	88·8	88·4	87·9	87·5	87·1	86·7	86·3	85·9	85·5	85·1	84·7	84·2	83·8	44
45	90·0	89·6	89·2	88·8	88·4	88·0	87·6	87·2	86·8	86·4	86·0	85·6	85·1	84·7	84·3	83·9	45
46	90·0	89·6	89·2	88·8	88·4	88·0	87·6	87·2	86·8	86·4	86·0	85·6	85·2	84·8	84·4	84·1	46
47	90·0	89·6	89·2	88·8	88·4	88·0	87·7	87·3	86·9	86·5	86·1	85·7	85·3	84·9	84·5	84·2	47
48	90·0	89·6	89·2	88·9	88·5	88·1	87·7	87·3	86·9	86·6	86·2	85·8	85·4	85·0	84·6	84·3	48
49	90·0	89·6	89·2	88·9	88·5	88·1	87·7	87·4	87·0	86·6	86·2	85·9	85·5	85·1	84·8	84·4	49
50	90·0	89·6	89·3	88·9	88·5	88·2	87·8	87·4	87·1	86·7	86·3	86·0	85·6	85·2	84·9	84·5	50
51	90·0	89·6	89·3	88·9	88·6	88·2	87·8	87·5	87·1	86·8	86·4	86·0	85·7	85·3	85·0	84·6	51
52	90·0	89·6	89·3	88·9	88·6	88·2	87·9	87·5	87·2	86·8	86·5	86·1	85·8	85·4	85·1	84·7	52
53	90·0	89·7	89·3	89·0	88·6	88·3	87·9	87·6	87·2	86·9	86·6	86·2	85·9	85·5	85·2	84·8	53
54	90·0	89·7	89·3	89·0	88·7	88·3	88·0	87·6	87·3	87·0	86·6	86·3	86·0	85·6	85·3	85·0	54
55	90·0	89·7	89·3	89·0	88·7	88·4	88·0	87·7	87·4	87·0	86·7	86·4	86·1	85·7	85·4	85·1	55
56	90·0	89·7	89·4	89·0	88·7	88·4	88·1	87·8	87·4	87·1	86·8	86·5	86·2	85·8	85·5	85·2	56
57	90·0	89·7	89·4	89·1	88·8	88·4	88·1	87·8	87·5	87·2	86·9	86·6	86·3	86·0	85·6	85·3	57
58	90·0	89·7	89·4	89·1	88·8	88·5	88·2	87·9	87·6	87·3	87·0	86·7	86·4	86·1	85·8	85·5	58
59	90·0	89·7	89·4	89·1	88·8	88·5	88·2	87·9	87·6	87·3	87·1	86·8	86·5	86·2	85·9	85·6	59
60	90·0	89·7	89·4	89·1	88·9	88·6	88·3	88·0	87·7	87·4	87·1	86·9	86·6	86·3	86·0	85·7	60
61	90·0	89·7	89·4	89·2	88·9	88·6	88·3	88·1	87·8	87·5	87·2	86·9	86·7	86·4	86·1	85·8	61
62	90·0	89·7	89·5	89·2	88·9	88·7	88·4	88·1	87·8	87·6	87·3	87·0	86·8	86·5	86·2	86·0	62
63	90·0	89·7	89·5	89·2	89·0	88·7	88·4	88·2	87·9	87·7	87·4	87·1	86·9	86·6	86·4	86·1	63
64	90·0	89·7	89·5	89·2	89·0	88·7	88·5	88·2	88·0	87·7	87·5	87·2	87·0	86·7	86·5	86·2	64
65	90·0	89·8	89·5	89·3	89·0	88·8	88·5	88·3	88·1	87·8	87·6	87·3	87·1	86·9	86·6	86·4	65
66	90·0	89·8	89·5	89·3	89·1	88·8	88·6	88·4	88·1	87·9	87·7	87·4	87·2	87·0	86·7	86·5	66
67	90·0	89·8	89·6	89·3	89·1	88·9	88·7	88·4	88·2	88·0	87·8	87·5	87·3	87·1	86·9	86·6	67
68	90·0	89·8	89·6	89·4	89·1	88·9	88·7	88·5	88·3	88·1	87·9	87·6	87·4	87·2	87·0	86·8	68
Lat.																	Lat.
A ± B =	·00′	·01′	·02′	·03′	·04′	·05′	·06′	·07′	·08′	·09′	·10′	·11′	·12′	·13′	·14′	15′ = A ± B

RULE TO FIND C CORRECTION

A & B take **S**ame Names (add) } C CORRECTION { A & B take **D**ifferent names (Sub.)

C CORRECTION, (A ~ B) is named the same as the greater of these quantities.

AZIMUTH takes combined names of C Correction and Hour Angle

C

TABLE C

A ± B =	15′	16′	17′	18′	19′	20′	21′	22′	23′	24′	25′	26′	27′	28′	29′	30′ = A ± B
							A & B CORRECTION.									
Lat. °	°	°	°	°	°	°	AZIMUTHS °	°	°	°	°	°	°	°	°	° Lat. °
0	81·5	80·9	80·4	79·8	79·2	78·7	78·1	77·6	77·0	76·5	76·0	75·4	74·9	74·4	73·8	73·3 0
5	81·5	80·9	80·4	79·8	79·3	78·7	78·2	77·6	77·1	76·6	76·0	75·5	74·9	74·4	73·9	73·4 5
10	81·6	81·0	80·5	79·9	79·4	78·9	78·3	77·8	77·2	76·7	76·2	75·6	75·1	74·6	74·1	73·5 10
14	81·7	81·2	80·6	80·1	79·6	79·1	78·5	78·0	77·4	76·9	76·4	75·8	75·3	74·8	74·3	73·7 14
18	81·9	81·3	80·8	80·3	79·8	79·2	78·7	78·2	77·7	77·1	76·6	76·1	75·6	75·1	74·6	74·1 18
20	82·0	81·4	80·9	80·4	79·9	79·4	78·8	78·3	77·8	77·3	76·8	76·3	75·8	75·3	74·8	74·3 20
22	82·1	81·6	81·0	80·5	80·0	79·5	79·0	78·5	78·0	77·5	76·9	76·4	75·9	75·4	75·0	74·5 22
24	82·2	81·7	81·2	80·7	80·2	79·6	79·1	78·6	78·1	77·6	77·1	76·6	76·1	75·7	75·2	74·7 24
26	82·3	81·8	81·3	80·8	80·3	79·8	79·3	78·8	78·3	77·8	77·3	76·8	76·4	75·9	75·4	74·9 26
28	82·5	82·0	81·5	81·0	80·5	80·0	79·5	79·0	78·5	78·0	77·6	77·1	76·6	76·1	75·6	75·2 28
30	82·6	82·1	81·6	81·1	80·7	80·2	79·7	79·2	78·7	78·3	77·8	77·3	76·8	76·4	75·9	75·4 30
31	82·7	82·2	81·7	81·2	80·7	80·3	79·8	79·3	78·8	78·4	77·9	77·4	77·0	76·5	76·0	75·6 31
32	82·8	82·3	81·8	81·3	80·8	80·4	79·9	79·4	79·0	78·5	78·0	77·6	77·1	76·6	76·2	75·7 32
33	82·8	82·4	81·9	81·4	80·9	80·5	80·0	79·5	79·1	78·6	78·2	77·7	77·2	76·8	76·3	75·9 33
34	82·9	82·4	82·0	81·5	81·0	80·6	80·1	79·7	79·2	78·7	78·3	77·8	77·4	76·9	76·5	76·0 34
35	83·0	82·5	82·1	81·6	81·2	80·7	80·2	79·8	79·3	78·9	78·4	78·0	77·5	77·1	76·6	76·2 35
36	83·1	82·6	82·2	81·7	81·3	80·8	80·4	79·9	79·5	79·0	78·6	78·1	77·7	77·2	76·8	76·4 36
37	83·2	82·7	82·3	81·8	81·4	80·9	80·5	80·0	79·6	79·1	78·7	78·3	77·8	77·4	77·0	76·5 37
38	83·3	82·8	82·4	81·9	81·5	81·0	80·6	80·2	79·7	79·3	78·9	78·4	78·0	77·6	77·1	76·7 38
39	83·4	82·9	82·5	82·0	81·6	81·2	80·7	80·3	79·9	79·4	79·0	78·6	78·1	77·7	77·3	76·9 39
40	83·4	83·0	82·6	82·1	81·7	81·3	80·9	80·4	80·0	79·6	79·2	78·7	78·3	77·9	77·5	77·1 40
41	83·5	83·1	82·7	82·3	81·8	81·4	81·0	80·6	80·2	79·7	79·3	78·9	78·5	78·1	77·7	77·2 41
42	83·6	83·2	82·8	82·4	82·0	81·5	81·1	80·7	80·3	79·9	79·5	79·1	78·7	78·2	77·8	77·4 42
43	83·7	83·3	82·9	82·5	82·1	81·7	81·3	80·9	80·5	80·0	79·6	79·2	78·8	78·4	78·0	77·6 43
44	83·8	83·4	83·0	82·6	82·2	81·8	81·4	81·0	80·6	80·2	79·8	79·4	79·0	78·6	78·2	77·8 44
45	83·9	83·5	83·1	82·7	82·3	82·0	81·6	81·2	80·8	80·4	80·0	79·6	79·2	78·8	78·4	78·0 45
46	84·1	83·7	83·3	82·9	82·5	82·1	81·7	81·3	80·9	80·5	80·1	79·8	79·4	79·0	78·6	78·2 46
47	84·2	83·8	83·4	83·0	82·6	82·2	81·8	81·5	81·1	80·7	80·3	79·9	79·6	79·2	78·8	78·4 47
48	84·3	83·9	83·5	83·1	82·8	82·4	82·0	81·6	81·3	80·9	80·5	80·1	79·8	79·4	79·0	78·6 48
49	84·4	84·0	83·6	83·3	82·9	82·5	82·2	81·8	81·4	81·1	80·7	80·3	80·0	79·6	79·2	78·9 49
50	84·5	84·1	83·8	83·4	83·0	82·7	82·3	82·0	81·6	81·2	80·9	80·5	80·2	79·8	79·4	79·1 50
51	84·6	84·3	83·9	83·5	83·2	82·8	82·5	82·1	81·8	81·4	81·1	80·7	80·4	80·0	79·7	79·3 51
52	84·7	84·4	84·0	83·7	83·3	83·0	82·6	82·3	81·9	81·6	81·2	80·9	80·6	80·2	79·9	79·5 52
53	84·8	84·5	84·2	83·8	83·5	83·1	82·8	82·5	82·1	81·8	81·4	81·1	80·8	80·4	80·1	79·8 53
54	85·0	84·6	84·3	84·0	83·6	83·3	83·0	82·6	82·3	82·0	81·6	81·3	81·0	80·7	80·3	80·0 54
55	85·1	84·8	84·4	84·1	83·8	83·5	83·1	82·8	82·5	82·2	81·8	81·5	81·2	80·9	80·6	80·2 55
56	85·2	84·9	84·6	84·3	83·9	83·6	83·3	83·0	82·7	82·4	82·0	81·7	81·4	81·1	80·8	80·5 56
57	85·3	85·0	84·7	84·4	84·1	83·8	83·5	83·2	82·9	82·6	82·2	81·9	81·6	81·3	81·0	80·7 57
58	85·5	85·2	84·9	84·6	84·3	84·0	83·7	83·4	83·1	82·8	82·5	82·2	81·9	81·6	81·3	81·0 58
59	85·6	85·3	85·0	84·7	84·4	84·1	83·8	83·5	83·2	83·0	82·7	82·4	82·1	81·8	81·5	81·2 59
60	85·7	85·4	85·1	84·9	84·6	84·3	84·0	83·7	83·4	83·2	82·9	82·6	82·3	82·0	81·7	81·5 60
61	85·8	85·6	85·3	85·0	84·7	84·5	84·2	83·9	83·6	83·4	83·1	82·8	82·5	82·3	82·0	81·7 61
62	86·0	85·7	85·4	85·2	84·9	84·6	84·4	84·1	83·8	83·6	83·3	83·0	82·8	82·5	82·2	82·0 62
63	86·1	85·8	85·6	85·3	85·1	84·8	84·6	84·3	84·0	83·8	83·5	83·3	83·0	82·8	82·5	82·2 63
64	86·2	86·0	85·7	85·5	85·2	85·0	84·7	84·5	84·2	94·0	83·7	83·5	83·2	83·0	82·8	82·5 64
65	86·4	86·1	85·9	85·6	85·4	85·2	84·9	84·7	84·4	84·2	84·0	83·7	83·5	83·3	83·0	82·8 65
66	86·5	86·3	86·0	85·8	85·6	85·3	85·1	84·9	84·7	84·4	84·2	84·0	83·7	83·5	83·3	83·0 66
67	86·6	86·4	86·2	86·0	85·8	85·5	85·3	85·1	84·9	84·6	84·4	84·2	84·0	83·8	83·5	83·3 67
68	86·8	86·6	86·4	86·1	85·9	85·7	85·5	85·3	85·1	84·9	84·6	84·4	84·2	84·0	83·8	83·6 68
Lat.																Lat.
A ± B =	15′	16′	17′	18′	19′	20′	21′	22′	23′	24′	25′	26′	27′	28′	29′	30′ = A ± B

A & B take Same Names Sum. (add) } RULE TO FIND C CORRECTION { A & B take Different names Difference (Sub.)

C CORRECTION. (A ± B) is named the same as the greater of these quantities.

AZIMUTH takes combined names of C Correction and Hour Angle

C

TABLE C

A ± B =	·30′	·31′	·32′	·33′	·34′	·35′	·36′	·37′	·38′	·39′	·40′	·41′	·42′	·43′	·44′	·45′ = A ± B
	A. & B. CORRECTION.															
Lat. °	AZIMUTHS															Lat. °
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
0	73·3	72·8	72·3	71·7	71·2	70·7	70·2	69·7	69·2	68·7	68·2	67·7	67·2	66·7	66·3	65·8	0
5	73·4	72·8	72·3	71·8	71·3	70·8	70·3	69·8	69·3	68·8	68·3	67·8	67·3	66·8	66·4	65·9	5
10	73·5	73·0	72·5	72·0	71·5	71·0	70·5	70·0	69·5	69·0	68·5	68·0	67·5	67·0	66·6	66·1	10
14	73·7	73·2	72·7	72·2	71·7	71·2	70·7	70·2	69·7	69·3	68·8	68·3	67·8	67·4	66·9	66·4	14
18	74·1	73·6	73·1	72·6	72·1	71·6	71·1	70·6	70·1	69·6	69·2	68·7	68·2	67·8	67·3	66·8	18
20	74·3	73·8	73·3	72·8	72·3	71·8	71·3	70·8	70·3	69·9	69·4	68·9	68·5	68·0	67·5	67·1	20
22	74·5	74·0	73·5	73·0	72·5	72·0	71·5	71·1	70·6	70·1	69·7	69·2	68·7	68·3	67·8	67·4	22
24	74·7	74·2	73·7	73·2	72·7	72·3	71·8	71·3	70·9	70·4	69·9	69·5	69·0	68·6	68·1	67·7	24
26	74·9	74·4	74·0	73·5	73·0	72·5	72·1	71·6	71·1	70·7	70·2	69·8	69·3	68·9	68·4	68·0	26
28	75·2	74·7	74·2	73·8	73·3	72·8	72·4	71·9	71·5	71·0	70·5	70·1	69·7	69·2	68·8	68·3	28
30	75·4	75·0	74·5	74·1	73·6	73·1	72·7	72·2	71·8	71·3	70·9	70·5	70·0	69·6	69·1	68·7	30
31	75·6	75·1	74·7	74·2	73·8	73·3	72·9	72·4	72·0	71·5	71·1	70·6	70·2	69·8	69·3	68·9	31
32	75·7	75·3	74·8	74·4	73·9	73·5	73·0	72·6	72·1	71·7	71·3	70·8	70·4	70·0	69·5	69·1	32
33	75·9	75·4	75·0	74·5	74·1	73·6	73·2	72·8	72·3	71·9	71·5	71·0	70·6	70·2	69·7	69·3	33
34	76·0	75·6	75·1	74·7	74·3	73·8	73·4	72·9	72·5	72·1	71·7	71·2	70·8	70·4	70·0	69·5	34
35	76·2	75·8	75·3	74·9	74·4	74·0	73·6	73·1	72·7	72·3	71·9	71·4	71·0	70·6	70·2	69·8	35
36	76·4	75·9	75·5	75·1	74·6	74·2	73·8	73·3	72·9	72·5	72·1	71·6	71·2	70·8	70·4	70·0	36
37	76·5	76·1	75·7	75·2	74·8	74·4	74·0	73·5	73·1	72·7	72·3	71·9	71·5	71·0	70·6	70·2	37
38	76·7	76·3	75·8	75·4	75·0	74·6	74·2	73·7	73·3	72·9	72·5	72·1	71·7	71·3	70·9	70·5	38
39	76·9	76·5	76·0	75·6	75·2	74·8	74·4	74·0	73·5	73·1	72·7	72·3	71·9	71·5	71·1	70·7	39
40	77·1	76·6	76·2	75·8	75·4	75·0	74·6	74·2	73·8	73·4	73·0	72·6	72·2	71·8	71·4	71·0	40
41	77·2	76·8	76·4	76·0	75·6	75·2	74·8	74·4	74·0	73·6	73·2	72·8	72·4	72·0	71·6	71·2	41
42	77·4	77·0	76·6	76·2	75·8	75·4	75·0	74·6	74·2	73·8	73·4	73·1	72·7	72·3	71·9	71·5	42
43	77·6	77·2	76·8	76·4	76·0	75·6	75·2	74·9	74·5	74·1	73·7	73·3	72·9	72·5	72·2	71·8	43
44	77·8	77·4	77·0	76·6	76·3	75·9	75·5	75·1	74·7	74·3	73·9	73·6	73·2	72·8	72·4	72·1	44
45	78·0	77·6	77·3	76·9	76·5	76·1	75·7	75·3	75·0	74·6	74·2	73·8	73·5	73·1	72·7	72·3	45
46	78·2	77·8	77·5	77·1	76·7	76·3	76·0	75·6	75·2	74·8	74·5	74·1	73·7	73·4	73·0	72·6	46
47	78·4	78·1	77·7	77·3	76·9	76·6	76·2	75·8	75·5	75·1	74·7	74·4	74·0	73·7	73·3	72·9	47
48	78·6	78·3	77·9	77·5	77·2	76·8	76·5	76·1	75·7	75·4	75·0	74·7	74·3	73·9	73·6	73·2	48
49	78·9	78·5	78·1	77·8	77·4	77·1	76·7	76·4	76·0	75·6	75·3	74·9	74·6	74·2	73·9	73·6	49
50	79·1	78·7	78·4	78·0	77·7	77·3	77·0	76·6	76·3	75·9	75·6	75·2	74·9	74·5	74·2	73·9	50
51	79·3	79·0	78·6	78·3	77·9	77·6	77·2	76·9	76·6	76·2	75·9	75·5	75·2	74·9	74·6	74·2	51
52	79·5	79·2	78·9	78·5	78·2	77·8	77·5	77·2	76·8	76·5	76·2	75·8	75·5	75·2	74·8	74·5	52
53	79·8	79·4	79·1	78·8	78·4	78·1	77·8	77·4	77·1	76·8	76·5	76·1	75·8	75·5	75·2	74·8	53
54	80·0	79·7	79·3	79·0	78·7	78·4	78·1	77·7	77·4	77·1	76·8	76·5	76·1	75·8	75·5	75·2	54
55	80·2	79·9	79·6	79·3	79·0	78·6	78·3	78·0	77·7	77·4	77·1	76·8	76·5	76·1	75·8	75·5	55
56	80·5	80·2	79·9	79·5	79·2	78·9	78·6	78·3	78·0	77·7	77·4	77·1	76·8	76·5	76·2	75·9	56
57	80·7	80·4	80·1	79·8	79·5	79·2	78·9	78·6	78·3	78·0	77·7	77·4	77·1	76·8	76·5	76·2	57
58	81·0	80·7	80·4	80·1	79·8	79·5	79·2	78·9	78·6	78·3	78·0	77·7	77·5	77·2	76·9	76·6	58
59	81·2	80·9	80·6	80·4	80·1	79·8	79·5	79·2	78·9	78·6	78·4	78·1	77·8	77·5	77·2	77·0	59
60	81·5	81·2	80·9	80·6	80·4	80·1	79·8	79·5	79·2	79·0	78·7	78·4	78·1	77·9	77·6	77·3	60
61	81·7	81·5	81·2	80·9	80·6	80·4	80·1	79·8	79·6	79·3	79·0	78·8	78·5	78·2	78·0	77·7	61
62	82·0	81·7	81·5	81·2	80·9	80·7	80·4	80·1	79·9	79·6	79·4	79·1	78·8	78·6	78·3	78·1	62
63	82·2	82·0	81·7	81·5	81·2	81·0	80·7	80·5	80·2	80·0	79·7	79·5	79·2	79·0	78·7	78·5	63
64	82·5	82·3	82·0	81·8	81·5	81·3	81·0	80·8	80·5	80·3	80·1	79·8	79·6	79·3	79·1	78·8	64
65	82·8	82·5	82·3	82·1	81·8	81·6	81·3	81·1	80·9	80·6	80·4	80·2	79·9	79·7	79·5	79·2	65
66	83·0	82·8	82·6	82·4	82·1	81·9	81·7	81·4	81·2	81·0	80·8	80·5	80·3	80·1	79·9	79·6	66
67	83·3	83·1	82·9	82·7	82·4	82·2	82·0	81·8	81·6	81·3	81·1	80·9	80·7	80·5	80·2	80·0	67
68	83·6	83·4	83·2	83·0	82·7	82·5	82·3	82·1	81·9	81·7	81·5	81·3	81·1	80·8	80·6	80·4	68
Lat.																Lat.
A ± B =	·30′	·31′	·32′	·33′	·34′	·35′	·36′	·37′	·38′	·39′	·40′	·41′	·42′	·43′	·44′	·45′ = A ± B

RULE TO FIND C CORRECTION

A & B take **S**ame Names (add). A & B take **D**ifferent names (Sub.)

C CORRECTION, (A ± B) is named the same as the greater of these quantities.

