

## CHƯƠNG 18 : XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ TÀU BẰNG QUAN SÁT KHÔNG ĐỒNG THỜI MẶT TRỜI

❖ 77. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC SAI SỐ ĐIỀU KIỆN QUAN SÁT THUẬN LỢI NHẤT CỦA VIỆC XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ TÀU BẰNG MẶT TRỜI.

### 1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT :

Trong Thiên văn hàng hải, ban ngày ta chỉ có một mục tiêu là Mặt trời để xác định vị trí tàu, do đó ta phải áp dụng phương pháp không đồng thời để xác định vị trí tàu.

#### A. NGUYÊN LÝ :

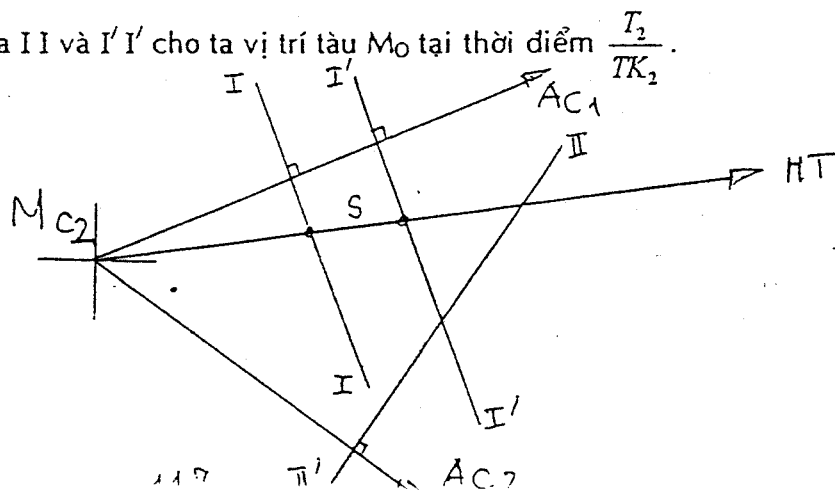
- Tại thời điểm  $\frac{T_1}{TK_1}$  tàu ở vị trí dự đoán  $M_{C1}$ , hướng tàu chạy HT, tốc độ tàu V. Đo độ cao Mặt trời và hiệu chỉnh các sai số ta được độ cao quan trắc  $h_{O1}$ .
- Tại thời điểm  $\frac{T_2}{TK_2}$  tàu ở vị trí dự đoán  $M_{C2}$ , hướng tàu chạy HT, Tốc độ tàu V. Đo độ cao Mặt trời lần 2 và hiệu chỉnh các sai số ta được độ cao quan trắc  $h_{O2}$ .
- Từ các thời điểm quan trắc và tọa độ các vị trí dự đoán, tra Lịch Thiên văn và các bảng toán ta tính được các độ cao tính toán  $h_{C1}$  và  $h_{C2}$ , phương vị  $A_{C1}$  và  $A_{C2}$ .
- Tính các khoảng dịch chuyển  $n_1$  và  $n_2$

$$n_1 = h_{O1} - h_{C1}$$

$$n_2 = h_{O2} - h_{C2}$$

#### B. THAO TÁC :

- Tại  $M_{C1}$  dựng hướng tàu chạy HT và  $A_{C1}$ . Trên  $A_{C1}$  đặt  $n_1$ , kẻ đường cao vị trí I I vuông góc với  $A_{C1}$ .
- Tại  $M_{C2}$ , dựng  $A_{C2}$  và đường cao vị trí II II.
- Tịnh tiến đường vị trí I I trên HT một đoạn  $S = K_{TK} H_{TK}$  được đường cao vị trí mới là I' I'.
- Giao điểm của I I và I' I' cho ta vị trí tàu  $M_0$  tại thời điểm  $\frac{T_2}{TK_2}$ .



