

PHẦN 3 : THIÊN VĂN THỰC HÀNH TRONG HÀNG HẢI

CHƯƠNG 3 : XÁC ĐỊNH SỐ HIỆU CHÍNH LA BÀN TRÊN BIỂN BẰNG PHƯƠNG PHÁP THIÊN VĂN

♦ 56. CƠ SỞ LÝ THUYẾT XÁC ĐỊNH SỐ HIỆU CHÍNH LA BÀN BẰNG PHƯƠNG PHÁP THIÊN VĂN

Xác định số hiệu chỉnh la bàn trên biển là một trong những bài toán quan trọng trong hàng hải. Nếu không biết chính xác giá trị của ΔL ta không thể dự đoán đường đi của tàu với độ chính xác cần thiết, cũng như không thể tiến hành các quan trắc hàng hải một cách chính xác. Mặt khác, trong thời gian hành trình, do nhiều nguyên nhân khác nhau mà độ lớn của số hiệu chỉnh la bàn con quay và đặc biệt là la bàn từ bị thay đổi. Vì vậy, khi tàu hành trình phải tận dụng mọi cơ hội có được để xác định một cách có hệ thống giá trị đúng đắn của ΔL . Ngoài đại dương ta chỉ có thể làm được điều này bằng cách quan trắc các thiên thể, tức là bằng phương pháp Thiên văn. Ngay cả khi tàu hành trình ven bờ, nếu như không thể sử dụng các chấp tiêu nhân tạo thì ta cũng có thể tiến hành xác định ΔL bằng phương pháp Thiên văn.

1. NGUYÊN LÝ :

Ta đã biết rằng số hiệu chỉnh la bàn ΔL được xác định như là hiệu số giữa phương vị thật và phương vị la bàn của một mục tiêu nào đó :

$$\Delta L = PT - PL$$

Trong địa văn hàng hải PT của chấp tiêu bờ được lấy từ hải đồ hay các tài liệu hàng hải còn PL của chấp tiêu đó được đo bằng biểu xích la bàn vào thời điểm tàu chạy cất chấp.

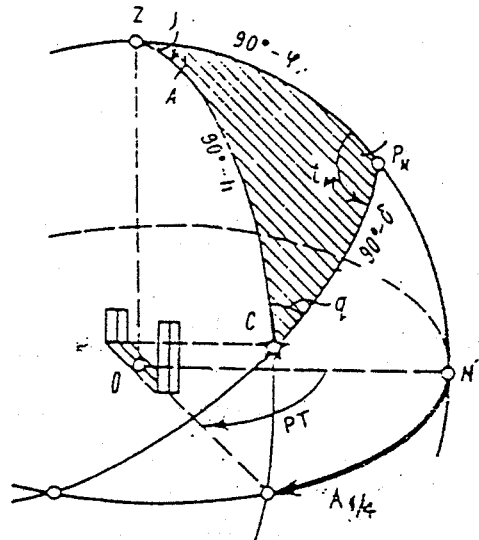
Trong Thiên văn hàng hải, PL của một thiên thể nào đó cũng được quan trắc bằng la bàn, nhưng PT của nó thì phải do người sĩ quan hàng hải tự tính toán lấy. Phương vị thật của thiên thể cũng chính là phương vị Azimuth trong cách tính nguyên vòng.

Để tính phương vị thật người ta giải tam giác thị sai của thiên thể. Khi đó người ta tính phương vị theo các yếu tố của tam giác thị sai mà ta nhận được vào thời điểm quan trắc PL.

Trong thực hành ta có thể sử dụng 2 phương pháp quan trắc, đó là : phương pháp thời điểm và phương pháp độ cao.