AZIMUTH takes combined names of C Correction and Hour Angle

C

TABLE C

A ± B =	·45′	·46′	·47′	·48′	·49′	·50′	A & B CORRECTION. ·51′	·52′	·53′	·54′	·55′	·56′	·57′	·58′	·59′	60′ =	A ± B
Lat.							AZIMUTHS										Lat.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
0	65·8	65·3	64·8	64·4	63·9	63·4	63·0	62·5	62·1	61·6	61·2	60·8	60·3	59·9	59·5	59·0	0
5	65·9	65·4	64·9	64·4	64·0	63·5	63·1	62·6	62·2	61·7	61·3	60·8	60·4	60·0	59·6	59·1	5
10	66·1	65·6	65·2	64·7	64·2	63·8	63·3	62·9	62·4	62·0	61·6	61·1	60·7	60·3	59·8	59·4	10
14	66·4	65·9	65·5	65·0	64·6	64·1	63·7	63·2	62·8	62·3	61·9	61·5	61·1	60·6	60·2	59·8	14
18	66·8	66·4	65·9	65·5	65·0	64·6	64·1	63·7	63·2	62·8	62·4	62·0	61·5	61·1	60·7	60·3	18
20	67·1	66·6	66·2	65·7	65·3	64·8	64·4	64·0	63·5	63·1	62·7	62·2	61·8	61·4	61·0	60·6	20
22	67·4	66·9	66·5	66·0	65·6	65·1	64·7	64·3	63·8	63·4	63·0	62·6	62·1	61·7	61·3	60·9	22
24	67·7	67·2	66·8	66·3	65·9	65·5	65·0	64·6	64·2	63·7	63·3	62·9	62·5	62·1	61·7	61·3	24
26	68·0	67·5	67·1	66·7	66·2	65·8	65·4	64·9	64·5	64·1	63·7	63·3	62·9	62·5	62·1	61·7	26
28	68·3	67·9	67·5	67·0	66·6	66·2	65·8	65·3	64·9	64·5	64·1	63·7	63·3	62·9	62·5	62·1	28
30	68·7	68·3	67·9	67·4	67·0	66·6	66·2	65·8	65·3	64·9	64·5	64·1	63·7	63·3	62·9	62·5	30
31	68·9	68·5	68·1	67·6	67·2	66·8	66·4	66·0	65·6	65·2	64·8	64·4	64·0	63·6	63·2	62·8	31
32	69·1	68·7	68·3	67·9	67·4	67·0	66·6	66·2	65·8	65·4	65·0	64·6	64·2	63·8	63·4	63·0	32
33	69·3	68·9	68·5	68·1	67·7	67·2	66·8	66·4	66·0	65·6	65·2	64·8	64·5	64·1	63·7	63·3	33
34	69·5	69·1	68·7	68·3	67·9	67·5	67·1	66·7	66·3	65·9	65·5	65·1	64·7	64·3	63·9	63·6	34
35	69·8	69·4	68·9	68·5	68·1	67·7	67·3	66·9	66·5	66·1	65·7	65·4	65·0	64·6	64·2	63·8	35
36	70·0	69·6	69·2	68·8	68·4	68·0	67·6	67·2	66·8	66·4	66·0	65·6	65·2	64·9	64·5	64·1	36
37	70·2	69·8	69·4	69·0	68·6	68·2	67·8	67·4	67·1	66·7	66·3	65·9	65·5	65·1	64·8	64·4	37
38	70·5	70·1	69·7	69·3	68·9	68·5	68·1	67·7	67·3	66·9	66·6	66·2	65·8	65·4	65·1	64·7	38
39	70·7	70·3	69·9	69·5	69·2	68·8	68·4	68·0	67·6	67·2	66·9	66·5	66·1	65·7	65·4	65·0	39
40	71·0	70·6	70·2	69·8	69·4	69·0	68·7	68·3	67·9	67·5	67·2	66·8	66·4	66·0	65·7	65·3	40
41	71·2	70·9	70·5	70·1	69·7	69·3	68·9	68·6	68·2	67·8	67·5	67·1	66·7	66·4	66·0	65·6	41
42	71·5	71·1	70·7	70·4	70·0	69·6	69·2	68·9	68·5	68·1	67·8	67·4	67·0	66·7	66·3	66·0	42
43	71·8	71·4	71·0	70·7	70·3	69·9	69·5	69·2	68·8	68·4	68·1	67·7	67·4	67·0	66·7	66·3	43
44	72·1	71·7	71·3	71·0	70·6	70·2	69·9	69·5	69·1	68·8	68·4	68·1	67·7	67·4	67·0	66·7	44
45	72·3	72·0	71·6	71·3	70·9	70·5	70·2	69·8	69·5	69·1	68·7	68·4	68·0	67·7	67·4	67·0	45
46	72·6	72·3	71·9	71·6	71·2	70·8	70·5	70·1	69·8	69·4	69·1	68·7	68·4	68·1	67·7	67·4	46
47	72·9	72·6	72·2	71·9	71·5	71·2	70·8	70·5	70·1	69·8	69·4	69·1	68·8	68·4	68·1	67·7	47
48	73·2	72·9	72·5	72·2	71·8	71·5	71·2	70·8	70·5	70·1	69·8	69·5	69·1	68·8	68·5	68·1	48
49	73·6	73·2	72·9	72·5	72·2	71·8	71·5	71·2	70·8	70·5	70·2	69·8	69·5	69·2	68·8	68·5	49
50	73·9	73·5	73·2	72·9	72·5	72·2	71·8	71·5	71·2	70·9	70·5	70·2	69·9	69·6	69·2	68·9	50
51	74·2	73·9	73·5	73·2	72·9	72·5	72·2	71·9	71·6	71·2	70·9	70·6	70·3	69·9	69·6	69·3	51
52	74·5	74·2	73·9	73·5	73·2	72·9	72·6	72·2	71·9	71·6	71·3	71·0	70·7	70·3	70·0	69·7	52
53	74·8	74·5	74·2	73·9	73·6	73·3	72·9	72·6	72·3	72·0	71·7	71·4	71·1	70·8	70·5	70·1	53
54	75·2	74·9	74·6	74·2	73·9	73·6	73·3	73·0	72·7	72·4	72·1	71·8	71·5	71·2	70·9	70·6	54
55	75·5	75·2	74·9	74·6	74·3	74·0	73·7	73·4	73·1	72·8	72·5	72·2	71·9	71·6	71·3	71·0	55
56	75·9	75·6	75·3	75·0	74·7	74·4	74·1	73·8	73·5	73·2	72·9	72·6	72·3	72·0	71·7	71·5	56
57	76·2	75·9	75·6	75·3	75·1	74·8	74·5	74·2	73·9	73·6	73·3	73·0	72·8	72·5	72·2	71·9	57
58	76·6	76·3	76·0	75·7	75·4	75·2	74·9	74·6	74·3	74·0	73·8	73·5	73·2	72·9	72·6	72·4	58
59	77·0	76·7	76·4	76·1	75·8	75·6	75·3	75·0	74·7	74·5	74·2	73·9	73·6	73·4	73·1	72·8	59
60	77·3	77·0	76·8	76·5	76·2	76·0	75·7	75·4	75·2	74·9	74·6	74·4	74·1	73·8	73·6	73·3	60
61	77·7	77·4	77·2	76·9	76·6	76·4	76·1	75·9	75·6	75·3	75·1	74·8	74·6	74·3	74·0	73·8	61
62	78·1	77·8	77·6	77·3	77·0	76·8	76·5	76·3	76·0	75·8	75·5	75·3	75·0	74·8	74·5	74·3	62
63	78·5	78·2	78·0	77·7	77·5	77·2	77·0	76·7	76·5	76·2	76·0	75·7	75·5	75·2	75·0	74·8	63
64	78·8	78·6	78·4	78·1	77·9	77·6	77·4	77·2	76·9	76·7	76·4	76·2	76·0	75·7	75·5	75·3	64
65	79·2	79·0	78·8	78·5	78·3	78·1	77·8	77·6	77·4	77·1	76·9	76·7	76·5	76·2	76·0	75·8	65
66	79·6	79·4	79·2	79·0	78·7	78·5	78·3	78·1	77·8	77·6	77·4	77·2	76·9	76·7	76·5	76·3	66
67	80·0	79·8	79·6	79·4	79·2	78·9	78·7	78·5	78·3	78·1	77·9	77·7	77·4	77·2	77·0	76·8	67
68	80·4	80·2	80·0	79·8	79·6	79·4	79·2	79·0	78·8	78·6	78·4	78·2	77·9	77·7	77·5	77·3	68
Lat.																	Lat.
A ± B =	·45′	·46′	·47′	·48′	·49′	·50′	·51′	·52′	·53′	·54′	·55′	·56′	·57′	·58′	·59′	60′ =	A ± B

A & B take **S**ame Names (add). } RULE TO FIND C CORRECTION { A & B take **D**ifferent names (Sub.).

C CORRECTION, (A ± B) is named the same as the greater of these quantities.

AZIMUTH takes combined names of C Correction and Hour Angle

C

TABLE C

A ± B =	·60′	·62′	·64′	·66′	·68′	·70′	·72′	·74′	·76′	·78′	·80′	·82′	·84′	·86′	·88′	·90′ = A ± B
	A & B CORRECTION.															
Lat.	AZIMUTHS															Lat.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
0	59·0	58·2	57·4	56·6	55·8	55·0	54·2	53·5	52·8	52·0	51·3	50·6	50·0	49·3	48·7	48·0	0
5	59·1	58·3	57·5	56·7	55·9	55·1	54·3	53·6	52·9	52·2	51·5	50·8	50·1	49·4	48·8	48·1	5
10	59·4	58·6	57·8	57·0	56·2	55·4	54·7	53·9	53·2	52·5	51·8	51·1	50·4	49·7	49·1	48·4	10
14	59·8	59·0	58·2	57·4	56·6	55·8	55·1	54·3	53·6	52·9	52·2	51·5	50·8	50·2	49·5	48·9	14
18	60·3	59·5	58·7	57·9	57·1	56·3	56·6	54·9	54·1	53·4	52·7	52·1	51·4	50·7	50·1	49·4	18
20	60·6	59·8	59·0	58·2	57·4	56·7	55·9	55·2	54·5	53·8	53·1	52·4	51·7	51·1	50·4	49·8	20
22	60·9	60·1	59·3	58·5	57·8	57·0	56·3	55·5	54·8	54·1	53·4	52·8	52·1	51·4	50·8	50·2	22
24	61·3	60·5	59·7	58·9	58·2	57·4	56·7	55·9	55·2	54·5	53·8	53·2	52·5	51·8	51·2	50·6	24
26	61·7	60·9	60·1	59·3	58·6	57·8	57·1	56·4	55·7	55·0	54·3	53·6	52·9	52·3	51·7	51·0	26
28	62·1	61·3	60·5	59·8	59·0	58·3	57·6	56·8	56·1	55·4	54·8	54·1	53·4	52·8	52·2	51·5	28
30	62·5	61·8	61·0	60·2	59·5	58·8	58·1	57·3	56·6	56·0	55·3	54·6	54·0	53·3	52·7	52·1	30
31	62·8	62·0	61·3	60·5	59·8	59·0	58·3	57·6	56·9	56·2	55·6	54·9	54·2	53·6	53·0	52·4	31
32	63·0	62·3	61·5	60·8	60·0	59·3	58·6	57·9	57·2	56·5	55·8	55·2	54·5	53·9	53·3	52·7	32
33	63·3	62·5	61·8	61·0	60·3	59·6	58·9	58·2	57·5	56·8	56·1	55·5	54·8	54·2	53·6	53·0	33
34	63·6	62·8	62·1	61·3	60·6	59·9	59·2	58·5	57·8	57·1	56·4	55·8	55·1	54·5	53·9	53·3	34
35	63·8	63·1	62·3	61·6	60·9	60·2	59·5	58·8	58·1	57·4	56·8	56·1	55·5	54·8	54·2	53·6	35
36	64·1	63·4	62·6	61·9	61·2	60·5	59·8	59·1	58·4	57·7	57·1	56·4	55·8	55·2	54·6	53·9	36
37	64·4	63·7	62·9	62·2	61·5	60·8	60·1	59·4	58·7	58·1	57·4	56·8	56·1	55·5	54·9	54·3	37
38	64·7	64·0	63·2	62·5	61·8	61·1	60·4	59·8	59·1	58·4	57·8	57·1	56·5	55·9	55·3	54·7	38
39	65·0	64·3	63·6	62·8	62·1	61·5	60·8	60·1	59·4	58·8	58·1	57·5	56·9	56·2	55·6	55·0	39
40	65·3	64·6	63·9	63·2	62·5	61·8	61·1	60·5	59·8	59·1	58·5	57·9	57·2	56·6	56·0	55·4	40
41	65·6	64·9	64·2	63·5	62·8	62·2	61·5	60·8	60·2	59·5	58·9	58·2	57·6	57·0	56·4	55·8	41
42	66·0	65·3	64·6	63·9	63·2	62·5	61·9	61·2	60·5	59·9	59·3	58·6	58·0	57·4	56·8	56·2	42
43	66·3	65·5	64·9	64·2	63·6	62·9	62·2	61·6	60·9	60·3	59·7	59·0	58·4	57·8	57·2	56·6	43
44	66·7	66·0	65·3	64·6	63·9	63·3	62·6	62·0	61·3	60·7	60·1	59·5	58·9	58·3	57·7	57·1	44
45	67·0	66·3	65·7	65·0	64·3	63·7	63·0	62·4	61·7	61·1	60·5	59·9	59·3	58·7	58·1	57·6	45
46	67·4	66·7	66·0	65·4	64·7	64·1	63·4	62·8	62·2	61·5	60·9	60·3	59·7	59·1	58·6	58·0	46
47	67·7	67·1	66·4	65·8	65·1	64·5	63·8	63·2	62·6	62·0	61·4	60·8	60·2	59·6	59·0	58·5	47
48	68·1	67·5	66·8	66·2	65·5	64·9	64·3	63·7	63·0	62·4	61·8	61·2	60·7	60·1	59·5	58·9	48
49	68·5	67·9	67·2	66·6	66·0	65·3	64·7	64·1	63·5	62·9	62·3	61·7	61·1	60·6	60·0	59·4	49
50	68·9	68·3	67·6	67·0	66·4	65·8	65·2	64·6	64·0	63·4	62·8	62·2	61·6	61·1	60·5	60·0	50
51	69·3	68·7	68·1	67·4	66·8	66·2	65·6	65·0	64·4	63·9	63·3	62·7	62·1	61·6	61·0	60·5	51
52	69·7	69·1	68·5	67·9	67·3	66·7	66·1	65·5	64·9	64·4	63·8	63·2	62·7	62·1	61·6	61·0	52
53	70·1	69·5	68·9	68·3	67·7	67·2	66·6	66·0	65·4	64·8	64·3	63·7	63·2	62·6	62·1	61·6	53
54	70·6	70·0	69·4	68·8	68·2	67·6	67·1	66·5	65·9	65·4	64·8	64·3	63·7	63·2	62·6	62·1	54
55	71·0	70·4	69·8	69·3	68·7	68·1	67·6	67·0	66·4	65·9	65·4	64·8	64·3	63·7	63·2	62·7	55
56	71·5	70·9	70·3	69·7	69·2	68·6	68·1	67·5	67·0	66·4	65·9	65·4	64·9	64·3	63·8	63·3	56
57	71·9	71·3	70·8	70·2	69·7	69·1	68·6	68·0	67·5	67·0	66·5	65·9	65·4	64·9	64·4	63·9	57
58	72·4	71·8	71·3	70·7	70·2	69·6	69·1	68·6	68·1	67·5	67·0	66·5	66·0	65·5	65·0	64·5	58
59	72·8	72·3	71·8	71·2	70·7	70·2	69·7	69·1	68·6	68·1	67·6	67·1	66·6	66·1	65·6	65·1	59
60	73·3	72·8	72·3	71·7	71·2	70·7	70·2	69·7	69·2	68·7	68·2	67·7	67·2	66·7	66·3	65·8	60
61	73·8	73·3	72·8	72·3	71·8	71·3	70·8	70·3	69·8	69·3	68·8	68·3	67·8	67·4	66·9	66·4	61
62	74·3	73·8	73·3	72·8	72·3	71·8	71·3	70·8	70·4	69·9	69·4	68·9	68·5	68·0	67·6	67·1	62
63	74·8	74·3	73·8	73·3	72·8	72·4	71·9	71·4	71·0	70·5	70·0	69·6	69·1	68·7	68·2	67·8	63
64	75·3	74·8	74·3	73·9	73·4	72·9	72·5	72·0	71·6	71·1	70·7	70·2	69·8	69·3	68·9	68·5	64
65	75·8	75·3	74·9	74·4	74·0	73·5	73·1	72·6	72·2	71·8	71·3	70·9	70·5	70·0	69·6	69·2	65
66	76·3	75·8	75·4	75·0	74·5	74·1	73·7	73·2	72·8	72·4	72·0	71·6	71·1	70·7	70·3	69·9	66
67	76·8	76·4	76·0	75·5	75·1	74·7	74·3	73·9	73·5	73·1	72·6	72·2	71·8	71·4	71·0	70·6	67
68	77·3	76·9	76·5	76·1	75·7	75·3	74·9	74·5	74·1	73·7	73·3	72·9	72·5	72·1	71·8	71·4	68
Lat.																	Lat.
A ± B =	·60′	·62′	·64′	·66′	·68′	·70′	·72′	·74′	·76′	·78′	·80′	·82′	·84′	·86′	·88′	90′ = A ± B

A & B take Same Names (Sum, add) } RULE TO FIND C CORRECTION { A & B take Different names (Difference (Sub.)

C CORRECTION, (A ± B) is named the same as the greater of these quantities.

AZIMUTH takes combined names of C Correction and Hour Angle

C

TABLE C

A ± B =	·90′	·92′	·94′	·96′	·98′	1·00′	1·02′	1·04′	1·06′	1·08′	1·10′	1·12′	1·14′	1·16′	1·18′	1·20′	= A ± B
	A & B CORRECTION.																
	AZIMUTHS																
Lat. °	′	′	′	′	′	′	°	°	°	°	°	°	°	°	°		Lat. °
0	48·0	47·4	46·8	46·2	45·6	45·0	44·4	43·9	43·3	42·8	42·3	41·8	41·3	40·8	40·3	39·8	0
5	48·1	47·5	46·9	46·3	45·7	45·1	44·5	44·0	43·4	42·9	42·4	41·9	41·4	40·9	40·4	39·9	5
10	48·4	47·8	47·2	46·6	46·0	45·4	44·9	44·3	43·8	43·2	42·7	42·2	41·7	41·2	40·7	40·2	10
14	48·9	48·3	47·7	47·1	46·5	45·9	45·3	44·7	44·2	43·7	43·1	42·6	42·1	41·6	41·2	40·7	14
18	49·4	48·8	48·2	47·6	47·0	46·4	45·9	45·3	44·8	44·2	43·7	43·2	42·7	42·2	41·7	41·2	18
20	49·8	49·2	48·5	47·9	47·4	46·8	46·2	45·7	45·1	44·6	44·1	43·5	43·0	42·5	42·0	41·6	20
22	50·2	49·5	48·9	48·3	47·7	47·2	46·6	46·0	45·5	45·0	44·4	43·9	43·4	42·9	42·4	41·9	22
24	50·6	50·0	49·3	48·7	48·2	47·6	47·0	46·5	45·9	45·4	44·9	44·3	43·8	43·3	42·9	42·4	24
26	51·0	50·4	49·8	49·2	48·6	48·1	47·5	46·9	46·4	45·9	45·3	44·8	44·3	43·8	43·3	42·8	26
28	51·5	50·9	50·3	49·7	49·1	48·6	48·0	47·4	46·9	46·4	45·8	45·3	44·8	44·3	43·8	43·3	28
30	52·1	51·5	50·9	50·3	49·7	49·1	48·5	48·0	47·4	46·9	46·4	45·9	45·4	44·9	44·4	43·9	30
31	52·4	51·7	51·1	50·6	50·0	49·4	48·8	48·3	47·7	47·2	46·7	46·2	45·7	45·2	44·7	44·2	31
32	52·7	52·0	51·4	50·9	50·3	49·7	49·1	48·6	48·0	47·5	47·0	46·5	46·0	45·5	45·0	44·5	32
33	53·0	52·3	51·7	51·2	50·6	50·0	49·5	48·9	48·4	47·8	47·3	46·8	46·3	45·8	45·3	44·8	33
34	53·3	52·7	52·1	51·5	50·9	50·3	49·8	49·2	48·7	48·2	47·6	47·1	46·6	46·1	45·6	45·1	34
35	53·6	53·0	52·4	51·8	51·2	50·7	50·1	49·6	49·0	48·5	48·0	47·5	47·0	46·5	46·0	45·5	35
36	53·9	53·3	52·7	52·2	51·6	51·0	50·5	49·9	49·4	48·9	48·3	47·8	47·3	46·8	46·3	45·8	36
37	54·3	53·7	53·1	52·5	52·0	51·4	50·8	50·3	49·8	49·2	48·7	48·2	47·7	47·2	46·7	46·2	37
38	54·7	54·1	53·5	52·9	52·3	51·8	51·2	50·7	50·1	49·6	49·1	48·6	48·1	47·6	47·1	46·6	38
39	55·0	54·4	53·9	53·3	52·7	52·1	51·6	51·1	50·5	50·0	49·5	49·0	48·5	48·0	47·5	47·0	39
40	55·4	54·8	54·2	53·7	53·1	52·5	52·0	51·5	50·9	50·4	49·9	49·4	48·9	48·4	47·9	47·4	40
41	55·8	55·2	54·6	54·1	53·5	53·0	52·4	51·9	51·3	50·8	50·3	49·8	49·3	48·8	48·3	47·8	41
42	56·2	55·6	55·1	54·5	53·9	53·4	52·8	52·3	51·8	51·2	50·7	50·2	49·7	49·2	48·8	48·3	42
43	56·6	56·1	55·5	54·9	54·4	53·8	53·3	52·7	52·2	51·7	51·2	50·7	50·2	49·7	49·2	48·7	43
44	57·1	56·5	55·9	55·4	54·8	54·3	53·7	53·2	52·7	52·2	51·6	51·1	50·6	50·2	49·7	49·2	44
45	57·5	57·0	56·4	55·8	55·3	54·7	54·2	53·7	53·1	52·6	52·1	51·6	51·1	50·6	50·2	49·7	45
46	58·0	57·4	56·9	56·3	55·8	55·2	54·7	54·2	53·6	53·1	52·6	52·1	51·6	51·1	50·7	50·2	46
47	58·5	57·9	57·3	56·8	56·2	55·7	55·2	54·7	54·1	53·6	53·1	52·6	52·1	51·7	51·2	50·7	47
48	58·9	58·4	57·8	57·3	56·7	56·2	55·7	55·2	54·7	54·1	53·6	53·2	52·7	52·2	51·7	51·2	48
49	59·4	58·9	58·3	57·8	57·3	56·7	56·2	55·7	55·2	54·7	54·2	53·7	53·2	52·7	52·3	51·8	49
50	60·0	59·4	58·9	58·3	57·8	57·3	56·7	56·2	55·7	55·2	54·7	54·2	53·8	53·3	52·8	52·4	50
51	60·5	59·9	59·4	58·9	58·3	57·8	57·3	56·8	56·3	55·8	55·3	54·8	54·3	53·9	53·4	52·9	51
52	61·0	60·5	59·9	59·4	58·9	58·4	57·9	57·4	56·9	56·4	55·9	55·4	54·9	54·5	54·0	53·5	52
53	61·6	61·0	60·5	60·0	59·5	59·0	58·5	58·0	57·5	57·0	56·5	56·0	55·5	55·1	54·6	54·2	53
54	62·1	61·6	61·1	60·6	60·1	59·6	59·1	58·6	58·1	57·6	57·1	56·6	56·2	55·7	55·3	54·8	54
55	62·7	62·2	61·7	61·2	60·7	60·2	59·7	59·2	58·7	58·2	57·8	57·3	56·8	56·4	55·9	55·5	55
56	63·3	62·8	62·3	61·8	61·3	60·8	60·3	59·8	59·3	58·9	58·4	57·9	57·5	57·0	56·6	56·1	56
57	63·9	63·4	62·9	62·4	61·9	61·4	60·9	60·5	60·0	59·5	59·1	58·6	58·2	57·7	57·3	56·8	57
58	64·5	64·0	63·5	63·0	62·6	62·1	61·6	61·1	60·7	60·2	59·8	59·3	58·9	58·4	58·0	57·5	58
59	65·1	64·6	64·2	63·7	63·2	62·7	62·3	61·8	61·4	60·9	60·5	60·0	59·6	59·1	58·7	58·3	59
60	65·8	65·3	64·8	64·4	63·9	63·4	63·0	62·5	62·1	61·6	61·2	60·8	60·3	59·9	59·5	59·0	60
61	66·4	66·0	65·5	65·0	64·6	64·1	63·7	63·2	62·8	62·4	61·9	61·5	61·1	60·6	60·2	59·8	61
62	67·1	66·6	66·2	65·7	65·3	64·9	64·4	64·0	63·5	63·1	62·7	62·3	61·8	61·4	61·0	60·6	62
63	67·8	67·3	66·9	66·5	66·0	65·6	65·2	64·7	64·3	63·9	63·5	63·0	62·6	62·2	61·8	61·4	63
64	68·5	68·0	67·6	67·2	66·8	66·3	65·9	65·5	65·1	64·7	64·3	63·9	63·4	63·0	62·6	62·3	64
65	69·2	68·8	68·3	67·9	67·5	67·1	66·7	66·3	65·9	65·5	65·1	64·7	64·3	63·9	63·5	63·1	65
66	69·9	69·5	69·1	68·7	68·3	67·9	67·5	67·1	66·7	66·3	65·9	65·5	65·1	64·7	64·4	64·0	66
67	70·6	70·2	69·8	69·4	69·0	68·7	68·3	67·9	67·5	67·1	66·7	66·4	66·0	65·6	65·2	64·9	67
68	71·4	71·0	70·6	70·2	69·8	69·5	69·1	68·7	68·3	68·0	67·6	67·2	66·9	66·5	66·2	65·8	68
Lat.																	Lat.
A ± B =	·90′	·92′	·94′	·96′	·98′	1·00′	1·02′	1·04′	1·06′	1·08′	1·10′	1·12′	1·14′	1·16′	1·18′	1·20′	= A ± B