## 2. ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC SAI SỐ TỚI VỊ TRÍ XÁC ĐỊNH :

Khi xác định vị trí tàu bằng 2 đường cao vị trí không đồng thời, việc xác định các sai số khá phức tạp vì những đường cao vị trí nhận được có những sai số không giống nhau. Cụ thể là : đường cao vị trí thứ nhất ngoài sai số ngẫu nhiên và sai số hệ thống của việc quan sát và tính toán như đường cao vị trí thứ 2, còn mắc thêm sai số do sự di chuyển theo hướng đi đại lượng của đoạn đường đi giữa hai lần quan trắc là  $\Delta Z$ .

Từ phương trình đường cao vị trí :

$$\Delta\varphi \cos A_1 + \Delta\lambda \sin A_1 \cos\varphi = \Delta h_1$$

Khi có ảnh hưởng của sai số, phương trình trở thành :

$$\Delta\varphi \cos A_1 + \Delta\lambda \sin A_1 \cos\varphi = \Delta h_1 + \Delta + \varepsilon_n$$

Khi đưa phương trình này về  $I'I'$  ta có :

$$\Delta\varphi \cos A_1 + \Delta\lambda \sin A_1 \cos\varphi = \Delta h_1 + \Delta + \varepsilon_n + \Delta h_z$$

Trong đó :

$\Delta$  - Sai số hệ thống.

$\varepsilon_n$  - Sai số ngẫu nhiên.

$\Delta h_z$  - Khoảng cách giữa  $II$  và  $I'I'$  trên  $Ac_1$ .

Trong thực tế :

$$\Delta h_z = S_{TK} \cos (Ac_1 - HT)$$

$\Delta h_z$  mang trong bản thân nó một sai số đáng kể do độ dạt gió, dạt nước, sai số trong  $\Delta L$ , sai số trong số hiệu chỉnh tốc độ kế, tổng hợp các sai số đó là  $\Delta Z$  được tính theo công thức sau :

$$\Delta Z = \Delta S \cdot \cos (A - HT) + \Delta HT \cdot S \cdot \sin (A - HT)$$

Do ảnh hưởng của sai số  $\Delta Z$ , nên khi có sai số hệ thống vị trí tàu không nằm trên đường phân giác Thiên văn nữa mà nằm trên một đường nghiêng với đường phân giác Thiên văn một góc  $\alpha$  với giá trị phụ thuộc vào  $\Delta Z$  và sai số hệ thống  $\Delta$ .

### A. ẢNH HƯỞNG CỦA SAI SỐ NGẪU NHIÊN TỚI VỊ TRÍ XÁC ĐỊNH :

Ta đánh giá sai số ngẫu nhiên bằng công thức :

$$\varepsilon_M = \frac{1}{\sin \Delta A} \sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \varepsilon_z^2} \quad (*)$$

Trong đó :

$\varepsilon_1$  - Sai số bình phương trung bình trong việc vẽ đường cao vị trí  $II$  .

$\varepsilon_2$  - Sai số bình phương trung bình trong việc vẽ đường cao vị trí  $II'$  .

$\varepsilon_z$  - Sai số bình phương trung bình trong việc dịch chuyển đường cao vị trí  $II$  thành  $I'I'$  .

$$\varepsilon_z^2 = \Delta S^2 \cos^2 (A - HT) + \Delta HT^2 S^2 \sin^2 (A - HT)$$

Do quan trắc trong một điều kiện gần giống nhau và cùng một người đo, sử dụng cùng một phương pháp tính toán, nên ta có thể coi như :

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_n$$

Do vậy, phương trình ( \* ) sẽ có dạng như sau :

$$\varepsilon_M = \frac{1}{\sin \Delta A} \sqrt{2 \varepsilon_n^2 + \varepsilon_z^2}$$

Trong đó :  $\Delta A$  là hiệu phương vị giữa hai đường cao vị trí.

**\* NHÂN XÉT :**

Từ công thức trên ta nhận thấy rằng : khi  $\Delta A = 90^\circ$  thì  $\varepsilon_M$  có giá trị nhỏ nhất. Ngoài ra, ta cũng phải tìm cách làm giảm  $\varepsilon_z$  bằng cách kiểm tra la bàn, tốc độ kế, tìm ảnh hưởng của gió, dòng chảy ...

Trong thực tế, người ta thường chọn  $30^\circ \leq \Delta A \leq 60^\circ$ .