- Ở phương pháp thời điểm đồng thời với lúc đo PL của thiên thể ta ghi lại giờ GMT một cách chính xác.
- Ở phương pháp độ cao thì đồng thời với lúc ngắm PL, ta đo độ cao của thiên thể bằng Sextant

Những thông số đó : giờ GMT hoặc độ cao h , sẽ được sử dụng để tính PT như sau :



2. PHƯƠNG PHÁP THỜI ĐIỂM:

Nếu vào lúc quan sát PL của thiên thể C ta ghi lại chính xác GMT thì trong tam giác thị sai $P_N ZC$ ta sẽ có các yếu tố sau đây là đã biết (xem hình vẽ trên) :

- Cạnh $90^\circ - \varphi_c$, trong đó φ_c là vĩ độ vị trí dự đoán được lấy từ hải đồ theo giờ tàu T_1 và số chỉ tốc độ kế.
- Cạnh $90^\circ - \delta$, trong đó δ là xích vĩ của thiên thể được tính từ lịch Thiên văn theo giờ GMT lúc quan trắc.
- Góc $t_L = t_G \pm \lambda_E^W$, trong đó t_G được tính từ lịch Thiên văn theo giờ GMT lúc quan trắc, còn λ là kinh độ vị trí dự đoán và được lấy từ hải đồ như là φ_c .

Theo 3 đối số đã biết ở trên ta có thể tính toán được phương vị Azimuth của thiên thể theo định lý Cotg :

$$\text{Cotg } A \sin t_L = \text{Cotg } (90^\circ - \delta) \sin (90^\circ - \varphi_c) - \cos t_L \cos (90^\circ - \varphi_c)$$

Hay :

$$\text{Cotg } A \sin t_L = \text{Tg } \delta \cos \varphi_c - \cos t_L \sin \varphi_c$$

Giải phương trình trên ta sẽ tính được A hay là PT. Để giải phương trình này ta có thể sử dụng các bảng toán như : HO - 214, ABC ... hay tính toán trực tiếp bằng máy tính kỹ thuật.

3. PHƯƠNG PHÁP ĐỘ CAO :

Nếu khi đo PL của thiên thể ta đồng thời đo cả độ cao của nó thì ta cũng có thể tính được phương vị theo 3 cạnh đã biết của tam giác thị sai $P_N ZC$. Áp dụng công thức Cosin của cạnh ta có :

$$\cos (90^\circ - \delta) = \cos (90^\circ - \varphi_c) \cos (90^\circ - h) + \sin (90^\circ - \varphi_c) \sin (90^\circ - h) \cos A$$

Đơn giản hóa công thức ta có :

$$\cos A = \sin \delta \sec \varphi_c \sec h - \operatorname{tg} \varphi_c \operatorname{tg} h$$

Ta cũng có thể dùng các bảng toán hay máy tính để giải phương trình này rồi tìm ra A như ở phương pháp thời điểm.

4. NHẬN XÉT :

Do việc ghi lại giờ GMT theo thời kế đơn giản hơn là đo độ cao của thiên thể nên trong thực tế người ta hay áp dụng phương pháp thời điểm hơn là phương pháp độ cao.

♦ 57. ẢNH HƯỞNG CỦA VỊ TRÍ DỰ ĐOÁN ĐẾN PHƯƠNG VỊ TÍNH TOÁN CỦA THIÊN THỂ - ĐIỀU KIỆN THUẬN LỢI NHẤT ĐỂ QUAN SÁT THIÊN THỂ.

Trong phương vị thật của thiên thể được tính toán bằng các phương pháp ở ♦ 56 có thể có sai số do những sai số trong φ_c , λ_c , δ , t_L hay h gây nên, cũng như do việc tính toán không chính xác (làm tròn số, nội suy các bảng tính ...). Mặt khác, trong PL mà ta đo được từ la bàn cũng có những sai số đo đạc.

Tất cả những lý do trên dẫn đến số hiệu chỉnh la bàn $\Delta L = PT - PL$ cũng sẽ có sai số.

Sau đây chúng ta sẽ tìm hiểu sự ảnh hưởng của vị trí dự đoán lên phương vị tính toán và những điều kiện quan sát để ảnh hưởng đó là nhỏ nhất.

