

[www.mientayvn.com](http://www.mientayvn.com)

Khi đọc qua tài liệu này, nếu phát hiện sai sót hoặc nội dung kém chất lượng xin hãy thông báo để chúng tôi sửa chữa hoặc thay thế bằng một tài liệu cùng chủ đề của tác giả khác. Tài liệu này bao gồm nhiều tài liệu nhỏ có cùng chủ đề bên trong nó. Phần nội dung bạn cần có thể nằm ở giữa hoặc ở cuối tài liệu này, hãy sử dụng chức năng Search để tìm chúng.

Bạn có thể tham khảo nguồn tài liệu được dịch từ tiếng Anh tại đây:

[http://mientayvn.com/Tai\\_lieu\\_da\\_dich.html](http://mientayvn.com/Tai_lieu_da_dich.html)

Thông tin liên hệ:

Yahoo mail: [thanhlam1910\\_2006@yahoo.com](mailto:thanhlam1910_2006@yahoo.com)

Gmail: [frbwrthes@gmail.com](mailto:frbwrthes@gmail.com)

**Theo yêu cầu của khách hàng, trong một năm qua, chúng tôi đã dịch qua 16 môn học, 34 cuốn sách, 43 bài báo, 5 sổ tay (chưa tính các tài liệu từ năm 2010 trở về trước) Xem ở đây**

**DỊCH VỤ  
DỊCH  
TIẾNG  
ANH  
CHUYÊN  
NGÀNH  
NHANH  
NHẤT VÀ  
CHÍNH  
XÁC  
NHẤT**

Chỉ sau một lần liên lạc, việc dịch được tiến hành

Giá cả: có thể giảm đến 10 nghìn/1 trang

Chất lượng: Tạo dựng niềm tin cho khách hàng bằng công nghệ 1. Bạn thấy được toàn bộ bản dịch; 2. Bạn đánh giá chất lượng. 3. Bạn quyết định thanh toán.

# XÁC ĐỊNH GIỚI HẠN SỬ DỤNG HỆ TỌA ĐỘ ĐỊA DIỆN CHÂN TRỜI ĐỊA PHƯƠNG TRONG TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH

PGS.TS. **ĐẶNG NAM CHINH**  
Trường Đại học Mở - Địa chất  
NCS. **LÊ VĂN HÙNG**  
Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: Để sử dụng hệ tọa độ địa diện chân trời  $x,y,z$  (hay  $N,E,U$ ) một cách hợp lý cần xem xét mức độ biến dạng chiều dài và biến dạng góc ngang khi biểu diễn chúng từ mặt Ellipsoid quy chiếu lên mặt phẳng nằm ngang của hệ địa diện chân trời địa phương. Bài báo giới thiệu phương pháp xác định phạm vi khả dụng của hệ địa diện địa phương sử dụng cho công tác trắc địa công trình và đề xuất công thức tính số cải chính biến dạng góc ngang.

## 1. Mở đầu

Thông thường để thể hiện các yếu tố hình học trên mặt đất về mặt phẳng chiếu người ta thực hiện theo hai bước sau:

- Chiếu (chuyển) các yếu tố hình học đó lên mặt Ellipsoid thực dụng;
- Sử dụng phép chiếu bản đồ để thể hiện các yếu tố hình học đó từ mặt Ellipsoid lên mặt phẳng chiếu.

Khi sử dụng hệ tọa độ địa diện chân trời (địa phương) để bình sai lưới GPS cạnh ngắn sử dụng trong trắc địa công trình, ta có thể chọn điểm quy chiếu trong không gian có vị trí xác định bởi 3 giá trị tọa độ trắc địa là  $B_G, L_G, H_G$ . Từ đó ta xác lập ma trận xoay  $R$  để tính đổi tọa độ (hoặc trị đo) về hệ địa diện [1, 3].

Mặt phẳng cơ sở đóng vai trò quan trọng trong hệ tọa độ địa diện chân trời là mặt phẳng ngang (mặt phẳng chân trời) vuông góc với phương pháp tuyến của mặt Ellipsoid tại điểm quy chiếu. Trên mặt phẳng nằm ngang đó, người ta thiết lập hệ tọa độ vuông góc phẳng  $x,y$  (hay  $N,E$ ) và có thể sử dụng làm tọa độ mặt bằng của công trình. Theo cách này chúng ta có thể xây dựng một hệ tọa độ vuông góc không gian (địa phương) trong đó có mặt phẳng cơ sở gần với mặt phẳng ngang trung bình của công trình. Điều này rất cần cho các công trình có diện tích không rộng, nằm trên các độ cao lớn ở vùng núi như công trình thủy điện, khu công nghiệp,...

Mối liên hệ giữa hệ địa diện chân trời địa phương với Ellipsoid thực dụng là tọa độ, độ cao trắc địa và phương pháp tuyến tại điểm quy chiếu. Mối liên hệ này cho phép chúng ta có thể tính đổi giữa tọa độ trắc địa  $B,L,H$  (hoặc hệ không gian địa tâm  $X,Y,Z$ ) với tọa độ địa diện chân trời  $x,y,z$  ( $N,E,U$ ).

Do sử dụng hệ tọa độ địa diện chân trời để biểu diễn vị trí các điểm trên mặt đất cho nên cần phải xem xét mức độ biến dạng chiều dài và biến dạng góc ngang khi thể hiện chúng trên mặt phẳng chiếu. Kết quả khảo sát này sẽ là cơ sở để xác lập giới hạn sử dụng hệ tọa độ địa diện chân trời sao cho biến dạng có thể coi là nhỏ để bỏ qua khi bình sai phối hợp trị đo GPS với các trị đo mặt đất. Theo quan điểm về sai số, tương tự như đối với sai số hệ thống, nếu giá trị biến dạng nhỏ hơn 20% sai số đo (ngẫu nhiên) thì có thể bỏ qua không cần xét đến.

## 2. Cơ sở lý thuyết

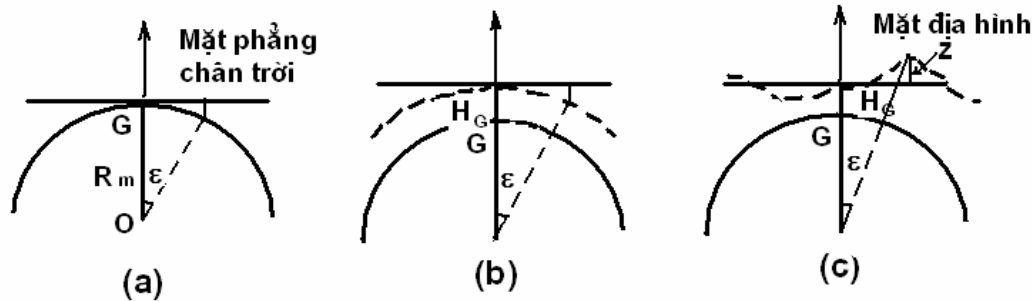
Nếu chọn điểm quy chiếu có tọa độ trắc địa là  $B_G, L_G$  thì ma trận xoay  $R$  được xác định như sau:

$$R = \begin{bmatrix} -\sin B_G \cos L_G & -\sin L_G & \cos B_G \cos L_G \\ -\sin B_G \sin L_G & \cos L_G & \cos B_G \sin L_G \\ \cos B_G & 0 & \sin B_G \end{bmatrix} \quad (1)$$

Nếu chọn điểm quy chiếu nằm trên mặt Ellipsoid ( $H_G=0$ ), khi đó mặt phẳng chân trời tiếp xúc với mặt Ellipsoid tại điểm quy chiếu (hình 1a).