Ở vĩ độ trung bình, nên xác định vị trí tàu bằng phương pháp Mặt trời không đồng thời vào thời điểm trước và sau khi Mặt trời qua kinh tuyến thượng vào khoảng từ 2 H - 2H 30 M.

Còn ở khu vực vĩ độ nhỏ, nên chọn thời điểm quan sát và lúc trước và sau khi Mặt trời qua kinh tuyến khoảng 1H.

**B. ẢNH HƯỞNG CỦA SAI SỐ HỆ THỐNG :**

Sai số hệ thống tác động lên vị trí tàu được tính theo công thức sau :

$$\Delta M = \frac{1}{\sin \Delta A} \sqrt{\Delta_1'^2 + \Delta_2^2 - 2 \Delta_1' \Delta_2 \cos \Delta A}$$
$$\Delta_1' = \Delta_1 + \Delta_z$$

Trong đó :

$\Delta_1$  - Sai số hệ thống tác động lên đường cao vị trí I I.

$\Delta_2$  - Sai số hệ thống tác động lên đường cao vị trí II II.

$\Delta_1'$  - Sai số hệ thống tác động lên đường cao vị trí I' I'.

$\Delta_z$  - Sai số hệ thống khi dịch chuyển đường vị trí I I thành I' I'.

**\* KẾT LUẬN CHUNG :**

- Trong những điều kiện thông thường thì hiệu số phương vị có lợi nhất là nằm trong khoảng từ  $30^\circ - 60^\circ$ .
- Khoảng thời gian trong vòng 1, 5 đến 2 giờ trước và sau khi Mặt trời đi qua thiên kinh tuyến thượng là thích hợp nhất.
- Để giảm bớt sai số trong vị trí xác định, phải tiến hành những biện pháp cần thiết để làm giảm tác dụng của những sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên trong các đường cao vị trí riêng biệt.
- Vị trí dự đoán của tàu càng chính xác càng tốt.

## ❖ 78. XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ TÀU BẰNG QUAN SÁT KHÔNG ĐỒNG THỜI MẶT TRỜI TRONG TRƯỜNG HỢP CHUNG.

### 1. CHUẨN BỊ :

- Chọn thời điểm quan trắc lần 1 thích hợp ( gần thời điểm Mặt trời qua kinh tuyến ).
- Chuẩn bị các tài liệu, bảng toán cần thiết.
- Chuẩn bị Sextant để đo độ cao Mặt trời , kiểm tra các sai số của nó và trước khi quan trắc khoảng 10 - 15 phút đem Sextant ra vị trí quan trắc, nhưng không hướng Sextant lên Mặt trời.
- Kiểm tra sự làm việc của đồng hồ bấm giây ( nếu dùng đến ) và xác định trước số hiệu chỉnh thời kế  $U_{TK}$  vào thời điểm quan trắc.

### 2. QUAN TRẮC VÀ TÍNH TOÁN LẦN 1 :

- Tại thời điểm đã chọn  $\frac{T_1}{TK_1}$  tiến hành đo một loạt 3 hay 5 độ cao của Mặt trời và ứng với mỗi độ cao ghi lại giờ thời kế. Thông thường ta đo độ cao mép dưới của Mặt trời.
- Tính toán giá trị độ cao trung bình, hiệu chỉnh các sai số ta được độ cao quan trắc  $h_{01}$ .
- Ghi lại chỉ số tốc độ kế, hướng tàu chạy HT và vận tốc tàu V tại thời điểm  $\frac{T_1}{TK_1}$ .
- Từ thời điểm quan trắc  $T_1$  và tọa độ vị trí dự đoán dùng lịch Thiên văn và các bảng toán ta tính được : độ cao tính toán  $h_{c1}$  và phương vị  $A_{c1}$ .
- Tính khoảng dịch chuyển  $n_1 = h_{01} - h_{c1}$ .