A & B take Same Names Sum, (add). } RULE TO FIND C CORRECTION { A & B take Different names Difference (Sub.)

C CORRECTION, (A ± B) is named the same as the greater of these quantities.

AZIMUTH takes combined names of C Correction and Hour Angle

C

TABLE C

A ± B =	1·20′	1·24′	1·28′	1·32′	1·36′	1·40′	1·44′	1·48′	1·52′	1·56′	2·00′	2·04′	2·08′	2·12′	2·16′	2·20′	A ± B
	A & B CORRECTION.																
Lat.	AZIMUTHS																Lat.
°	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	°
0	39·8	38·9	38·0	37·1	36·3	35·5	34·8	34·0	33·3	32·7	32·0	31·4	30·8	30·2	29·6	29·1	0
5	39·9	39·0	38·1	37·3	36·4	35·6	34·9	34·1	33·4	32·8	32·1	31·5	30·9	30·3	29·7	29·2	5
10	40·2	39·3	38·4	37·6	36·8	36·0	35·2	34·5	33·8	33·1	32·4	31·8	31·2	30·6	30·0	29·4	10
14	40·7	39·7	38·8	38·0	37·2	36·4	35·6	34·9	34·2	33·5	32·8	32·1	31·5	30·9	30·4	29·8	14
18	41·2	40·3	39·4	38·5	37·7	36·9	36·1	35·4	34·7	34·0	33·3	32·7	32·0	31·4	30·9	30·3	18
20	41·6	40·6	39·7	38·9	38·0	37·2	36·5	35·7	35·0	34·3	33·6	33·0	32·4	31·8	31·2	30·6	20
22	42·0	41·0	40·1	39·3	38·4	37·6	36·8	36·1	35·4	34·7	34·0	33·3	32·7	32·1	31·5	30·9	22
24	42·4	41·4	40·5	39·7	38·8	38·0	37·2	36·5	35·8	35·1	34·4	33·7	33·1	32·5	31·9	31·3	24
26	42·8	41·9	41·0	40·1	39·3	38·5	37·7	36·9	36·2	35·5	34·8	34·2	33·5	32·9	32·3	31·7	26
28	43·3	42·4	41·5	40·6	39·8	39·0	38·2	37·4	36·7	36·0	35·3	34·6	34·0	33·4	32·8	32·2	28
30	43·9	43·0	42·1	41·2	40·3	39·5	38·7	38·0	37·2	36·5	35·8	35·1	34·5	33·9	33·3	32·7	30
31	44·2	43·3	42·4	41·5	40·6	39·8	39·0	38·2	37·5	36·8	36·1	35·4	34·8	34·1	33·5	32·9	31
32	44·5	43·6	42·7	41·8	40·9	40·1	39·3	38·5	37·8	37·1	36·4	35·7	35·1	34·4	33·8	33·2	32
33	44·8	43·9	43·0	42·1	41·2	40·4	39·6	38·9	38·1	37·4	36·7	36·0	35·4	34·7	34·1	33·5	33
34	45·1	44·2	43·3	42·4	41·6	40·7	39·9	39·2	38·4	37·7	37·0	36·3	35·7	35·0	34·4	33·8	34
35	45·5	44·6	43·7	42·8	41·9	41·1	40·3	39·5	38·8	38·0	37·3	36·7	36·0	35·4	34·7	34·1	35
36	45·8	44·9	44·0	43·1	42·3	41·4	40·6	39·9	39·1	38·4	37·7	37·0	36·3	35·7	35·1	34·5	36
37	46·2	45·3	44·4	43·5	42·6	41·8	41·0	40·2	39·5	38·8	38·1	37·4	36·7	36·1	35·4	34·8	37
38	46·6	45·7	44·8	43·9	43·0	42·2	41·4	40·6	39·9	39·1	38·4	37·7	37·1	36·4	35·8	35·2	38
39	47·0	46·1	45·2	44·3	43·4	42·6	41·8	41·0	40·3	39·5	38·8	38·1	37·4	36·8	36·2	35·6	39
40	47·4	46·5	45·6	44·7	43·8	43·0	42·2	41·4	40·7	39·9	39·2	38·5	37·8	37·2	36·6	36·0	40
41	47·8	46·9	46·0	45·1	44·3	43·4	42·6	41·8	41·1	40·3	39·6	33·9	38·3	37·6	37·0	36·4	41
42	48·3	47·3	46·4	45·6	44·7	43·9	43·1	42·3	41·5	40·8	40·1	39·4	38·7	38·0	37·4	36·8	42
43	48·7	47·8	46·9	46·0	45·2	44·3	43·5	42·7	42·0	41·2	40·5	39·8	39·1	38·5	37·8	37·2	43
44	49·2	48·3	47·4	46·5	45·6	44·8	44·0	43·2	42·4	41·7	41·0	40·3	39·6	38·9	38·3	37·7	44
45	49·7	48·8	47·9	47·0	46·1	45·3	44·5	43·7	42·9	42·2	41·5	40·8	40·1	39·4	38·8	38·2	45
46	50·2	49·3	48·4	47·5	46·6	45·8	45·0	44·2	43·4	42·7	42·0	41·3	40·6	39·9	39·3	38·7	46
47	50·7	49·8	48·9	48·0	47·2	46·3	45·5	44·7	44·0	43·2	42·5	41·8	41·1	40·4	39·8	39·2	47
48	51·2	50·3	49·4	48·5	47·7	46·9	46·1	45·3	44·5	43·8	43·0	42·3	41·7	41·0	40·3	39·7	48
49	51·8	50·9	50·0	49·1	48·3	47·4	46·6	45·8	45·1	44·3	43·6	42·9	42·2	41·5	40·9	40·3	49
50	52·4	51·5	50·6	49·7	48·8	48·0	47·2	46·4	45·7	44·9	44·2	43·5	42·8	42·1	41·5	40·8	50
51	52·9	52·0	51·2	50·3	49·4	48·6	47·8	47·0	46·3	45·5	44·8	44·1	43·4	42·7	42·1	41·4	51
52	53·5	52·6	51·8	50·9	50·1	49·2	48·4	47·7	46·9	46·2	45·4	44·7	44·0	43·4	42·7	42·1	52
53	54·2	53·3	52·4	51·5	50·7	49·9	49·1	48·3	47·5	46·8	46·1	45·4	44·7	44·0	43·4	42·7	53
54	54·8	53·9	53·0	52·2	51·4	50·6	49·8	49·0	48·2	47·5	46·8	46·1	45·4	44·7	44·0	43·4	54
55	55·5	54·6	53·7	52·9	52·0	51·2	50·5	49·7	48·9	48·2	47·5	46·8	46·1	45·4	44·7	44·1	55
56	56·1	55·3	54·4	53·6	52·7	51·9	51·2	50·4	49·6	48·9	48·2	47·5	46·8	46·1	45·5	44·8	56
57	56·8	56·0	55·1	54·3	53·5	52·7	51·9	51·1	50·4	49·7	48·9	48·2	47·5	46·9	46·2	45·6	57
58	57·5	56·7	55·9	55·0	54·2	53·4	52·7	51·9	51·1	50·4	49·7	49·0	48·3	47·7	47·0	46·4	58
59	58·3	57·4	56·6	55·8	55·0	54·2	53·4	52·7	51·9	51·2	50·5	49·8	49·1	48·5	47·8	47·2	59
60	59·0	58·2	57·4	56·6	55·8	55·0	54·2	53·5	52·8	52·0	51·3	50·6	50·0	49·3	48·7	48·0	60
61	59·8	59·0	58·2	57·4	56·6	55·8	55·1	54·3	53·6	52·9	52·2	51·5	50·8	50·2	49·5	48·9	61
62	60·6	59·8	59·0	58·2	57·4	56·7	55·9	55·2	54·5	53·8	53·1	52·4	51·7	51·1	50·4	49·8	62
63	61·4	60·6	59·8	59·1	58·3	57·6	56·8	56·1	55·4	54·7	54·0	53·3	52·7	52·0	51·4	50·7	63
64	62·3	61·5	60·7	59·9	59·2	58·5	57·7	57·0	56·3	55·6	55·0	54·3	53·6	53·0	52·4	51·7	64
65	63·1	62·3	61·6	60·8	60·1	59·4	58·7	58·0	57·3	56·6	55·9	55·3	54·6	54·0	53·4	52·7	65
66	64·0	63·2	62·5	61·8	61·1	60·3	59·6	59·0	58·3	57·6	56·9	56·3	55·7	55·0	54·4	53·8	66
67	64·9	64·1	63·4	62·7	62·0	61·3	60·6	60·0	59·3	58·6	58·0	57·3	56·7	56·1	55·5	54·9	67
68	65·8	65·1	64·4	63·7	63·0	62·3	61·7	61·0	60·3	59·7	59·1	58·4	57·8	57·2	56·6	56·0	68
Lat.																	Lat.
A ± B =	1·20′	1·24′	1·28′	1·32′	1·36′	1·40′	1·44′	1·48′	1·52′	1·56′	2·00′	2·04′	2·08′	2·12′	2·16′	2·20′	A ± B

A & B take Same Names Sum. (add). } RULE TO FIND C CORRECTION { A & B take Different names Difference (Sub.)

C CORRECTION. (A ± B) is named the same as the greater of these quantities.

AZIMUTH takes combined names of C Correction and Hour Angle

C

TABLE C

A ± B =	1·80′	1·84′	1·88′	1·92′	1·96′	2·00′	A & B CORRECTION. 2·04′	2·08′	2·12′	2·16′	2·20′	2·24′	2·28′	2·32′	2·36′	2·40′ = A ± B
Lat. °	AZIMUTHS °	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	Lat. °
0	29·1	28·5	28·0	27·5	27·0	26·6	26·1	25·7	25·2	24·8	24·4	24·0	23·7	23·3	23·0	22·6	0
5	29·1	28·6	28·1	27·6	27·1	26·7	26·2	25·8	25·3	24·9	24·5	24·1	23·8	23·4	23·0	22·7	5
10	29·4	28·9	28·4	27·9	27·4	26·9	26·5	26·0	25·6	25·2	24·8	24·4	24·0	23·6	23·3	22·9	10
14	29·8	29·3	28·7	28·2	27·7	27·3	26·8	26·4	25·9	25·5	25·1	24·7	24·3	24·0	23·6	23·2	14
18	30·3	29·7	29·2	28·7	28·2	27·7	27·3	26·8	26·4	26·0	25·6	25·2	24·8	24·4	24·0	23·7	18
20	30·6	30·0	29·5	29·0	28·5	28·0	27·6	27·1	26·7	26·2	25·8	25·4	25·0	24·6	24·3	23·9	20
22	30·9	30·4	29·8	29·3	28·8	28·3	27·9	27·4	27·0	26·5	26·1	25·7	25·3	24·9	24·6	24·2	22
24	31·3	30·8	30·2	29·7	29·2	28·7	28·2	27·8	27·3	26·9	26·5	26·1	25·7	25·3	24·9	24·5	24
26	31·7	31·2	30·6	30·1	29·6	29·1	28·6	28·2	27·7	27·3	26·8	26·4	26·0	25·6	25·2	24·9	26
28	32·2	31·6	31·1	30·5	30·0	29·5	29·0	28·6	28·1	27·7	27·2	26·8	26·4	26·0	25·6	25·3	28
30	32·7	32·1	31·6	31·0	30·5	30·0	29·5	29·0	28·6	28·1	27·7	27·3	26·9	26·5	26·1	25·7	30
31	32·9	32·4	31·8	31·3	30·8	30·3	29·8	29·3	28·8	28·4	27·9	27·5	27·1	26·7	26·3	25·9	31
32	33·2	32·7	32·1	31·6	31·0	30·5	30·0	29·6	29·1	28·6	28·2	27·8	27·3	26·9	26·5	26·2	32
33	33·5	32·9	32·4	31·8	31·3	30·8	30·3	29·8	29·4	28·9	28·5	28·0	27·6	27·2	26·8	26·4	33
34	33·8	33·2	32·7	32·1	31·6	31·1	30·6	30·1	29·6	29·2	28·7	28·3	27·9	27·5	27·1	26·7	34
35	34·1	33·6	33·0	32·4	31·9	31·4	30·9	30·4	29·9	29·5	29·0	28·6	28·2	27·8	27·4	27·0	35
36	34·5	33·9	33·3	32·8	32·2	31·7	31·2	30·7	30·3	29·8	29·3	28·9	28·5	28·1	27·7	27·3	36
37	34·8	34·2	33·7	33·1	32·6	32·1	31·6	31·1	30·6	30·1	29·6	29·2	28·8	28·4	28·0	27·6	37
38	35·2	34·6	34·0	33·5	32·9	32·4	31·9	31·4	30·9	30·4	30·0	29·5	29·1	28·7	28·3	27·9	38
39	35·6	35·0	34·4	33·8	33·3	32·8	32·3	31·8	31·3	30·8	30·3	29·9	29·4	29·0	28·6	28·2	39
40	36·0	35·4	34·8	34·2	33·7	33·1	32·6	32·1	31·6	31·2	30·7	30·2	29·8	29·4	28·9	28·5	40
41	36·4	35·8	35·2	34·6	34·1	33·5	33·0	32·5	32·0	31·5	31·1	30·6	30·2	29·7	29·3	28·9	41
42	36·8	36·2	35·6	35·0	34·5	33·9	33·4	32·9	32·4	31·9	31·5	31·0	30·5	30·1	29·7	29·3	42
43	37·2	36·6	36·0	35·5	34·9	34·4	33·8	33·3	32·8	32·3	31·9	31·4	31·0	30·5	30·1	29·7	43
44	37·7	37·1	36·5	35·9	35·3	34·8	34·3	33·8	33·3	32·8	32·3	31·8	31·4	30·9	30·5	30·1	44
45	38·2	37·6	37·0	36·4	35·8	35·3	34·7	34·2	33·7	33·2	32·7	32·3	31·8	31·4	30·9	30·5	45
46	38·7	38·1	37·5	36·9	36·3	35·7	35·2	34·7	34·2	33·7	33·2	32·7	32·3	31·8	31·4	31·0	46
47	39·2	38·6	38·0	37·4	36·8	36·2	35·7	35·2	34·7	34·2	33·7	33·2	32·7	32·3	31·9	31·4	47
48	39·7	39·1	38·5	37·9	37·3	36·8	36·2	35·7	35·2	34·7	34·2	33·7	33·2	32·8	32·4	31·9	48
49	40·3	39·6	39·0	38·4	37·9	37·3	36·8	36·2	35·7	35·2	34·7	34·2	33·8	33·3	32·9	32·4	49
50	40·8	40·2	39·6	39·0	38·4	37·9	37·3	36·8	36·3	35·8	35·3	34·8	34·3	33·8	33·4	33·0	50
51	41·4	40·8	40·2	39·6	39·0	38·5	37·9	37·4	36·9	36·3	35·8	35·3	34·9	34·4	34·0	33·5	51
52	42·1	41·4	40·8	40·2	39·6	39·1	38·5	38·0	37·5	36·9	36·4	35·9	35·5	35·0	34·5	34·1	52
53	42·7	42·1	41·5	40·9	40·3	39·7	39·2	38·6	38·1	37·6	37·1	36·6	36·1	35·6	35·1	34·7	53
54	43·4	42·8	42·1	41·5	41·0	40·4	39·8	39·3	38·7	38·2	37·7	37·2	36·7	36·3	35·8	35·3	54
55	44·1	43·5	42·8	42·2	41·7	41·1	40·6	40·0	39·4	38·9	38·4	37·9	37·4	36·9	36·5	36·0	55
56	44·8	44·2	43·6	43·0	42·4	41·8	41·2	40·7	40·1	39·6	39·1	38·6	38·1	37·6	37·2	36·7	56
57	45·6	44·9	44·3	43·7	43·1	42·6	42·0	41·4	40·9	40·4	39·8	39·3	38·8	38·4	37·9	37·4	57
58	46·4	45·7	45·1	44·5	43·9	43·4	42·8	42·2	41·7	41·2	40·6	40·1	39·6	39·1	38·6	38·2	58
59	47·2	46·5	45·9	45·3	44·7	44·2	43·6	43·0	42·5	42·0	41·4	40·9	40·4	39·9	39·4	39·0	59
60	48·0	47·4	46·8	46·2	45·6	45·0	44·4	43·9	43·3	42·8	42·3	41·8	41·3	40·8	40·3	39·8	60
61	48·9	48·3	47·7	47·1	46·5	45·9	45·3	44·8	44·2	43·7	43·2	42·7	42·2	41·7	41·2	40·7	61
62	49·8	49·2	48·6	48·0	47·4	46·8	46·2	45·7	45·1	44·6	44·1	43·6	43·1	42·6	42·1	41·6	62
63	50·7	50·1	49·5	48·9	48·3	47·8	47·2	46·6	46·1	45·6	45·0	44·5	44·0	43·5	43·0	42·5	63
64	51·7	51·1	50·5	49·9	49·3	48·8	48·2	47·6	47·1	46·6	46·0	45·5	45·0	44·5	44·0	43·5	64
65	52·7	52·1	51·5	50·9	50·4	49·8	49·2	48·7	48·1	47·6	47·1	46·6	46·1	45·6	45·1	44·6	65
66	53·8	53·2	52·6	52·0	51·4	50·9	50·3	49·8	49·2	48·7	48·2	47·7	47·2	46·7	46·2	45·7	66
67	54·9	54·3	53·7	53·1	52·6	52·0	51·4	50·9	50·4	49·8	49·3	48·8	48·3	47·8	47·3	46·8	67
68	56·0	55·4	54·8	54·3	53·7	53·2	52·6	52·1	51·5	51·0	50·5	50·0	49·5	49·0	48·5	48·0	68
Lat.																	Lat.
A ± B =	1·80′	1·84′	1·88′	1·92′	1·96′	2·00′	2·04′	2·08′	2·12′	2·16′	2·20′	2·24′	2·28′	2·32′	2·36′	2·40′ = A ± B

A & B take **S**ame Names (add). } RULE TO FIND C CORRECTION { A & B take **D**ifferent names Difference (Sub.)

C CORRECTION, (A ± B) is named the same as the greater of these quantities.