Nếu ta chọn điểm quy chiếu có độ cao là  $H_G$  ( $H_G > 0$ ), ta có mặt phẳng chân trời không tiếp xúc với Ellipsoid (hình 1b và hình 1c).

Trong hệ tọa độ địa diện chân trời, gốc tọa độ là điểm quy chiếu và các thành phần tọa độ nằm ngang là  $x$  và  $y$  (hoặc  $N, E$ ) cùng thành phần thẳng đứng là  $z$  (hoặc  $U$ ).



Hình 1. Các lựa chọn trong thiết lập hệ tọa độ chân trời

Để đơn giản, ta xét cho vùng xét là một phần của mặt cầu có bán kính bằng bán kính trung bình  $R_m$ .

Với 3 trường hợp thể hiện trên hình 1, chúng ta sẽ so sánh chiều dài trên mặt phẳng chân trời (d) với chiều dài đường trắc địa trên Ellipsoid, như ở đây được thay bằng chiều dài cung vòng tròn lớn bán kính  $R_m$  (hình 1a) hoặc bằng cung vòng tròn lớn bán kính  $R_m + H_G$  (hình 1b). Trong trường hợp thứ 3 (hình 1c), vị trí điểm trên mặt địa hình được chiếu thẳng theo phương pháp tuyến tại G xuống mặt phẳng nằm ngang mà không sử dụng tới Ellipsoid thực dụng.

### 2.1 Tính phạm vi khu đo theo giới hạn biến dạng chiều dài

Trên mặt phẳng chân trời chiều dài ngang  $L$  từ điểm gốc (hệ địa diện) đến điểm có tọa độ  $x, y$  được tính theo công thức:

$$L = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (2)$$

Đối với trường hợp thứ nhất, ký hiệu  $S$  là chiều dài cung vòng tròn lớn trên mặt cầu bán kính  $R_m$ ,  $S$  được tính theo công thức:

$$S = R_m \cdot \varepsilon \quad (3)$$

Trong công thức trên, góc  $\varepsilon$  có giá trị nhỏ nên có thể tính theo công thức triển khai chuỗi lấy đến số hạng bậc ba [2]:

$$\varepsilon = \arcsin \frac{L}{R_m} \approx \frac{L}{R_m} + \frac{L^3}{6 \cdot R_m^3} \quad (4)$$

Thay (4) vào (3) ta được:

$$S = L + \frac{L^3}{6R_m^2} \quad (5)$$

Như vậy sự khác nhau giữa  $S$  và  $L$  là:

$$\delta L = S - L = \frac{L^3}{6 \cdot R_m^2} \quad \text{và} \quad \frac{\delta L}{L} = \frac{L^2}{6R_m^2} \quad (6)$$

Đối với trường hợp thứ hai, chiều dài cung vòng tròn lớn trên mặt cầu bán kính  $R = R_m + H_G$  được tính:

$$S' = R \cdot \varepsilon' \quad (7)$$

Theo đó, cũng có công thức tính biến dạng tương tự:

$$\delta L = S' - L = \frac{L^3}{6 \cdot R^2} \quad \text{và} \quad \frac{\delta L}{L} = \frac{L^2}{6R^2} \quad (8)$$

Tỷ lệ  $\frac{\delta L}{L}$  tính theo (6) và (8) là tương đương nhau khi độ cao  $H_G$  không quá lớn.

Hiện nay bằng các máy toàn đạc điện tử thông thường, có thể đo chiều dài cạnh ngắn dưới 1 km với sai số trung phương tương đối khoảng 1/200.000. Như vậy, ở khoảng cách ngắn, biến dạng chiều dài cho phép chiếu trong khoảng  $10^{-6}$  là có thể chấp nhận được. Theo yêu cầu này, giá trị  $L$  phải thỏa mãn bất đẳng thức sau:

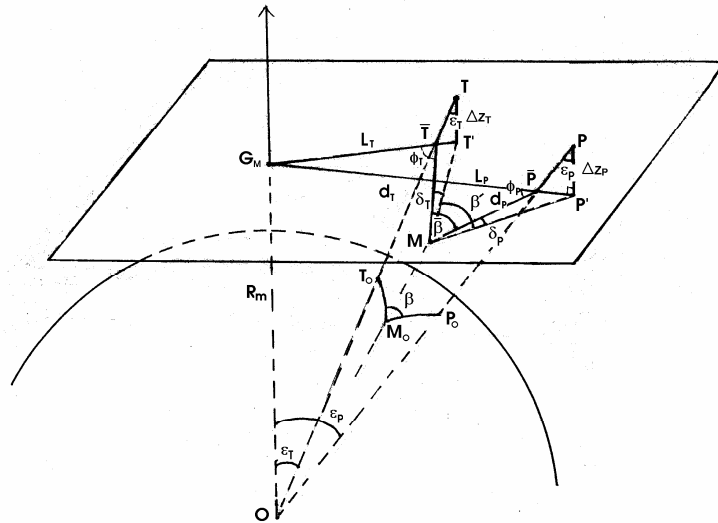
$$L \leq \frac{2,45.R}{1000} \quad (9)$$

Sau khi thay  $R=6371$  km, nhận được  $L \leq 15,6$  km.

Như vậy theo yêu cầu của biến dạng chiều dài, hệ tọa độ địa diện có thể được thiết lập và sử dụng cho khu vực bao quanh điểm quy chiếu với bán kính ( $L$ ) là 15,6 km.

## 2.2 Công thức tính biến dạng góc ngang

Ký hiệu  $T'$ ,  $M'$ ,  $P'$  là hình chiếu của điểm hướng trái  $T$ , điểm đặt máy  $M$  và điểm hướng phải  $P$  trên mặt phẳng chân trời (hình 2).



Hình 2. Tính số cải chính biến dạng góc ngang

Trên mặt phẳng chân trời, góc ngang  $\beta'$  giữa 3 điểm đo được xác định theo công thức đơn giản:

$$\beta' = \arctan \frac{y_{P'} - y_{M'}}{x_{P'} - x_{M'}} - \arctan \frac{y_{T'} - y_{M'}}{x_{T'} - x_{M'}} \quad (10)$$

Góc ngang tính theo (10) bị biến dạng do phép chiếu lên mặt phẳng chân trời, đồng thời bị biến dạng do chênh cao giữa các điểm xét. Chỉ trong trường hợp điểm đặt máy  $M$  trùng với điểm quy chiếu  $G$  của hệ địa diện thì góc ngang tính theo (10) không bị biến dạng.

