

Chương 10

SEXTANT HÀNG HẢI

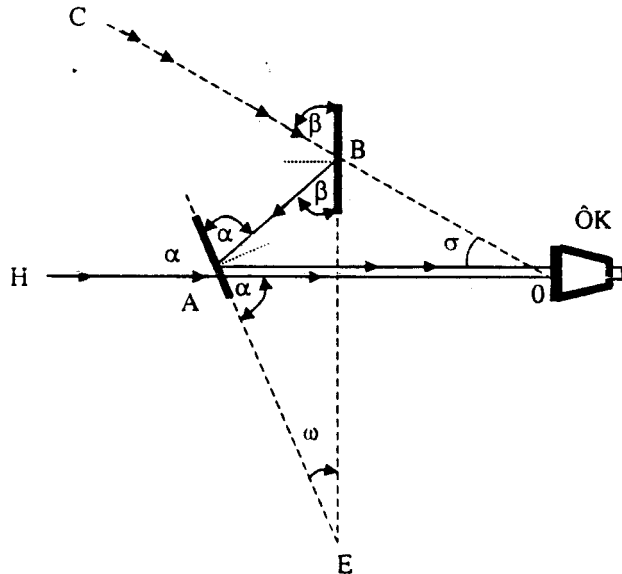
Khi giải bài toán thiên văn và một số bài toán địa văn trên biển, để xác định vị trí tàu, chúng ta cần phải đo góc giữa các mục tiêu (góc kẹp ngang, kẹp đứng...), góc giữa các thiên thể với đường chân trời (độ cao h của thiên thể). Do đặc điểm của con tàu luôn di động và không ổn định (luôn bị lắc và chao đảo), cho nên không thể sử dụng các thiết bị đo góc ở trên bờ được, mà phải là máy đo góc gọn nhẹ, có thể cầm tay và dùng tay người quan sát làm giá đỡ. Xuất phát từ yêu cầu đó, ở thế kỷ thứ XVIII, người ta đã thiết kế lên 1 dụng cụ đo góc trên tàu và gọi là sextant. Cho đến nay sextant vẫn là một dụng cụ quan sát truyền thống không thể thiếu được trên mỗi con tàu đi biển xa. Ngoài sextant cầm tay ra, ở một số nước người ta còn chế tạo sextant có chân trời nhân tạo, máy tích phân NAC, NMC của Nga, Radiosextant...

§41 NGUYÊN LÝ CẤU TẠO CỦA SEXTANT

1. Nguyên lý cấu tạo của sextant:

Sextant làm việc theo nguyên lý của sơ đồ quang học, được cấu tạo trên cơ sở đo góc kẹp của 2 mục tiêu bằng cách đo góc giữa 2 tia sáng đi từ mục tiêu đến mắt người quan sát như sau:

Giả sử có 2 mục tiêu H nằm ngang và thiên thể C ở xa vô cực. Các tia sáng CO (từ thiên thể C) và HO từ mục tiêu nằm ngang H đi tới mắt người quan sát tạo với nhau thành góc δ ở tâm O (nơi đặt mắt người quan sát). Bây giờ nếu trên đường đi tới của tia sáng HO ta đặt một gương nhỏ A có một nửa trong suốt để cho tia sáng HO có thể đi thẳng vào mắt người quan sát. Còn trên đường đi tới của tia CO ta đặt một phương lớn B phản xạ toàn phần, có thể xoay được quanh trục của nó. (Các phương A và B phải được đặt sao cho vuông góc với mặt phẳng chứa δ , và mặt phẳng phản chiếu của chúng hướng với nhau và vào phía trong của dụng cụ). Điều chỉnh vị trí của gương B quanh trục của nó (vuông góc với mặt phẳng hình vẽ) sao cho tia phản xạ đi từ mục tiêu C trùng với tia sáng đi thẳng tới từ mục tiêu H ở trong ống kính của người quan sát (tức là ta tiến hành làm trùng ảnh của mục tiêu C với mục tiêu nhìn thấy trực tiếp H) khi đó góc kẹp bởi giữa hai mặt phẳng gương sẽ cho ta giá trị $= 1/2$ góc kẹp giữa 2 mục tiêu.

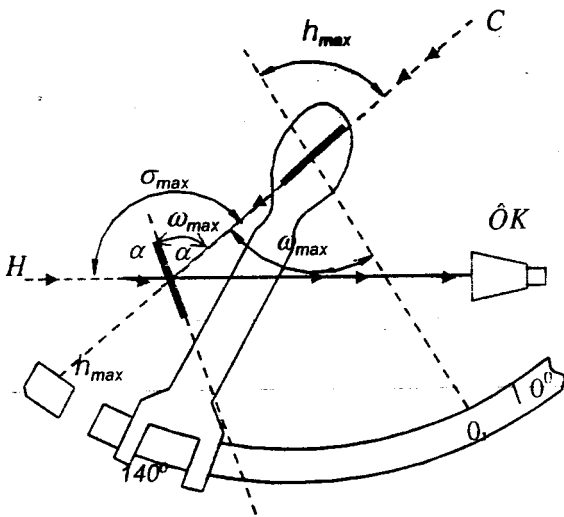


Hình 85

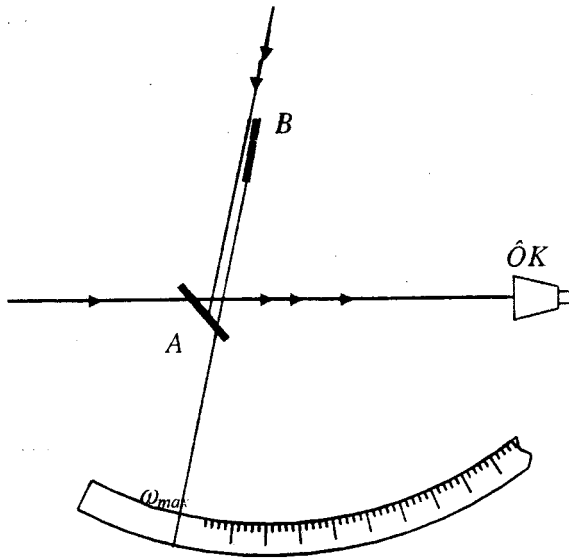
$$\alpha = \beta$$

Tức là gương nhỏ A và gương lớn B song song với nhau. Trong trường hợp này theo lý thuyết ta thấy đáng ra vị trí của gương B sẽ trùng với vạch không (0°), nhưng trong thực tế do trong sextant có sai số (có thể là do sản xuất, do trong quá trình sử dụng gương A thay đổi) nên gương B sẽ không nằm ở vạch không mà nằm ở một vị trí M_0 nào đó trên vành chia độ. Ngoài ra dưới tác dụng của sự thay đổi nhiệt độ và độ ẩm môi trường cũng làm cho $M_0 \neq 0^{\circ}$. Do vậy mà trước lúc quan sát ta cần xác định lại vị trí M_0 .

3. Quan sát mục tiêu ở góc giới hạn cho phép.



Hình 88



Hình 89

Khi tia sáng đi tới gương lồi B không phản xạ mà trượt qua nó đi tới gương A, phản xạ vào mắt người quan sát, thì ta có góc $\beta = 0^\circ$ (góc phản xạ = 0), do đó từ phương trình (10 -1) ta rút ra:

$$\omega_{\max} = \alpha$$

$$\delta_{\max} = 2\alpha$$

(10 - 2)

Từ biểu thức (10 - 2) ta thấy rằng : góc đo giới hạn cho phép của sextant phụ thuộc vào góc phản xạ lớn nhất của gương nhỏ A (nói cách khác là phụ thuộc vào vị trí của gương A). Ở những sextant hiện đại thì $\alpha = 70^\circ \div 75^\circ \Rightarrow \delta_{\max} = 150^\circ$. Nhưng thường thì $\delta_{\max} = 120^\circ \div 140^\circ$.

Trong cấu tạo của sextant để du xích không làm cản trở vị trí của gương B, đến giá trị $\omega_{\max}$, người ta đặt gương lớn B lệch với trục dọc của du xích 1 góc nào đó (h.89), và khi đó vạch 0° trên vành chia độ sẽ dịch sang bên phải 1 góc tương ứng như vậy.

4. Quan sát mục tiêu ở gần:

Khi quan sát một mục tiêu ở gần thì các tia sáng đi từ nó tới các gương A và B sẽ không song song với nhau mà tạo thành một góc γ được gọi là góc thị sai mục tiêu, nó chính là sai số ta gặp

phải khi đo. Bản chất của nó là góc nhìn từ 1 vật ở gần tới 2 gương A và B, nếu A và B càng xa nhau hoặc khoảng cách $HD \approx HA$ càng ngắn thì y càng lớn.