AZIMUTH takes combined names of C Correction and Hour Angle

C

TABLE C

A ± B =	2·40′	2·45′	2·50′	2·55′	2·60′	2·65′	2·70′	2·75′	2·80′	2·90′	3·00′	3·10′	3·20′	3·30′	3·40′	3·50′	= A ± B
							A & B CORRECTION.										
Lat.							AZIMUTHS										Lat.
°	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	°
0	22·6	22·2	21·8	21·4	21·0	20·7	20·3	20·0	19·7	19·0	18·4	17·9	17·4	16·9	16·4	15·9	0
5	22·7	22·3	21·9	21·5	21·1	20·8	20·4	20·1	19·7	19·1	18·5	17·9	17·4	16·9	16·4	16·0	5
10	22·9	22·5	22·1	21·7	21·3	21·0	20·6	20·3	19·9	19·3	18·7	18·1	17·6	17·1	16·6	16·2	10
14	23·2	22·8	22·4	22·0	21·6	21·3	20·9	20·5	20·2	19·6	19·0	18·4	17·9	17·4	16·9	16·4	14
18	23·7	23·2	22·8	22·4	22·0	21·6	21·3	20·9	20·6	19·9	19·3	18·7	18·2	17·7	17·2	16·7	18
20	23·9	23·5	23·1	22·7	22·3	21·9	21·5	21·2	20·8	20·2	19·5	18·9	18·4	17·9	17·4	16·9	20
22	24·2	23·8	23·3	22·9	22·5	22·2	21·8	21·4	21·1	20·4	19·8	19·2	18·6	18·1	17·6	17·1	22
24	24·5	24·1	23·6	23·2	22·8	22·5	22·1	21·7	21·4	20·7	20·0	19·4	18·9	18·4	17·8	17·4	24
26	24·9	24·4	24·0	23·6	23·2	22·8	22·4	22·0	21·7	21·0	20·3	19·7	19·2	18·6	18·1	17·6	26
28	25·3	24·8	24·4	23·9	23·5	23·1	22·8	22·4	22·0	21·3	20·7	20·1	19·5	18·9	18·4	17·9	28
30	25·7	25·2	24·8	24·4	23·9	23·5	23·2	22·8	22·4	21·7	21·1	20·4	19·8	19·3	18·8	18·3	30
31	25·9	25·5	25·0	24·6	24·2	23·8	23·4	23·0	22·6	21·9	21·2	20·6	20·0	19·5	18·9	18·4	31
32	26·2	25·7	25·3	24·8	24·4	24·0	23·6	23·2	22·8	22·1	21·5	20·8	20·2	19·7	19·1	18·6	32
33	26·4	26·0	25·5	25·1	24·6	24·2	23·8	23·4	23·1	22·4	21·7	21·0	20·4	19·9	19·3	18·8	33
34	26·7	26·2	25·8	25·3	24·9	24·5	24·1	23·7	23·3	22·6	21·9	21·3	20·7	20·1	19·5	19·0	34
35	27·0	26·5	26·0	25·6	25·2	24·7	24·3	23·9	23·6	22·8	22·1	21·5	20·9	20·3	19·8	19·2	35
36	27·3	26·8	26·3	25·9	25·4	25·0	24·6	24·2	23·8	23·1	22·4	21·7	21·1	20·5	20·0	19·5	36
37	27·6	27·1	26·6	26·2	25·7	25·3	24·9	24·5	24·1	23·4	22·7	22·0	21·4	20·8	20·2	19·7	37
38	27·9	27·4	26·9	26·5	26·0	25·6	25·2	24·8	24·4	23·6	22·9	22·3	21·6	21·0	20·5	19·9	38
39	28·2	27·7	27·2	26·8	26·3	25·9	25·5	25·1	24·7	23·9	23·2	22·5	21·9	21·3	20·7	20·2	39
40	28·5	28·1	27·6	27·1	26·7	26·2	25·8	25·4	25·0	24·2	23·5	22·8	22·2	21·6	21·0	20·5	40
41	28·9	28·4	27·9	27·5	27·0	26·6	26·1	25·7	25·3	24·6	23·8	23·1	22·5	21·9	21·3	20·7	41
42	29·3	28·8	28·3	27·8	27·4	26·9	26·5	26·1	25·7	24·9	24·2	23·5	22·8	22·2	21·6	21·0	42
43	29·7	29·2	28·7	28·2	27·7	27·3	26·9	26·4	26·0	25·2	24·5	23·8	23·1	22·5	21·9	21·3	43
44	30·1	29·6	29·1	28·6	28·1	27·7	27·2	26·8	26·4	25·6	24·9	24·2	23·5	22·8	22·2	21·7	44
45	30·5	30·0	29·5	29·0	28·5	28·1	27·6	27·2	26·8	26·0	25·2	24·5	23·8	23·2	22·6	22·0	45
46	31·0	30·4	29·9	29·5	29·0	28·6	28·1	27·6	27·2	26·4	25·6	24·9	24·2	23·6	22·9	22·4	46
47	31·4	30·9	30·4	29·9	29·4	29·0	28·5	28·1	27·6	26·8	26·0	25·3	24·6	24·0	23·3	22·7	47
48	31·9	31·4	30·9	30·4	29·9	29·4	29·0	28·5	28·1	27·3	26·5	25·7	25·0	24·4	23·7	23·1	48
49	32·4	31·9	31·4	30·9	30·4	29·9	29·4	29·0	28·6	27·7	26·9	26·2	25·5	24·8	24·1	23·5	49
50	33·0	32·4	31·9	31·4	30·9	30·4	30·0	29·5	29·1	28·2	27·4	26·6	25·9	25·2	24·6	24·0	50
51	33·5	33·0	32·4	31·9	31·4	30·9	30·5	30·0	29·6	28·7	27·9	27·1	26·4	25·7	25·0	24·4	51
52	34·1	33·5	33·0	32·5	32·0	31·5	31·0	30·6	30·1	29·3	28·5	27·7	26·9	26·2	25·5	24·9	52
53	34·7	34·1	33·6	33·1	32·6	32·1	31·6	31·1	30·7	29·8	29·0	28·2	27·4	26·7	26·0	25·4	53
54	35·3	34·8	34·2	33·7	33·2	32·7	32·2	31·7	31·3	30·4	29·6	28·8	28·0	27·3	26·6	25·9	54
55	36·0	35·4	34·9	34·4	33·8	33·4	32·9	32·4	31·9	31·0	30·2	29·4	28·6	27·9	27·1	26·5	55
56	36·7	36·1	35·6	35·1	34·5	34·0	33·5	33·1	32·6	31·7	30·8	30·0	29·2	28·5	27·7	27·1	56
57	37·4	36·8	36·3	35·8	35·2	34·7	34·2	33·8	33·3	32·4	31·5	30·6	29·8	29·1	28·4	27·7	57
58	38·2	37·6	37·0	36·5	36·0	35·5	35·0	34·5	34·0	33·1	32·2	31·3	30·5	29·8	29·0	28·3	58
59	39·0	38·4	37·8	37·3	36·8	36·3	35·7	35·2	34·7	33·8	32·9	32·1	31·2	30·5	29·7	29·0	59
60	39·8	39·2	38·7	38·1	37·6	37·1	36·5	36·0	35·5	34·6	33·7	32·8	32·0	31·2	30·5	29·8	60
61	40·7	40·1	39·5	39·0	38·4	37·9	37·4	36·9	36·4	35·4	34·5	33·6	32·8	32·0	31·2	30·5	61
62	41·6	41·0	40·4	39·9	39·3	38·8	38·3	37·8	37·3	36·3	35·4	34·5	33·6	32·8	32·1	31·3	62
63	42·5	42·0	41·4	40·8	40·3	39·7	39·2	38·7	38·2	37·2	36·3	35·4	34·5	33·7	32·9	32·2	63
64	43·5	43·0	42·4	41·8	41·3	40·7	40·2	39·7	39·2	38·2	37·3	36·4	35·5	34·7	33·9	33·1	64
65	44·6	44·0	43·4	42·9	42·3	41·8	41·2	40·7	40·2	39·2	38·3	37·4	36·5	35·7	34·9	34·1	65
66	45·7	45·1	44·5	44·0	43·4	42·9	42·3	41·8	41·3	40·3	39·3	38·4	37·6	36·7	35·9	35·1	66
67	46·8	46·2	45·7	45·1	44·6	44·0	43·5	42·9	42·4	41·4	40·5	39·5	38·7	37·8	37·0	36·2	67
68	48·0	47·4	46·9	46·3	45·8	45·2	44·7	44·1	43·8	42·6	41·7	40·7	39·8	39·0	38·1	37·3	68
Lat.																	Lat.
A ± B =	2·40′	2·45′	2·50′	2·55′	2·60′	2·65′	2·70′	2·75′	2·80′	2·90′	3·00′	3·10′	3·20′	3·30′	3·40′	3·50′	= A ± B

A & B take **S**ame Names } RULE TO FIND C CORRECTION { A & B take **D**ifferent names

Sum, (add). } RULE TO FIND C CORRECTION { ifference (Sub.)

C CORRECTION, (A ± B) is named the same as the greater of these quantities.

AZIMUTH takes combined names of C Correction and Hour Angle

C

TABLE C

A±B =	3·50′	3·60′	3·70′	3·80′	3·90′	4·00′	A & B CORRECTION. 4·10′	4·20′	4·30′	4·40′	4·50′	4·60′	4·70′	4·80′	4·90′	5·00′ = A±B
Lat.	AZIMUTHS															Lat.
°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
0	15·9	15·5	15·1	14·7	14·4	14·0	13·7	13·4	13·1	12·8	12·5	12·3	12·0	11·8	11·5	11·3	0
5	16·0	15·6	15·2	14·8	14·4	14·1	13·8	13·5	13·2	12·9	12·6	12·3	12·1	11·8	11·6	11·4	5
10	16·2	15·8	15·4	15·0	14·6	14·2	13·9	13·6	13·3	13·0	12·7	12·4	12·2	11·9	11·7	11·5	10
14	16·4	16·0	15·6	15·2	14·8	14·4	14·1	13·8	13·5	13·2	12·9	12·6	12·4	12·1	11·9	11·6	14
18	16·7	16·3	15·9	15·5	15·1	14·7	14·4	14·1	13·7	13·4	13·1	12·9	12·6	12·4	12·1	11·9	18
20	16·9	16·5	16·0	15·6	15·3	14·9	14·6	14·2	13·9	13·6	13·3	13·0	12·8	12·5	12·3	12·0	20
22	17·1	16·7	16·3	15·8	15·5	15·1	14·7	14·4	14·1	13·8	13·5	13·2	12·9	12·7	12·4	12·2	22
24	17·4	16·9	16·5	16·1	15·7	15·3	14·9	14·6	14·3	14·0	13·7	13·4	13·1	12·8	12·6	12·3	24
26	17·6	17·2	16·7	16·3	15·9	15·5	15·2	14·8	14·5	14·2	13·9	13·6	13·3	13·1	12·8	12·5	26
28	17·9	17·5	17·0	16·6	16·2	15·8	15·4	15·1	14·8	14·4	14·1	13·8	13·5	13·3	13·0	12·8	28
30	18·3	17·8	17·3	16·9	16·5	16·1	15·7	15·4	15·0	14·7	14·4	14·1	13·8	13·5	13·3	13·0	30
31	18·4	18·0	17·5	17·1	16·7	16·3	15·9	15·5	15·2	14·9	14·5	14·2	13·9	13·7	13·4	13·1	31
32	18·6	18·1	17·7	17·2	16·8	16·4	16·0	15·7	15·3	15·0	14·7	14·4	14·1	13·8	13·5	13·3	32
33	18·8	18·3	17·9	17·4	17·0	16·6	16·2	15·8	15·5	15·2	14·9	14·5	14·2	14·0	13·7	13·4	33
34	19·0	18·5	18·1	17·6	17·2	16·8	16·4	16·0	15·7	15·3	15·0	14·7	14·4	14·1	13·8	13·6	34
35	19·2	18·7	18·3	17·8	17·4	17·0	16·6	16·2	15·9	15·5	15·2	14·9	14·6	14·3	14·0	13·7	35
36	19·5	19·0	18·5	18·0	17·6	17·2	16·8	16·4	16·1	15·7	15·4	15·0	14·7	14·4	14·2	13·9	36
37	19·7	19·2	18·7	18·2	17·8	17·4	17·0	16·6	16·3	15·9	15·6	15·2	14·9	14·6	14·3	14·1	37
38	19·9	19·4	18·9	18·5	18·0	17·6	17·2	16·8	16·5	16·1	15·8	15·4	15·1	14·8	14·5	14·2	38
39	20·2	19·7	19·2	18·7	18·3	17·8	17·4	17·0	16·7	16·3	16·0	15·6	15·3	15·0	14·7	14·4	39
40	20·5	19·9	19·4	19·0	18·5	18·1	17·7	17·3	16·9	16·5	16·2	15·8	15·5	15·2	14·9	14·6	40
41	20·7	20·2	19·7	19·2	18·8	18·3	17·9	17·5	17·1	16·8	16·4	16·1	15·7	15·4	15·1	14·8	41
42	21·0	20·5	20·0	19·5	19·0	18·6	18·2	17·8	17·4	17·0	16·7	16·3	16·0	15·7	15·4	15·1	42
43	21·3	20·8	20·3	19·8	19·3	18·9	18·4	18·0	17·6	17·3	16·9	16·6	16·2	15·9	15·6	15·3	43
44	21·7	21·1	20·6	20·1	19·6	19·2	18·7	18·3	17·9	17·5	17·2	16·8	16·5	16·2	15·8	15·5	44
45	22·0	21·4	20·9	20·4	19·9	19·5	19·0	18·6	18·2	17·8	17·5	17·1	16·8	16·4	16·1	15·8	45
46	22·4	21·8	21·3	20·8	20·3	19·8	19·3	18·9	18·5	18·1	17·8	17·4	17·1	16·7	16·4	16·1	46
47	22·7	22·2	21·6	21·1	20·6	20·1	19·7	19·2	18·8	18·4	18·1	17·7	17·4	17·0	16·7	16·3	47
48	23·1	22·5	22·0	21·5	21·0	20·5	20·0	19·6	19·2	18·8	18·4	18·0	17·7	17·3	17·0	16·6	48
49	23·5	22·9	22·4	21·9	21·4	20·9	20·4	19·9	19·5	19·1	18·7	18·3	18·0	17·6	17·3	17·0	49
50	24·0	23·4	22·8	22·3	21·8	21·3	20·8	20·3	19·9	19·5	19·1	18·7	18·3	18·0	17·6	17·3	50
51	24·4	23·8	23·3	22·7	22·2	21·7	21·2	20·7	20·3	19·9	19·5	19·1	18·7	18·3	18·0	17·6	51
52	24·9	24·3	23·7	23·1	22·6	22·1	21·6	21·1	20·7	20·3	19·9	19·5	19·1	18·7	18·3	18·0	52
53	25·4	24·8	24·2	23·6	23·1	22·6	22·1	21·6	21·2	20·7	20·3	19·9	19·5	19·1	18·7	18·4	53
54	25·9	25·3	24·7	24·1	23·6	23·1	22·6	22·1	21·6	21·1	20·7	20·3	19·9	19·5	19·1	18·8	54
55	26·5	25·8	25·2	24·6	24·1	23·6	23·1	22·6	22·1	21·6	21·2	20·8	20·4	20·0	19·6	19·2	55
56	27·1	26·4	25·8	25·2	24·6	24·1	23·6	23·1	22·6	22·1	21·7	21·3	20·8	20·4	20·1	19·7	56
57	27·7	27·0	26·4	25·8	25·2	24·7	24·1	23·6	23·1	22·7	22·2	21·8	21·3	20·9	20·6	20·2	57
58	28·3	27·7	27·0	26·4	25·8	25·3	24·7	24·2	23·7	23·2	22·8	22·3	21·9	21·5	21·1	20·7	58
59	29·0	23·4	27·7	27·1	26·5	25·9	25·3	24·8	24·3	23·8	23·4	22·9	22·5	22·0	21·6	21·2	59
60	29·8	29·1	28·4	27·8	27·2	26·6	26·0	25·5	24·9	24·4	24·0	23·5	23·1	22·6	22·2	21·8	60
61	30·5	29·8	29·1	28·5	27·9	27·3	26·7	26·2	25·6	25·1	24·6	24·2	23·7	23·3	22·8	22·4	61
62	31·3	30·6	29·9	29·3	28·7	28·0	27·5	26·9	26·4	25·8	25·3	24·8	24·4	23·9	23·5	23·1	62
63	32·2	31·5	30·8	30·1	29·5	28·8	28·2	27·7	27·1	26·6	26·1	25·6	25·1	24·6	24·2	23·8	63
64	33·1	32·4	31·7	31·0	30·3	29·7	29·1	28·5	27·9	27·4	26·9	26·4	25·9	25·4	25·0	24·5	64
65	34·1	33·3	32·6	31·9	31·2	30·6	30·0	29·4	28·8	28·3	27·8	27·2	26·7	26·2	25·8	25·3	65
66	35·1	34·3	33·6	32·9	32·2	31·6	30·9	30·3	29·8	29·2	28·7	28·1	27·6	27·1	26·7	26·2	66
67	36·2	35·4	34·7	34·0	33·3	32·6	32·0	31·4	30·8	30·2	29·6	29·1	28·6	28·1	27·6	27·1	67
68	37·3	36·6	35·8	35·1	34·4	33·7	33·1	32·4	31·8	31·2	30·7	30·1	29·6	29·1	28·6	28·1	68
Lat.																Lat.
A±B =	3·50′	3·60′	3·70′	3·80′	3·90′	4·00′	4·10′	4·20′	4·30′	4·40′	4·50′	4·60′	4·70′	4·80′	4·90′	5·00′ = A±B

A & B take Same Names Sum, (add). } RULE TO FIND C CORRECTION { A & B take Different names Difference (Sub.)

C CORRECTION, (A ± B) is named the same as the greater of these quantities.

AZIMUTH takes combined names of C Correction and Hour Angle

C

TABLE C

A ± B =	5·00′	5·20′	5·40′	5·60′	5·80′	6·00′	6·20′	6·40′	6·60′	6·80′	7·00′	7·20′	7·40′	7·60′	7·80′	8·00′	= A ± B
	A & B CORRECTION.																
Lat.	AZIMUTHS																Lat.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
0	11·3	10·9	10·5	10·1	9·8	9·5	9·2	8·9	8·6	8·4	8·1	7·9	7·7	7·5	7·3	7·1	0
5	11·4	10·9	10·5	10·2	9·8	9·5	9·2	8·9	8·6	8·4	8·2	7·9	7·7	7·5	7·3	7·2	5
10	11·5	11·0	10·6	10·3	9·9	9·6	9·3	9·0	8·7	8·5	8·3	8·0	7·8	7·6	7·4	7·2	10
14	11·6	11·2	10·8	10·4	10·1	9·7	9·4	9·1	8·9	8·7	8·4	8·1	7·9	7·7	7·5	7·3	14
18	11·9	11·4	11·0	10·6	10·3	9·9	9·6	9·3	9·1	8·8	8·5	8·3	8·1	7·9	7·7	7·5	18
20	12·0	11·6	11·1	10·8	10·4	10·1	9·7	9·4	9·2	8·9	8·6	8·4	8·2	8·0	7·8	7·6	20
22	12·2	11·7	11·3	10·9	10·5	10·2	9·9	9·6	9·3	9·0	8·8	8·5	8·3	8·1	7·9	7·7	22
24	12·3	11·9	11·5	11·1	10·7	10·3	10·0	9·7	9·4	9·1	8·9	8·6	8·4	8·2	8·0	7·8	24
26	12·5	12·1	11·6	11·2	10·9	10·5	10·2	9·9	9·6	9·3	9·0	8·8	8·6	8·3	8·1	7·9	26
28	12·8	12·3	11·8	11·4	11·0	10·7	10·4	10·0	9·7	9·5	9·2	8·9	8·7	8·5	8·3	8·1	28
30	13·0	12·5	12·1	11·7	11·3	10·9	10·5	10·2	9·9	9·6	9·4	9·1	8·9	8·6	8·4	8·2	30
31	13·1	12·6	12·2	11·8	11·4	11·0	10·7	10·3	10·0	9·7	9·5	9·2	9·0	8·7	8·5	8·3	31
32	13·3	12·8	12·3	11·9	11·5	11·1	10·8	10·4	10·1	9·8	9·6	9·3	9·1	8·8	8·6	8·4	32
33	13·4	12·9	12·5	12·0	11·6	11·2	10·9	10·6	10·2	9·9	9·7	9·4	9·2	8·9	8·7	8·5	33
34	13·6	13·1	12·6	12·2	11·7	11·4	11·0	10·7	10·4	10·1	9·8	9·5	9·3	9·0	8·8	8·6	34
35	13·7	13·2	12·7	12·3	11·9	11·5	11·1	10·8	10·5	10·2	9·9	9·6	9·4	9·1	8·9	8·7	35
36	13·9	13·4	12·9	12·4	12·0	11·6	11·3	10·9	10·6	10·3	10·0	9·7	9·5	9·2	9·0	8·8	36
37	14·1	13·5	13·1	12·6	12·2	11·8	11·4	11·1	10·7	10·4	10·1	9·9	9·6	9·4	9·1	8·9	37
38	14·2	13·7	13·2	12·8	12·3	11·9	11·6	11·2	10·9	10·6	10·3	10·0	9·7	9·5	9·2	9·0	38
39	14·4	13·9	13·4	12·9	12·5	12·1	11·7	11·4	11·0	10·7	10·4	10·1	9·9	9·6	9·4	9·1	39
40	14·6	14·1	13·6	13·1	12·7	12·3	11·9	11·5	11·2	10·9	10·6	10·3	10·0	9·7	9·5	9·3	40
41	14·8	14·3	13·8	13·3	12·9	12·5	12·1	11·7	11·4	11·0	10·7	10·4	10·2	9·9	9·6	9·4	41
42	15·1	14·5	14·0	13·5	13·1	12·6	12·2	11·9	11·5	11·2	10·9	10·6	10·3	10·0	9·8	9·5	42
43	15·3	14·7	14·2	13·7	13·3	12·8	12·4	12·1	11·7	11·4	11·1	10·8	10·5	10·2	9·9	9·7	43
44	15·5	15·0	14·4	13·9	13·5	13·0	12·6	12·3	11·9	11·6	11·2	10·9	10·6	10·4	10·1	9·9	44
45	15·8	15·2	14·7	14·2	13·7	13·3	12·8	12·5	12·1	11·7	11·4	11·1	10·8	10·5	10·3	10·0	45
46	16·1	15·5	14·9	14·4	13·9	13·5	13·1	12·7	12·3	12·0	11·6	11·3	11·0	10·7	10·5	10·2	46
47	16·3	15·7	15·2	14·7	14·2	13·7	13·3	12·9	12·5	12·2	11·8	11·5	11·2	10·9	10·6	10·4	47
48	16·6	16·0	15·5	14·9	14·4	14·0	13·6	13·1	12·8	12·4	12·1	11·7	11·4	11·1	10·8	10·6	48
49	17·0	16·3	15·8	15·2	14·7	14·3	13·8	13·4	13·0	12·6	12·3	12·0	11·6	11·3	11·1	10·8	49
50	17·3	16·7	16·1	15·5	15·0	14·5	14·1	13·7	13·3	12·9	12·5	12·2	11·9	11·6	11·3	11·0	50
51	17·6	17·0	16·4	15·8	15·3	14·8	14·4	13·9	13·5	13·2	12·8	12·4	12·1	11·8	11·5	11·2	51
52	18·0	17·3	16·7	16·2	15·6	15·1	14·7	14·2	13·8	13·4	13·1	12·7	12·4	12·1	11·8	11·5	52
53	18·4	17·7	17·1	16·5	16·0	15·5	15·0	14·6	14·1	13·7	13·4	13·0	12·7	12·3	12·0	11·7	53
54	18·8	18·1	17·5	16·9	16·3	15·8	15·3	14·9	14·5	14·1	13·7	13·3	13·0	12·6	12·3	12·0	54
55	19·2	18·5	17·9	17·3	16·7	16·2	15·7	15·2	14·8	14·4	14·0	13·6	13·3	12·9	12·6	12·3	55
56	19·7	19·0	18·3	17·7	17·1	16·6	16·1	15·6	15·2	14·7	14·3	13·9	13·6	13·2	12·9	12·6	56
57	20·2	19·5	18·8	18·2	17·6	17·0	16·5	16·0	15·5	15·1	14·7	14·3	13·9	13·6	13·2	12·9	57
58	20·7	20·0	19·3	18·6	18·0	17·5	16·9	16·4	16·0	15·5	15·1	14·7	14·3	13·9	13·6	13·3	58
59	21·2	20·5	19·8	19·1	18·5	17·9	17·4	16·9	16·4	15·9	15·5	15·1	14·7	14·3	14·0	13·6	59
60	21·8	21·0	20·3	19·7	19·0	18·4	17·9	17·4	16·9	16·4	15·9	15·5	15·1	14·7	14·4	14·0	60
61	22·4	21·6	20·9	20·2	19·6	19·0	18·4	17·9	17·4	16·9	16·4	16·0	15·6	15·2	14·8	14·5	61
62	23·1	22·3	21·5	20·8	20·2	19·6	19·0	18·4	17·9	17·4	16·9	16·5	16·1	15·7	15·3	14·9	62
63	23·8	23·0	22·2	21·5	20·8	20·2	19·6	19·0	18·5	18·0	17·5	17·0	16·6	16·2	15·8	15·4	63
64	24·5	23·7	22·9	22·2	21·5	20·8	20·2	19·6	19·1	18·6	18·1	17·6	17·1	16·7	16·3	15·9	64
65	25·3	24·5	23·7	23·0	22·2	21·5	20·9	20·3	19·7	19·2	18·7	18·2	17·7	17·3	16·9	16·5	65
66	26·2	25·3	24·5	23·7	23·0	22·3	21·6	21·0	20·4	19·9	19·4	18·9	18·4	17·9	17·5	17·1	66
67	27·1	26·2	25·4	24·6	23·8	23·1	22·4	21·8	21·2	20·6	20·1	19·6	19·1	18·6	18·2	17·8	67
68	28·1	27·2	26·3	25·5	24·7	24·0	23·3	22·6	22·0	21·4	20·9	20·3	19·8	19·4	18·9	18·5	68
Lat.																	Lat.
A ± B =	5·00′	5·20′	5·40′	5·60′	5·80′	6·00′	6·20′	6·40′	6·60′	6·80′	7·00′	7·20′	7·40′	7·60′	7·80′	8·00′	= A ± B

A & B take **S**ame Names } RULE TO FIND C CORRECTION { A & B take **D**ifferent names

Sum. (add). } Difference (Sub.)