Góc ngang giữa 3 điểm  $T$ ,  $M$ ,  $T$  trên mặt đất được tính theo pháp tuyến tại điểm đặt máy  $M$  sẽ được xác định trong hệ địa diện thiết lập tại  $M$  được tính theo các góc phương vị trắc địa hướng phải  $A_{M,P}$  và góc phương vị trắc địa hướng trái  $A_{M,T}$  như sau:

$$\beta = A_{M,P} - A_{M,T} \quad (11)$$

với:  $A_{M,P} = \arctan \frac{y_P}{x_P}$ ;  $A_{M,T} = \arctan \frac{y_T}{x_T}$

trong đó:  $x_P, y_P, x_T, y_T$  là tọa độ trong hệ địa diện chân trời lập tại điểm đặt máy  $M$ .

Góc  $\beta$  tính theo (11) phản ánh giá trị đúng của góc đo trên mặt đất. Ở đây bỏ qua số cải chính  $\delta_3$  giữa cung pháp tuyến thuận và đường trắc địa vì ở khoảng cách ngắn dưới 10 km, số cải chính này gần bằng 0.

Giá trị biến dạng góc ngang sẽ là hiệu số giữa góc trên mặt phẳng  $\beta'$  tính theo (10) với góc trên mặt Ellipsoid tính theo (11):

$$\delta_\beta = \beta' - \beta \quad (12)$$

Từ hình vẽ 2 có thể chứng minh công thức tính số cải chính biến dạng góc ngang do chênh cao giữa các điểm như sau:

Do chênh cao của điểm ngắm trái (T) là  $\Delta z_T$ , lượng hiệu chỉnh vào hướng trái sẽ là:

$$\delta_T = \frac{\rho'' \cdot \Delta z_T \cdot L_T}{R_m \cdot d_T} \sin \Phi_T \quad (13)$$

trong đó:  $L_T$  - khoảng cách từ điểm quy chiếu đến điểm trái,  $d_T$  - chiều dài tia ngắm trái,  $\Phi_T$  - góc ngang tạo bởi hướng từ điểm ngắm trái đến điểm máy và đến điểm quy chiếu.

Tương tự như vậy, đối với hướng ngắm phải ta có công thức:

$$\delta_P = \frac{\rho'' \cdot \Delta z_P \cdot L_P}{R_m \cdot d_P} \sin \Phi_P \quad (14)$$

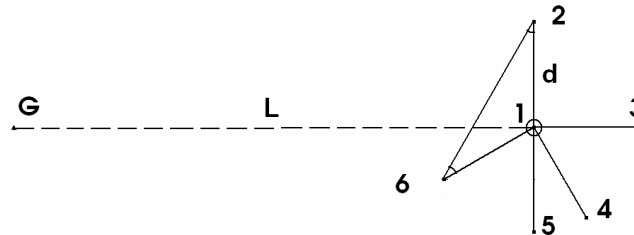
Số cải chính biến dạng góc ngang do chênh cao giữa các điểm sẽ là hiệu số:

$$\Delta_\beta = \delta_P - \delta_T = \frac{\rho''}{R_m} \left( \frac{\Delta z_P L_P \sin \Phi_P}{d_P} - \frac{\Delta z_T L_T \sin \Phi_T}{d_T} \right) \quad (15)$$

Để xem xét mức độ biến dạng góc ngang trong trường hợp các điểm xét cùng độ cao và trường hợp có độ cao khác nhau, đồng thời để kiểm tra độ tin cậy của công thức (15) cần phải thực hiện tính toán khảo sát sau đây:

### 3. Tính toán khảo sát biến dạng góc ngang

Việc tính toán khảo sát biến dạng góc ngang được thực hiện trên mô hình không gian, có sơ đồ như hình 3.



Hình 3. Sơ đồ khảo sát biến dạng góc ngang

Trạm máy 1 có 5 góc tạo bởi 5 hướng là 1-2, 1-3, 1-4, 1-5 và 1-6. Khoảng cách giữa điểm máy 1 tới các điểm 2,3,4,5,6 lấy xấp xỉ 200 m, là chiều dài cạnh trung bình của lưới trắc địa công trình (trong xây dựng công trình dân dụng và công nghiệp). Để xét ảnh hưởng của độ cao, khảo sát được thực hiện cho 2 trường hợp, trường hợp A, các điểm nằm trên mặt Ellipsoid (H=0) và trường hợp B, các điểm ở vùng núi, có độ cao trung bình 500 m và chênh cao giữa các điểm xét lớn nhất là 55 m (độ dốc lớn nhất là 55/200).

Tọa độ trắc địa B,L,H của các điểm xét trên hình 3 như sau:

Bảng 1. Tọa độ trắc địa B,L,H của các điểm xét

Điểm	B (o ' ")	L (o ' ")	Độ cao H (m)	
			Trường hợp A	Trường hợp B
1	20 02 41.1471	105 00 00.0000	0	550.0
2	20 02 47.6515	105 00 00.0000	0	495.0
3	20 02 41.1470	105 00 06.8829	0	500.0
4	20 02 35.5141	105 00 03.4414	0	502.5
5	20 02 34.6427	105 00 00.0000	0	500.0
6	20 02 37.8948	105 59 54.0393	0	497.5

Trong sơ đồ trên, vị trí điểm quy chiếu G của hệ địa diện được chọn cách điểm 1 với các khoảng cách L khác nhau như sau:

**Bảng 2.** Tọa độ điểm quy chiếu G của hệ địa diện trong các phương án

Phương án	L (km)	B (o ' ")	L (o ' ")
1	1	20 02 41.14616	104 59 25.58548
2	5	20 02 41.12384	104 57 07.92743
3	9	20 02 41.07177	104 54 50.26946
4	10	20 02 41.05410	104 54 15.85499
5	13	20 02 40.98993	104 52 32.61165
6	15	20 02 40.93786	104 51 23.78282
7	20	20 02 40.77512	104 48 31.71105

Trong trường hợp A, độ cao H điểm quy chiếu G được lấy bằng 0, trong trường hợp B được lấy là 500m.

### 3.1 Kiểm tra công thức tính số cải chính biến dạng góc ngang

Số cải chính biến dạng góc ngang (15) sẽ được so sánh với giá trị biến dạng (đúng) được tính theo công thức (12). Độ cao của các điểm xét trên hình 3 được tính theo trường hợp B của bảng 1 còn tọa độ điểm quy chiếu G lấy theo phương án 1 của bảng 2. Trong bảng 3 là giá trị biến dạng góc ngang  $\delta_\beta$  tính theo công thức (12) và số cải chính biến dạng  $\Delta_\beta$  tính theo công thức (15).