1. Ảnh hưởng của vĩ độ dự đoán φ_c :

Ta sẽ xác định quan hệ giữa gia số phương vị ΔA với gia số vĩ độ $\Delta \varphi$ để tìm ảnh hưởng của sai số vĩ độ dự đoán lên phương vị tính toán. Ta tiến hành như sau:

Từ công thức: $\text{Cotg} A = \text{tg} \delta \text{cosec} t_L \cos \varphi_c - \sin \varphi_c \text{cotg} t_L$

Lấy vi phân hai vế: $-\frac{1}{\sin A} dA = -\text{tg} \delta \text{cosec} t_L \sin \varphi_c d\varphi - \text{cotg} t_L \cos \varphi_c d\varphi$

Chuyển từ vi phân thành số gia, đơn giản hóa công thức ta có:

$$\begin{aligned} \Delta A &= \sin^2 A \left[\frac{\sin \varphi_c \sin \delta}{\sin t_L \cos \delta} + \frac{\cos \varphi_c \cos t_L}{\sin t_L} \right] \Delta \varphi \\ &= \frac{\sin^2 A \sinh}{\sin t_L \cos \delta} \Delta \varphi \\ &= \frac{\cos \delta \sin A \sinh}{\cosh \cos \delta} \Delta \varphi \end{aligned}$$

$$\boxed{\Delta A = \text{tgh} \sin A \Delta \varphi}$$

* **Nhận xét:** Từ công thức trên ta nhận thấy:

- Khi $h = 0^\circ$ hay khi $A = 0^\circ (180^\circ)$ thì sai số trong phương vị bằng 0, cho dù $\Delta \varphi$ bằng bao nhiêu đi nữa. Còn trong những trường hợp khác thì $\Delta A \neq 0$.
- Trong thực tế, sai số trong vĩ độ dự đoán thường nhỏ hơn 20 hải lý, tức là $\Delta \varphi \leq 0^\circ 3$. Ta lại thừa nhận $\sin A_{\text{MAX}} = 1$, thì sai số trong phương vị tính được ΔA chỉ còn phụ thuộc vào độ cao h của thiên thể:

- Nếu $h \leq 18^\circ$ thì $\Delta A \leq 0^\circ 1$

- Nếu $h \leq 35^\circ$ thì $\Delta A \leq 0^\circ 2$

Đây là những sai số cho phép đối với phương vị trong hàng hải.

* **Kết luận:** Ở những điều kiện thông thường trong hàng hải, nếu chọn các thiên thể ở độ cao thấp hơn 35° để quan trắc thì sai số trong vĩ độ dự đoán gần như không ảnh hưởng đến phương vị tính toán.

2. Ảnh hưởng của kinh độ dự đoán λ_C :

Khi khảo sát sự biến thiên của các tọa độ chân trời trong chuyển động ngày đêm của Thiên cầu, chúng ta đã có những công thức :

$$\Delta A = -\cos\delta \cos q \operatorname{sech} \Delta t \quad (*)$$

$$\Delta A = -(\sin\varphi - \cos\varphi \cos A \operatorname{tgh}) \Delta t \quad (**)$$

Coi Δt như là sai số trong góc giờ địa phương t_L . Mà $t_L = t_G \pm \lambda \frac{E}{W}$ thì ta có thể suy luận rằng :

- Sai số đó có thể do sai số trong t_G , tức là sai số trong khâu thời gian gây nên.
- Sai số đó có thể do sai số trong kinh độ dự đoán gây nên.

Gia sử rằng khâu thời gian là hoàn toàn không có sai số, vậy thì ta có thể coi sai số trong góc giờ chỉ do những sai số trong kinh độ dự đoán, nghĩa là : $\Delta t = \pm \Delta \lambda$. Do đó những công thức (*) & (**) sẽ có dạng :

$$\Delta A = \pm \cos\delta \cos q \operatorname{sech} \Delta \lambda$$

$$\Delta A = \pm (\sin\varphi - \cos\varphi \cos A \operatorname{tgh}) \Delta \lambda$$

Xét 2 công thức trên ta thấy :

- Khi $\delta = 90^\circ$ thì $\Delta A = 0$: Trong thực tế, sao Bắc đẩu (Polaris) có $\delta \approx 90^\circ$ nên rất thích hợp cho việc xác định ΔL .
- Khi $q = 90^\circ$ thì $\Delta A = 0$: Những thiên thể ở vị trí ly giác tối đa cũng thuận lợi cho việc xác định ΔL .
- Từ lúc thiên thể mọc (hay lặn) tức là $h = 0^\circ$, đến lúc thiên thể đi qua vòng thẳng đứng gốc, tức là $A = 90^\circ$ (hay 270°) thì sai số ΔA sẽ cực tiểu và rất nhỏ. Ở những điều kiện thông thường của hàng hải, sai số trong cự ly Đông - Tây không vượt quá 20 hải lý, tức là đối với những vĩ độ trung bình và vĩ độ nhỏ thì $\Delta \lambda \leq 0^\circ 3$. Nếu ta công nhận những giá trị trung bình của δ và q , lại giả thiết $h \leq 20^\circ$ thì sau khi thay tất cả vào công thức ta sẽ tính được $\Delta A \leq 0^\circ 2$, đây là sai số cho phép trong hàng hải.