### 3. TÍNH TOÁN THỜI ĐIỂM QUAN TRẮC LẦN 2 :

Khi xác định vị trí tàu bằng phương pháp không đồng thời thì hiệu phương vị  $90^\circ$  là điều kiện tối ưu. Nhưng nếu chờ cho phương vị Mặt trời biến thiên được  $90^\circ$  thì khoảng thời gian là từ 4 - 6 giờ. Trong thời gian này tàu đã di chuyển một quãng đường khá lớn làm cho  $\Delta Z$  tăng đáng kể. Vì vậy trong thực tế ta thường chọn  $30^\circ \leq \Delta A \leq 60^\circ$ .

Để tìm thời điểm quan sát Mặt trời lần thứ 2 ta làm như sau :

- Sau khi đo độ cao Mặt trời lần 1 khoảng 15 phút, ta dùng la bàn đo phương vị Mặt trời rồi chuyển qua phương vị thật ta có PT. Ta tính sự biến thiên phương vị trong 1 giờ  $\Delta A$  theo công thức sau :

$$\Delta A = \frac{A_{c1} - PT}{T_2 - T_1} 60 \quad (T_2 - T_1 = 15 \text{ phút})$$

- Căn cứ vào độ biến thiên phương vị Mặt trời trong 1 giờ, hiệu phương vị cần thiết giữa hai lần quan trắc và thời điểm quan trắc lần 1 ta sẽ tính được thời điểm quan trắc lần 2 là  $\frac{T_2}{TK_2}$ .

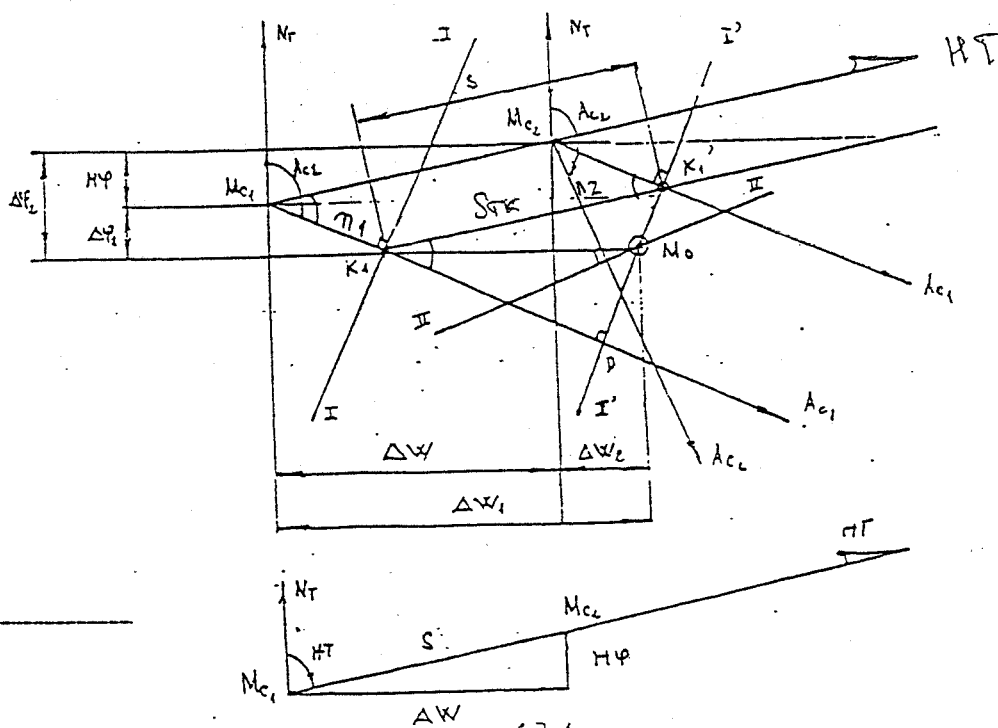
#### 4. TÍNH TOÁN QUAN TRẮC LẦN 2 :

- Sau khi tính toán được thời điểm quan trắc lần 2, vào thời điểm đã định tiến hành đo độ cao Mặt trời, rồi hiệu chỉnh các sai số và tính toán tương tự như ở thời điểm thứ nhất ta được  $A_{C2}$  và  $n_2$ .