Trên hình vẽ H.91 xét $\triangle HAB$ và $\triangle EAB$ ta có:

$$\triangle AEB: \quad \beta = \alpha + \omega' \Rightarrow \omega' = \beta - \alpha *$$

$$\triangle HAB: \quad 2\beta = 2\alpha + y \Rightarrow y = 2(\beta - \alpha) **$$

So sánh * và ** ta dễ dàng thấy:

$$y = 2\omega' \quad (10 - 3)$$

Như vậy khi quan sát một vật ở gần nguyên lý của sextant vẫn được giữ nguyên. Nhưng sự so sánh hai biểu thức (10 - 1) và (10 - 3) sẽ cho ta thấy H rằng góc đo sẽ có giá trị âm.

Trên hình H.91: $\omega' = \angle 0''v = \omega$, v nằm về phía phải của vạch $0''$, ngược hướng với cung $0''v = \omega$ ở các mục trên. Trên vành chia độ của sextant, về phía phải của vạch $0''$ được vạch khoảng $5''$ (từ $360'' \div 355''$), góc lớn hơn không cần thiết - ta chứng minh điều đó như sau:

Từ B hạ $BD \perp HO$. Xét $\triangle ABD$ ta có :

$$BD = AB \cdot \sin(180'' - 2\alpha).$$

Ở các sextant hiện đại thì:

$$AB = 10\text{cm}, \alpha = 75'' \text{ nên } BD = 5\text{cm}$$

$$\text{Xét } \triangle HBD \text{ ta có: } \text{tgy} = \frac{BD}{HD} = \frac{5\text{cm}}{HD}$$

$$\text{Với } y = 5'' \text{ ta có : } HD \approx 57\text{cm}.$$

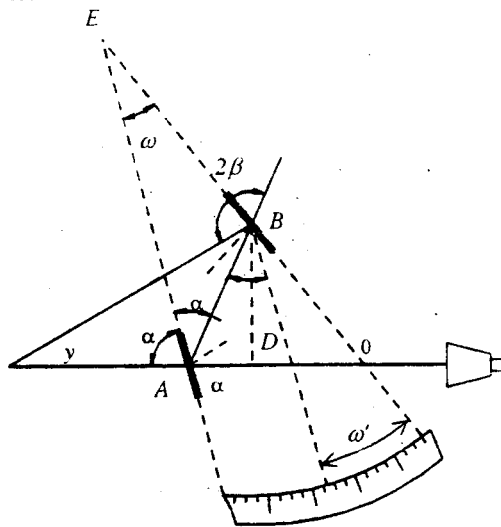
Trong thực tế thì khoảng cách này ta hầu như không gặp khi sử dụng sextant.

5. Quy các góc về tâm của gương lớn.

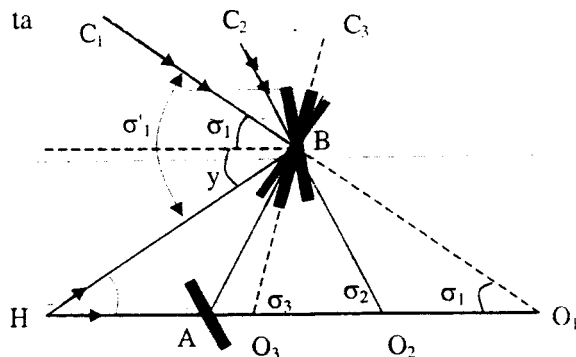
Khi tiến hành đo góc bằng sextant ta thấy các góc đo hình như không thể so sánh được với nhau vì chúng không có cùng chung một đỉnh, mà đỉnh của chúng sẽ xê dịch trên đường thẳng nối gương nhỏ A và trục ống kính người quan sát.

Để đưa các góc đo được về cùng một tâm (ở tâm gương B) cho tiện việc so sánh, từ hình vẽ ta thấy được ta cần phải cộng vào các góc đo một đại lượng bằng giá trị của góc y . (Trong trường hợp này góc y được gọi là góc qui dẫn). Ở trên ta đã thấy góc y phụ thuộc vào khoảng cách $HD \approx HA$. Nếu HA giảm thì y sẽ tăng và ngược lại. Người ta qui ước cho phép bỏ qua góc y nếu $y \approx 0''$.

$$\text{Từ công thức: } \text{tgy} = \frac{5\text{cm}}{HD} \text{ thay } y \approx 0'' \text{ vào ta có:}$$



Hình 90



Hình 91

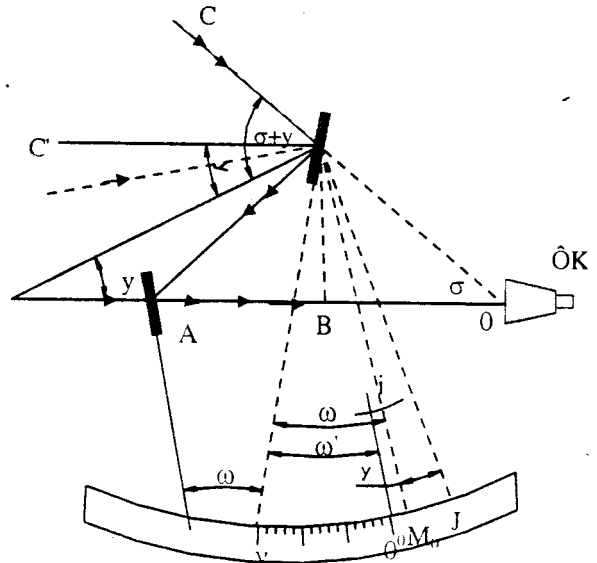
$$HD = \frac{5^{\text{cm}}}{0''.1} \approx 1.72 \text{ km} \approx 1 \text{ hải lý}$$

§42 SỐ HIỆU CHÍNH VỊ TRÍ KHÔNG, SỐ HIỆU CHÍNH VẠCH CHUẨN, CẤU TẠO CỦA SEXTANT

Như trên ta đã biết số không (0^0) trên vành chia độ và vị trí không (M_0) trên đó sẽ khác nhau. Do đó mà trong mỗi số đo của góc khi đọc trên vành chia độ ta cần phải chỉnh lý một đại lượng bằng trị số cung $\cup 0^0 M_0 = |\Delta|$ (Hình 93).

Số hiệu chỉnh Δ cũng như bất kỳ số hiệu chỉnh nào sẽ bằng hiệu số của trị số thật của đại lượng quan sát nào đó và trị số đo của nó, do đó ở đây ta rút ra được công thức để tính Δ là:

với M_0 là số đo của vị trí gương B ở vị trí song song với gương A, tính từ vạch 0^o trên vành chia độ.



Để tìm được giá trị M_0 ta tiến hành làm chập ảnh 2 lần phản xạ (C'') và ảnh trực tiếp nhìn thấy của cùng một vật ở xa vô cùng trong thị trường của ống kính quan sát. Từ hình vẽ H.93 ta thấy: do có sai số vị trí $0''$, cho nên góc đo được ở trong trường hợp này được tính theo công thức (10-4) sau:

2. Số hiệu chỉnh vạch chuẩn (*index correction of the sextant*)

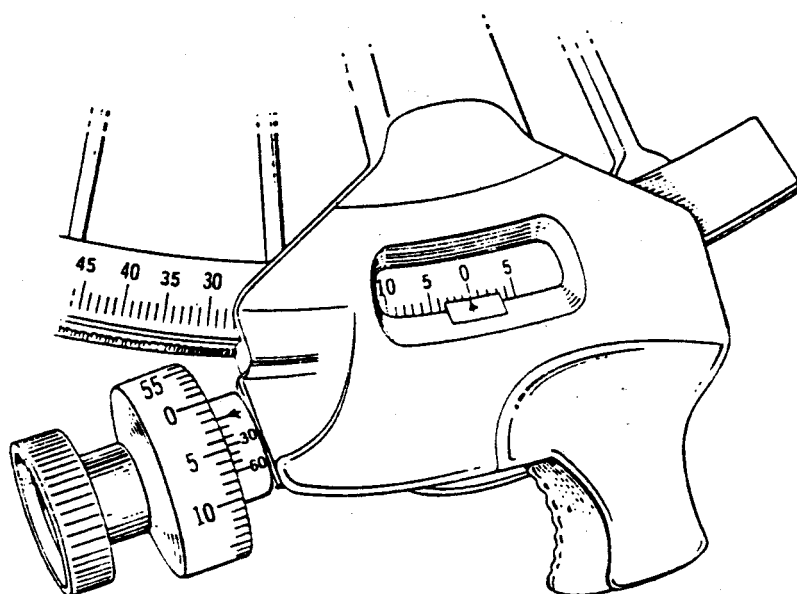
$$\sigma = \omega^* + (\Delta + \gamma) = \cup vJ$$