C CORRECTION. (A ± B) is named the same as the greater of these quantities.

AZIMUTH takes combined names of C Correction and Hour Angle

C

TABLE C

A±B =	8·00′	8·20′	8·40′	8·60′	8·80′	9·00′	A & B CORRECTION. 9·20′	9·40′	9·60′	9·80′	10·0′	10·3′	10·6′	11·0′	11·5′	12·0′ =	A±B
Lat.	AZIMUTHS																Lat.
°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
0	7·1	7·0	6·8	6·6	6·5	6·3	6·2	6·1	5·9	5·8	5·7	5·5	5·4	5·2	5·0	4·8	0
5	7·2	7·0	6·8	6·7	6·5	6·4	6·2	6·1	6·0	5·8	5·7	5·6	5·4	5·2	5·0	4·8	5
10	7·2	7·1	6·9	6·7	6·6	6·4	6·3	6·2	6·0	5·9	5·8	5·6	5·5	5·3	5·0	4·8	10
14	7·3	7·2	7·0	6·8	6·7	6·5	6·4	6·3	6·1	6·0	5·9	5·7	5·6	5·4	5·1	4·9	14
18	7·5	7·3	7·1	7·0	6·8	6·7	6·5	6·4	6·3	6·1	6·0	5·8	5·7	5·5	5·2	5·0	18
20	7·6	7·4	7·2	7·1	6·9	6·7	6·6	6·5	6·3	6·2	6·1	5·9	5·7	5·5	5·3	5·1	20
22	7·7	7·5	7·3	7·1	7·0	6·8	6·7	6·5	6·4	6·3	6·2	6·0	5·8	5·6	5·4	5·1	22
24	7·8	7·6	7·4	7·3	7·1	6·9	6·8	6·6	6·5	6·4	6·2	6·1	5·9	5·7	5·4	5·2	24
26	7·9	7·7	7·5	7·4	7·2	7·0	6·9	6·7	6·6	6·5	6·3	6·2	6·0	5·8	5·5	5·3	26
28	8·1	7·9	7·7	7·5	7·3	7·2	7·0	6·9	6·7	6·6	6·5	6·3	6·1	5·9	5·6	5·4	28
30	8·2	8·0	7·8	7·6	7·5	7·3	7·2	7·0	6·9	6·7	6·6	6·4	6·2	6·0	5·7	5·5	30
31	8·3	8·1	7·9	7·7	7·6	7·4	7·2	7·1	6·9	6·8	6·7	6·5	6·3	6·1	5·8	5·6	31
32	8·4	8·2	8·0	7·8	7·6	7·5	7·3	7·2	7·0	6·9	6·7	6·5	6·3	6·1	5·9	5·6	32
33	8·5	8·3	8·1	7·9	7·7	7·5	7·4	7·2	7·1	6·9	6·8	6·6	6·4	6·2	5·9	5·7	33
34	8·6	8·4	8·2	8·0	7·8	7·6	7·5	7·3	7·2	7·0	6·9	6·7	6·5	6·3	6·0	5·7	34
35	8·7	8·5	8·3	8·1	7·9	7·7	7·6	7·4	7·2	7·1	7·0	6·8	6·6	6·3	6·1	5·8	35
36	8·8	8·6	8·4	8·2	8·0	7·8	7·7	7·5	7·3	7·2	7·0	6·8	6·7	6·4	6·1	5·9	36
37	8·9	8·7	8·5	8·3	8·1	7·9	7·8	7·6	7·4	7·3	7·1	6·9	6·7	6·5	6·2	6·0	37
38	9·0	8·8	8·6	8·4	8·2	8·0	7·9	7·7	7·5	7·4	7·2	7·0	6·9	6·6	6·3	6·0	38
39	9·1	8·9	8·7	8·5	8·3	8·1	8·0	7·8	7·6	7·5	7·3	7·1	6·9	6·7	6·4	6·1	39
40	9·3	9·0	8·8	8·6	8·4	8·3	8·1	7·9	7·7	7·6	7·4	7·2	7·0	6·8	6·5	6·2	40
41	9·4	9·2	9·0	8·8	8·6	8·4	8·2	8·0	7·9	7·7	7·5	7·3	7·1	6·9	6·6	6·3	41
42	9·5	9·3	9·1	8·9	8·7	8·5	8·3	8·1	8·0	7·8	7·7	7·4	7·2	7·0	6·7	6·4	42
43	9·7	9·5	9·2	9·0	8·8	8·6	8·5	8·3	8·1	7·9	7·8	7·6	7·4	7·1	6·8	6·5	43
44	9·9	9·6	9·4	9·2	8·9	8·8	8·6	8·4	8·2	8·1	7·9	7·7	7·5	7·2	6·9	6·6	44
45	10·0	9·8	9·6	9·3	9·1	8·9	8·7	8·6	8·4	8·2	8·0	7·8	7·6	7·3	7·0	6·7	45
46	10·2	10·0	9·7	9·5	9·3	9·1	8·9	8·7	8·5	8·4	8·2	8·0	7·7	7·5	7·1	6·8	46
47	10·4	10·1	9·9	9·7	9·5	9·3	9·1	8·9	8·7	8·5	8·3	8·1	7·9	7·6	7·3	7·0	47
48	10·6	10·3	10·1	9·9	9·6	9·4	9·2	9·0	8·8	8·7	8·5	8·3	8·0	7·7	7·4	7·1	48
49	10·8	10·5	10·3	10·1	9·8	9·6	9·4	9·2	9·0	8·8	8·7	8·4	8·2	7·9	7·6	7·2	49
50	11·0	10·7	10·5	10·3	10·0	9·8	9·6	9·4	9·2	9·0	8·8	8·6	8·3	8·0	7·7	7·4	50
51	11·2	11·0	10·7	10·5	10·2	10·0	9·8	9·6	9·4	9·2	9·0	8·8	8·5	8·2	7·9	7·5	51
52	11·5	11·2	10·9	10·7	10·5	10·2	10·0	9·8	9·6	9·4	9·2	9·0	8·7	8·4	8·0	7·7	52
53	11·7	11·5	11·2	10·9	10·7	10·5	10·2	10·0	9·8	9·6	9·4	9·2	8·9	8·6	8·2	7·9	53
54	12·0	11·7	11·4	11·2	10·9	10·7	10·5	10·3	10·0	9·8	9·7	9·4	9·1	8·8	8·4	8·1	54
55	12·3	12·0	11·7	11·5	11·2	11·0	10·7	10·5	10·3	10·1	9·9	9·6	9·3	9·0	8·6	8·3	55
56	12·6	12·3	12·0	11·7	11·5	11·2	11·0	10·8	10·6	10·3	10·1	9·8	9·6	9·2	8·8	8·5	56
57	12·9	12·6	12·3	12·1	11·8	11·5	11·3	11·1	10·8	10·6	10·4	10·1	9·8	9·5	9·1	8·7	57
58	13·3	13·0	12·7	12·4	12·1	11·8	11·6	11·4	11·1	10·9	10·7	10·4	10·1	9·7	9·3	8·9	58
59	13·6	13·3	13·0	12·7	12·4	12·2	11·9	11·7	11·4	11·2	11·0	10·7	10·4	10·0	9·6	9·2	59
60	14·0	13·7	13·4	13·1	12·8	12·5	12·3	12·0	11·8	11·5	11·3	11·0	10·7	10·3	9·9	9·5	60
61	14·5	14·1	13·8	13·5	13·2	12·9	12·6	12·4	12·1	11·9	11·7	11·3	11·0	10·6	10·2	9·8	61
62	14·9	14·6	14·2	13·9	13·6	13·3	13·0	12·8	12·5	12·3	12·0	11·7	11·4	11·0	10·5	10·1	62
63	15·4	15·0	14·7	14·4	14·1	13·8	13·5	13·2	12·9	12·7	12·4	12·1	11·7	11·3	10·8	10·4	63
64	15·9	15·5	15·2	14·9	14·5	14·2	13·9	13·6	13·4	13·1	12·9	12·5	12·1	11·7	11·2	10·8	64
65	16·5	16·1	15·7	15·4	15·1	14·7	14·4	14·1	13·8	13·6	13·3	12·9	12·6	12·1	11·6	11·2	65
66	17·1	16·7	16·3	16·0	15·6	15·3	15·0	14·7	14·4	14·1	13·8	13·4	13·1	12·6	12·1	11·6	66
67	17·8	17·3	16·9	16·6	16·2	15·9	15·5	15·2	14·9	14·6	14·4	14·0	13·6	13·1	12·5	12·0	67
68	18·5	18·0	17·6	17·2	16·9	16·5	16·2	15·9	15·5	15·2	14·9	14·6	14·2	13·6	13·1	12·5	68
Lat.																	Lat.
A±B =	8·00′	8·20′	8·40′	8·60′	8·80′	9·00′	9·20′	9·40′	9·60′	9·80′	10·0′	10·3′	10·6′	11·0′	11·5′	12·0′ =	A±B

A & B take **S**ame Names Sum. (add). } RULE TO FIND C CORRECTION { A & B take **D**ifferent names Difference (Sub.)

C CORRECTION, (A ± B) is named the same as the greater of these quantities.

AZIMUTH takes combined names of C Correction and Hour Angle

C

TABLE C

A ± B	12·0′	12·5′	13·0′	13·5′	14·0′	14·5′	15·0′	16·0′	17·0′	18·0′	19·0′	20·0′	21·0′	22·0′	23·0′	25·0′	A ± B
Lat.	A & B CORRECTION. AZIMUTHS																Lat.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
0	4·8	4·6	4·4	4·2	4·1	3·9	3·8	3·6	3·4	3·2	3·0	2·9	2·7	2·6	2·5	2·3	0
5	4·8	4·6	4·4	4·3	4·1	4·0	3·8	3·6	3·4	3·2	3·0	2·9	2·7	2·6	2·5	2·3	5
10	4·8	4·6	4·5	4·3	4·1	4·0	3·9	3·6	3·4	3·2	3·1	2·9	2·8	2·6	2·5	2·3	10
14	4·9	4·7	4·5	4·4	4·2	4·1	3·9	3·7	3·5	3·3	3·1	2·9	2·8	2·7	2·6	2·4	14
18	5·0	4·8	4·6	4·4	4·3	4·1	4·0	3·8	3·5	3·3	3·2	3·0	2·9	2·7	2·6	2·4	18
20	5·1	4·9	4·7	4·5	4·3	4·2	4·1	3·8	3·6	3·4	3·2	3·0	2·9	2·8	2·6	2·4	20
22	5·1	4·9	4·7	4·6	4·4	4·3	4·1	3·9	3·6	3·4	3·3	3·1	2·9	2·8	2·7	2·5	22
24	5·2	5·0	4·8	4·6	4·5	4·3	4·2	3·9	3·7	3·5	3·3	3·1	3·0	2·8	2·7	2·5	24
26	5·3	5·1	4·9	4·7	4·5	4·4	4·2	4·0	3·7	3·5	3·4	3·2	3·0	2·9	2·8	2·5	26
28	5·4	5·2	5·0	4·8	4·6	4·5	4·3	4·0	3·8	3·6	3·4	3·2	3·1	2·9	2·8	2·6	28
30	5·5	5·3	5·1	4·9	4·7	4·6	4·4	4·1	3·9	3·7	3·5	3·3	3·1	3·0	2·9	2·6	30
31	5·6	5·3	5·1	4·9	4·8	4·6	4·4	4·2	3·9	3·7	3·5	3·3	3·2	3·0	2·9	2·7	31
32	5·6	5·4	5·2	5·0	4·8	4·6	4·5	4·2	4·0	3·7	3·6	3·4	3·2	3·1	2·9	2·7	32
33	5·7	5·4	5·2	5·0	4·9	4·7	4·5	4·3	4·0	3·8	3·6	3·4	3·2	3·1	3·0	2·7	33
34	5·7	5·5	5·3	5·1	4·9	4·8	4·6	4·3	4·1	3·8	3·6	3·5	3·3	3·1	3·0	2·8	34
35	5·8	5·6	5·4	5·2	5·0	4·8	4·7	4·4	4·1	3·9	3·7	3·5	3·3	3·2	3·0	2·8	35
36	5·9	5·7	5·4	5·2	5·0	4·9	4·7	4·4	4·2	3·9	3·7	3·5	3·4	3·2	3·1	2·8	36
37	6·0	5·7	5·5	5·3	5·1	4·9	4·8	4·5	4·2	4·0	3·8	3·6	3·4	3·3	3·1	2·9	37
38	6·0	5·8	5·6	5·4	5·2	5·0	4·8	4·5	4·3	4·0	3·8	3·6	3·5	3·3	3·2	2·9	38
39	6·1	5·9	5·7	5·5	5·3	5·1	4·9	4·6	4·3	4·1	3·9	3·7	3·5	3·3	3·2	2·9	39
40	6·2	6·0	5·7	5·5	5·3	5·2	5·0	4·7	4·4	4·1	3·9	3·7	3·6	3·4	3·2	3·0	40
41	6·3	6·1	5·8	5·6	5·4	5·2	5·0	4·7	4·5	4·2	4·0	3·8	3·6	3·4	3·3	3·0	41
42	6·4	6·1	5·9	5·7	5·5	5·3	5·1	4·8	4·5	4·3	4·1	3·8	3·7	3·5	3·3	3·1	42
43	6·5	6·2	6·0	5·8	5·6	5·4	5·2	4·9	4·6	4·3	4·1	3·9	3·7	3·6	3·4	3·1	43
44	6·6	6·3	6·1	5·9	5·7	5·5	5·3	5·0	4·7	4·4	4·2	4·0	3·8	3·6	3·5	3·2	44
45	6·7	6·5	6·2	6·0	5·8	5·6	5·4	5·1	4·8	4·5	4·3	4·0	3·9	3·7	3·5	3·2	45
46	6·8	6·6	6·3	6·1	5·9	5·7	5·5	5·1	4·8	4·6	4·3	4·1	3·9	3·7	3·6	3·3	46
47	7·0	6·7	6·4	6·2	6·0	5·8	5·6	5·2	4·9	4·7	4·4	4·2	4·0	3·8	3·6	3·4	47
48	7·1	6·8	6·6	6·3	6·1	5·9	5·7	5·3	5·0	4·7	4·5	4·3	4·1	3·9	3·7	3·4	48
49	7·2	7·0	6·7	6·4	6·2	6·0	5·8	5·4	5·1	4·8	4·6	4·4	4·2	4·0	3·8	3·5	49
50	7·4	7·1	6·8	6·6	6·3	6·1	5·9	5·6	5·2	4·9	4·7	4·4	4·2	4·0	3·9	3·6	50
51	7·5	7·2	7·0	6·7	6·5	6·2	6·0	5·7	5·3	5·0	4·8	4·5	4·3	4·1	4·0	3·6	51
52	7·7	7·4	7·1	6·9	6·6	6·4	6·2	5·8	5·5	5·2	4·9	4·6	4·4	4·2	4·0	3·7	52
53	7·9	7·6	7·3	7·0	6·8	6·5	6·3	5·9	5·6	5·3	5·0	4·7	4·5	4·3	4·1	3·8	53
54	8·1	7·8	7·5	7·2	6·9	6·7	6·5	6·1	5·7	5·4	5·1	4·9	4·6	4·4	4·2	3·9	54
55	8·3	7·9	7·6	7·4	7·1	6·9	6·6	6·2	5·9	5·5	5·2	5·0	4·7	4·5	4·3	4·0	55
56	8·5	8·1	7·8	7·5	7·3	7·0	6·8	6·4	6·0	5·7	5·4	5·1	4·9	4·6	4·4	4·1	56
57	8·7	8·4	8·0	7·7	7·5	7·2	7·0	6·5	6·2	5·8	5·5	5·2	5·0	4·8	4·6	4·2	57
58	8·9	8·6	8·3	8·0	7·7	7·4	7·2	6·7	6·3	6·0	5·7	5·4	5·1	4·9	4·7	4·3	58
59	9·2	8·8	8·5	8·2	7·9	7·6	7·4	6·9	6·5	6·2	5·8	5·5	5·3	5·0	4·8	4·4	59
60	9·5	9·1	8·7	8·4	8·1	7·9	7·6	7·1	6·7	6·3	6·0	5·7	5·4	5·2	5·0	4·6	60
61	9·8	9·4	9·0	8·7	8·4	8·1	7·8	7·3	6·9	6·5	6·2	5·9	5·6	5·4	5·1	4·7	61
62	10·1	9·7	9·3	9·0	8·7	8·4	8·1	7·6	7·1	6·7	6·4	6·1	5·8	5·5	5·3	4·9	62
63	10·4	10·0	9·6	9·3	8·9	8·6	8·4	7·8	7·4	7·0	6·6	6·3	6·0	5·7	5·5	5·0	63
64	10·8	10·3	10·0	9·6	9·3	8·9	8·6	8·1	7·6	7·2	6·8	6·5	6·2	5·9	5·7	5·2	64
65	11·2	10·7	10·3	9·9	9·6	9·3	9·0	8·4	7·9	7·5	7·1	6·7	6·4	6·1	5·9	5·4	65
66	11·6	11·1	10·7	10·3	10·0	9·6	9·3	8·7	8·2	7·8	7·4	7·0	6·7	6·4	6·1	5·6	66
67	12·0	11·6	11·1	10·7	10·4	10·0	9·7	9·1	8·6	8·1	7·7	7·3	6·9	6·6	6·3	5·8	67
68	12·5	12·1	11·6	11·2	10·8	10·4	10·1	9·5	8·9	8·4	8·0	7·6	7·2	6·9	6·6	6·1	68
Lat.																	Lat.
A ± B	12·0′	12·5′	13·0′	13·5′	14·0′	14·5′	15·0′	16·0′	17·0′	18·0′	19·0′	20·0′	21·0′	22·0′	23·0′	25·0′	A ± B

A & B take Same Names Sum, (add). } RULE TO FIND C CORRECTION { A & B take Different names Difference (Sub.)

C CORRECTION. (A ± B) is named the same as the greater of these quantities.