#### 5. THAO TÁC :

Tương tự như phần CƠ SỞ LÝ THUYẾT, ở đây chỉ nêu thêm các phương pháp được áp dụng trong thực tiễn hàng hải để đưa đường cao vị trí I I thành I' I' cùng thời điểm quan trắc với đường cao vị trí II II :

- Từ  $M_{C1}$  kẻ  $A_{C1}$ ; trên đó đặt một đoạn  $n_1$  ta được  $K_1$ ; từ  $K_1$  kẻ đường song song HT trên đó đặt  $K_1 K_1' = S_{TK} = H_{TK} K_{TK}$ ; từ  $K_1'$  dựng đường vị trí I' I'. Từ  $M_{C2}$  ta kẻ  $A_{C2}$  trên đó đặt một đoạn  $n_2$  được đường cao vị trí II II. Giao của I' I' và II II cho ta vị trí tàu  $M_0$ .
- Từ  $M_{C2}$  (được lấy tuyến tính từ  $M_{C1}$ ) kẻ  $A_{C1}$ ; trên đó đặt một đoạn  $n_1$  được  $K_1'$ . Từ  $K_1'$  dựng đường cao vị trí I' I'. Từ  $M_{C2}$  kẻ  $A_{C2}$  trên đó đặt  $n_2$  ta được đường cao vị trí II II. Giao của chúng sẽ cho ta vị trí tàu  $M_0$ .
- Từ  $M_{C1}$  kẻ  $A_{C1}$ , trên đó đặt một đoạn  $\Delta h = \Delta h_1 + \Delta h_2$  ( $\Delta h_1 = n_1$ ) được điểm D. Từ D dựng đường cao vị trí I' I'. Từ  $M_{C2}$  kẻ  $A_{C2}$ , trên đó đặt một đoạn  $n_2$  rồi dựng đường cao vị trí II II. Giao của chúng sẽ cho ta vị trí tàu  $M_0$ . Với  $\Delta h_2 = S_{TK} \cos(A - HT)$ .



## ♦ 79. XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ TÀU BẰNG MẶT TRỜI CÓ HIỆU PHƯƠNG VỊ NHỎ.

Ta đã biết ở các phần trước rằng : hiệu số phương vị có lợi nhất trong xác định vị trí tàu bằng Mặt trời là nằm trong khoảng từ  $30^\circ - 60^\circ$  và cần khoảng thời gian giữa những lần quan sát từ 1, 5 - 4, 0 giờ. Tuy nhiên, trong một số trường hợp ta không thể chờ đến thời điểm chính xác của lần quan sát thứ 2, ví dụ như : mây mù đang kéo đến hay trong trường hợp khẩn cấp ... Khi đó ta phải tiến hành quan sát lần thứ 2 mặc dù hiệu phương vị vẫn còn nhỏ hơn  $30^\circ$ , do vậy độ chính xác của vị trí xác định sẽ thấp và sẽ càng thấp nếu hiệu phương vị càng nhỏ. Vì vậy, phương pháp này chỉ có giá trị tham khảo.

### 1. NGUYÊN LÝ PHƯƠNG PHÁP :

- Tại 2 thời điểm  $\frac{T_1}{TK_1}$  và  $\frac{T_2}{TK_2}$  đo độ cao Mặt trời, sau khi hiệu chỉnh các sai số, tính toán ta có hệ phương trình của 2 đường cao vị trí như sau :

$$\Delta\varphi \cos A_1 + \Delta\lambda \sin A_1 \cos\varphi = \Delta h_1$$

$$\Delta\varphi \cos A_2 + \Delta\lambda \sin A_2 \cos\varphi = \Delta h_2$$

- Lập nửa tổng số và lập nửa hiệu số của hệ phương trình này, sau khi biến đổi toán học ta có hệ phương trình mới như sau :

$$\Delta\varphi \cos A_{TB} + \Delta\lambda \cos\varphi \sin A_{TB} = n_1$$

$$\Delta\varphi \cos (A_{TB} + 90^\circ) + \Delta\lambda \cos\varphi \sin (A_{TB} + 90^\circ) = n_2$$