-74-

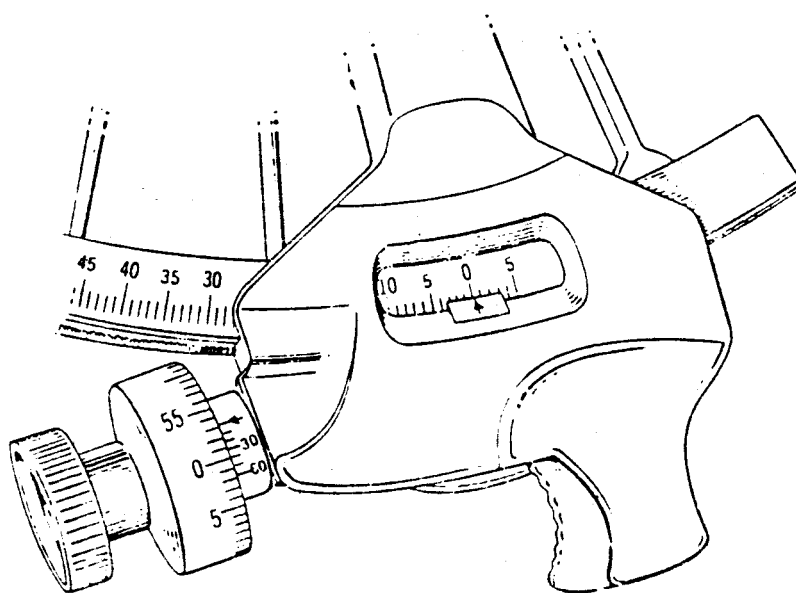
Như vậy: khi đo góc giữa hai mục tiêu ta phải chỉnh lý vào số đọc được trên sextant một giá trị i , gọi là số hiệu chỉnh vạch chuẩn.

$$i = \Delta + y$$

(10 - 5)



(a) Reading is $0^{\circ} 2' 10''$ on the Arc



(b) Reading is $0^{\circ} 3' 20''$ off the Arc

Hình. 93

Số hiệu chỉnh vạch chuẩn có thể tìm được trực tiếp từ sự quan sát khi làm chập ảnh 2 lần phản xạ và trực tiếp nhìn thấy của mục tiêu ở gần H. Khi đó gương B sẽ ở vị trí BJ, và ta có $\angle O''J = \Delta + y$, vậy J là số đo tương ứng với số hiệu chỉnh của vạch chuẩn i.

Nếu gọi số đo của vị trí gương B (hay là số đo của sextant) khi ta làm chập ảnh trực tiếp và 2 lần phản xạ của vật ở gần là số đo của sai số lệch vạch chuẩn, được ký hiệu là O_i . Khi đó hiệu số giữa giá trị $0''$ ($360''$) và số đo O_i chính là số hiệu chỉnh vạch chuẩn i đã nói ở trên.

$$i = 0''(360'') - O_i \quad (10 - 6)$$

Ở đây giá trị $360''$ được đưa ra khi vị trí J ở bên phải của vạch $0''$. Như vậy số hiệu chỉnh i sẽ dương nếu $O_i < 360''$ và ngược lại, sẽ âm nếu $O_i > 0''$.

+ So sánh Δ và i ta thấy sự khác nhau cơ bản giữa chúng là ở chỗ việc làm chập ảnh của mục tiêu nào đó được tiến hành trong ống kính quan sát - ở xa (Δ) hay ở gần (i).

Trong thực tế đo độ cao trên biển, chân trời nhìn thấy là mục tiêu trực tiếp, khoảng cách từ người quan sát đến mục tiêu luôn luôn > 1 hải lý, do đó ta có thể bỏ qua góc qui dẫn y ($y < 0'1$), và khi đó số hiệu chỉnh vạch chuẩn i thực tế sẽ bằng số hiệu chỉnh vị trí $0''$. Bởi thế ta có thể thay thế việc làm chập ảnh của chân trời (mục tiêu H) bằng việc làm chập ảnh của thiên thể ở xa vô cùng, để việc quan sát được dễ hơn, rõ hơn, và chính xác hơn, tức là ở đây ta coi $\Delta = i$.

Trong trường hợp khi chân trời ở gần hơn 1 hải lý (quan sát ở mép bờ, hay môn nước của tàu khác...) thì nhất thiết ta phải xác định i bằng mục tiêu nhìn trực tiếp ở khoảng cách < 1 hải lý (chân trời dùng để đo...).

III. CẤU TẠO CỦA SEXTANT HÀNG HẢI

1. Các số liệu chung (sextant dùng cho hàng hải):

Trên các tàu biển của chúng ta hiện nay được trang bị các loại sextant của Liên xô - Đức - Trung quốc - Mỹ - Anh. Nói chung các loại sextant này có cùng một nguyên lý cấu tạo, chúng chỉ khác nhau về trọng lượng, kích thước và số liệu về quang học mà thôi.

+ Các số liệu khai thác cơ bản của sextant là:

1. Độ chính xác của số đo: $\pm 0'1$

2. Góc đo tới hạn $120'' \div 150''$ (Nga: $140''$, Anh: $150''$, Đức: $135''$...)

3. Thị trường và độ phóng đại của ống kính:

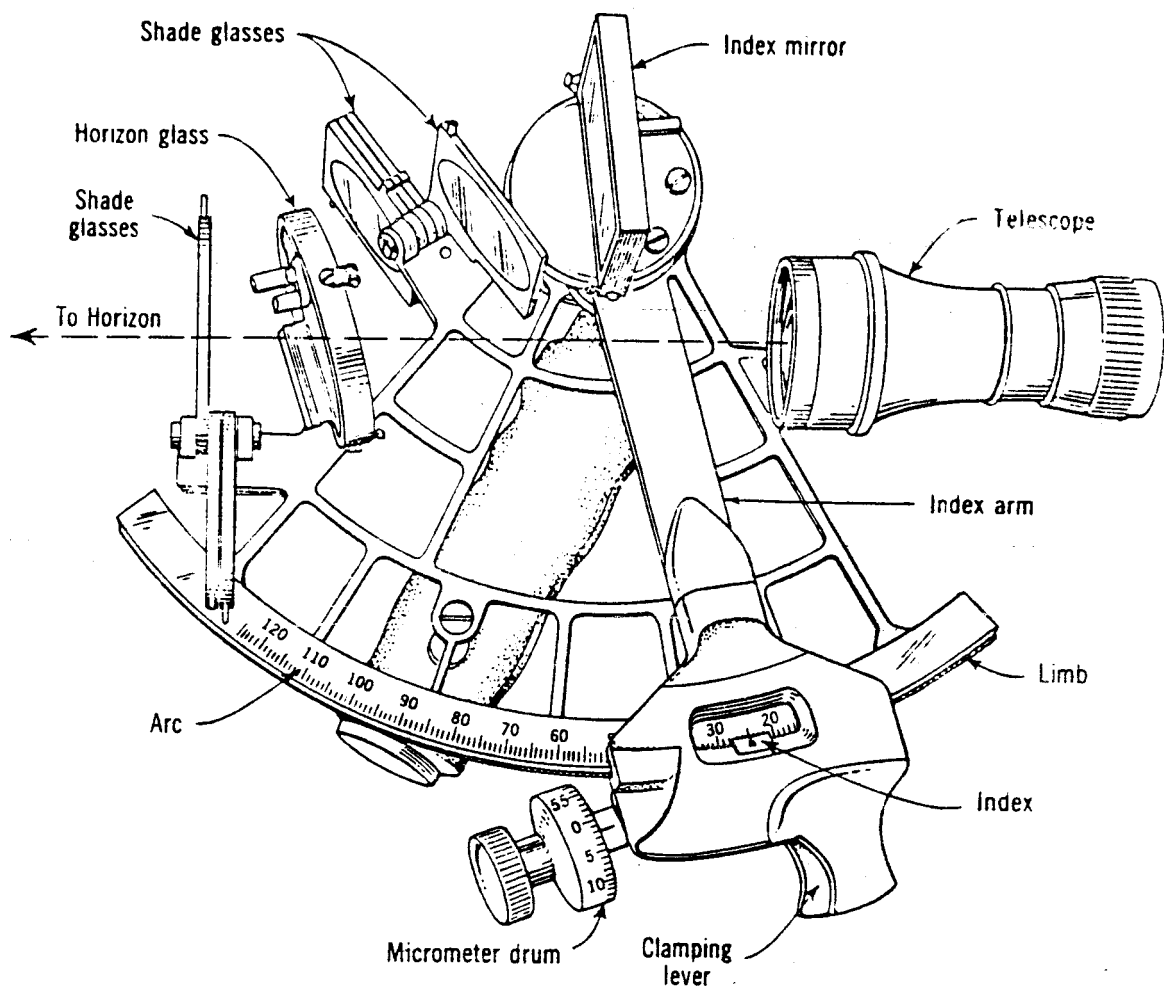
a. Ban ngày: thị trường là $4''5$, độ phóng đại $6 \div 8$ lần

b. Ban đêm: $6 \div 8''$, 3,5 lần

c. Ống kính dùng chung: $8''$, 7 lần

4. Thời hạn bảo đảm làm việc tốt: 5 năm và hơn

5. Trọng lượng của sextant: khoảng từ $1050g \div 1500g$



Hình 94.