**Bảng 3.** Giá trị biến dạng góc ngang  $\delta_\beta$  và số cải chính biến dạng  $\Delta_\beta$

STT	Ký hiệu góc (T - M - P)	Góc trên mặt Ellipsoid ( $\beta$ )	Góc trên mặt phẳng ( $\beta'$ )	$\delta_\beta$ (")	$\Delta_\beta$ (")
1	2 - 1 - 3	90 00 00.00	90 00 08.89	8.89	8.90
2	3 - 1 - 4	60 00 00.00	60 00 06.65	6.65	6.66
3	4 - 1 - 5	30 00 00.00	30 00 01.43	1.43	1.43
4	5 - 1 - 6	59 59 59.92	59 59 56.08	-3.84	-3.85
5	6 - 1 - 2	120 00 00.08	119 59 46.95	-13.13	-13.15
6	2 - 6 - 1	30 00 00.00	30 00 04.43	4.43	4.43
7	1 - 2 - 6	29 59 59.92	30 00 08.63	8.71	8.72

Có thể thấy rằng trong trường hợp góc xét cách điểm quy chiếu của hệ chân trời L=1 km và chênh cao 55m (cạnh 200m), biến dạng góc ngang do chênh cao của các điểm đã có giá trị trên 13". Biến dạng này khá lớn, phải xét tới khi bình sai kết hợp trị đo góc ngang với các trị đo GPS trong hệ địa diện chân trời. Có thể kiểm tra tổng của ba số hiệu chỉnh biến dạng góc  $\Delta_\beta$  trong tam giác 1-2-6 ở ba dòng cuối bảng 3 có giá trị bằng 0, hoàn toàn phù hợp với số dư mặt cầu trong trường hợp này rất nhỏ, gần bằng 0.

Giá trị số cải chính biến dạng góc ngang tính theo công thức (15) có thể coi là phù hợp với giá trị biến dạng tính theo công thức (12), sai khác lớn nhất chỉ là 0",02.

### 3.2 Tính phạm vi khu đo theo giới hạn biến dạng góc ngang

Ở trên chúng ta đã xác định được bán kính khu đo là 15,6 km theo yêu cầu biến dạng chiều dài không vượt quá  $10^{-6}$ . Tiếp theo, chúng ta tính toán biến dạng góc ngang trong trường hợp không có chênh cao (trường hợp A) và trường hợp có chênh cao (trường hợp B) nhưng sau khi đã hiệu chỉnh biến dạng do chênh cao tính theo (15).

Tính toán được thực hiện với khoảng cách L khác nhau. Trong trường hợp B, chênh lệch góc sau hiệu chỉnh được tính:

$$\delta_\beta^{(H)} = \beta' - (\beta + \Delta_\beta)$$

trong đó:  $\Delta_\beta$  được tính theo công thức (15).

**Bảng 4.** Giá trị biến dạng góc khi sử dụng hệ địa diện chân trời

Phương án	L (km)	Trường hợp A: $\delta_\beta$	Trường hợp B: $\delta_\beta^{(H)}$
1	1	0",00	0",02
2	5	0,03	0,08
3	9	0,09	0,20

4	10	0,11	0,23
5	13	0,19	0,35
6	15	0,25	0,44
7	20	0,45	0,70

Theo kết quả tính toán ở bảng 4 có thể thấy rằng, để biến dạng góc (hoặc sai lệch sau cải chính) không quá 0",2, tức bằng 20% sai số đo góc ngang chính xác (lấy là 1") thì bán kính (L) sử dụng hệ tọa độ địa diện chân trời có thể đến 13 km nếu khu vực xét là bằng phẳng. Đối với vùng có chênh cao thì phạm vi sử dụng hẹp hơn, chỉ sử dụng trong phạm vi bán kính 9 km và phải tính số cải chính biến dạng góc ngang theo công thức (15).

#### 4. Kết luận

Qua nghiên cứu lý thuyết, chứng minh công thức và tính toán khảo sát, có thể rút ra một số kết luận sau đây:

- Hệ tọa độ địa diện chân trời địa phương có thể sử dụng trong trắc địa công trình dân dụng và công nghiệp, không phù hợp cho các công trình dạng tuyến. Điểm quy chiếu của hệ địa diện cần chọn là điểm nằm gần trọng tâm công trình;

- Để bảo đảm biến dạng góc và biến dạng chiều dài không quá lớn, đối với khu vực bằng phẳng, bán kính khu vực xét có thể đến 13 km. Đối với vùng địa hình không bằng phẳng (độ dốc giới hạn là 0,275) thì bán kính vùng xét chỉ lấy đến 9 km;

- Trong hệ địa diện chân trời, biến dạng góc ngang do ảnh hưởng của chênh cao khá lớn. Để bình sai kết hợp góc ngang với các trị đo GPS trong hệ địa diện chân trời, trước khi bình sai cần phải tính số cải chính biến dạng góc ngang do chênh cao vào giá trị góc đo.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ĐẶNG NAM CHINH, TRẦN ĐÌNH TRỌNG. *Bình sai lưới GPS trong hệ tọa độ vuông góc không gian địa diện chân trời*. Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, Viện KHCN Xây dựng, số 2/2010.
2. BRÔNSTEIN XÊMENDIAEP. *Sổ tay toán học dành cho các kỹ sư và học viên trường cao đẳng kỹ thuật, 1974 (Trần Hùng Thao dịch)*.
3. SLAWOMIR CELIMER, ZOFIA RZEPECKA. *Common adjustment of GPS baselines with classical measurements*. *Olstyn University of Warmia and Mazury, Institute of Geodesy, 2008*.

# ĐÁNH GIÁ ĐỘ CỐ KẾT CỦA ĐẤT YẾU THÔNG QUA CÁC KẾT QUẢ QUAN TRẮC LÚN BẰNG PHƯƠNG PHÁP TRẮC ĐỊA

TS. NGÔ VĂN HỢI  
Viện KHCN xây dựng

**Tóm tắt:** Có nhiều phương pháp có thể sử dụng để đánh giá độ cố kết của đất yếu trong số đó phương pháp đánh giá theo kết quả quan trắc lún bằng phương pháp Trắc địa được coi là đơn giản và hiệu quả nhất. Bài báo này giới thiệu trình tự thực hiện các công tác Trắc địa phục vụ cho việc đánh giá độ cố kết của đất khi xử lý đất yếu bằng cách gia tải trước. Các vấn đề lý thuyết được minh hoạ bằng số liệu quan trắc thực tế do Viện KHCN Xây dựng (IBST) thực hiện năm 2004 trên mặt bằng dự án xây dựng kho cảng container Chùa Vẽ Hải Phòng.

## 1. Đặt vấn đề

Khi xử lý các nền đất yếu để xây dựng các công trình việc xác định được độ cố kết của đất ở một thời điểm nào đó là rất quan trọng để có thể quyết định một cách chuẩn xác thời điểm dỡ tải để bắt đầu thi công. Có nhiều phương pháp để xác định độ cố kết của nền đất yếu và một trong những phương pháp đơn giản và hiệu quả là đánh giá thông qua kết quả quan trắc lún bằng phương pháp trắc địa.