Trong đó :

$$A_{TB} = \frac{A_1 + A_2}{2}$$

$$n_1 = \frac{1}{2} (\Delta h_1 + \Delta h_2) \sec \frac{\Delta A}{2}$$

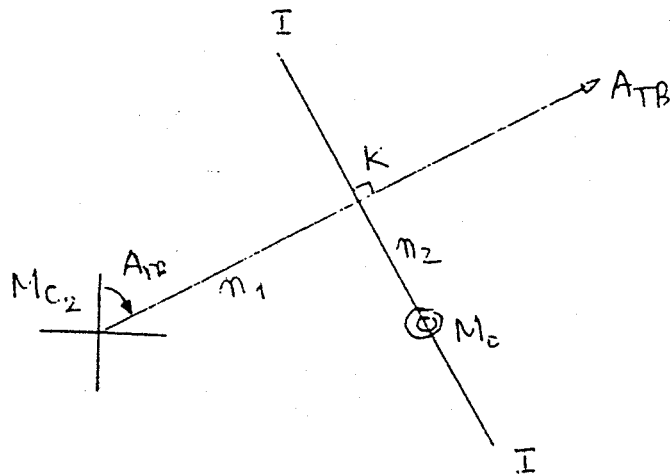
$$n_2 = \frac{1}{2} (\Delta h_1 + \Delta h_2) \operatorname{cosec} \frac{\Delta A}{2}$$

- Ta thấy hệ phương trình này biểu diễn 2 đường cao vị trí vuông góc nhau. Từ đó ta có phương pháp thao tác xác định vị trí tàu như sau :

### 2. THAO TÁC :

- Tại hai thời điểm  $\frac{T_1}{TK_1}$  và  $\frac{T_2}{TK_2}$  tiến hành đo độ cao Mặt trời, xác định vị trí dự đoán của tàu, sau khi hiệu chỉnh, tính toán ta được :  $\Delta h_1$  ;  $A_{C1}$  ;  $\Delta h_2$  ;  $A_{C2}$  và  $M_{C1}$  ;  $M_{C2}$ .
- Tính toán  $A_{TB}$  và  $n_1$  ;  $n_2$ .
- Từ vị trí dự đoán ở thời điểm quan trắc thứ hai  $M_{C2}$  vạch đường phương vị trung bình  $A_{TB}$ .
- Trên đường  $A_{TB}$  đặt một đoạn  $n_1$  được điểm K, từ K dựng đường cao vị trí II.

- Trên đường II từ điểm K đặt một đoạn  $n_2$  ( Nếu  $n_2 > 0$  đặt về phía bên phải đường phương vị  $A_{TB}$  ; nếu  $n_2 < 0$  đặt về phía bên tay trái đường phương vị  $A_{TB}$  ) ta sẽ được vị trí tàu xác định  $M_0$ .



## ◆ 80. XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ TÀU BẰNG ĐỘ CAO MẶT TRỜI LỚN HƠN $88^\circ$

Tàu hành trình ở những vĩ độ thấp, khi vĩ độ địa lý của tàu và xích vĩ Mặt trời lệch nhau không quá  $2^\circ$ . Vào khoảng giữa trưa, khi độ cao Mặt trời lớn hơn  $88^\circ$ , tức là đỉnh cực của Mặt trời nhỏ hơn  $2^\circ$  thì ta có thể vẽ vòng đẳng cao trực tiếp trên hải đồ để xác định vị trí tàu, bởi vì:

- Đỉnh cực  $Z \leq 2^\circ$  nên bán kính vòng đẳng cao  $\leq 120$  hải lý, ta có thể kẻ cung tròn trên hải đồ vì phù hợp với khẩu độ compa và phạm vi bao phủ của hải đồ.
- Ở vĩ độ thấp, cực chiếu sáng gần xích đạo, mức độ biến dạng của vòng đẳng cao trên hải đồ Mercator ít. Khi bán kính của vòng đẳng cao  $\leq 120$  hải lý ta có thể coi nó gần đúng là một vòng tròn trên hải đồ Mercator.
- Khi  $Z \leq 2^\circ$ , trong khoảng thời gian ngắn từ 2 - 7 phút, phương vị của Mặt trời biến thiên đủ lớn để có đường cao vị trí thứ hai.