2. Các bộ phận đo của sextant:

a. Cấu tạo của du xích đo kiểu hình trống (Hình 95 & 95a)

Để du xích xê dịch đo được những khoảng nhỏ một cách chính xác, đối với các sextant loại này người ta dùng khớp bánh xe răng khía. Cấu tạo của nó gồm: bộ phận đo và thành răng khía ngay vào khung của sextant. Bộ phận đo gồm: vít tiếp xúc hình nón cùng một trục với múm hình trống; và bộ phận hãm gồm 2 càng và lò xo.

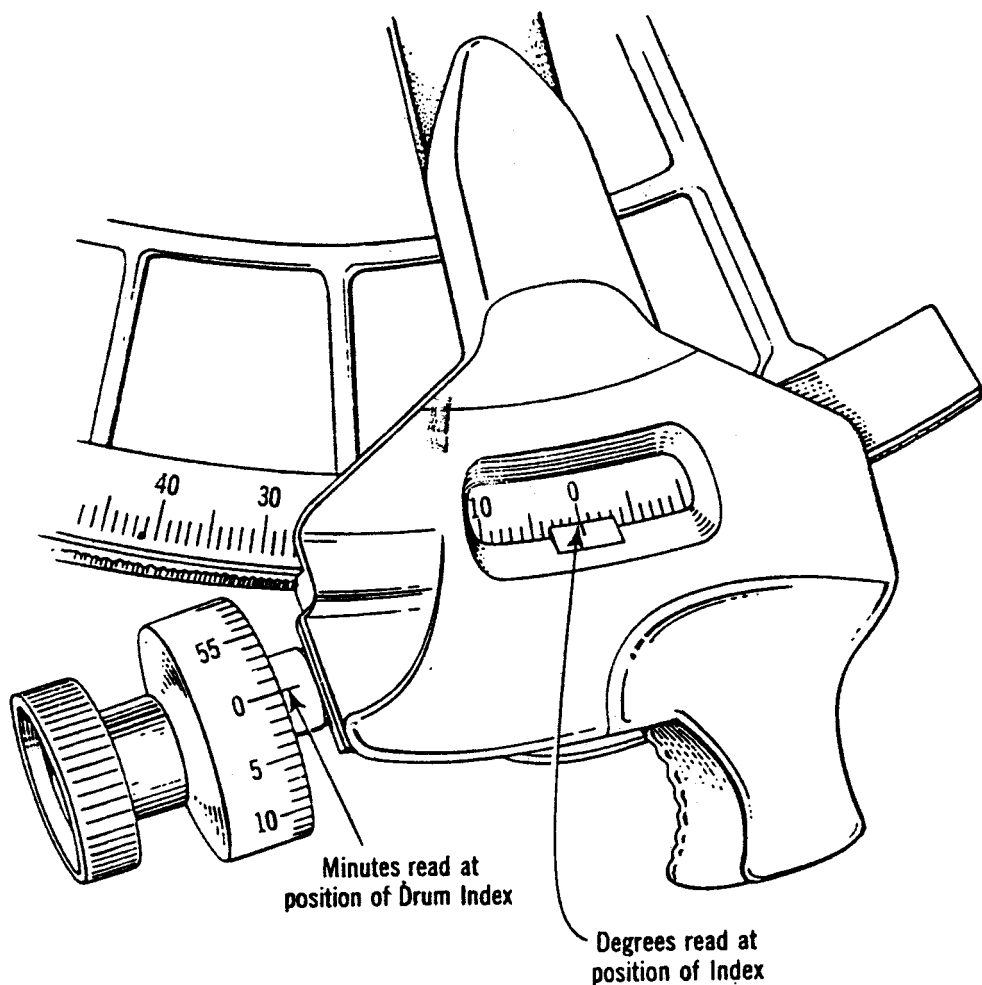
Khớp răng khía được tính sao cho mỗi vòng quay của trống bằng 1° chia trên vành chia độ. Trên núm hình trống có 60 vạch, mỗi vạch = $1'$.

Bộ phận đo kiểu này cho người sử dụng đơn giản và dễ đọc nhưng mức độ tin cậy kém.

b. Du xích Vecnié (Hình 96):

Nó là một tấm kim loại hình vòng cung ép sát vào vành chia độ đồng thời cùng tâm với vành chia độ, nó được dùng để tính góc đo đến $1/10$ của phút.

Nguyên lý cấu của nó là dựa vào sự trùng lặp một cách có hệ thống để ta tìm ra độ xa cách của vạch chuẩn.



Hình 95a.

Lấy $m-1$ độ chia của vành chia độ và chia chúng ra m phần bằng nhau. Gọi a_1 là giá trị của một độ chia trên vành chia độ, còn a_2 là giá trị của một độ chia trên du xích, thì lúc này ta có:

$$(m - 1).a_1 = m.a_2$$

Từ đó ta rút ra giá trị của độ chia ở thước chạy là:

$$a_2 = \frac{m-1}{m} a_1 \quad (10-7)$$

Khi đó hiệu số theo chiều dài của một độ chia của vành chia độ và thước chạy sẽ là:

$$a_1 - a_2 = a_1 - \frac{m-1}{m} a_1 = \frac{a_1}{m} \quad (10-8)$$

Công thức (10-8) để biểu diễn cho đặc tính của thước chạy đơn.

+ Nếu trường hợp người ta lấy $2m - 1$ độ chia trên vành chia độ để chia ra m phần trên thanh trượt, thì ta sẽ có khi đó:

$$2a_1 - a_2 = 2a_1 - \frac{2m-1}{m} a_1 = \frac{a_1}{m} \quad (10-9)$$

Biểu thức (10-9) đặc trưng cho đặc tính của thước chạy kép.

Cách đọc: Trên du xích Vecniê ta tìm vạch trùng với vạch chia trên vành chia độ của sextant và đọc số phút theo số ghi dưới đó. Ví dụ:

$$\sphericalangle 0^\circ P = K_1 \frac{a_1}{m}$$

$$\sphericalangle 0^\circ C = P + K_1 \frac{a_1}{m}$$

trong đó: $0c$ là số đọc của góc đo.

Đặc điểm của du xích này là cho số đọc chính xác và thời gian phục vụ lâu. Nhược điểm của nó là phức tạp.

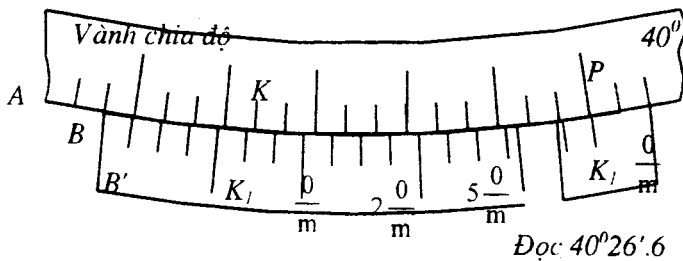
3. Các bộ phận khác của sextant:

+ Bộ phận quang học bao gồm: Gương nhỏ cố định A có một nửa trong suốt và một nửa phản xạ. Gương di động B phản xạ toàn phần, ống kính quan sát, và hệ thống các kính màu bảo vệ mắt trước gương A và gương B, được sử dụng khi quan sát mặt trời.

+ Bộ phận đo: gồm phần chia độ và du xích đo.

+ Giá đỡ và các bộ phận cầm tay.

+ Phụ tùng và các bộ phận chỉnh lý sextant.