## 2. Đất yếu và công tác xử lý đất yếu khi xây dựng các công trình

Đất yếu được hiểu là loại đất mà lực liên kết giữa các hạt khoáng vật rất yếu do đó mà sức kháng cắt của nó nhỏ và hệ số nén lún cao. Khi xây dựng công trình trên các nền đất yếu không được xử lý, kết cấu của đất nhanh chóng bị phá vỡ bởi tải trọng của công trình và các yếu tố khác do đó có thể gây ra các biến dạng và dẫn đến các sự cố nền móng nghiêm trọng. Vì vậy khi xây dựng công trình trên nền đất yếu việc đầu tiên phải thực hiện là xử lý đất yếu.

Mục đích của việc cố kết đất yếu là làm tăng sức chịu tải của đất bằng cách làm giảm hệ số rỗng của đất và tăng độ cố kết của đất. Phương án đơn giản và có độ tin cậy cao hiện nay hay được sử dụng là phương pháp gia tải trước. Nội dung của phương pháp này là gia tải lên lớp đất yếu một tải trọng bằng hoặc lớn hơn tải trọng thiết kế của công trình tương lai. Dưới tác dụng của tải trọng như vậy độ cố kết của đất sẽ tăng dần và tương ứng với nó sức chịu tải của lớp đất cũng tăng lên thoả mãn yêu cầu làm nền móng tự nhiên cho công trình xây dựng.

Đất yếu thường có độ ẩm cao vì vậy nước trong các lỗ rỗng của đất sẽ tạo ra một áp lực chống lại áp lực nén khi gia tải gọi là áp lực nước lỗ rỗng. Vì vậy để đạt nhanh hiệu quả của công tác cải tạo đất yếu người ta thường sử dụng các giải pháp rút nước ra khỏi các lỗ rỗng như phương pháp giếng cát, phương pháp cắm bấc thấm vv để tiêu tán áp lực do chúng tạo ra.

Độ cố kết của đất tại một thời điểm nào đó có thể được xác định một cách gần đúng theo công thức

$$K = \frac{S_t}{S_{gh}} \times 100\% \quad (1)$$

Trong đó:

- $S_t$  - Độ lún tại thời điểm  $t$ ;
- $S_{gh}$  - Độ lún giới hạn của lớp đất.

Đối với đa số các công trình (giao thông, thủy lợi) độ cố kết  $K=90\%$  coi như đạt yêu cầu và có thể dỡ tải để thực hiện công tác thi công các kết cấu bề mặt.

Như vậy công tác xử lý đất yếu khi thi công xây dựng công trình bằng phương pháp gia tải trước bao gồm hai nội dung chính sau đây:

- Tổ chức thực hiện việc thoát nước tự do ra khỏi các lỗ rỗng của đất;
- Gia tải để tăng cường độ cố kết của đất và sức chịu tải của nó.

Trong quá trình xử lý đất yếu, việc xác định độ cố kết của đất ở một thời điểm nào đó với độ chính xác hợp lý có một ý nghĩa rất quan trọng. Một trong những phương pháp đơn giản



có độ tin cậy cao đó là phương pháp trắc địa. Dưới đây chúng tôi sẽ trình bày nội dung và trình tự thực hiện các công tác trắc địa khi quan trắc lún để đánh giá độ cố kết của đất yếu.

### 3. Công tác trắc địa để đánh giá độ cố kết của đất yếu khi thi công xây dựng các công trình

Công tác trắc địa khi quan trắc để đánh giá độ cố kết của đất bao gồm các nội dung sau:

#### a. Xây dựng mốc chuẩn để quan trắc lún

Mốc chuẩn để quan trắc lún phải đáp ứng các qui định trong TCXDVN 271:2002. Tuy nhiên trong trường hợp này độ lún tuyệt đối và tốc độ lún thường khá lớn nên thông thường chỉ cần xây dựng mốc chuẩn loại C là đủ. Trong một số trường hợp có thể gắn mốc chuẩn vào các công trình xây dựng có sẵn gần khu vực quan trắc như thành công, mố cầu, tường nhà...

#### b. Lắp đặt các mốc đo lún

Các mốc đo lún trong trường hợp này phải thoả mãn các điều kiện sau đây:

- Tiếp nhận một cách đầy đủ độ lún của các lớp đất trong quá trình gia tải trước;
- Thuận tiện cho việc thực hiện đo đạc khi quan trắc;
- Giá cả hợp lý và bảo quản đơn giản.

Để các mốc quan trắc lún có thể tiếp nhận một cách đầy đủ độ lún của các lớp đất khi gia tải trước tiết diện của đế mốc không nên nhỏ quá  $0,5m^2$ . Đế mốc có thể làm bằng thép dày 5mm hoặc làm bằng bê tông cốt thép dày ít nhất 100mm. Thân mốc cũng bằng thép hoặc bê tông cốt thép liên kết chặt với đế mốc tại phần giữa của nó. Thân mốc dài hay ngắn tùy thuộc vào bề dày của lớp đất yếu và lớp gia tải. Để tiện cho việc quan trắc chiều dài thân mốc phải được chọn sao cho sau khi thực hiện gia tải đủ độ dày thân mốc còn nhô lên trên mặt lớp gia tải khoảng 0.5m. Mật độ mốc trên mặt bằng được bố trí tùy theo yêu cầu của tư vấn thiết kế. Đối với kho cảng thông thường cứ  $500m^2$  mặt bằng có một mốc, đối với đường giao thông nếu đoạn đất yếu có chiều dài  $<100m$  thì bố trí 3 mốc thành một mặt cắt tại vùng giữa của khu vực đất yếu trong đó một mốc tại tim đường và hai mốc tại hai mép đường. Nếu khu vực đất yếu dài trên 100m thì ít nhất phải có 2 mặt cắt quan trắc và sau đó cứ thêm 100m thì thêm 1 mặt cắt quan trắc.

#### c. Tổ chức quan trắc

Việc quan trắc được thực hiện theo các bước sau đây:

- Xác định độ cao ban đầu của các mốc

Việc xác định độ cao ban đầu ( $H_0$ ) của các mốc được thực hiện ngay sau khi mốc được lắp đặt xong bằng thủy chuẩn hình học với độ chính xác tương đương thủy chuẩn nhà nước hạng III

- Thực hiện đo đạc xác định độ lún của các mốc

Sau khi hoàn tất quá trình gia tải thì mới tiến hành quan trắc độ lún của các mốc một cách định kỳ với chu kỳ 2, 3, 5 ngày (hoặc lâu hơn) một lần đo tùy theo tốc độ lún cụ thể của các lớp đất

#### d. Xử lý các số liệu đo đạc

Khác với việc xử lý các số liệu đo lún các công trình dân dụng và công nghiệp thông thường, ở đây ngoài việc bình sai xác định các tham số lún chủ yếu cần phải mô tả quá trình lún bằng các phương trình toán học, xác lập các tham số của mô hình thông qua chuỗi các kết quả quan trắc và dựa vào đó để xác định độ cố kết của đất. Trên thế giới hiện nay đối với đất yếu thoát nước bằng bậc thấm có thể sử dụng 2 mô hình lún thông dụng đó là:

- Mô hình Hyperbolic

$$S_t = S_0 + \frac{t}{\alpha + \beta t} \quad (2)$$

- Mô hình hàm số mũ

$$S_t = S_c (1 - \alpha e^{-\beta t}) \quad (3)$$

Trong các công thức (2) và (3)

$S_t$  - Độ lún tại thời điểm  $t$ ,

$S_0$  - Độ lún ở thời điểm ban đầu khi chát đủ tải,

$t$  - Thời điểm quan trắc,  
 $S_c$  - Độ lún toàn phần,  
 $\alpha, \beta$  - Các hệ số hồi qui.