### 1. NGUYÊN LÝ CỦA PHƯƠNG PHÁP:

- Tại 3 thời điểm  $\frac{T_1}{TK_1}$ ;  $\frac{T_2}{TK_2}$ ;  $\frac{T_3}{TK_3}$  ta đo 3 độ cao của Mặt trời, và sau khi hiệu chỉnh các sai số ta được:

$$h_{01} \rightarrow Z_1 = 90^\circ - h_{01}$$

$$h_{02} \rightarrow Z_2 = 90^\circ - h_{02}$$

$$h_{03} \rightarrow Z_3 = 90^\circ - h_{03}$$

- Từ các thời điểm quan trắc  $T_1, T_2, T_3$  tra Lịch Thiên văn ta được:  $t_G$ ;  $t_G$ ;  $t_G$  và  $\delta_1; \delta_2; \delta_3$ .
- Ta đã biết tọa độ địa lý của cực chiếu sáng là:  $\varphi_a = \delta$  và  $\lambda_a = t_G$ , nên bước tiếp theo: ta kẻ  $\varphi = \delta$  rồi căn cứ vào  $t_G$  ta xác định được các cực chiếu sáng  $a_1; a_2; a_3$ . Lấy chúng làm tâm quay các cung tròn có bán kính  $Z_1; Z_2; Z_3$ . Giao của chúng cho ta vị trí tàu.

### 2. TIẾN HÀNH XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ TÀU:

#### A. ĐIỀU KIỆN ÁP DỤNG:

Bài toán này chỉ được áp dụng khi tàu hành trình ở vùng Nhiệt đới với  $\varphi \leq 25^\circ$  (vì  $\delta^\circ \leq 23^\circ 5'$ ) bất kể  $\varphi$  và  $\delta^\circ$  khác tên hay cùng tên.

Khi tàu hành trình trên vùng này, ta lấy vị trí dự đoán vào khoảng giữa trưa, tính gần đúng  $\delta^\circ$  tại thời điểm đó. Sau đó tính độ cao Mặt trời qua kính tuyến bằng công thức:

$$H^\circ = 90^\circ - \varphi \pm \delta^\circ$$

\* Dấu (+) khi  $\varphi$  và  $\delta^\circ$  cùng tên.

\* Dấu (-) khi  $\varphi$  và  $\delta^\circ$  khác tên.

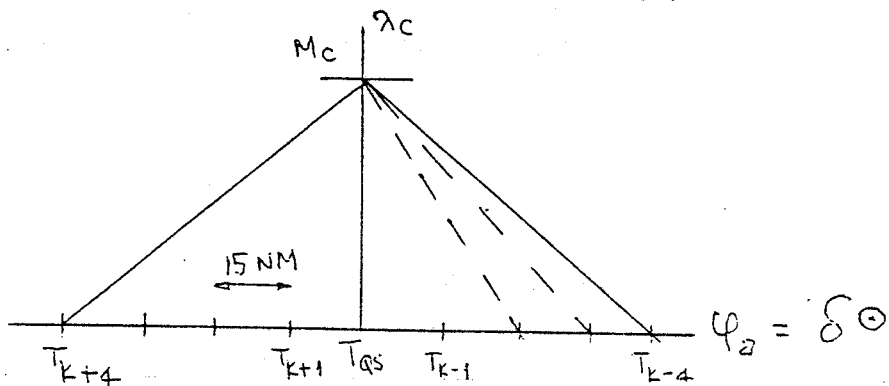
Nếu  $H^\circ \geq 88^\circ$  thì phương pháp này áp dụng được.