Hình 96

§ 43 SAI SỐ DỤNG CỤ CỦA SEXTANT CÁC PHƯƠNG PHÁP CHỈNH LÝ CỦA SEXTANT

I. Sai số dụng cụ của sextant:

Có ba loại sai số dụng cụ của sextant:

1. Sai số chế tạo: được xác định trong phòng thí nghiệm và cho trong hồ sơ của sextant.

2. Những hư hỏng về cơ cấu của các bộ phận, độ mòn...(ta không nghiên cứu).
3. Sai số do vị trí gương và ống kính không đúng gây nên, những sai số này có thể xác định và chỉnh lý được.

1.1 Sai số do chế tạo của sextant:

1. Sự không song song của mặt gương lớn và gương nhỏ.

Trong lý thuyết chế tạo sextant đòi hỏi mặt phẳng các gương phải song song với nhau và vuông góc với mặt phẳng chứa góc đo, đồng thời các tia phản xạ từ các gương là không sai lệch. Nhưng thực tế do kỹ thuật chế tạo và các dụng cụ chế tạo nên các mặt gương của gương A và B không hoàn toàn song song với nhau mà hợp với nhau 1 góc rất nhỏ γ nào đó, gọi là góc dốc. Góc dốc γ rõ ràng đặc trưng cho sự không song song của các mặt gương A và B. Ở các sextant hàng hải thông thường, góc dốc γ không vượt quá $1''$.

Trong hai gương A và B thì góc dốc γ của gương nhỏ A gây nên một sai số không đổi trong những số đo. Sai số này người ta đã chứng minh được là nó nằm trong số hiệu chỉnh vạch chuẩn, mà ta có thể xác định được. Còn sự không song song của gương lớn gây lên sai số trong các số đo. Khi góc đo tăng thì sai số cũng tăng và ngược lại.

Nếu $\gamma = 1^\circ$ thì khi góc $0^\circ v = 20^\circ$ thì sai số là $0''1$, và khi $0^\circ v = 130^\circ$ thì sai số là $10''$.

2. Sai số do việc cắt răng khía không đều:

Có thể là trong khi chế tạo do kỹ thuật các ren của thanh khía sẽ được cắt không đều, điều đó gây ra trong số đo một sai số. Sai số này không lớn nhưng cũng không cố định ở những phần khác nhau của vành chia độ.

Do vậy mà khi xác định sai số chung cần chọn góc đo càng nhỏ càng tốt (dưới 10° hay $3 \div 5^\circ$ thì càng tốt).

3. Sai số do hành trình chết của vít tiếp xúc:

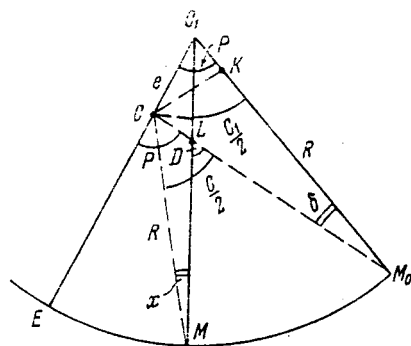
Các núm hình trống trong sextant khi sử dụng lâu ngày sẽ làm cho các răng khía sẽ bị mòn gây nên những khoảng trống giữa vành chia độ và vít làm cho số đọc không chính xác. Muốn khắc phục sai số này khi sử dụng sextant để đo, ta luôn nhớ phải vặn núm hình trống theo một chiều nhất định.

4. Sai số do sự không song song của kính màu:

Nếu các kính màu mà hai mặt của chúng không song song với nhau cũng sẽ gây nên những sai số trong khi đo. Theo tiêu chuẩn kỹ thuật thì góc giữa hai mặt của kính màu không vượt quá $10''$ nếu lớn hơn thì ta phải thay. Sai số này có thể phát hiện ra được khi ta xác định i bằng Mặt trời với những kính màu khác nhau. Nếu trị số của hiệu những số đo $O_{i2} - O_{i1}$ ở những kính màu khác nhau mà khác nhau thì các kính màu đó không dùng được.

5. Sai số do tâm sai của du xích:

Theo nguyên lý chế tạo của sextant thì tâm của vành chia độ và tâm của du xích phải trùng nhau. Nhưng do chế tạo sextant không chính xác cho nên chúng không trùng nhau mà cách nhau một khoảng e nào đó, gọi là tâm sai.



$$\sin x = x'' \operatorname{arc} 1'' = \frac{e}{R} \sin(p - \frac{C_1}{2})$$

Hay: $\delta'' = \frac{e}{R \operatorname{arc} 1''} \sin p$

$$x'' = \frac{e}{R \operatorname{arc} 1''} \sin(p - \frac{C_1}{2}) \quad **$$

Kết hợp ** với * ta có:

$$\Delta C'' = 2 \frac{e}{R \operatorname{arc} 1''} \left[\sin p - \sin(p - \frac{C_1}{2}) \right]$$

Hay: $\Delta C'' = 2c'' \left[\sin p + \sin\left(\frac{C_1}{2} - p\right) \right]$

$$c'' = \frac{e}{R \cdot \operatorname{arc} 1''} \quad (10-10)$$

Sai số gây ra bởi tâm sai thường là lớn nhất trong các sai số chế tạo của sextant.

+ Các sai số dụng cụ của sextant được xác định trong phòng thí nghiệm trên một dụng cụ đặc biệt. Nó được ký hiệu là s và cùng với p'' và $2\epsilon''$ nó được ghi trong chứng chỉ của sextant.

Dựa vào s người ta phân sextant ra làm hai loại:

- Loại A có: $s < 40''$ (trong giới hạn nhỏ hơn $0'8$)
- loại B có: $40'' < s < 2'$

Khi $s > 2'$ thì sextant không dùng được.

Lưu ý: số hiệu chỉnh s có thể thay đổi theo thời gian. Nên hàng năm nếu có điều kiện nên đưa sextant đi xác định lại s .

II. Các sai số do vị trí của của gương và ống kính không đúng gây nên:

Trong khi chế tạo và đặc biệt là trong quá trình sử dụng các gương phẳng của 2 gương có thể sẽ không vuông góc với mặt phẳng vành chia độ, và trục ống kính có thể không song song với mặt phẳng vành chia độ đó. Những sự sai lệch đó gây nên trong số đo của sextant những sai số. Những sai số này ta có thể chỉnh lý được.

1. Sai số do trục ống kính không song song với vành chia độ

Khi trục ống kính không song song với mặt phẳng vành chia độ sẽ tạo nên một góc dốc và do đó gây nên một sai số được tính theo công thức:

$$\Delta C''_{ok} = 0.0175' (K')^2 \operatorname{tg} \frac{C}{2} \quad (10-11)$$

K' là góc dốc của ống kính tính bằng phút

C là số đo góc của sextant

$\Delta C''$ là sai số do K' gây ra.

Từ (10 -11) ta thấy rằng: $\Delta C''_{ok}$ luôn dương, do đó số đo của góc phải đo sẽ lớn hơn góc thực và $\Delta c''_{ok}$ phụ thuộc vào C. Khi $K' = 10'$ thì $\Delta C''_{ok} = 0'1 = 6''$

$$K' = 1'' \text{ thì } \Delta c''_{ok} = 0'95 \div 0'3 = 9'' \div 18''.$$

2. Sai số do gương lớn không vuông góc với mặt phẳng vành chia độ

Khi gương lớn không vuông góc với mặt phẳng vành chia độ thì sẽ gây ra 1 sai số $\Delta c''_e$ do các tia phản chiếu từ gương B không nằm trong mặt phẳng || với mặt phẳng vành chia độ dẫn tới, số đọc được trên sextant thực ra chỉ là hình chiếu của giá trị góc đo được.

$$\Delta C''_e = -0,035(e')^2 \frac{\sin(\alpha + \frac{c}{2}) \sin(\alpha - \frac{c}{2})}{\sin c} \quad (10 -12)$$

$\Delta C''_2$: sai số trong số đo tính bằng giây

e' là góc lệch khỏi vị trí vuông góc của gương lớn B (tính = phút)

α là góc giữa trục ống kính và mặt phẳng của gương nhỏ A ($\alpha = 70^\circ + 75''$)

C là góc đo của sextant

Qua công thức ta thấy: Khi C giảm thì $\Delta C''_e$ tăng và ngược lại

3. Sai số do gương nhỏ không vuông góc với mặt phẳng vành chia độ

Khi gương A không vuông góc với mặt phẳng vành chia độ sẽ gây nên sai số $\Delta C''_{nh}$ được tính theo công thức:

$$\Delta C''_{nh} = -0,035(m')^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot \cot g c \quad (10 -13)$$

m' là góc lệch khỏi vị trí vuông góc của gương tạo bởi giữa đường thẳng đứng gương nhỏ với mặt phẳng vành chia độ tính bằng phút.