Độ lún giới hạn của điểm quan trắc chính là giới hạn của các hàm (2) và (3) khi  $t \rightarrow \infty$ .

Giới hạn của hàm (2) khi  $t \rightarrow \infty$   $\lim \left( S_0 + \frac{t}{\alpha + \beta t} \right) = S_0 + 1/\beta$

Giới hạn của hàm (3) khi  $t \rightarrow \infty$   $\lim S_c (1 - \alpha e^{-\beta t}) = S_c$

Sau khi xác định được độ lún giới hạn có thể dễ dàng xác định được độ cố kết của đất theo công thức (1) và dự báo thời điểm độ cố kết của đất đạt đến một giá trị cho trước nào đó.

#### **4. Quan trắc lún để đánh giá độ cố kết của đất yếu khi thi công kho cảng Container Chùa Vẽ, Hải Phòng**

##### *a. Giới thiệu chung về dự án*

Kho cảng Container Chùa Vẽ Hải Phòng là một gói thầu của dự án mở rộng và nâng cấp cảng Hải Phòng giai đoạn 2. Mặt bằng dự án có diện tích 6,5ha nằm cách cảng Hải Phòng khoảng 1km về phía Đông Nam. Đây là một vùng đất yếu nằm trên bờ sông Cấm, theo kết quả tính toán tiên lượng độ lún thì với tải trọng thiết kế tương đương với 6 lớp container đầy hàng thì độ lún sẽ đạt giá trị -1,5m

Để đảm bảo chất lượng công trình nhà thầu đã triển khai công tác gia tải trước cho mặt bằng bằng một lớp đá 3x4 độ dày 4,5m. Trước khi gia tải nhà thầu đã áp dụng phương pháp cắm bấc thấm để tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng Mật độ cắm bấc thấm là 1/0.5m<sup>2</sup>.

Để đánh giá độ cố kết của đất trên mặt bằng nhà thầu đã đặt tổng cộng 130 mốc quan trắc (mật độ trung bình 1mốc trên 500m<sup>2</sup>). Các mốc được rải đều trên toàn bộ bề mặt dự án thành một lưới ô vuông khoảng 22x22m. Cả phần đế và phần thân của mốc quan trắc được làm bằng thép trong đó đế mốc là thép tấm có kích thước 1000x1000x5mm (dài, rộng và dày), thân mốc là ống thép đường kính 76mm dày 2mm trên thân mốc có vạch các dấu để đo độ cao của mốc phục vụ cho việc đánh giá độ lún của chúng. Hình dạng và phân bố các mốc đo lún trên mặt bằng được thể hiện trên hình 1. Ngoài ra để theo dõi quá trình tiêu tán áp lực nước lỗ rỗng trên mặt bằng cũng đã lắp đặt 10 đầu đo áp lực nước lỗ rỗng loại dây rung do hãng Slope Indicator (chi nhánh tại Indonesia) cung cấp. Để tiết kiệm chi phí nhà thầu chia mặt bằng thành 6 lô mỗi lô khoảng 1ha và thi công theo phương pháp cuốn chiếu.

##### *b. Quá trình quan trắc*

Ngay sau khi lắp đặt các mốc độ cao ban đầu của chúng  $H_0$  được xác định bằng phương pháp thủy chuẩn hình học có độ chính xác tương đương thủy chuẩn hạng III. Các số liệu độ cao ban đầu được ghi chép và lưu trữ cẩn thận.

Sau khi nhà thầu gia tải đủ tải việc quan trắc được bắt đầu với tần suất ban đầu 2 ngày đo một lần sau đó giảm dần sao cho độ lún giữa 2 lần cho liên kề không nhỏ hơn -5mm. Số liệu quan trắc đối với 1 mốc được ghi trong bảng 1.



**Hình 1.** Các mốc đo lún trên mặt bằng dự án xây dựng kho cảng container Chùa Vẽ, Hải Phòng

**Bảng 1. Kết quả quan trắc lún mốc A9**

Số ngày	Độ lún (m)	Số ngày	Độ lún (m)	Số ngày	Độ lún (m)
2	-0.753	18	-0.916	48	-1.052
4	-0.776	20	-0.931	52	-1.065
6	-0.804	24	-0.957	56	-1.071
8	-0.829	28	-0.979	60	-1.088
10	-0.848	32	-0.999	65	-1.099
12	-0.867	36	-1.014	70	-1.110
14	-0.881	40	-1.029	75	-1.121
16	-0.900	44	-1.042	80	-1.127

$$S_0 = -0.723m$$

c. Xử lý số liệu quan trắc

Dưới đây chúng tôi sẽ trình bày quá trình xử lý số liệu khi sử dụng hàm Hyperbolic để mô tả quá trình lún

Biến đổi phương trình (2) sẽ được

$$\alpha + \beta t - \frac{t}{S_t - S_0} = 0 \quad (4)$$

Phương trình (4) gọi là phương trình quan trắc (vì mỗi lần quan trắc chúng ta đều lập được 1 phương trình như trên). Trong phương trình này chúng ta có hai ẩn số cần xác định là  $\alpha$  và  $\beta$  các tham số khác như  $t$ ,  $S_0$ ,  $S_t$  đều đã được xác định.

Từ (4) có thể thấy điều kiện cần và đủ để xác định được các hệ số hồi qui  $\alpha$  và  $\beta$  là có hai số liệu quan trắc tại hai thời điểm khác nhau, dựa vào cặp số liệu này chúng ta có thể lập được một hệ gồm 2 phương trình với 2 ẩn số, giải hệ phương trình này sẽ xác định được các ẩn số cần tìm.

Trong thực tế bao giờ cũng phải thực hiện một chuỗi gồm rất nhiều kết quả quan trắc (càng nhiều số liệu quan trắc độ tin cậy của kết quả xác định các hệ số càng cao), chuỗi kết quả này cho phép chúng ta lập được một hệ phương trình quan trắc. Dưới dạng ma trận hệ phương trình này được viết như sau:

$$AX + L = 0 \quad (5)$$

Trong đó :

$A$  – Ma trận hệ số của hệ phương trình quan trắc gồm  $n$  hàng ( $n$ - số lượng quan trắc đã được thực hiện) và 2 cột. Cột đầu tiên là hệ số trước ẩn số thứ nhất  $\alpha$ , cột thứ 2 là hệ số đứng trước ẩn số thứ 2 ( $\beta$ ) là thời gian  $t$ ;

$X$  – Véc tơ ẩn số (gồm 2 phần tử)  $X^T = \alpha, \beta$ ;

$L$  – Véc tơ số hạng tự do,  $L^T = t_1/(S_{t1}-S_0), t_2/(S_{t2}-S_0), \dots, t_n/(S_{tn}-S_0)$ .