AZIMUTH takes combined names of C Correction and Hour Angle

C

TABLE C

A ± B	25·0′	27·0′	30·0′	33·0′	36·0′	40·0′	A & B CORRECTION. 45·0′	50·0′	60·0	70·0′	80·0′	100′	150′	200′	400′	800′	A ± B
Lat.	AZIMUTHS																Lat.
°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
0	2·3	2·1	1·9	1·7	1·6	1·4	1·3	1·1	1·0	0·8	0·7	0·6	0·4	0·3	0·1	0·1	0
5	2·3	2·1	1·9	1·7	1·6	1·4	1·3	1·2	1·0	0·8	0·7	0·6	0·4	0·3	0·1	0·1	5
10	2·3	2·2	1·9	1·8	1·6	1·5	1·3	1·2	1·0	0·8	0·7	0·6	0·4	0·3	0·1	0·1	10
14	2·4	2·2	2·0	1·8	1·6	1·5	1·3	1·2	1·0	0·8	0·7	0·6	0·4	0·3	0·1	0·1	14
18	2·4	2·2	2·0	1·8	1·7	1·5	1·3	1·2	1·0	0·9	0·8	0·6	0·4	0·3	0·2	0·1	18
20	2·4	2·2	2·0	1·8	1·7	1·5	1·4	1·2	1·0	0·9	0·8	0·6	0·4	0·3	0·2	0·1	20
22	2·5	2·3	2·1	1·9	1·7	1·5	1·4	1·2	1·0	0·9	0·8	0·6	0·4	0·3	0·2	0·1	22
24	2·5	2·3	2·1	1·9	1·7	1·6	1·4	1·3	1·0	0·9	0·8	0·6	0·4	0·3	0·2	0·1	24
26	2·5	2·4	2·1	1·9	1·8	1·6	1·4	1·3	1·1	0·9	0·8	0·6	0·4	0·3	0·2	0·1	26
28	2·6	2·4	2·2	2·0	1·8	1·6	1·4	1·3	1·1	0·9	0·8	0·6	0·4	0·3	0·2	0·1	28
30	2·6	2·4	2·2	2·0	1·8	1·7	1·5	1·3	1·1	0·9	0·8	0·7	0·4	0·3	0·2	0·1	30
31	2·7	2·5	2·2	2·0	1·9	1·7	1·5	1·3	1·1	1·0	0·8	0·7	0·4	0·3	0·2	0·1	31
32	2·7	2·5	2·3	2·0	1·9	1·7	1·5	1·4	1·1	1·0	0·8	0·7	0·5	0·3	0·2	0·1	32
33	2·7	2·5	2·3	2·1	1·9	1·7	1·5	1·4	1·1	1·0	0·9	0·7	0·5	0·3	0·2	0·1	33
34	2·8	2·6	2·3	2·1	1·9	1·7	1·5	1·4	1·2	1·0	0·9	0·7	0·5	0·3	0·2	0·1	34
35	2·8	2·6	2·3	2·1	2·0	1·7	1·6	1·4	1·2	1·0	0·9	0·7	0·5	0·3	0·2	0·1	35
36	2·8	2·6	2·4	2·1	2·0	1·8	1·6	1·4	1·2	1·0	0·9	0·7	0·5	0·4	0·2	0·1	36
37	2·9	2·7	2·4	2·2	2·0	1·8	1·6	1·4	1·2	1·0	0·9	0·7	0·5	0·4	0·2	0·1	37
38	2·9	2·7	2·4	2·2	2·0	1·8	1·6	1·5	1·2	1·0	0·9	0·7	0·5	0·4	0·2	0·1	38
39	2·9	2·7	2·5	2·2	2·0	1·8	1·6	1·5	1·2	1·0	0·9	0·7	0·5	0·4	0·2	0·1	39
40	3·0	2·8	2·5	2·3	2·1	1·9	1·7	1·5	1·2	1·1	0·9	0·7	0·5	0·4	0·2	0·1	40
41	3·0	2·8	2·5	2·3	2·1	1·9	1·7	1·5	1·3	1·1	1·0	0·8	0·5	0·4	0·2	0·1	41
42	3·1	2·9	2·6	2·3	2·1	1·9	1·7	1·5	1·3	1·1	1·0	0·8	0·5	0·4	0·2	0·1	42
43	3·1	2·9	2·6	2·4	2·2	2·0	1·7	1·6	1·3	1·1	1·0	0·8	0·5	0·4	0·2	0·1	43
44	3·2	2·9	2·7	2·4	2·2	2·0	1·8	1·6	1·3	1·1	1·0	0·8	0·5	0·4	0·2	0·1	44
45	3·2	3·0	2·7	2·5	2·2	2·0	1·8	1·6	1·4	1·2	1·0	0·8	0·5	0·4	0·2	0·1	45
46	3·3	3·1	2·7	2·5	2·3	2·1	1·8	1·6	1·4	1·2	1·0	0·8	0·5	0·4	0·2	0·1	46
47	3·4	3·1	2·8	2·5	2·3	2·1	1·9	1·7	1·4	1·2	1·1	0·8	0·6	0·4	0·2	0·1	47
48	3·4	3·2	2·9	2·6	2·4	2·1	1·9	1·7	1·4	1·2	1·1	0·9	0·6	0·4	0·2	0·1	48
49	3·5	3·2	2·9	2·6	2·4	2·2	1·9	1·7	1·5	1·2	1·1	0·9	0·6	0·4	0·2	0·1	49
50	3·6	3·3	3·0	2·7	2·5	2·2	2·0	1·8	1·5	1·3	1·1	0·9	0·6	0·4	0·2	0·1	50
51	3·6	3·4	3·0	2·8	2·5	2·3	2·0	1·8	1·5	1·3	1·2	0·9	0·6	0·5	0·2	0·1	51
52	3·7	3·4	3·1	2·8	2·6	2·3	2·1	1·9	1·6	1·3	1·2	0·9	0·6	0·5	0·2	0·1	52
53	3·8	3·5	3·2	2·9	2·6	2·4	2·1	1·9	1·6	1·4	1·2	1·0	0·6	0·5	0·2	0·1	53
54	3·9	3·6	3·2	3·0	2·7	2·4	2·2	1·9	1·6	1·4	1·2	1·0	0·6	0·5	0·2	0·1	54
55	4·0	3·7	3·3	3·0	2·8	2·5	2·2	2·0	1·7	1·4	1·2	1·0	0·7	0·5	0·2	0·1	55
56	4·1	3·8	3·4	3·1	2·8	2·6	2·3	2·0	1·7	1·5	1·3	1·0	0·7	0·5	0·3	0·1	56
57	4·2	3·9	3·5	3·2	2·9	2·6	2·3	2·1	1·8	1·5	1·3	1·1	0·7	0·5	0·3	0·1	57
58	4·3	4·0	3·6	3·3	3·0	2·7	2·4	2·2	1·8	1·5	1·4	1·1	0·7	0·5	0·3	0·1	58
59	4·4	4·1	3·7	3·4	3·1	2·8	2·5	2·2	1·9	1·6	1·4	1·1	0·7	0·6	0·3	0·1	59
60	4·6	4·2	3·8	3·5	3·2	2·9	2·5	2·3	1·9	1·6	1·4	1·1	0·8	0·6	0·3	0·1	60
61	4·7	4·4	3·9	3·6	3·3	3·0	2·6	2·4	2·0	1·7	1·5	1·2	0·8	0·6	0·3	0·1	61
62	4·9	4·5	4·1	3·7	3·4	3·0	2·7	2·4	2·0	1·7	1·5	1·2	0·8	0·6	0·3	0·2	62
63	5·0	4·7	4·2	3·8	3·5	3·2	2·8	2·5	2·1	1·8	1·6	1·3	0·8	0·6	0·3	0·2	63
64	5·2	4·8	4·3	4·0	3·6	3·3	2·9	2·6	2·2	1·9	1·6	1·3	0·9	0·7	0·3	0·2	64
65	5·4	5·0	4·5	4·1	3·8	3·4	3·0	2·7	2·3	1·9	1·7	1·4	0·9	0·7	0·3	0·2	65
66	5·6	5·2	4·7	4·3	3·9	3·5	3·1	2·8	2·3	2·0	1·8	1·4	0·9	0·7	0·4	0·2	66
67	5·8	5·4	4·9	4·4	4·1	3·7	3·3	2·9	2·4	2·1	1·8	1·5	1·0	0·7	0·4	0·2	67
68	6·1	5·6	5·1	4·6	4·2	3·8	3·4	3·1	2·5	2·2	1·9	1·5	1·0	0·8	0·4	0·2	68
Lat.																	Lat.
A ± B	25·0′	27·0′	30·0′	33·0′	36·0′	40·0′	45·0′	50·0′	60·0′	70·0′	80·0′	100′	150′	200′	400′	800′	A ± B

A & B take Same Names Sum, (add) } RULE TO FIND C CORRECTION { A & B take Different names Difference (Sub.)

C CORRECTION, (A ± B) is named the same as the greater of these quantities.

AZIMUTH takes combined names of C Correction and Hour Angle

C

TABLE C

A ± B =	·00′	·01′	·02′	·03′	·04′	·05′	A & B CORRECTION ·06′	·07′	·08′	·09′	·10′	·11′	·12′	·13′	·14′	·15′ = A ± B
Lat. °	°	°	°	°	°	°	AZIMUTHS °	°	°	°	°	°	°	°	°	°
68	90·0	89·8	89·6	89·4	89·1	88·9	88·7	88·5	88·3	88·1	87·9	87·6	87·4	87·2	87·0	86·8
69	90·0	89·8	89·6	89·4	89·2	89·0	88·8	88·6	88·4	88·2	88·0	87·7	87·5	87·3	87·1	86·9
70	90·0	89·8	89·6	89·4	89·2	89·0	88·8	88·6	88·4	88·2	88·0	87·8	87·7	87·5	87·3	87·1
71	90·0	89·8	89·6	89·4	89·3	89·1	88·9	88·7	88·5	88·3	88·1	87·9	87·8	87·5	87·4	87·2
72	90·0	89·8	89·6	89·5	89·3	89·1	88·9	88·8	88·6	88·4	88·2	88·1	87·9	87·7	87·5	87·3
73	90·0	89·8	89·7	89·5	89·3	89·2	89·0	88·8	88·7	88·5	88·3	88·2	88·0	87·8	87·7	87·5
74	90·0	89·8	89·7	89·5	89·4	89·2	89·0	88·9	88·7	88·6	88·4	88·3	88·1	87·9	87·8	87·6
75	90·0	89·9	89·7	89·6	89·4	89·3	89·1	89·0	88·8	88·7	88·5	88·4	88·2	88·1	87·9	87·8
76	90·0	89·9	89·7	89·6	89·4	89·3	89·2	89·0	88·9	88·8	88·6	88·5	88·3	88·2	88·1	87·9
77	90·0	89·9	89·7	89·6	89·5	89·4	89·2	89·1	89·0	88·8	88·7	88·6	88·5	88·3	88·2	88·1
78	90·0	89·9	89·8	89·6	89·5	89·4	89·3	89·2	89·0	88·9	88·8	88·7	88·6	88·5	88·3	88·2
79	90·0	89·9	89·8	89·7	89·6	89·5	89·4	89·2	89·1	89·0	88·9	88·8	88·7	88·6	88·5	88·4
80	90·0	89·9	89·8	89·7	89·6	89·5	89·4	89·3	89·2	89·1	89·0	88·9	88·8	88·7	88·6	88·5

TABLE C

A ± B =	·15′	·16′	·17′	·18′	·19′	·20′	A & B CORRECTION ·21′	·22′	·23′	·24′	·25′	·26′	·27′	·28′	·29′	·30′ = A ± B
Lat. °	°	°	°	°	°	°	AZIMUTHS °	°	°	°	°	°	°	°	°	°
68	86·8	86·6	86·4	86·1	85·9	85·7	85·5	85·3	85·1	84·9	84·6	84·4	84·2	84·0	83·8	83·6
69	86·9	86·7	86·5	86·3	86·1	85·9	85·7	85·5	85·3	85·1	84·9	84·7	84·5	84·3	84·1	83·9
70	87·1	86·9	86·7	86·5	86·3	86·1	85·9	85·7	85·5	85·3	85·1	84·9	84·7	84·5	84·3	84·1
71	87·2	87·0	86·8	86·6	86·5	86·3	86·1	85·9	85·7	85·5	85·3	84·2	85·0	84·8	84·6	84·4
72	87·3	87·2	87·0	86·8	86·6	86·5	86·3	86·1	85·9	85·8	85·6	85·4	85·2	85·1	84·9	84·7
73	87·5	87·3	87·2	87·0	86·8	86·7	86·5	86·3	86·2	86·0	85·8	85·6	85·5	85·3	85·2	85·0
74	87·6	87·5	87·3	87·2	87·0	86·8	86·7	86·5	86·4	86·2	86·1	85·9	85·7	85·6	85·4	85·3
75	87·8	87·6	87·5	87·3	87·2	87·0	86·9	86·7	86·6	86·4	86·3	86·2	86·0	85·9	85·7	85·6
76	87·9	87·8	87·6	87·5	87·4	87·2	87·1	87·0	86·8	86·7	86·5	86·4	86·3	86·1	86·0	85·9
77	88·1	87·9	87·8	87·7	87·6	87·4	87·3	87·2	87·0	86·9	86·8	86·7	86·5	86·4	86·3	86·1
78	88·2	88·1	88·0	87·9	87·7	87·6	87·5	87·4	87·3	87·1	87·0	86·9	86·8	86·7	86·6	86·4
79	88·4	88·3	88·1	88·0	87·9	87·8	87·7	87·6	87·5	87·4	87·3	87·2	87·1	86·9	86·8	86·7
80	88·5	88·4	88·3	88·2	88·1	88·0	87·9	87·8	87·7	87·6	87·5	87·4	87·3	87·2	87·1	87·0

TABLE C

A ± B =	·30′	·31′	·32′	·33′	·34′	·35′	A & B CORRECTION ·36′	·37′	·38′	·39′	·40′	·41′	·42′	·43′	·44′	·45′ = A ± B
Lat. °	°	°	°	°	°	°	AZIMUTHS °	°	°	°	°	°	°	°	°	°
68	83·6	83·4	83·2	83·0	82·7	82·5	82·3	82·1	81·9	81·7	81·5	81·3	81·1	80·8	80·6	80·4
69	83·9	83·7	83·5	83·3	83·1	82·9	82·7	82·5	82·3	82·0	81·8	81·6	81·4	81·2	81·0	80·8
70	84·1	83·9	83·7	83·6	83·4	83·2	83·0	82·8	82·6	82·4	82·2	82·0	81·8	81·6	81·4	81·3
71	84·4	84·2	84·0	83·9	83·7	83·5	83·3	83·1	83·0	82·8	82·6	82·4	82·2	82·0	81·9	81·7
72	84·7	84·5	84·4	84·2	84·0	83·9	83·7	83·5	83·3	83·1	83·0	82·8	82·6	82·4	82·3	82·1
73	85·0	84·8	84·7	84·5	84·3	84·2	84·0	83·8	83·7	83·5	83·3	83·2	83·0	82·8	82·7	82·5
74	85·3	85·1	85·0	84·8	84·6	84·5	84·3	84·2	84·0	83·8	83·7	83·5	83·4	83·2	83·1	82·9
75	85·6	85·4	85·3	85·1	85·0	84·8	84·7	84·5	84·4	84·2	84·1	83·9	83·8	83·7	83·5	83·4
76	85·9	85·7	85·6	85·4	85·3	85·2	85·0	84·9	84·8	84·6	84·5	84·3	84·2	84·1	83·9	83·8
77	86·1	86·0	85·9	85·8	85·8	85·5	85·4	85·2	85·1	85·0	84·9	84·7	84·6	84·5	84·4	84·2
78	86·4	86·3	86·2	86·1	86·0	85·9	85·7	85·6	85·5	85·4	85·3	85·1	85·0	84·9	84·8	84·7
79	86·7	86·6	86·5	86·4	86·3	86·2	86·1	86·0	85·9	85·7	85·6	85·5	85·4	85·3	85·2	85·1
80	87·0	86·9	86·8	86·7	86·6	86·5	86·4	86·3	86·2	86·1	86·0	85·9	85·8	85·7	85·6	85·5

C

TABLE C

A ± B =	·45′	·46′	·47′	·48′	·49′	·50′	A & B CORRECTION ·51′	·52′	·53′	·54′	·55′	·56′	·57′	·58′	·59′	60′ = A ± B
Lat.	AZIMUTHS															Lat.
°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
68	80·4	80·2	80·0	79·8	79·6	79·4	79·2	79·0	78·8	78·6	78·4	78·2	77·9	77·7	77·5	77·3	68
69	80·8	80·6	80·4	80·2	80·0	79·8	79·6	79·5	79·3	79·1	78·9	78·7	78·5	78·3	78·1	77·9	69
70	81·3	81·1	80·9	80·7	80·5	80·3	80·1	79·9	79·7	79·5	79·4	79·2	79·0	78·8	78·6	78·4	70
71	81·7	81·5	81·3	81·1	80·9	80·8	80·6	80·4	80·2	80·0	79·8	79·7	79·5	79·3	79·1	79·0	71
72	82·1	81·9	81·7	81·6	81·4	81·2	81·0	80·9	80·7	80·5	80·4	80·2	80·0	79·8	79·7	79·5	72
73	82·5	82·3	82·2	82·0	81·9	81·7	81·5	81·4	81·2	81·0	80·9	80·7	80·5	80·4	80·2	80·1	73
74	82·9	82·8	82·6	82·5	82·3	82·2	82·0	81·9	81·7	81·5	81·4	81·2	81·1	80·9	80·8	80·6	74
75	83·4	83·2	83·1	82·9	82·8	82·6	82·5	82·3	82·2	82·1	81·9	81·8	81·6	81·5	81·3	81·2	75
76	83·8	83·7	83·5	83·4	83·2	83·1	83·0	82·8	82·7	82·6	82·4	82·3	82·2	82·0	81·9	81·8	76
77	84·2	84·1	84·0	83·8	83·7	83·6	83·5	83·3	83·2	83·1	83·0	82·8	82·7	82·6	82·4	82·3	77
78	84·7	84·5	84·4	84·3	84·2	84·1	84·0	83·8	83·7	83·6	83·5	83·4	83·2	83·1	83·0	82·9	78
79	85·1	85·0	84·9	84·8	84·7	84·6	84·5	84·3	84·2	84·1	84·0	83·9	83·8	83·7	83·6	83·5	79
80	85·5	85·4	85·3	85·2	85·1	85·0	84·9	84·8	84·7	84·6	84·5	84·5	84·4	84·3	84·2	84·1	80

TABLE C

A ± B =	·60′	·62′	·64′	·66′	·68′	·70′	A & B CORRECTION ·72′	·74′	·76′	·78′	·80′	8 2′	·84′	·86′	·88′	90′ = A ± B
Lat.	AZIMUTHS															Lat.
°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
68	77·3	76·9	76·5	76·1	75·7	75·3	74·9	74·5	74·1	73·7	73·3	72·9	72·5	72·1	71·8	71·4	68
69	77·9	77·5	77·1	76·7	76·3	75·9	75·5	75·2	74·8	74·4	74·0	73·6	73·3	72·9	72·5	72·1	69
70	78·4	78·0	77·7	77·3	76·9	76·5	76·2	75·8	75·4	75·1	74·7	74·3	74·0	73·6	73·3	72·9	70
71	79·0	78·6	78·2	77·9	77·5	77·2	76·8	76·5	76·1	75·8	75·4	75·1	74·7	74·4	74·0	73·7	71
72	79·5	79·2	78·8	78·5	78·1	77·8	77·5	77·1	76·8	76·5	76·1	75·8	75·5	75·1	74·8	74·5	72
73	80·1	79·7	79·4	79·1	78·8	78·4	78·1	77·8	77·5	77·2	76·8	76·5	76·2	75·9	75·6	75·3	73
74	80·6	80·3	80·0	79·7	79·4	79·1	78·8	78·5	78·2	77·9	77·6	77·3	77·0	76·7	76·4	76·1	74
75	81·2	80·9	80·6	80·3	80·0	79·7	79·4	79·2	78·9	78·6	78·3	78·0	77·7	77·5	77·2	76·9	75
76	81·8	81·5	81·2	80·9	80·7	80·4	80·1	79·9	79·6	79·3	79·0	78·8	78·5	78·3	78·0	77·7	76
77	82·3	82·1	81·8	81·6	81·3	81·1	80·8	80·6	80·3	80·1	79·8	79·6	79·3	79·1	78·8	78·5	77
78	82·9	82·7	82·4	82·2	82·0	81·7	81·5	81·3	81·0	80·8	80·6	80·3	80·1	79·9	79·6	79·4	78
79	83·5	83·3	83·0	82·8	82·6	82·4	82·2	82·0	81·8	81·5	81·3	81·1	80·9	80·7	80·5	80·3	79
80	84·1	83·9	83·7	83·5	83·3	83·1	83·9	82·7	82·5	82·3	82·1	81·9	81·7	81·5	81·3	81·1	80

TABLE C

A ± B =	·90′	·92′	·94′	·96′	·98′	1·00′	A & B CORRECTION 1·02′	1·04′	1·06′	1·08′	1·10′	1·12′	1·14′	1·16′	1·18′	1·20′ = A ± B
Lat.	AZIMUTHS															Lat.
°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
68	71·4	71·0	70·5	70·2	69·8	69·5	69·1	68·7	68·3	68·0	67·6	67·2	66·9	66·5	66·2	65·8	68
69	72·1	71·8	71·4	71·0	70·6	70·3	69·9	69·5	69·2	68·9	68·5	68·1	67·8	67·4	67·1	66·7	69
70	72·9	72·5	72·2	71·8	71·5	71·1	70·8	70·4	70·1	69·7	69·4	69·0	68·7	68·4	68·0	67·7	70
71	73·7	73·3	73·0	72·6	72·3	72·0	71·6	71·3	71·0	70·6	70·3	70·0	69·6	69·3	69·0	68·7	71
72	74·5	74·1	73·8	73·5	73·2	72·8	72·5	72·2	71·9	71·5	71·2	70·9	70·6	70·3	70·0	69·7	72
73	75·3	74·9	74·6	74·3	74·0	73·7	73·4	73·1	72·8	72·5	72·2	71·9	71·6	71·3	71·0	70·7	73
74	76·1	75·8	75·5	75·2	74·9	74·6	74·3	74·0	73·7	73·4	73·1	72·8	72·6	72·3	72·0	71·7	74
75	76·9	76·6	76·3	76·0	75·8	75·5	75·2	74·9	74·7	74·4	74·1	73·8	73·6	73·3	73·0	72·7	75
76	77·7	77·5	77·2	76·9	76·7	76·4	76·1	75·9	75·6	75·4	75·1	74·8	74·6	74·3	74·1	73·8	76
77	78·5	78·3	78·1	77·8	77·6	77·3	77·1	76·8	76·6	76·4	76·1	75·9	75·6	75·4	75·1	74·9	77
78	79·4	79·2	78·9	78·7	78·5	78·3	78·0	77·8	77·6	77·4	77·1	76·9	76·7	76·4	76·2	76·0	78
79	80·3	80·0	79·8	79·6	79·4	79·2	79·0	78·8	78·6	78·4	78·1	77·9	77·7	77·5	77·3	77·1	79
80	81·1	80·9	80·7	80·5	80·3	80·1	80·0	79·8	79·6	79·4	79·2	79·0	78·8	78·6	78·4	78·2	80