Tuy nhiên, ở những vĩ độ cao, để đạt độ chính xác $\Delta A \leq 0^\circ 2$ thì cự ly Đông - Tây không được sai quá 3 - 5 hải lý.

3. Điều kiện thuận lợi nhất để quan sát thiên thể :

Tổng hợp tất cả các phân tích trên ta rút ra kết luận như sau :

- Những sai số trong vĩ độ và kinh độ dự đoán sẽ ít gây ảnh hưởng nhất nếu ta lựa chọn thiên thể để quan sát có độ cao nhỏ, trong khoảng thời gian giữa lúc thiên thể mọc (lặn) và đi qua vòng thẳng đứng gốc. Đó là những điều kiện thuận lợi nhất để xác định ΔL .
- Ở những điều kiện thông thường của hàng hải, nếu giả định rằng sai số trong φ_C và λ_C không quá $0^\circ 3$ và chọn những thiên thể có độ cao thấp hơn 35° thì có thể coi A_Z mà ta tính toán được chính là PT của thiên thể.
- Ở những vĩ độ Bắc nhỏ (dưới 35°) một trong những mục tiêu tốt nhất để xác định ΔL là sao Polaris.

♦ 58. ĐO PHƯƠNG VỊ TỚI THIÊN THỂ - ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA MỘT PHƯƠNG VỊ ĐO

Trong phương vị la bàn của thiên thể mà ta đo được có chứa 2 loại sai số là : sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên của quan trắc

1. Sai số hệ thống :

Những nguyên nhân cơ bản gây nên sai số hệ thống trong kết quả quan trắc là :

- Sự tồn tại sai số dụng cụ trong biểu xích la bàn. Cụ thể là : những sai sót lệch lạc trong lắp kính - vị trí của các tiêu ngắm không chính xác - độ lệch tâm của biểu xích ... Sai số dụng cụ của biểu xích có thể đạt đến $2^{\circ} - 3^{\circ}$
- Sai số đáng kể trong PL còn do sự nghiêng lệch của biểu xích so với phương dây dọi làm cho mặt phẳng ngắm của nó không trùng với vòng thẳng đứng của thiên thể
- Với một số loại biểu xích , người ta bố trí các gương phản xạ để có thể ngắm các thiên thể cao. Những gương phản xạ này cũng có thể gây sai số hệ thống

Để làm giảm sai số hệ thống trong PL ta cần thực hiện những điều sau :

- Chính lý, bảo dưỡng định kỳ biểu xích
- Vào thời điểm đo PL của thiên thể cần phải giữ một cách chính xác mặt phẳng ngắm của biểu xích thật thẳng đứng. Để làm điều đó phải giữ cho chậu la bàn không nghiêng sang phải hay sang trái, nếu có thước ngắm bằng bọt khí thì dễ dàng làm thẳng bằng chậu la bàn nhờ bọt khí.
- Chọn những thiên thể có độ cao không lớn sao cho có thể ngắm trực tiếp nó qua các tiêu ngắm của biểu xích mà không cần đến gương phản xạ. Yêu cầu này phù hợp với yêu cầu về độ cao thiên thể làm giảm sai số do tọa độ dự đoán gây nên trong phương vị tính toán.

2. Sai số ngẫu nhiên :

Những nguyên nhân gây nên sai số ngẫu nhiên trong PL là :

- Người quan sát không làm trùng chính xác tiêu ngắm của biểu xích với thiên thể.
- Những sai số khi đọc giá trị PL trên vành chia độ của la bàn.
- Những sai số do việc đọc giá trị PL không đồng thời với lúc làm chấp tiêu ngắm với thiên thể.
- Các sai số của bản thân la bàn vào lúc đo phương vị .