C là góc phải đo; α như trong (10 - 12)

III. Chính lý Sextant

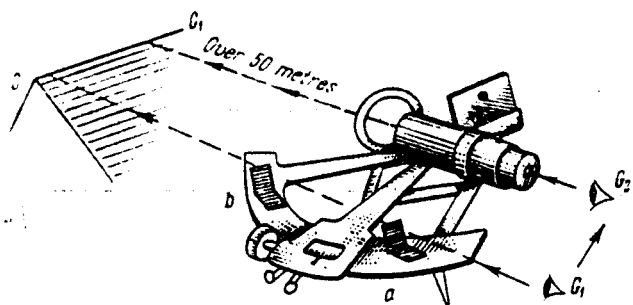
Trong cấu tạo của sextant đã có những dụng cụ cho phép ta có thể điều chỉnh được vị trí của gương và ống kính về vị trí đúng của nó. Các phương pháp chỉnh lý đó là:

1. Chính lý ống kính của sextant:

Tức là làm cho trục ống kính của sextant song song với mặt phẳng vành chia độ. Đặt sextant trên một mặt phẳng ổn định và để nó nằm ngang, trước đó lắp ống kính ngay vào sextant. Đồng thời chọn một mục tiêu có đường nằm ngang rõ nét cách xa trên 50 m. Sau đó lấy 2 di ốp đặt vào mép rìa của vành chia độ sao cho đường thẳng nối chúng song song với trục của ống kính. Chúng ta chọn mục tiêu hay chọn vị trí đặt sextant sao cho khi đặt mắt trên đường thẳng của 2 di ốp ta thấy 2 mép trên của di ốp và đường nằm ngang của mục tiêu cùng nằm trong một mặt phẳng. Sau đó đặt vào ống kính nếu thấy đường nằm ngang của mục tiêu nằm giữa tâm của ống kính từ trục ống kính đã song song với mặt phẳng vành chia độ. Nếu nó lệch khỏi vị trí đó thì ta dùng tước la vít đồng thời vừa nói vừa siết 2 ốc nhỏ trên thanh giá đỡ của ống kính (một ốc nối ra chũm nào thì thì ốc kia siết vào chũm ấy) để đưa đường nằm ngang về vị trí ở giữa của nó.

Trong khi tàu hành trình trên biển có thể tiến hành kiểm tra sự song song của trục ống kính bằng cách:

Sau khi đã chỉnh lý gương A và B, đặt hai sợi chỉ trong thị trường của ống kính song song với mặt phẳng vành chia độ. Tìm hai vì sao có ΔA khoảng $90''$ và làm chập ảnh chúng với nhau và với sợi chỉ dưới, sau đó nghiêng sextant đưa nó đến sợi chỉ trên, nếu chúng không tách ra thì trục ống kính đã ở vị trí đúng của nó.

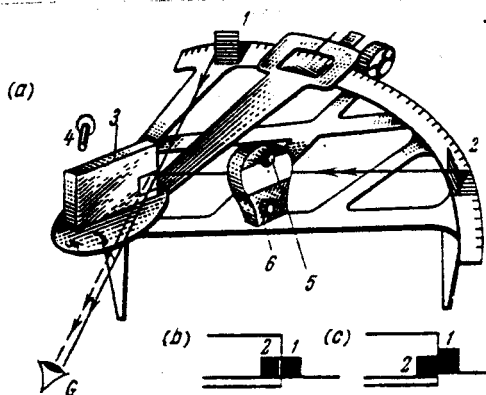


Hình 98.

2. Chỉnh lý gương lớn B:

Khi gương B bị lệch khỏi vị trí vuông góc với mặt phẳng vành chia độ 1 góc $l' > 5'$ và ở những số đo $> 5''$ thì ta phải tiến hành chỉnh lý.

Trước hết ta tháo ống kính ra, để sextant ở vị trí nằm ngang sao cho gương lớn hướng vào mắt người chỉnh lý. Đưa du xích về vị trí $30''$ trên vành chia độ, sau đó đặt 2 đi ốp tương ứng ở vị trí $0''$ và $130''$ của vành chia độ. Đặt mắt quan sát cách gương lớn $30 + 40\text{cm}$, nhìn vào gương dùng tay điều chỉnh xê dịch vị trí của đi ốp ở vị trí $130''$ sao cho nhìn thấy được nó ở góc phải của gương. Khi đó mép trên của đi ốp trong gương và đi ốp nhìn trực tiếp bên ngoài sẽ tạo thành 1 đường



Hình 99

liền nếu gương lớn đã vuông góc với vành chia độ. Còn nếu nó bị gập khúc thì gương lớn không vuông góc và ta phải điều chỉnh. Dùng khóa tra vào ổ ở sau gương rồi điều chỉnh siết vào hoặc nới ra để thay đổi vị trí của gương sao cho đường nối mép trên của 2 đi ốp liền nhau.

Dùng đi ốp có thể chỉnh lý gương lớn với độ chính xác đến $2 + 5'$ khi đó $\Delta C_c = 0''$.

Khi không có đi ốp hoặc để chỉnh lý nhanh ta có thể làm chập mép trong của vành chia độ ở gần vạch $0''$ với ảnh của nó ở phần vạch $130''$ trong gương, phương pháp chỉnh lý này được tiến hành trên tay.

3. Chỉnh lý gương nhỏ A

Sau khi chỉnh lý gương lớn B và chỉnh lý ống kính ta tiến hành chỉnh lý gương nhỏ A. Để chỉnh lý gương A ta chọn một mục tiêu ở xa và có đường nét rõ ràng, ban đêm ta chọn một ngôi sao không sáng lắm ở độ cao khoảng $15 + 20''$, ban ngày ta chọn $\odot$ hoặc một mục tiêu ở xa. Nhưng chỉnh lý gương A theo vì sao cho ta kết quả chính xác hơn.

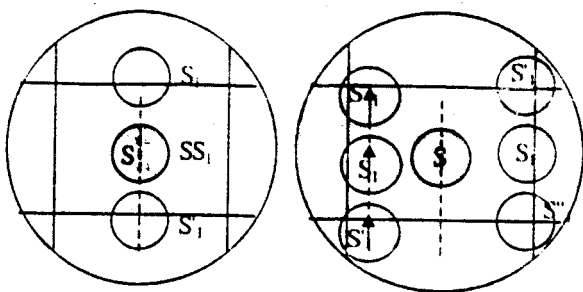
a. Chỉnh lý gương A bằng cách quan sát định tinh:

Hướng ống kính quan sát lên thiên thể, để sextant ở vị trí thẳng đứng và đặt du xích ở vị trí $0''$. Trong thị trường ống kính nếu ta thấy có 2 ảnh của sao thì ta dùng núm hình tròn điều chỉnh cho chúng tiến lại gần nhau, nếu chúng trùng nhau thì gương A đã vuông góc với vành chia độ. Còn

nếu chúng không trùng nhau mà lệch về hai phía (của ảnh thật) thì gương A không vuông góc với vành chia độ.

Khi đó ta dùng khoan tra vào vít trên (5) của gương A và điều chỉnh để hai ảnh về nằm trên cùng một đường thẳng đứng (nếu nó chập nhau thì càng tốt, nhưng thường thì rất ít khi vì trong sextant còn có sai số vạch chuẩn).

Như vậy là khi chỉnh lý gương A sẽ làm cho sai số vạch chuẩn i của sextant thay đổi, do đó sau khi chỉnh lý gương A xong, ta phải xác định lại i .



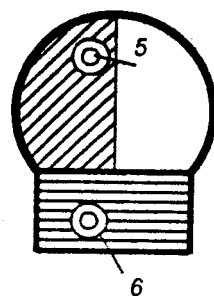
Hình 100

b. Chỉnh lý gương A bằng quan sát Mặt trời:

Cách tiến hành và nhận biết như chỉnh lý bằng sao, nhưng chú ý sử dụng kính màu hợp lý để bảo vệ mắt.

c. Chỉnh lý bằng đường chân trời (nói thêm)

Hướng ống kính sextant về phía đường chân trời rõ nhất, đặt du xích ở vị trí 0° trên vành chia độ, điều chỉnh núm hình trống cho 2 đường chân trời (trực tiếp và ảo) trùng nhau, rồi nghiêng sextant về hai phía vài chục độ, nếu đường chân trời vẫn trùng nhau thì vị trí của gương A đúng, còn nếu nó lệch nhau thì ta điều chỉnh núm như trên.