C

TABLE C

A±B=	1·20′	1·24′	1·28′	1·32′	1·36′	1·40′	A & B CORRECTION 1·44′	1·48′	1·52′	1·56′	2·00′	2·04′	2·08′	2·12′	2·16′	A±B=
Lat.	AZIMUTHS															Lat.
°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
68	65·8	65·1	64·4	63·7	63·0	62·3	61·7	61·0	60·3	59·7	59·1	58·4	57·8	57·2	56·6	68
69	66·7	66·0	65·4	64·7	64·0	63·4	62·7	62·1	61·4	60·8	60·2	59·6	59·0	58·4	57·8	69
70	67·7	67·0	66·4	65·7	65·0	64·4	63·8	63·2	62·5	61·9	61·3	60·7	60·1	59·5	58·9	70
71	68·7	68·0	67·4	66·7	66·1	65·5	64·9	64·3	63·7	63·1	62·5	61·9	61·3	60·7	60·2	71
72	69·7	69·0	68·4	67·8	67·2	66·6	66·0	65·4	64·9	64·3	63·7	63·1	62·6	62·0	61·4	72
73	70·7	70·1	69·5	68·9	68·3	67·7	67·2	66·6	66·0	65·5	64·9	64·4	63·8	63·3	62·8	73
74	71·7	71·1	70·6	70·0	69·5	68·9	68·4	67·8	67·2	66·7	66·2	65·7	65·2	64·6	64·1	74
75	72·7	72·2	71·7	71·1	70·6	70·1	69·6	69·0	68·5	68·0	67·5	67·0	66·5	66·0	65·5	75
76	73·8	73·3	73·8	73·3	71·8	71·3	70·8	70·3	69·8	69·3	68·8	68·4	67·9	67·4	66·9	76
77	74·9	74·4	73·9	73·5	73·0	72·5	72·0	71·6	71·1	70·7	70·2	69·8	69·3	68·8	68·4	77
78	76·0	75·5	75·1	74·7	74·2	73·8	73·3	72·9	72·5	72·0	71·6	71·2	70·7	70·3	69·9	78
79	77·1	76·7	76·3	75·9	75·5	75·1	74·6	74·2	73·8	73·4	73·0	72·6	72·2	71·8	71·4	79
80	78·2	77·9	77·5	77·1	76·7	76·4	75·9	75·6	75·2	74·8	74·5	74·1	73·7	73·4	73·0	80

TABLE C

A±B=	1·80′	1·84′	1·88′	1·92′	1·96′	2·00′	A & B CORRECTION 2·04′	2·08′	2·12′	2·16′	2·20′	2·24′	2·28′	2·32′	2·36′	2·40′	A±B=
Lat.	AZIMUTHS																Lat.
°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
68	56·0	55·4	54·8	54·3	53·7	53·2	52·6	52·1	51·5	51·0	50·5	50·0	49·5	49·0	48·5	48·0	68
69	57·2	56·6	56·0	55·5	54·9	54·4	53·8	53·3	52·8	52·2	51·8	51·3	50·8	50·3	49·8	49·3	69
70	58·4	57·8	57·2	56·7	56·2	55·6	55·1	54·6	54·0	53·5	53·0	52·6	52·1	51·6	51·1	50·5	70
71	59·6	59·1	58·5	58·0	57·5	56·9	56·4	55·9	55·4	54·9	54·4	53·9	53·4	52·9	52·5	52·0	71
72	60·9	60·4	59·8	59·3	58·8	58·3	57·8	57·3	56·8	56·3	55·8	55·3	54·8	54·4	53·9	53·4	72
73	62·2	61·7	61·2	60·7	60·2	59·7	59·2	58·7	58·2	57·7	57·3	56·8	56·3	55·9	55·4	54·9	73
74	63·6	63·1	62·6	62·1	61·6	61·1	60·6	60·2	59·7	59·2	58·8	58·3	57·9	57·4	56·9	56·5	74
75	65·0	64·5	64·0	63·6	63·1	62·6	62·2	61·7	61·2	60·8	60·3	59·9	59·5	59·0	58·6	58·1	75
76	66·5	66·0	65·6	65·1	64·6	64·2	63·7	63·3	62·8	62·4	62·0	61·6	61·1	60·7	60·3	59·8	76
77	68·0	67·5	67·1	66·6	66·2	65·8	65·4	64·9	64·5	64·1	63·7	63·2	62·8	62·5	62·0	61·6	77
78	69·5	69·1	68·7	68·2	67·8	67·4	67·0	66·6	66·2	65·8	65·4	65·0	64·6	64·3	63·9	63·5	78
79	71·0	70·7	70·3	69·9	69·5	69·1	68·7	68·4	68·0	67·6	67·2	66·9	66·5	66·1	65·8	65·4	79
80	72·6	72·3	71·9	71·6	71·2	70·8	70·5	70·1	69·8	69·4	69·1	68·8	68·4	68·1	67·7	67·4	80

TABLE C

A±B=	2·40′	2·45′	2·50′	2·55′	2·60′	2·65′	A & B CORRECTION 2·70′	2·75′	2·80′	2·90′	3·00′	3·10′	3·20′	3·30′	3·40′	3·50′	A±B=
Lat.	AZIMUTHS																Lat.
°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
68	48·0	47·4	46·9	46·3	45·8	45·2	44·7	44·1	43·6	42·6	41·7	40·7	39·8	39·0	38·1	37·3	68
69	49·3	48·7	48·2	47·6	47·0	46·5	45·9	45·4	44·9	43·9	42·9	42·0	41·1	40·2	39·4	38·6	69
70	50·5	50·0	49·5	48·9	48·4	47·8	47·3	46·8	46·2	45·2	44·3	43·3	42·4	41·5	40·7	39·9	70
71	52·0	51·4	50·9	50·3	49·8	49·2	48·8	48·3	47·7	46·7	45·7	44·7	43·8	42·9	42·1	41·3	71
72	53·4	52·9	52·4	51·8	51·2	50·7	50·2	49·7	49·2	48·2	47·2	46·2	45·3	44·4	43·6	42·7	72
73	54·9	54·4	53·9	53·3	52·8	52·2	51·7	51·2	50·7	49·7	48·8	47·8	46·9	46·0	45·2	44·3	73
74	56·5	56·0	55·5	54·9	54·4	53·9	53·4	52·8	52·3	51·4	50·4	49·5	48·6	47·7	46·9	46·0	74
75	58·1	57·6	57·1	56·6	56·1	55·6	55·1	54·6	54·1	53·1	52·2	51·3	50·4	49·5	48·7	47·8	75
76	59·8	59·3	58·8	58·3	57·8	57·3	56·8	56·4	55·9	54·9	54·0	53·1	52·3	51·4	50·6	49·8	76
77	61·6	61·1	60·7	60·2	59·7	59·2	58·7	58·3	57·8	56·9	56·0	55·1	54·3	53·4	52·6	51·8	77
78	63·5	63·0	62·5	62·1	61·6	61·1	60·7	60·3	59·8	58·9	58·1	57·2	56·4	55·5	54·7	53·9	78
79	65·4	64·9	64·5	64·1	63·6	63·2	62·7	62·3	61·9	61·0	60·2	59·4	58·6	57·8	57·0	56·3	79
80	67·4	67·0	66·6	66·1	65·7	65·3	64·9	64·5	64·1	63·3	62·5	61·7	60·9	60·2	59·5	58·8	80

C

TABLE C

A±B=	3·50′	3·60′	3·70′	3·80′	3·90′	4·00′	4·10′	4·20′	4·30′	4·40′	4·50′	4·60′	4·70′	4·80′	4·90′	5·00′	=A±B
							A & B CORRECTION										
Lat.							AZIMUTHS										Lat.
°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
68	37·3	36·6	35·8	35·1	34·4	33·7	33·1	32·4	31·8	31·2	30·7	30·1	29·6	29·1	28·6	28·1	68
69	38·6	37·8	37·0	36·3	35·6	34·9	34·2	33·6	32·9	32·4	31·8	31·2	30·7	30·2	29·7	29·2	69
70	39·9	39·1	38·3	37·6	36·8	36·2	35·5	34·8	34·2	33·6	33·0	32·4	31·8	31·3	30·8	30·3	70
71	41·3	40·5	39·8	38·9	38·2	37·5	36·8	36·2	35·5	34·9	34·3	33·7	33·2	32·6	32·1	31·5	71
72	42·7	41·9	41·2	40·4	39·7	38·9	38·3	37·6	36·9	36·3	35·7	35·1	34·5	33·9	33·4	32·9	72
73	44·3	43·4	42·7	41·9	41·2	40·5	39·8	39·2	38·5	37·8	37·2	36·6	36·0	35·5	34·9	34·4	73
74	46·0	45·2	44·4	43·7	42·9	42·2	41·5	40·8	40·1	39·5	38·9	38·3	37·7	37·1	36·5	35·9	74
75	47·8	47·0	46·2	45·5	44·8	44·0	43·3	42·6	41·9	41·3	40·6	40·0	39·4	38·8	38·2	37·7	75
76	49·8	48·9	48·2	47·4	46·7	45·9	45·2	44·6	43·9	43·2	42·6	41·9	41·3	40·7	40·1	39·6	76
77	51·8	51·0	50·2	49·5	48·7	48·0	47·3	46·6	45·9	45·3	44·6	44·0	43·4	42·8	42·2	41·6	77
78	53·9	53·2	52·4	51·7	50·9	50·2	49·5	48·9	48·2	47·6	46·9	46·3	45·7	45·1	44·5	43·9	78
79	56·3	55·5	54·8	54·1	53·3	52·6	51·9	51·3	50·6	49·9	49·3	48·7	48·1	47·5	46·9	46·3	79
80	58·8	58·0	57·3	56·6	55·9	55·2	54·5	53·9	53·2	52·6	52·0	51·4	50·8	50·2	49·6	49·0	80

TABLE C

A±B=	5·00′	5·20′	5·40′	5·60′	5·80′	6·00′	6·20′	6·40′	6·60′	6·80′	7·00′	7·20′	7·40′	7·60′	7·80′	8·00′	=A±B
							A & B CORRECTION										
Lat.							AZIMUTHS										Lat.
°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
68	28·1	27·2	26·3	25·5	24·7	24·0	23·3	22·6	22·0	21·4	20·9	20·3	19·8	19·4	18·9	18·5	68
69	29·2	28·2	27·3	26·5	25·7	24·9	24·2	23·5	22·9	22·3	21·7	21·2	20·7	20·2	19·7	19·2	69
70	30·3	29·3	28·4	27·6	26·8	25·9	25·2	24·5	23·9	23·3	22·7	22·1	21·6	21·0	20·5	20·1	70
71	31·5	30·6	29·6	28·7	27·9	27·1	26·3	25·6	24·9	24·3	23·7	23·1	22·5	22·0	21·5	21·0	71
72	32·9	31·9	30·9	30·0	29·1	28·3	27·5	26·8	26·1	25·4	24·8	24·2	23·6	23·1	22·6	22·0	72
73	34·4	33·3	32·3	31·4	30·5	29·7	28·9	28·1	27·4	26·7	26·1	25·4	24·8	24·2	23·7	23·1	73
74	35·9	34·9	33·9	32·9	32·0	31·2	30·3	29·6	28·8	28·1	27·4	26·7	26·1	25·5	25·0	24·4	74
75	37·7	36·6	35·6	34·6	33·7	32·8	31·9	31·1	30·3	29·6	28·9	28·2	27·6	27·0	26·4	25·8	75
76	39·6	38·5	37·4	36·4	35·5	34·6	33·7	32·8	32·1	31·3	30·6	29·8	29·2	28·5	27·9	27·3	76
77	41·6	40·5	39·4	38·4	37·5	36·5	35·6	34·8	33·9	33·2	32·4	31·7	30·9	30·3	29·7	29·0	77
78	43·9	42·8	41·7	40·7	39·7	38·7	37·8	36·9	36·1	35·3	34·5	33·7	33·0	32·3	31·6	31·0	78
79	46·3	45·2	44·1	43·1	42·1	41·1	40·2	39·3	38·4	37·6	36·8	36·1	35·3	34·6	33·9	33·2	79
80	49·0	47·9	46·8	45·8	44·8	43·8	42·9	41·9	41·1	40·3	39·4	38·6	37·9	37·2	36·5	35·8	80

TABLE C

A±B=	8·00′	8·20′	8·40′	8·60′	8·80′	9·00′	9·20′	9·40′	9·60′	9·80′	10·0′	10·3′	10·6′	11·0′	11·5′	12·0′	=A±B
							A & B CORRECTION										
Lat.							AZIMUTHS										Lat.
°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
68	18·5	18·0	17·6	17·2	16·9	16·5	16·2	15·9	15·5	15·2	14·9	14·6	14·2	13·6	13·1	12·5	68
69	19·2	18·8	18·4	18·0	17·6	17·2	16·9	16·5	16·2	15·8	15·5	15·2	14·8	14·2	13·6	13·1	69
70	20·1	19·6	19·2	18·8	18·4	18·0	17·6	17·2	16·9	16·6	16·3	15·9	15·5	14·9	14·2	13·7	70
71	21·0	20·5	20·1	19·6	19·2	18·8	18·5	18·1	17·8	17·4	17·1	16·6	16·1	15·6	15·0	14·4	71
72	22·0	21·5	21·1	20·6	20·2	19·8	19·4	19·0	18·6	18·2	17·9	17·5	17·0	16·4	15·7	15·1	72
73	23·1	22·6	22·2	21·7	21·2	20·8	20·4	20·0	19·6	19·2	18·9	18·4	17·9	17·3	16·6	15·9	73
74	24·4	23·9	23·4	22·9	22·4	21·9	21·5	21·1	20·7	20·3	19·9	19·4	18·9	18·3	17·5	16·8	74
75	25·8	25·2	24·7	24·2	23·7	23·2	22·8	22·3	21·9	21·5	21·1	20·6	20·1	19·4	18·6	17·9	75
76	27·3	26·7	26·2	25·7	25·2	24·7	24·2	23·7	23·3	22·9	22·5	21·9	21·3	20·6	19·8	19·0	76
77	29·0	28·4	27·9	27·3	26·8	26·3	25·8	25·3	24·8	24·4	24·0	23·4	22·8	22·0	21·1	20·3	77
78	31·0	30·4	29·8	29·2	28·7	28·1	27·6	27·1	26·6	26·1	25·7	25·0	24·3	23·6	22·7	21·9	78
79	33·2	32·5	31·9	31·3	30·8	30·2	29·7	29·1	28·6	28·1	27·7	27·0	26·3	25·5	24·5	23·7	79
80	35·8	35·1	34·4	33·8	33·2	32·6	32·0	31·5	31·0	30·4	29·9	29·2	28·5	27·6	26·6	25·7	80

C

TABLE C

A±B=	12·0′	12·5′	13·0′	13·5′	14·0′	14·5′	15·0′	16·0′	17·0′	18·0′	19·0′	20·0′	21·0′	22·0′	23·0′	25·0′	=A±B
							A & B CORRECTION										
Lat.							AZIMUTHS										Lat.
°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
68	12·5	12·1	11·6	11·2	10·8	10·4	10·1	9·5	8·9	8·4	8·0	7·6	7·2	6·9	6·6	6·1	68
69	13·1	12·6	12·1	11·7	11·3	10·9	10·5	9·9	9·4	8·8	8·4	7·9	7·6	7·2	6·9	6·4	69
70	13·7	13·2	12·7	12·2	11·8	11·4	11·0	10·4	9·8	9·2	8·7	8·3	7·9	7·6	7·3	6·7	70
71	14·4	13·8	13·3	12·8	12·4	12·0	11·6	10·9	10·2	9·7	9·2	8·7	8·3	7·9	7·6	7·0	71
72	15·1	14·5	14·0	13·5	13·0	12·6	12·2	11·4	10·8	10·2	9·7	9·2	8·8	8·4	8·0	7·4	72
73	15·9	15·3	14·7	14·2	13·7	13·3	12·8	12·1	11·4	10·8	10·2	9·7	9·3	8·8	8·5	7·8	73
74	16·8	16·2	15·6	15·0	14·5	14·1	13·6	12·8	12·1	11·4	10·8	10·3	9·8	9·4	9·0	8·3	74
75	17·9	17·2	16·6	16·0	15·4	14·9	14·5	13·6	12·8	12·1	11·5	10·9	10·4	10·0	9·6	8·8	75
76	19·0	18·3	17·6	17·0	16·3	15·6	15·4	14·5	13·7	12·9	12·3	11·7	11·1	10·7	10·2	9·4	76
77	20·3	19·6	18·9	18·2	17·6	17·0	16·5	15·5	14·7	13·9	13·2	12·5	11·9	11·4	10·9	10·1	77
78	21·9	21·1	20·3	19·6	19·0	18·4	17·8	16·7	15·8	15·0	14·2	13·5	12·9	12·3	11·9	10·9	78
79	23·7	22·8	22·0	21·2	20·5	19·9	19·7	18·1	17·1	16·2	15·4	14·7	14·0	13·4	12·9	11·8	79
80	25·7	24·7	23·9	23·1	22·4	21·7	21·0	19·8	18·7	17·8	16·9	16·1	15·3	14·7	14·0	13·0	80

TABLE C

A±B=	25·0′	27·0′	30·0′	33·0′	36·0	40·0′	45·0′	50·0′	60·0′	70·0′	80·0′	100′	150′	200′	400′	800′	=A±B
							A & B CORRECTION										
Lat.							AZIMUTHS										Lat.
°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
68	6·1	5·6	5·1	4·6	4·2	3·8	3·4	3·1	2·5	2·2	1·9	1·5	1·0	0·8	0·4	0·2	68
69	6·4	5·9	5·3	4·8	4·4	4·0	3·5	3·2	2·7	2·3	2·0	1·6	1·1	0·8	0·4	0·2	69
70	6·7	6·2	5·6	5·1	4·6	4·2	3·7	3·4	2·8	2·4	2·1	1·7	1·1	0·8	0·4	0·2	70
71	7·0	6·5	5·9	5·3	4·9	4·4	3·9	3·5	2·9	2·5	2·2	1·8	1·2	0·9	0·4	0·2	71
72	7·4	6·8	6·2	5·6	5·1	4·6	4·1	3·7	3·1	2·6	2·3	1·9	1·2	0·9	0·5	0·2	72
73	7·8	7·3	6·5	5·9	5·4	4·9	4·4	3·9	3·3	2·8	2·4	2·0	1·3	1·0	0·5	0·2	73
74	8·3	7·7	6·9	6·3	5·8	5·2	4·6	4·2	3·5	3·0	2·5	2·1	1·4	1·0	0·5	0·3	74
75	8·8	8·1	7·3	6·7	6·1	5·5	4·9	4·4	3·7	3·2	2·8	2·2	1·5	1·1	0·6	0·3	75
76	9·4	8·7	7·8	7·1	6·6	5·9	5·3	4·7	3·9	3·4	3·0	2·4	1·6	1·2	0·6	0·3	76
77	10·1	9·4	8·4	7·7	7·0	6·3	5·6	5·1	4·2	3·6	3·2	2·6	1·7	1·3	0·6	0·3	77
78	10·9	10·1	9·1	8·3	7·6	6·9	6·1	5·5	4·6	3·9	3·4	2·8	1·8	1·4	0·7	0·3	78
79	11·8	11·0	9·9	9·0	8·3	7·5	6·7	6·0	5·0	4·3	3·8	3·0	2·0	1·5	0·7	0·4	79
80	13·0	12·0	10·9	9·9	9·1	8·2	7·3	6·6	5·5	4·7	4·1	3·3	2·2	1·7	0·8	0·4	80