Các phương pháp làm giảm sai số ngẫu nhiên :

- Cố gắng đặt trùng tiêu ngắm của biểu xích với thiên thể (hay tâm thiên thể như Mặt trời, Mặt trăng) càng chính xác càng tốt.
- Các số đọc trên mặt la bàn phải được đọc cùng lúc với động tác làm trùng tiêu ngắm với thiên thể.
- Phải tiến hành đo từ 3 - 5 lần phương vị, sau đó lấy trung bình cộng.

-----oOo-----

♦ 59. XÁC ĐỊNH SỐ HIỆU CHÍNH LA BÀN TRONG TRƯỜNG HỢP CHUNG (PHƯƠNG PHÁP THỜI ĐIỂM)

Để xác định ΔL bằng phương pháp này ta có thể sử dụng bất kỳ thiên thể nào mà không quan tâm đến xích vĩ của nó. Các quan trắc có thể tiến hành vào cả ban ngày hay ban đêm, ở bất kỳ vĩ độ nào. Vì vậy ta có thể coi đây là phương pháp toàn diện nhất.

Tuynhiên, để giảm ảnh hưởng của các sai số trong tọa độ dự đoán, cũng như để tăng độ chính xác quan trắc, ta nên lựa chọn các thiên thể có độ cao không quá $15^\circ - 20^\circ$.

Việc lựa chọn các thiên thể thích hợp có thể tiến hành trực tiếp trên bầu trời hoặc bằng các dụng cụ tìm sao. Đối với Mặt trời nên quan sát vào buổi sáng hay buổi chiều, khi mà độ cao của nó còn nhỏ.

Quá trình tiến hành bài toán như sau :

1. Chuẩn bị quan trắc :

Ta tiến hành lựa chọn thiên thể để quan trắc theo các điều kiện thuận lợi nhất và chuẩn bị các dụng cụ, tài liệu cần thiết như : đồng hồ bấm giây, máy tính, lịch Thiên văn, các bảng toán ...

2. Quan trắc :

- Nhanh chóng đo từ 3 - 5 phương vị la bàn PL của thiên thể, đồng thời ghi lại giờ thời kế với độ chính xác đến 0, 5 giây (nếu làm một mình thì phải dùng thêm đồng hồ bấm giây).
- Ghi lại giờ tàu, số chỉ tốc độ kế và hướng đi la bàn của tàu HL.

3. Tính toán :

- Theo giờ tàu và số chỉ tốc độ kế (hoặc vận tốc tàu) lấy trên hải đồ tọa độ vị trí dự đoán (φ_C, λ_C) hoặc có thể lấy ngay vị trí tàu theo tọa độ trên GPS tại thời điểm quan trắc.
- Tính giá trị trung bình cộng của loạt phương vị la bàn PL mà ta đã đo và ghi lại được PL_{TB} . Đồng thời ta cũng tính giá trị trung bình cộng của những giờ thời kế của các PL, ta được T_{TK} trung bình.
- Theo giờ tàu và số thứ tự múi giờ tính GMT gần đúng và ngày trên kinh tuyến Greenwich.
- Dùng lịch Thiên văn tính góc giờ địa phương t_L và xích vĩ δ của thiên thể với đối số là ngày, tháng, năm, tên thiên thể và GMT chính xác.
- Giải công thức sau : $\text{Cotg } A = \text{Cos } \varphi_C \text{ tg } \delta \text{ cosec } t_L - \text{sin } \varphi_C \text{ cotg } t_L$
với các giá trị φ_C, δ, t_L đã biết.

Để giải công thức trên, nhằm tính toán phương vị thật của thiên thể, ta có thể sử dụng : bảng logarit của các hàm số lượng giác (MT - 53, 63, 75 ...), các bảng tính số : HO 214 ... hay máy tính.

- Chuyển phương vị tính toán được sang nguyên vòng nếu cần thiết.

- o Tính ΔL theo công thức : $\Delta L = A - PL_{TB}$
Ta sẽ có ΔL trên hướng HL mà tàu đang hành trình.

—oOo—

♦ 60. XÁC ĐỊNH SỐ HIỆU CHÍNH LA BÀN TRONG CÁC TRƯỜNG HỢP ĐẶC BIỆT

1. Xác định ΔL bằng phương vị Mặt trời mọc (lặn) thật :

Sự mọc, lặn thật của Mặt trời, hay còn gọi là mọc, lặn lý thuyết, xảy ra khi tâm của đĩa Mặt trời nằm trên mặt phẳng chân trời thật, tức là khi độ cao thật của tâm Mặt trời bằng 0° .