## B. TÌM THỜI ĐIỂM QUAN TRẮC :

Thời điểm bắt đầu quan sát Mặt trời bằng phương pháp này cách nhau từ 2 - 7 phút trước lúc Mặt trời đi qua kinh tuyến người quan sát. Để xác định các thời điểm này ta làm như sau :

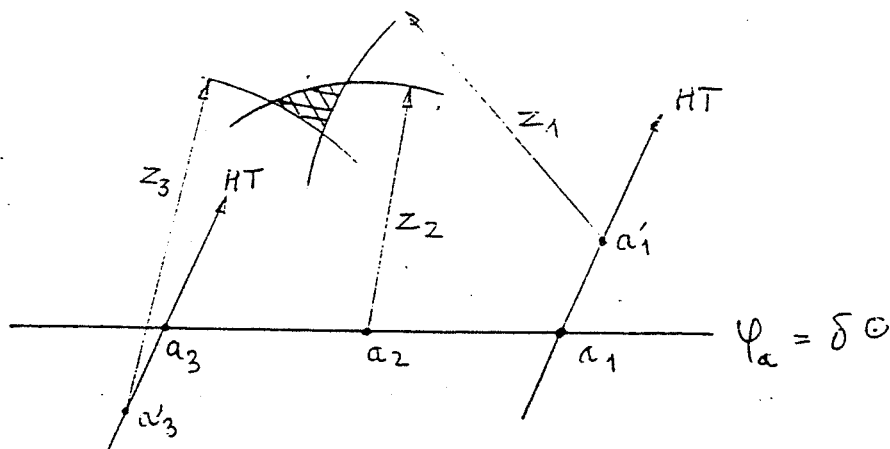
- Kẻ  $\varphi_a = \delta^\odot$ .
- Dựa vào tọa độ vị trí dự đoán đánh dấu  $M_C$  lên hải đồ.
- Kẻ đường kinh độ  $\lambda_C$ . Giao của  $\varphi_a$  và  $\lambda_C$  là thời điểm quan sát lần 2 ( thời điểm Mặt trời qua kinh tuyến ).
- Sau đó, về hai phía của  $\lambda_C$  trên  $\varphi_a$ , ta vạch những đoạn cách nhau 15 hải lý và đánh dấu  $T_{K-1}; T_{K-2}; T_{K-3} \dots$  về phía Đông và  $T_{K+1}; T_{K+2} \dots$  về phía Tây. Nối các điểm dựng đó với  $M_C$ , xác định góc hợp bởi giữa những đường nối đó với đường  $\lambda_C$ , nếu chúng  $> 30^\circ$  thì chọn đó là thời điểm quan trắc lần đầu tiên, còn thời điểm quan sát lần 3 được lấy đối xứng qua  $\lambda_C$ .



## C. QUAN SÁT, TÍNH TOÁN :

Vào những thời điểm quan sát đã chọn, tiến hành đo độ cao Mặt trời, ghi  $T_{TK}$ , tốc độ tàu HT, vận tốc tàu V. Sau khi đã hiệu chỉnh và tính toán ( xem ở phần **NGUYÊN LÝ PHƯƠNG PHÁP** ) ta có  $Z_1; Z_2; Z_3; t_{G1}; t_{G2}; t_{G3}$  và  $\delta^\odot_2$ .

## D. THAO TÁC :



- ▷ Trên hải đồ hoặc trên giấy trắng dựng  $\varphi_a = \delta^\ominus$ , căn cứ vào các giá trị góc giờ  $t_G$  của Mặt trời ta tính được tọa độ các cực chiếu sáng  $a_1; a_2; a_3$  trên  $\varphi_a$ .
- ▷ 3 độ cao ta đo tại 3 thời điểm khác nhau, nên ta phải qui độ cao đo về cùng một thời điểm, cùng một thiên đỉnh khi thao tác vị trí tàu. Thông thường người ta qui về thời điểm thứ 2 bằng cách:
  - Qua  $a_1$  và  $a_3$  kẻ HT, trên đó đặt  $S_1 = K_{1K} H_{1K1}$  và  $S_2 = K_{1K} H_{1K2}$ ; ta được  $a_1'$  trên cùng hướng tàu chạy và  $a_2'$  trên ngược hướng tàu chạy.
  - ▷ Lấy  $a_1'; a_2; a_3'$  làm tâm quay 3 cung tròn bán kính  $z_1; z_2; z_3$ . Giao của chúng sẽ cho ta vị trí tàu.
  - ▷ Nếu có sai số, đánh giá, loại trừ sai số theo các phương pháp đã biết.