C

TRUE AMPLITUDES

Lat.	Declination														
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°
°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
2	1·0	2·0	3·0	4·0	5·0	6·0	7·0	8·0	9·0	10·0	11·0	12·0	13·0	14·0	15·0
4	1·0	2·0	3·0	4·0	5·0	6·0	7·0	8·0	9·0	10·0	11·0	12·0	13·0	14·0	15·0
6	1·0	2·0	3·0	4·0	5·0	6·0	7·1	8·1	9·1	10·1	11·1	12·1	13·1	14·1	15·1
8	1·0	2·0	3·0	4·1	5·1	6·1	7·1	8·1	9·1	10·1	11·1	12·1	13·1	14·1	15·2
10	1·0	2·0	3·1	4·1	5·1	6·1	7·1	8·1	9·2	10·2	11·2	12·2	13·2	14·2	15·3
12	1·0	2·1	3·1	4·1	5·1	6·1	7·2	8·2	9·2	10·2	11·3	12·3	13·3	14·3	15·4
14	1·0	2·1	3·1	4·1	5·2	6·2	7·2	8·3	9·3	10·3	11·3	12·4	13·4	14·4	15·5
16	1·1	2·1	3·1	4·2	5·2	6·2	7·3	8·3	9·4	10·4	11·5	12·5	13·5	14·6	15·6
18	1·1	2·1	3·2	4·2	5·3	6·3	7·4	8·4	9·5	10·5	11·6	12·6	13·7	14·7	15·8
20	1·1	2·1	3·2	4·3	5·3	6·4	7·5	8·5	9·6	10·7	11·7	12·8	13·9	14·9	15·9
22	1·1	2·2	3·2	4·3	5·4	6·5	7·6	8·6	9·7	10·8	11·9	13·0	14·1	15·1	16·2
24	1·1	2·2	3·3	4·4	5·5	6·6	7·7	8·8	9·9	11·0	12·1	13·2	14·3	15·4	16·5
26	1·1	2·2	3·4	4·5	5·6	6·7	7·8	8·9	10·0	11·2	12·3	13·4	14·5	15·6	16·8
28	1·1	2·3	3·4	4·5	5·7	6·8	7·9	9·1	10·2	11·4	12·5	13·6	14·8	15·9	17·1
30	1·2	2·3	3·5	4·6	5·8	6·9	8·1	9·3	10·4	11·6	12·7	13·9	15·1	16·2	17·4
31	1·2	2·3	3·5	4·7	5·8	7·0	8·2	9·4	10·5	11·7	12·9	14·0	15·2	16·4	17·6
32	1·2	2·4	3·6	4·7	5·9	7·1	8·3	9·5	10·6	11·8	13·0	14·2	15·4	16·6	17·8
33	1·2	2·4	3·6	4·8	6·0	7·2	8·4	9·6	10·8	12·0	13·2	14·4	15·6	16·8	18·0
34	1·2	2·4	3·6	4·8	6·0	7·3	8·5	9·7	10·9	12·1	13·3	14·5	15·8	17·0	18·2
35	1·2	2·5	3·7	4·9	6·1	7·3	8·6	9·8	11·0	12·2	13·5	14·7	16·0	17·2	18·4
36	1·2	2·5	3·7	5·0	6·2	7·4	8·7	9·9	11·2	12·4	13·7	14·9	16·2	17·4	18·7
37	1·3	2·5	3·8	5·0	6·3	7·5	8·8	10·0	11·3	12·6	13·8	15·1	16·4	17·6	18·9
38	1·3	2·5	3·8	5·1	6·4	7·6	8·9	10·2	11·4	12·7	14·0	15·3	16·6	17·9	19·2
39	1·3	2·6	3·9	5·2	6·4	7·7	9·0	10·3	11·6	12·9	14·2	15·5	16·8	18·1	19·5
40	1·3	2·6	3·9	5·2	6·5	7·9	9·2	10·5	11·8	13·1	14·4	15·8	17·1	18·4	19·8
41	1·3	2·7	4·0	5·3	6·6	8·0	9·3	10·6	12·0	13·3	14·7	16·0	17·4	18·7	20·1
42	1·4	2·7	4·0	5·4	6·7	8·1	9·4	10·8	12·2	13·5	14·9	16·3	17·6	19·0	20·4
43	1·4	2·7	4·1	5·5	6·9	8·2	9·6	11·0	12·4	13·7	15·1	16·5	17·9	19·3	20·7
44	1·4	2·8	4·2	5·6	7·0	8·4	9·8	11·2	12·6	14·0	15·4	16·8	18·2	19·7	21·1
45	1·4	2·8	4·3	5·7	7·1	8·5	9·9	11·4	12·8	14·2	15·7	17·1	18·6	20·0	21·5
46	1·4	2·9	4·3	5·8	7·2	8·7	10·1	11·6	13·0	14·5	16·0	17·4	18·9	20·4	21·9
47	1·5	2·9	4·4	5·9	7·4	8·8	10·3	11·8	13·3	14·8	16·3	17·8	19·3	20·8	22·3
48	1·5	3·0	4·5	6·0	7·5	9·0	10·5	12·0	13·5	15·1	16·6	18·1	19·7	21·2	22·8
49	1·5	3·1	4·6	6·1	7·6	9·2	10·7	12·3	13·8	15·4	16·9	18·5	20·1	21·6	23·2
50	1·6	3·1	4·7	6·2	7·8	9·4	10·9	12·5	14·1	15·7	17·3	18·9	20·5	22·1	23·8
50½	1·6	3·1	4·7	6·3	7·9	9·5	11·0	12·6	14·2	15·8	17·5	19·1	20·7	22·4	24·0
51	1·6	3·1	4·8	6·4	8·0	9·6	11·2	12·8	14·4	16·0	17·7	19·3	21·0	22·6	24·3
51½	1·6	3·2	4·8	6·4	8·0	9·7	11·3	12·9	14·6	16·2	17·8	19·5	21·2	22·9	24·6
52	1·6	3·3	4·9	6·5	8·1	9·8	11·4	13·1	14·7	16·4	18·1	19·7	21·4	23·2	24·9
52½	1·6	3·3	4·9	6·6	8·2	9·9	11·6	13·2	14·9	16·6	18·3	20·0	21·7	23·4	25·2
53	1·7	3·3	5·0	6·7	8·3	10·0	11·7	13·4	15·1	16·8	18·5	20·2	22·0	23·7	25·5
53½	1·7	3·4	5·0	6·7	8·4	10·1	11·8	13·5	15·2	17·0	18·7	20·5	22·2	24·0	25·8
54	1·7	3·4	5·1	6·8	8·5	10·3	12·0	13·7	15·4	17·2	19·0	20·7	22·5	24·3	26·1
54½	1·7	3·4	5·2	6·9	8·6	10·4	12·2	13·9	15·6	17·4	19·2	21·0	22·8	24·6	26·5
55	1·8	3·5	5·2	7·0	8·7	10·5	12·3	14·1	15·8	17·6	19·4	21·3	23·1	25·0	26·8
55½	1·8	3·5	5·3	7·1	8·9	10·6	12·4	14·2	16·0	17·9	19·7	21·5	23·4	25·3	27·2
56	1·8	3·6	5·4	7·2	9·0	10·8	12·6	14·4	16·3	18·1	20·0	21·8	23·7	25·6	27·6
56½	1·8	3·6	5·4	7·3	9·1	10·9	12·8	14·6	16·5	18·3	20·2	22·1	24·1	26·0	28·0
57	1·8	3·7	5·5	7·4	9·2	11·1	12·9	14·8	16·7	18·6	20·5	22·4	24·4	26·4	28·4
57½	1·9	3·7	5·6	7·5	9·3	11·2	13·1	15·0	16·9	18·9	20·8	22·8	24·8	26·8	28·9
58	1·9	3·8	5·7	7·6	9·5	11·4	13·3	15·2	17·2	19·1	21·1	23·1	25·1	27·2	29·2
58½	1·9	3·8	5·7	7·7	9·6	11·5	13·5	15·4	17·4	19·4	21·4	23·4	25·5	27·6	29·7
59	2·0	3·9	5·8	7·8	9·8	11·7	13·7	15·7	17·7	19·7	21·8	23·8	25·9	28·0	30·2
59½	2·0	3·9	5·9	7·9	9·9	11·9	13·9	15·9	18·0	20·0	22·1	24·2	26·3	28·5	30·7
60	2·0	4·0	6·0	8·0	10·0	12·1	14·1	16·2	18·2	20·3	22·4	24·6	26·7	28·9	31·2
60½	2·0	4·1	6·1	8·1	10·2	12·3	14·3	16·4	18·5	20·6	22·8	25·0	27·2	29·4	31·7
61	2·1	4·1	6·2	8·3	10·4	12·5	14·6	16·7	18·8	21·0	23·2	25·4	27·7	29·9	32·3
61½	2·1	4·2	6·3	8·4	10·5	12·7	14·8	17·0	19·1	21·3	23·6	25·8	28·1	30·5	32·8
62	2·1	4·3	6·4	8·6	10·7	12·9	15·1	17·3	19·5	21·7	24·0	26·3	28·6	31·0	33·5
62½	2·2	4·3	6·5	8·7	10·9	13·1	15·3	17·5	19·8	22·1	24·4	26·8	29·2	31·6	34·1

TRUE AMPLITUDES

Lat.	Declination													
	16°	17°	18°	19°	20°	20½°	21°	21½°	22°	22½°	23°	23½°	24°	24½°	25°
°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
2	16·0	17·0	18·0	19·0	20·0	20·5	21·0	21·5	22·0	22·5	23·0	23·5	24·0	24·5	25·0
4	16·0	17·1	18·1	19·1	20·1	20·6	21·1	21·6	22·1	22·6	23·1	23·6	24·1	24·6	25·1
6	16·1	17·1	18·1	19·1	20·1	20·6	21·1	21·6	22·1	22·6	23·1	23·6	24·1	24·6	25·1
8	16·2	17·2	18·2	19·2	20·2	20·7	21·2	21·7	22·2	22·7	23·2	23·7	24·3	24·8	25·3
10	16·3	17·3	18·3	19·3	20·3	20·8	21·4	21·8	22·4	22·9	23·4	23·9	24·4	24·9	25·4
12	16·4	17·4	18·4	19·4	20·5	21·0	21·5	22·0	22·5	23·0	23·6	24·1	24·6	25·1	25·6
14	16·5	17·5	18·6	19·6	20·6	21·2	21·7	22·2	22·7	23·2	23·8	24·3	24·8	25·3	25·8
16	16·7	17·7	18·8	19·8	20·9	21·4	21·9	22·4	22·9	23·5	24·0	24·5	25·0	25·6	26·1
18	16·9	17·9	19·0	20·0	21·1	21·6	22·1	22·7	23·2	23·7	24·3	24·8	25·3	25·9	26·4
20	17·1	18·1	19·2	20·3	21·4	21·9	22·4	23·0	23·5	24·0	24·6	25·1	25·7	26·2	26·7
22	17·3	18·4	19·5	20·6	21·7	22·2	22·7	23·3	23·8	24·4	24·9	25·5	26·0	26·6	27·1
24	17·6	18·7	19·8	20·9	22·0	22·5	23·1	23·7	24·2	24·8	25·3	25·9	26·4	27·0	27·6
26	17·9	19·0	20·1	21·2	22·4	22·9	23·5	24·1	24·6	25·2	25·8	26·3	26·9	27·5	28·0
28	18·2	19·3	20·5	21·6	22·8	23·4	24·0	24·5	25·1	25·7	26·3	26·8	27·4	28·0	28·6
30	18·6	19·7	20·9	22·1	23·3	23·9	24·5	25·0	25·6	26·2	26·8	27·4	28·0	28·6	29·2
31	18·8	20·0	21·1	22·3	23·5	24·1	24·7	25·3	25·9	26·5	27·1	27·7	28·3	28·9	29·5
32	19·0	20·2	21·4	22·6	23·8	24·4	25·0	25·6	26·2	26·8	27·4	28·0	28·7	29·3	29·9
33	19·2	20·4	21·6	22·9	24·1	24·7	25·3	25·9	26·5	27·1	27·8	28·4	29·0	29·6	30·3
34	19·4	20·6	21·9	23·1	24·4	25·0	25·6	26·2	26·9	27·5	28·1	28·7	29·4	29·9	30·7
35	19·7	20·9	22·2	23·4	24·7	25·3	26·0	26·6	27·2	27·9	28·5	29·1	29·8	30·4	31·1
36	19·9	21·2	22·5	23·7	25·0	25·7	26·3	26·9	27·6	28·2	28·9	29·5	30·2	30·8	31·5
37	20·2	21·5	22·8	24·1	25·4	26·0	26·7	27·3	28·0	28·6	29·3	30·0	30·6	31·3	31·9
38	20·5	21·8	23·1	24·4	25·7	26·4	27·1	27·7	28·4	29·1	29·7	30·4	31·1	31·8	32·4
39	20·8	22·1	23·4	24·8	26·1	26·8	27·5	28·1	28·8	29·5	30·2	30·9	31·6	32·3	32·9
40	21·1	22·4	23·8	25·2	26·5	27·2	27·9	28·6	29·3	30·0	30·7	31·4	32·1	32·8	33·5
41	21·4	22·8	24·2	25·6	27·0	27·6	28·4	29·1	29·8	30·5	31·2	31·9	32·6	33·3	34·1
42	21·8	23·2	24·6	26·0	27·4	28·1	28·8	29·6	30·3	31·0	31·7	32·5	33·2	33·9	34·7
43	22·1	23·6	25·0	26·4	27·9	28·6	29·3	30·1	30·8	31·6	32·3	33·0	33·8	34·5	35·3
44	22·5	24·0	25·4	26·9	28·4	29·1	29·9	30·6	31·4	32·1	32·9	33·7	34·4	35·2	36·0
45	23·0	24·4	25·9	27·4	28·9	29·7	30·5	31·3	32·0	32·8	33·6	34·3	35·1	35·9	36·7
46	23·4	24·9	26·4	28·0	29·5	30·3	31·1	31·8	32·6	33·4	34·2	35·0	35·8	36·7	37·5
47	23·8	25·4	27·0	28·5	30·1	30·9	31·7	32·5	33·3	34·1	35·0	35·8	36·6	37·5	38·3
48	24·3	25·9	27·5	29·1	30·7	31·6	32·4	33·2	34·1	34·9	35·7	36·6	37·4	38·3	39·2
49	24·9	26·5	28·1	29·8	31·4	32·3	33·1	34·0	34·8	35·7	36·6	37·4	38·3	39·2	40·1
50	25·4	27·1	28·7	30·4	32·2	33·0	33·9	34·8	35·6	36·5	37·4	38·3	39·3	40·2	41·1
50½	25·7	27·4	29·1	30·8	32·5	33·4	34·3	35·2	36·1	37·0	37·9	38·8	39·8	40·7	41·6
51	26·0	27·7	29·4	31·2	32·9	33·8	34·7	35·6	36·5	37·5	38·4	39·3	40·3	41·2	42·2
51½	26·3	28·0	29·8	31·5	33·3	34·2	35·1	36·1	37·0	37·9	38·9	39·8	40·8	41·8	42·8
52	26·6	28·4	30·1	31·9	33·8	34·7	35·6	36·5	37·5	38·4	39·4	40·4	41·4	42·3	43·4
52½	26·9	28·7	30·5	32·3	34·2	35·1	36·1	37·0	38·0	38·9	39·9	40·9	41·9	42·9	44·0
53	27·3	29·1	30·9	32·8	34·6	35·6	36·6	37·5	38·5	39·5	40·5	41·5	42·5	43·6	44·6
53½	27·6	29·4	31·3	33·2	35·1	36·1	37·0	38·0	39·0	40·0	41·1	42·1	43·1	44·2	45·3
54	28·0	29·8	31·7	33·6	35·6	36·6	37·6	38·6	39·6	40·6	41·7	42·7	43·8	44·9	46·0
54½	28·3	30·2	32·2	34·1	36·1	37·1	38·1	39·1	40·1	41·2	42·3	43·4	44·5	45·6	46·7
55	28·7	30·7	32·6	34·6	36·6	37·6	38·7	39·7	40·8	41·9	42·9	44·0	45·2	46·3	47·5
55½	29·1	31·1	33·1	35·1	37·1	38·2	39·3	40·3	41·4	42·5	43·6	44·7	45·9	46·9	48·3
56	29·5	31·5	33·6	35·6	37·7	38·8	39·9	41·0	42·1	43·2	44·3	45·5	46·7	47·9	49·1
56½	30·0	32·0	34·0	36·1	38·3	39·4	40·5	41·6	42·6	43·9	45·1	46·3	47·5	48·7	50·0
57	30·4	32·5	34·6	36·7	38·9	40·0	41·2	42·3	43·5	44·6	45·9	47·1	48·3	49·6	50·9
57½	30·9	33·0	35·1	37·3	39·5	40·7	41·8	43·0	44·2	45·4	46·7	47·9	49·2	50·5	51·9
58	31·3	33·5	35·7	37·9	40·2	41·4	42·6	43·8	45·0	46·2	47·5	48·8	50·1	51·5	52·9
58½	31·8	34·0	36·3	38·5	40·9	42·1	43·3	44·5	45·8	47·1	48·4	49·7	51·1	52·5	54·0
59	32·4	34·6	36·9	39·2	41·6	42·8	44·1	45·4	46·7	48·0	49·4	50·7	52·2	53·6	55·1
59½	32·9	35·2	37·5	39·9	42·4	43·6	44·9	46·2	47·6	48·9	50·3	51·8	53·3	54·8	56·4
60	33·5	35·8	38·2	40·6	43·2	44·5	45·8	47·1	48·5	49·9	51·4	52·9	54·4	56·0	57·7
60½	34·0	36·4	38·8	41·4	44·0	45·3	46·7	48·1	49·5	51·0	52·5	54·1	55·7	57·4	59·1
61	34·7	37·1	39·6	42·2	44·9	46·3	47·7	49·1	50·6	52·1	53·7	55·3	57·0	58·8	60·6
61½	35·3	37·8	40·4	43·0	45·8	47·2	48·7	50·2	51·7	53·3	55·0	56·7	58·5	60·4	62·3
62	36·0	38·5	41·2	43·9	46·8	48·2	49·8	51·3	52·9	54·6	56·3	58·1	60·0	62·0	64·2
62½	36·7	39·3	42·0	44·8	47·8	49·3	50·9	52·5	54·2	56·0	57·8	59·7	61·7	63·9	66·2

TRUE AMPLITUDES

Lat.	Declination							
	25½°	26°	26½°	27°	27½°	28°	28½°	29°
°	°	°	°	°	°	°	°	°
2	25·5	26·0	26·5	27·0	27·5	28·0	28·5	29·0
4	25·6	26·1	26·6	27·1	27·6	28·1	28·6	29·1
6	25·7	26·2	26·7	27·2	27·7	28·2	28·7	29·2
8	25·8	26·3	26·8	27·3	27·8	28·3	28·8	29·3
10	25·9	26·4	26·9	27·5	28·0	28·5	29·0	29·5
12	26·1	26·6	27·1	27·7	28·2	28·7	29·2	29·7
14	26·3	26·9	27·4	27·9	28·4	28·9	29·5	30·0
16	26·6	27·1	27·7	28·2	28·7	29·2	29·8	30·3
18	26·9	27·5	28·0	28·5	29·0	29·6	30·1	30·7
20	27·3	27·8	28·3	28·9	29·4	30·0	30·5	31·1
22	27·7	28·2	28·8	29·3	29·9	30·4	31·0	31·5
24	28·1	28·7	29·2	29·8	30·4	30·9	31·5	32·1
26	28·6	29·2	29·8	30·3	30·9	31·5	32·1	32·6
28	29·2	29·8	30·4	30·9	31·5	32·1	32·7	33·3
30	29·8	30·4	31·0	31·6	32·2	32·8	33·4	34·1
31	30·1	30·8	31·4	32·0	32·6	33·2	33·8	34·5
32	30·5	31·1	31·7	32·4	33·0	33·6	34·2	34·9
33	30·9	31·5	32·1	32·8	33·4	34·0	34·7	35·3
34	31·3	31·9	32·6	33·2	33·8	34·5	35·1	35·8
35	31·7	32·4	33·0	33·7	34·3	35·0	35·6	36·3
36	32·2	32·8	33·5	34·1	34·8	35·5	36·1	36·8
37	32·6	33·3	34·0	34·6	35·3	36·0	36·7	37·4
38	33·1	33·8	34·5	35·2	35·9	36·6	37·3	38·0
39	33·6	34·3	35·0	35·8	36·5	37·2	37·9	38·6
40	34·2	34·9	35·6	36·4	37·1	37·8	38·5	39·3
41	34·8	35·5	36·2	37·0	37·7	38·5	39·2	40·0
42	35·4	36·2	36·9	37·7	38·4	39·2	39·9	40·7
43	36·1	36·8	37·6	38·4	39·2	39·9	40·7	41·5
44	36·8	37·5	38·3	39·2	39·9	40·7	41·6	42·4
45	37·5	38·3	39·1	39·9	40·8	41·6	42·4	43·3
46	38·3	39·1	40·0	40·8	41·7	42·5	43·4	44·3
47	39·1	40·0	40·9	41·7	42·6	43·5	44·4	45·3
48	40·0	40·9	41·8	42·7	43·6	44·5	45·5	46·4
49	41·0	41·9	42·9	43·8	44·7	45·7	46·7	47·7
50	42·0	43·0	44·0	44·9	45·9	46·9	47·9	49·0
50½	42·6	43·6	44·5	45·5	46·5	47·6	48·6	49·7
51	43·2	44·2	45·2	46·2	47·2	48·2	49·3	50·4
51½	43·8	44·8	45·8	46·8	47·9	49·0	50·0	51·2
52	44·4	45·4	46·4	47·5	48·6	49·7	50·8	52·0
52½	45·0	46·0	47·1	48·2	49·3	50·5	51·6	52·8
53	45·7	46·7	47·9	49·0	50·1	51·3	52·5	53·7
53½	46·4	47·5	48·6	49·8	50·9	52·1	53·3	54·6
54	47·1	48·2	49·4	50·6	51·8	53·0	54·3	55·6
54½	47·8	49·0	50·2	51·4	52·7	53·9	55·3	56·6
55	48·6	49·8	51·1	52·3	53·6	54·9	56·3	57·7
55½	49·5	50·7	52·0	53·3	54·6	56·0	57·4	58·9
56	50·3	51·6	52·9	54·3	55·7	57·1	58·6	60·1
56½	51·3	52·6	53·9	55·4	56·8	58·3	59·8	61·4
57	52·2	53·6	55·0	56·5	58·0	59·6	61·2	62·9
57½	53·2	54·7	56·1	57·7	59·2	60·7	62·6	65·0
58	54·3	55·8	57·4	58·9	60·6	62·4	64·2	66·2
58½	55·5	57·0	58·6	60·3	62·1	64·0	66·0	68·1
59	56·7	58·3	60·0	61·8	63·7	65·7	67·9	70·3
59½	58·0	59·7	61·5	63·4	65·5	67·7	70·1	72·8
60	59·4	61·2	63·2	65·2	67·4	69·9	72·6	75·8
60½	61·0	62·9	65·0	67·2	69·7	72·4	75·7	79·9
61	62·6	64·7	67·0	69·4	72·3	75·5	79·8	90·0
61½	64·5	66·7	69·3	72·1	75·4	79·7	90·0	—
62	66·2	69·0	71·9	75·2	79·6	90·0	—	—
62½	68·8	71·7	75·1	79·5	90·0	—	—	—

Amplitude Corrections

Lat.	Declination					
	0°	5°	10°	15°	20°	25°
°	°	°	°	°	°	°
0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0
5	0·1	0·1	0·1	0·1	0·1	0·1
10	0·1	0·1	0·1	0·1	0·1	0·1
15	0·2	0·2	0·2	0·2	0·2	0·2
20	0·2	0·2	0·2	0·2	0·2	0·3
25	0·3	0·3	0·3	0·3	0·3	0·3
30	0·4	0·4	0·4	0·4	0·4	0·4
35	0·4	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5
40	0·5	0·6	0·6	0·6	0·6	0·7
42	0·6	0·6	0·6	0·6	0·7	0·7
44	0·6	0·6	0·7	0·7	0·7	0·7
46	0·7	0·7	0·7	0·7	0·8	0·8
48	0·7	0·8	0·8	0·8	0·9	0·9
50	0·8	0·8	0·8	0·9	0·9	1·0
52	0·8	0·9	0·9	0·9	1·0	1·1
54	0·9	0·9	1·0	1·0	1·1	1·3
56	0·9	0·9	1·0	1·0	1·2	1·5
58	1·0	1·0	1·1	1·2	1·3	1·7
60	1·1	1·2	1·2	1·3	1·5	2·1
62	1·2	1·2	1·3	1·4	1·8	2·9

COMPASS ERROR BY AMPLITUDE

The true amplitudes given in the main table are calculated for the instant when the true altitude of the body is precisely 0° 00′. In the case of the sun (owing to the effects of dip, refraction and parallax) the lower limb at this instant will appear to be approximately half a diameter above the visible horizon. If the compass bearing is taken at that moment there will be no need to apply any correction.

However, should the bearing be observed when the sun's centre appears to be in the visible horizon, the correction obtained from the subsidiary table should be applied by being added to the observed azimuth reckoned from the elevated pole as shown in the example below. (Lat. 62° N., decl. 20° S.).

Obs'd. Azi.	S. 41°·5 E.
From elev. pole	N. 138°·5 E.
Corr'n.	+ 1°·8
Sum	N. 140°·3 E.
Corr'd. obs'd. Amp.	E. 50°·3 S.
T. Amp. from table	E. 46°·8 S.
Comp. Error	3°·5 W.

Observations of rising or setting stars and planets are seldom practicable but, if obtained, should be treated in the same way as those of the sun's centre.

In the case of the moon that body will be approximately one-third of a degree below the horizon at the moment when its true altitude is 0° 00′. If observed when its centre appears in the visible horizon, two-thirds of the correction from the subsidiary table should be subtracted from the observed azimuth reckoned from the elevated pole.