Tuy nhiên, do người quan sát bao giờ cũng có độ cao tâm mắt nào đó, hơn nữa vì chịu ảnh hưởng của khúc xạ khí quyển nên độ cao nhìn thấy của mép dưới Mặt trời khi Mặt trời mọc, lặn thật nằm trong khoảng trên, dưới 20 phút.

Để tìm được độ cao quan trắc tại thời điểm mọc, lặn thật, ta áp dụng các số hiệu chỉnh độ cao theo trình tự ngược lại.

Giả sử người quan sát ở độ cao 12 m thì :

Độ cao thật h $0^\circ 00.0$

Thị sai p $- 0.15$

Bán kính trung bình R $- 16.00$

Khúc xạ thiên văn ρ $+ 34.00$

Độ nghiêng chân trời d $+ 6.1$

Độ cao quan trắc h_{qt} $+ 23.95 \approx 24.0$

Kết quả $h_{qt} \approx 24.0$ đã chứng minh rằng vào thời điểm Mặt trời mọc, lặn thật ta sẽ nhìn thấy nó ở trên chân trời nhìn thấy với độ cao khoảng $24'$ (độ cao này thay đổi theo độ cao mắt người quan sát)

Ta đã biết bán kính trung bình của Mặt trời khoảng $16'$ và dựa vào độ cao của Mặt trời trên đường chân trời nhìn thấy vào thời điểm Mặt trời mọc, lặn thật (bằng cách tính ngược như ví dụ ở trên) ta có thể ước lượng được thời điểm đo phương vị Mặt trời PL.

Giải tam giác thị sai của Mặt trời lúc mọc, lặn thật, lúc này $h = 0^\circ$ nên việc tính toán trở nên đơn giản hơn :

$$\cos A = \sin \delta^\circ \sec \varphi_c$$

Trong đó : δ° được tra trong lịch Thiên văn với đối số là thời điểm quan trắc.

φ_c - vĩ độ dự đoán .

Để giải công thức trên tìm ra A ta có thể dùng các bảng toán hàng hải hay máy tính kỹ thuật để tính toán.

$\alpha^h \text{ của } \delta \text{ và } \varphi_c \text{ } \Rightarrow \text{ } \cos \varphi_c = \sin \delta \text{ } \Rightarrow \varphi_c = 60^\circ$

* **Nhận xét :** Phương pháp này đơn giản, tính toán nhanh, nhưng có hạn chế là ta khó ước lượng thật chính xác thời điểm mọc, lặn thật của Mặt trời để đo phương vị PL

2. Xác định ΔL bằng phương vị Mặt trời mọc (lặn) nhìn thấy :

Hiện tượng mọc, lặn nhìn thấy của Mặt trời xảy ra khi mép trên của đĩa Mặt trời tiếp xúc với đường chân trời biểu kiến của người quan sát. Khi đó độ cao biểu kiến của mép trên Mặt trời bằng 0° nhưng tâm của đĩa Mặt trời sẽ ở thấp hơn chân trời thật một lượng nào đó, tức là nó có độ cao âm. Ta sẽ tìm giá trị của độ cao âm đó.

Giả sử độ cao mắt người quan sát vẫn là 12 m, hiệu chỉnh bằng các số hiệu chỉnh thông thường như sau :

Độ cao quan trắc	h_q	$0^\circ 00.0$
Thị sai	p	$+ 0.1$
Bán kính trung bình	R	$- 16.00$
Khúc xạ thiên văn	ρ	$- 35.4$
Độ nghiêng chân trời	d	$- 6.1$

Độ cao thật $h_o = - 57.4$

Biết được giá trị của độ cao thật, như vậy ta có thể dùng phương pháp độ cao để tính trước phương vị của Mặt trời vào thời điểm mọc, lặn nhìn thấy của nó bằng công thức sau :

$$\cos A = \sin \delta \sec \varphi_c \sec h_o - \operatorname{tg} \varphi_c \operatorname{tg} h_o$$