Hình 101

§44 XÁC ĐỊNH SAI SỐ VẠCH CHUẨN VÀ LÀM GIẢM NÓ

Ta biết là sai số vạch chuẩn xuất hiện do mặt phẳng các gương A và B không song song với nhau khi du xích đặt ở vạch 0 trên vành chia độ - đúng hơn là do gương nhỏ cố định A bị quay quanh trục đứng của nó. Sai số vạch chuẩn i phụ thuộc vào điều kiện quan sát: nhiệt độ, áp suất, sự va đập của các gương và khoảng cách tới mục tiêu nhìn thấy trực tiếp trong ống kính. Chúng ta cần thiết phải xác định sai số vạch chuẩn và làm giảm nó. Để xác định i người ta tiến hành theo nguyên tắc xác định giá trị trung bình của 3 hoặc 5 lần xác định. Có 3 phương pháp để xác định sai số vạch chuẩn i là:

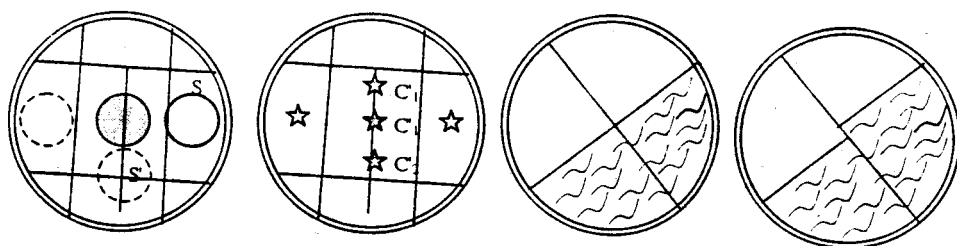
1. Xác định sai số vạch chuẩn i bằng đường chân trời nhìn thấy:

Được tiến hành theo các bước như sau:

1. Ta tiến hành kiểm tra xem sextant có sai số hay không: để du xích ở vị trí 0° và núm hình trống ứng với vị trí $0'$, điều chỉnh độ sáng của ống kính, sau đó hướng ống kính về phía chân trời rõ nhất (chú ý sextant phải cầm thật thẳng trong mặt phẳng thẳng đứng)

2. Trong thị trường của ống kính nếu ta thấy đường chân trời liền nhau thì $i = 0'$. Còn ngược lại nếu $i \neq 0'$ thì 2 nửa đường chân trời không liền nhau.

3. Điều chỉnh núm hình trống sao cho trong ống kính quan sát 2 nửa đường chân trời xích lại và liền nhau. Khi đó đọc giá trị của số đo trên vành chia độ và trên núm hình trống ta có 0_i . Theo công thức (10-6): $i = 0'' (360'') - 0_i$ ta tìm được i .



Hình 102

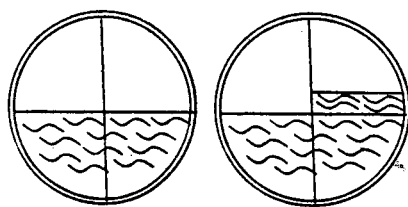
Lưu ý: Ta có thể đọc và xác định dấu của i một cách trực tiếp trên du xích theo qui tắc sau:

- Đọc giá trị độ lớn bình thường nếu du xích ở bên trái vạch 0° , trường hợp du xích ở bên phải vạch 0° (i dương) thì số phút khi đó sẽ lấy bằng $60' -$ số phút đọc được ứng với vạch chuẩn (Xem H-94.).

- Xác định dấu của i : nếu vạch du xích ở bên trái thì i âm, bên phải thì i dương.

Độ chính xác của phương pháp này phụ thuộc vào đường chân trời và trạng thái biển lúc quan sát. Nếu chân trời nhìn thấy trong gương có hình lượn sóng thì ta tăng độ cao người quan sát. Còn khi nhìn xa xấu thì ta chọn vị trí có độ cao quan sát nhỏ (e_m nhỏ).

Để tăng độ chính xác thì ta phải tiến hành các xác định i ít nhất là 5 lần sau đó lấy i_{tb} .



$i = 0$ $i \neq 0$

Hình 103

2. Xác định sai số i bằng một vì sao:

Áp dụng khi quan sát đêm. Chọn một ngôi sao không sáng lắm có độ cao khoảng 15° . Công tác chuẩn bị sextant như trên nhưng cho quan sát ban đêm. Tiến hành làm chụp ảnh của chúng ở tâm của thị trường ống kính ta đọc được số đo O_i , sau đó tính $i = 0^\circ (360^\circ) - O_i$.

Phương pháp này đòi hỏi phải khử sai số do gương không vuông góc với vành chia độ. Nếu không thì chúng ta không thể làm trùng ảnh được. Để dễ quan sát hơn thì ta có thể để cho gương nhỏ còn một độ không vuông góc rất nhỏ.

Xác định i theo vì sao độ chính xác kém và ít sử dụng.

3. Xác định i theo Mặt trời:

Đây là phương pháp chính xác nhất. Phương pháp tiến hành giống như xác định bằng sao và bằng đường chân trời. Nhưng ở đây các sai số dụng cụ cần phải được khử bỏ (các gương đã vuông góc với vành chia độ). Khi đó ta làm như sau:

1. Đặt du xích và núm hình trống ở vị trí không, hướng ống kính lên mặt trời - chú ý trước đây phải sử dụng các kính màu hợp lý để tránh hỏng mắt. Nếu có sai số vạch chuẩn thì 2 ảnh mặt trời sẽ nằm trên cùng một đường thẳng.

2. Quay núm hình trống đưa vị trí của ảnh ảo (ảnh hai lần phản chiếu) tiếp xúc với mép trên (hoặc dưới) với ảnh nhìn trực tiếp và đọc giá trị O_{i1} . Sau đó làm chụp ảnh ảo với mép dưới (hoặc trên) với ảnh nhìn trực tiếp và đọc giá trị O_{i2} .

3. Tính giá trị: $oi_{th} = \frac{oi_1 + oi_2}{2}$ và $i_{th} = 360'' (0^\circ) - oi_{th}$

Dấu của số hiệu chỉnh i lấy theo công thức.

Lưu ý: Khi tiếp xúc ảnh của Mặt trời cần quay núm hình tròn về một phía để làm điều đó cần thay đổi vị trí của du xích 1 cách thích hợp.

4. Kiểm tra độ chính xác của việc quan sát: Từ hình vẽ H.104 ta thấy: $oi_2 - oi_1 = 4R_0$ ta có thể biết được bằng cách lấy giá trị trung bình R_{th} 16'.0 hoặc lấy từ lịch thiên văn hàng hải.

Nếu: $(oi_2 - oi_1) - 4R_0 > 0'2$ thì ta phải tiến hành xác định lại i .

Ví dụ: Ngày 30 - 08 - 1978 xác định sai số vạch chuẩn bằng Mặt trời được giá trị:

$oi_1 = 359^\circ 24'5''$; $oi_2 = 27^\circ 9'$. Xác định i và kiểm tra kết quả.

Giải:
$$oi_{th} = \frac{359^\circ 24'5'' + 360^\circ 27'9''}{2} = 359^\circ 56'2''$$

$$i = 360'' - 359^\circ 56'2'' = +3'8''.$$

Kiểm tra: $360^\circ 27'9'' - 359^\circ 24'5'' = 63'4''.$

$$63'4'' - (4 \times 15'9'') = -0'2''.$$

Kết luận: Quan sát tương đối tốt.

4. Xác định bằng một mục tiêu hoặc theo môn nước của một tàu ở gần nào đó:

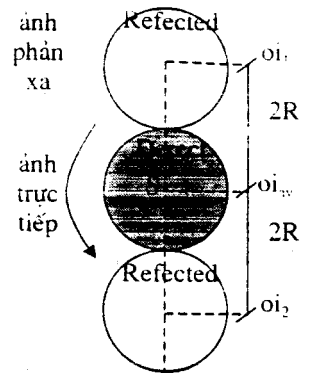
Khi khoảng cách tới mục tiêu < 1 hải lý thì số hiệu chỉnh i và Δ sẽ khác nhau, và khi đó nhất thiết ta phải xác định i theo mục tiêu nhìn trực tiếp (mục tiêu gần hơn 1 hải lý). Ta chọn 1 dấu hiệu rõ nào đó trên mục tiêu (nếu dấu hiệu đó thẳng đứng thì ta cầm ngang sextant). Làm chụp ảnh 2 lần phản xạ và ảnh nhìn thấy trực tiếp của dấu hiệu rõ nét đó trên mục tiêu và đọc oi sau đó ta tính i theo công thức chung:

$$i = 0'' (360'') - oi$$

Phương pháp này cho ta độ chính xác kém do đó nhất thiết phải xác định i từ 3 ÷ 5 lần và lấy i_{th} .