Hệ phương trình (5) gồm  $n$  phương trình và 2 ẩn số ( $n > 2$ ) như vậy hệ phương trình (5) sẽ có vô số nghiệm. Trong trường hợp này tốt nhất nên sử dụng nguyên lý số bình phương nhỏ nhất để giải.

Theo nguyên lý số bình phương nhỏ nhất từ hệ (5) chúng ta sẽ có một hệ phương trình sau đây (gọi là hệ phương trình chuẩn) với ma trận hệ số  $R$  là một ma trận vuông đối xứng qua đường chéo chính:

$$RX + B = 0 \quad (6)$$

Trong đó

$R$ - Ma trận hệ số của hệ phương trình chuẩn.

$$R = A^T A; \quad (7)$$

$$B = A^T L. \quad (8)$$

Giải hệ phương trình (6) theo công thức

$$X = -R^{-1}B \quad (9)$$

Xác định độ lún giới hạn theo công thức

$$S_{gh} = S_0 + 1/\beta \quad (10)$$

Sau khi xác định được độ lún giới hạn có thể dễ dàng tính được độ lún ứng với độ cố kết cho trước nào đó và thời điểm đạt độ cố kết yêu cầu.

*d. Trình tự tính toán*

Việc tính toán xử lý số liệu được thực hiện theo các bước như sau:

Bước 1: Lập hệ phương trình quan trắc theo công thức (4). Ma trận A trong trường hợp cụ thể cho chuỗi quan trắc trong bảng 1 gồm 24 hàng và 2 cột trong đó tất cả các phần tử ở cột 1 đều có giá trị bằng 1 (hệ số của ẩn số thứ nhất), các phần tử trên cột 2 là thời gian t, véc tơ số hạng tự do L (tính theo công thức 4) có dạng:

$$L^T = (-66.486, -75.4717, -74.0741, -75.4717, -79.982, -83.356, -88.6076, -90.3955, -93.478, -96.1538, -102.564, -109.375, -115.942, -123.844, -130.592, -137.931, -145.897, -152.047, -159.091, -164.332, -172.767, -180.879, -188.442, -198.072)$$

Ma trận R có dạng

$$R = \begin{pmatrix} 24 & 820 \\ 820 & 41650 \end{pmatrix}$$

Véc tơ B có dạng:  $B^T = (-2905.25, -122110)$

Như vậy hệ phương trình chuẩn được viết như sau:

$$24\alpha + 820\beta - 2905.25 = 0$$

$$820\alpha + 41650\beta - 122110 = 0$$

Giải hệ phương trình này ta được:

$$\alpha = -63.795$$

$$\beta = -1.676$$

Độ lún giới hạn  $S_{gh} = -1.320$

Độ lún ứng với độ cố kết  $K=90\%$  là:  $-1.188$

Thời điểm đạt độ cố kết 90% là 136 ngày kể từ khi chất đủ tải.

**5. Kết luận**

Phương pháp Trắc địa để đánh giá độ cố kết trong quá trình xử lý đất yếu là một phương pháp khá đơn giản, ít tốn kém, cho kết quả tin cậy và có tính khả thi cao. Phương pháp này có thể được sử dụng rất hiệu quả trong xây dựng các tuyến đường giao thông, các kho cảng và các công trình khác.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. TẠ ĐỨC THỊNH, NGUYỄN HUY PHƯƠNG, Cơ học đất, NXB Xây dựng, Hà Nội, 2002.
2. PHAN VĂN HIẾN, NGÔ VĂN HỘI và nnk..., Trắc địa Công trình, NXB Giao thông vận tải, Hà Nội, 1999.
3. TAN TS, INOUE T, LEE SL. 'Hyperbolic method for consolidation analysis ' Journal Geotech. Engineering, ASCE, 117(11) 1723-1737.

# XÂY DỰNG PHẦN MỀM TÍNH CHUYỂN TỌA ĐỘ GPS VỀ HỆ TỌA ĐỘ PHẪNG CÔNG TRÌNH

KS. NGÔ XUÂN THẾ, ThS. LÊ VĂN HÙNG, KS. NGUYỄN XUÂN HÒA  
Viện KHCN xây dựng

Tóm tắt: *Hiện nay trong trắc địa công trình công nghệ GPS đã được ứng dụng rộng rãi nhất là công tác thành lập lưới khống chế thi công. Tuy nhiên, các trị đo GPS là các trị đo không gian và bề mặt địa hình khu đo lại là bề mặt không theo một quy luật toán học nào, do đó luôn có sự chênh lệch khoảng cách giữa trị đo GPS và trị đo của máy Toàn đạc điện tử. Vì vậy để giải quyết vấn đề trên cần có bài toán tính chuyển hệ tọa độ GPS về hệ tọa độ công trình để đồng nhất giữa trị đo GPS và trị đo TĐĐT. Bài báo này nêu cách chuyển đổi giữa hai hệ tọa độ trên.*

## 1. Sự cần thiết phải tính chuyển

Lưới khống chế thi công (LTC) có một vai trò rất quan trọng trong quá trình thi công công trình. Chất lượng của lưới khống chế thi công sẽ đảm bảo tính chính xác của công trình trong quá trình xây dựng và hoàn thiện. Để đảm bảo độ chính xác bố trí công trình ra thực địa LTC được thành lập phải đảm bảo yêu cầu tính đồng nhất giữa hệ tọa độ thiết kế và hệ tọa độ thi công.

Trước đây việc thành lập LTC theo phương pháp truyền thống, chúng ta hay dùng hệ tọa độ phẳng công trình, ngày nay công nghệ định vị vệ tinh (GPS) rất phát triển và ứng dụng có hiệu quả trong công tác lập lưới khống chế trắc địa công trình. Bởi vậy khi sử dụng công nghệ GPS để thành lập LTC thường hay gặp các vấn đề sau:

- Sự khác biệt về hệ tọa độ thiết kế và hệ tọa độ định vị công trình khi sử dụng công nghệ GPS;

- Sự biến dạng về chiều dài các cạnh của LTC được thành lập bằng công nghệ GPS so với chiều dài cạnh đo được trên bề mặt tự nhiên.

Do đó, để có thể ứng dụng có hiệu quả công nghệ GPS khi thành lập LTC thì cần phải tính chuyển tọa độ các điểm đo GPS về hệ tọa độ phẳng công trình. Đa số các trường hợp công trình được thiết kế theo hệ tọa độ giả định trong khi đó các điểm khống chế theo công nghệ GPS lại được xác định trong hệ tọa độ WGS84 hoặc hệ tọa độ quốc gia nhưng ở múi chiếu không phù hợp về độ biến dạng phép chiếu.

Hiện nay các phần mềm đi kèm theo máy GPS hoặc các phần mềm thương mại dùng để xử lý các số liệu đo GPS không có mô đun hay phần tính chuyển tọa độ GPS về hệ tọa độ phẳng công trình. Hoặc có thể có nhưng giao diện sử dụng không thuận tiện cho người dùng, chính vì vậy việc lựa chọn, xác lập một quy trình và xây dựng phần mềm tính chuyển tọa độ GPS về hệ tọa độ phẳng công trình là rất cần thiết.