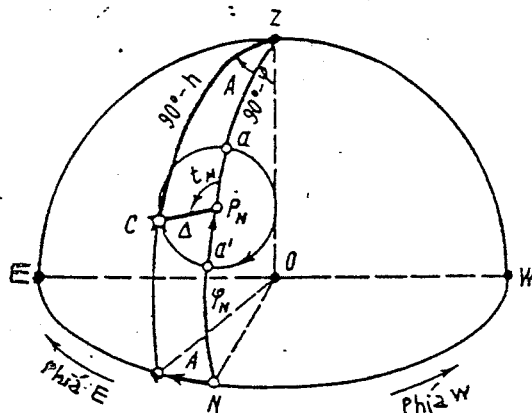
Để giải công thức trên ta có thể dùng các bảng toán MT - 53, 63, 75 (bảng số 20 a - 20b). Đối số vào bảng là vĩ độ dự đoán và xích vĩ Mặt trời. Phương vị tìm được là phương vị bán vòng.

* **Nhận xét :** Phương pháp này khá đơn giản nhưng ta phải coi đó là một phương pháp gần đúng vì chỉ đo được một phương vị duy nhất của Mặt trời, do đó không làm giảm được ảnh hưởng của sai số ngẫu nhiên, ngoài ra còn có các sai số khác do không xác định đúng giá trị của khúc xạ thiên văn.

3. Xác định số hiệu chỉnh la bàn bằng quan trắc sao Polaris :

Khi hành trình ở những vĩ độ Bắc nhỏ (thường là $\leq 35^\circ N$) thì sao Polaris là một mục tiêu rất thuận tiện cho việc xác định số hiệu chỉnh la bàn.

Vì cực cự $\Delta = 90^\circ - \delta$ của sao Polaris hiện nay gần bằng $0^\circ 8'$ nên trong chuyển động ngày đêm nó vạch nên một vòng tròn có bán kính cầu rất nhỏ quanh thiên cực P_N . Vì vậy mà độ cao của sao Polaris ở thời điểm bất kỳ nào cũng gần bằng độ cao của thiên cực, tức là gần bằng vĩ độ của người quan sát.



Các phương vị của sao Polaris thay đổi không đáng kể và nằm trong giới hạn từ 0° lúc qua kinh tuyến và $1^\circ 2'$ NE hay NW lúc ở vị trí ly giác tối đa, đối với những vĩ độ Bắc nhỏ hơn 35° .

Áp dụng công thức Sin để giải tam giác thì sai $P_N Z C$ ta có :

$$\frac{\sin A}{\sin \Delta} = \frac{\sin t_L}{\sin (90^\circ - h)}$$

$$\sin A = \sin \Delta \sin t_L \sec h$$

Do góc A và Δ của sao Polaris khá nhỏ nên ta có thể viết lại công thức như sau :

$$A^\circ \text{ arc } 1^\circ = \Delta^\circ \text{ arc } 1^\circ \sin t_L \sec h$$

hay : $A^\circ = \Delta^\circ \sin t_L \sec h$

Ta có thể coi độ cao h của sao Polaris gần bằng vĩ độ ϕ của người quan sát vì sự khác biệt không quá $0^\circ 8'$. Mặt khác ta biết rằng :

$$t_L = S_L - \alpha$$

hay : $t_L = t_L' + \tau^*$

Thay những đại lượng này vào công thức trên ta được :

$$A^\circ = \Delta^\circ \sec \phi \sin (t_L' + \tau^*)$$

Trong lịch Thiên văn hàng hải của Anh, ở phần cuối lịch có 3 trang tên là "Polaris (Pole star) Tables " dùng để tính vĩ độ người quan sát và tính ΔL bằng cách quan trắc sao Polaris. Trong các bảng này gồm có 4 phần, trong đó phần cuối dùng để tính phương vị của sao Polaris. Đối số vào bảng là vĩ độ người quan sát ϕ_c và góc giờ địa phương của điểm Xuân phân t_L' , ta sẽ tra được phương vị theo cách tính nguyên vòng của sao Polaris. Việc nội suy theo vĩ độ, nếu cần thiết, được tính trực tiếp trong bảng.

* **Nhận xét :** Đây là một phương pháp khá đơn giản, tra bảng nhanh nên thường được áp dụng trong hàng hải.