Chú ý: Nếu như sextant có nhiều người sử dụng thì sai số vạch chuẩn cần được xác định luôn trước mỗi lần quan sát. Còn nếu chỉ có một người sử dụng thì có thể xác định 2, 3 lần / 1 tuần.

Sai số vạch chuẩn có thể làm giảm hoặc thậm chí khử đến 0' bằng định ốc ở gương A. Ta xét điều đó dưới đây:



Hình 104

5. Phát hiện và làm giảm sai số vạch chuẩn:

Trong khi quan sát thiên văn giá trị của số hiệu chỉnh vạch chuẩn có thể đến $+20'$ hoặc $-10'$, về lý thuyết số mà nói thì nó không ảnh hưởng gì miễn là ta xác định đúng được nó. Song trong thực tế hàng hải để thuận tiện cho việc xác định, khi $i > 6'$ thì người ta tiến hành làm giảm nó.

a. Phát hiện i :

Khi đặt du xích ở vị trí 0 và hướng ống kính lên mục tiêu, nếu trong thị trường ống kính ta thấy ảnh thật và ảnh ảo tách rời nhau và cùng nằm trên một đường thẳng đứng thì:

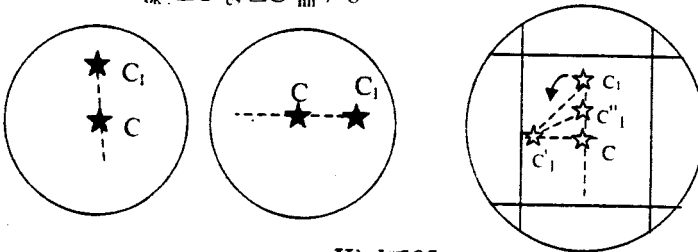
$$i \neq 0 \text{ và } \Delta C''_{ok} = \Delta C''_c = \Delta C''_{nh} = 0$$

Khi ảnh thật và ảnh ảo cùng nằm trên 1 mặt phẳng nằm ngang nhưng không trùng nhau thì:

$$i = 0; \Delta C''_{ok} = \Delta C''_c = \Delta C''_{nh} \neq 0$$

Nếu ảnh nằm ở vị trí bất kỳ như H.105 thì:

$$i \neq 0 \text{ và } \Delta C''_{ok}, \Delta C''_c, \Delta C''_{nh} \neq 0$$

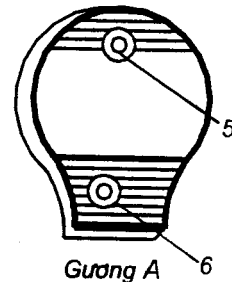


Hình 105

b. Phương pháp làm giảm i :

Làm giảm i được tiến hành bằng cách xoay gương nhỏ về vị trí song song với gương lớn. Muốn vậy sau khi chỉnh lý vị trí của hai gương A và B xong ta chọn một ngôi sao, hoặc $\odot$, hoặc một mục tiêu ở xa và đặt du xích ở vị trí $0^00'$ trên vành chia độ, hướng ống kính về phía mục tiêu.

Khi đó trong thị trường ta thấy ảnh của mục tiêu C và C_1 không trùng nhau, mà ở trên một đường thẳng đứng. Dùng khóa vận vít bên cạnh của gương nhỏ A (vít 6) đưa C_1 về vị trí C'_1 (theo phương nằm ngang với C). Tức là ta làm cho gương nhỏ A không còn vuông góc với mặt phẳng vành chia độ nữa, do đó mà sau khi làm giảm i ta phải chỉnh lý lại gương nhỏ A bằng vít 5 (ở phía trên) và sau đó xác định lại i lần cuối cùng để sử dụng.



Hình 106

Việc làm giảm i không nên tiến hành khử đến $0'$ vì những vòng quay thừa của vít điều chỉnh trên gương có thể làm long nó ra khỏi vị trí.

§ 45 CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO ĐỘ CAO THIÊN THỂ TRÊN BIỂN

Đo độ cao thiên thể bằng sextant có nghĩa là ta đo góc kẹp giữa thiên thể với mặt phẳng chân trời nhìn thấy của người quan sát. Độ cao đó được gọi là độ cao đo hay là độ cao quan sát. Để đo được góc kẹp đó ta phải đưa được ảnh của thiên thể xuống đường chân trời nhìn thấy (động tác sơ

bộ), và sau đó làm chập ảnh của nó với đường chân trời nhìn thấy trong ống kính (*động tác chủ yếu*). Sau đây ta sẽ lần lượt nghiên cứu từng động tác đó.

I. Kéo ảnh của thiên thể xuống đường chân trời (động tác sơ bộ):

Để đưa ảnh của thiên thể xuống đường chân trời nhìn thấy ta sử dụng 3 phương pháp sau đây:

1. Phương pháp kéo ảnh từ cao:

Đặt du xích và núm hình trống ở vị trí không, hướng ống kính đến thiên thể, lúc đó trong thị trường của ống kính sẽ xuất hiện hai ảnh: thật và ảo. Hạ dần ống kính xuống đường chân trời nhìn thấy, đồng thời dùng tay trái tăng dần du xích theo chiều tăng số đọc độ cao trên vành chia độ để ảnh ảo của thiên thể luôn nằm trong thị trường của ống kính. Động tác của chúng ta cứ tiếp tục như vậy đến khi đường chân trời xuất hiện trong ống kính và gần tiếp xúc với ảnh hai lần phản xạ của thiên thể thì ta chuyển sang động tác chủ yếu.

Phương pháp này dễ sử dụng vì nó vạn năng và đơn giản, thường hay áp dụng cho những ống kính có thị trường nhỏ và có độ phóng đại lớn, khi quan sát những ngôi sao không sáng lắm, hoặc những thiên thể mà ta chưa biết trước độ cao và phương vị.

2. Phương pháp đặt trước độ cao và phương vị gần đúng:

Nếu biết trước được phương vị gần đúng và độ cao gần đúng của thiên thể (bằng cách sử dụng quả cầu sao, đĩa tìm sao, hoặc bảng toán Không quân, hay ước lượng bằng mắt...), thì người ta đặt du xích sextant ở độ cao gần đúng đó và hướng ống kính theo phương vị la bàn về phía chân trời đã chọn, đồng thời tiến hành đảo sextant và thay đổi độ cao bằng núm hình trống để tìm ảnh của thiên thể, đưa nó lại gần với đường chân trời và kết thúc giai đoạn một.

Phương pháp này thường được áp dụng khi quan sát những ngôi sao có độ sáng tương đối lớn vào lúc hoàng hôn hoặc bình minh.

3. Phương pháp dò tìm:

Dùng chủ yếu là để đo độ cao $\odot$ và $\lrcorner$. Hướng ống kính đến điểm sáng ở chân trời nhìn thấy dưới mặt trời $\odot$ hoặc mặt trăng $\lrcorner$, giữ cho sextant nằm trong mặt phẳng đứng. Sau đó ta sẽ giữ sextant sao cho chân trời nhìn thấy luôn nằm trong thị trường ống kính, tăng dần du xích theo chiều tăng của độ cao đồng thời đảo nhẹ sextant quanh trục ống kính cho đến lúc nào nhìn thấy ảnh của thiên thể ($\odot$ hay $\lrcorner$) trong thị trường của ống kính gần tiếp xúc với đường chân trời.

II. Động tác chủ yếu (phương pháp làm trùng ảnh)

Khi thực hiện động tác chủ yếu làm chập ảnh của thiên thể với đường chân trời nhìn thấy, điều khó khăn đối với chúng ta là vị trí của sextant phải được đặt ở vị trí sao cho thật thẳng đứng, nếu không nó sẽ làm tăng thêm độ cao (độ cao đo > độ cao thực) của thiên thể. Trên hình vẽ 106, nếu gọi h là độ cao thật (độ cao đo được khi đặt sextant đúng) h' là độ cao đo được khi sextant không ở vị trí đúng của nó. Thì rõ ràng ta thấy $h' > h$. Khi đó ký hiệu: $\Delta h = h' - h$ được coi là sai số độ cao và được xác định như hiệu số của cạnh huyền và cạnh góc vuông của tam giác CS_1S . Giá trị của Δh được tính theo công thức:

$$\Delta h = \frac{j'^2}{4} \arcsin 2h'$$