## 2. Phương pháp tính chuyển

### 2.1. Mục đích

Mục đích của bài toán tính chuyển tọa độ các điểm đo GPS về hệ tọa độ phẳng công trình nhằm đảm bảo các yêu cầu sau:

- Hệ tọa độ thi công trùng với hệ tọa độ đã dùng để thiết kế;

- Sự biến dạng về chiều dài các cạnh đo trên mặt đất và các cạnh tương ứng trên bản vẽ thiết kế là nhỏ nhất.

Để tính chuyển được theo hai loại công thức Helmert và Affine thì yêu cầu phải có các điểm song trùng tức là có tọa độ ở cả hai hệ cần tính chuyển.

### 2.2. Công thức tính chuyển tọa độ theo Helmert

Công thức tính chuyển tọa độ theo Helmert như sau:

$$x' = x_0 + (m \cdot \cos\alpha) x - (m \cdot \sin\alpha) y \quad (1)$$

$$y' = y_0 + (m \cdot \sin\alpha) x - (m \cdot \cos\alpha) y$$

Trong đó:  $x', y'$  là tọa độ phẳng công trình cần tính chuyển;

$x, y$  là tọa độ trong hệ tọa độ bình sai GPS;

$m$  là hệ số tỷ lệ;  $\alpha$  góc xoay giữa hai hệ.

Ký hiệu  $(m \cdot \cos \alpha) = a$ ,  $(m \cdot \sin \alpha) = b$ ,  $x_0 = c$ ,  $y_0 = d$  chúng ta có thể viết được phương trình số hiệu chỉnh như sau:

$$v_x = a x - b y + c + l_x \quad (2)$$

$$v_y = a y + b x + d + l_y$$

$$\text{với } l_x = -x, \quad l_y = -y.$$

Như vậy chúng ta có hệ phương trình các số hiệu chỉnh với bốn ẩn số điều kiện có thể xác định được  $a, b, c, d$  là có ít nhất 2 điểm song trùng trong hai hệ.

Đối với các điểm chung chúng ta có thể lập được hệ phương trình:  $a_i \partial x + l_i = v_i$  (3)

$$\text{Ở đây } a_i = \begin{pmatrix} x & -y & 1 & 0 \\ y & x & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\delta_x = \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{pmatrix} \quad l_i = \begin{pmatrix} -x \\ -y \end{pmatrix}$$

Từ hệ phương trình số hiệu chỉnh ta có thể lập được phương trình chuẩn:  $R\Delta x + b = 0$  (4)

$$\text{Với } R = A^T A \quad b = A^T L$$

Giải hệ phương trình chuẩn chúng ta tìm được  $a, b, c, d$  sau đó tính chuyển các tọa độ còn lại theo (2).

### 2.3. Công thức tính chuyển tọa độ theo Affine

Phép biến đổi affine được áp dụng khi sự biến đổi tọa độ không phải là tuyến tính mà còn có sự co giãn. hệ phương trình các số hiệu chỉnh đối với mỗi điểm sẽ là:

$$v_x = a x + b y + c + l_x \quad (5)$$

$$v_y = d y + e x + f + l_y$$

$$\text{Ở đây } l_x = -x, \quad l_y = -y$$

Như vậy đối với các điểm chung chúng ta thành lập được hệ phương trình số hiệu chỉnh.

$$a_i \partial x + l_i = v_i \quad (6)$$

Với  $A$  là ma trận hệ số phương trình số hiệu chỉnh  $a_i$

$$A = \begin{pmatrix} x & y & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x & y & 1 \end{pmatrix} \quad (7)$$

$$\delta_x = \begin{pmatrix} \delta_a \\ \delta_b \\ \delta_c \\ \delta_d \\ \delta_e \\ \delta_f \end{pmatrix} \quad l = \begin{pmatrix} -x \\ -y \end{pmatrix}$$

Tương tự ta lập được phương trình chuẩn:

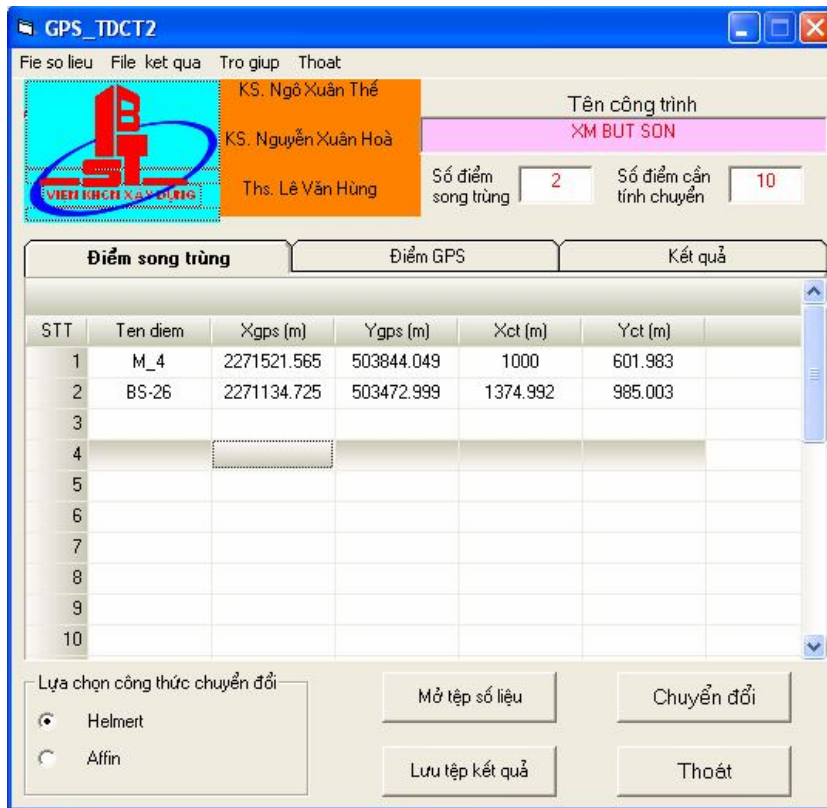
$$R\Delta x + b = 0 \quad (8)$$

$$\text{với } R = A^T A \quad b = A^T L$$

Giải hệ phương trình chuẩn chúng ta tìm được  $a, b, c, d, e, f$ , sau đó tính chuyển các tọa độ còn lại theo (6).

### 3. Phần mềm chuyển đổi

Phần mềm tính chuyển tọa độ được sử dụng là phần mềm GPS\_TDCT2 được viết bằng ngôn ngữ lập trình Visual Basic 6. Giao diện ban đầu như sau:



Phần giao diện nhập gồm nhập số liệu của các điểm song trùng tại Sheet “Điểm song trùng” ví dụ như số liệu trên là các điểm M-4, BS-26 là các điểm có tọa độ thuộc cả hai hệ tọa độ.

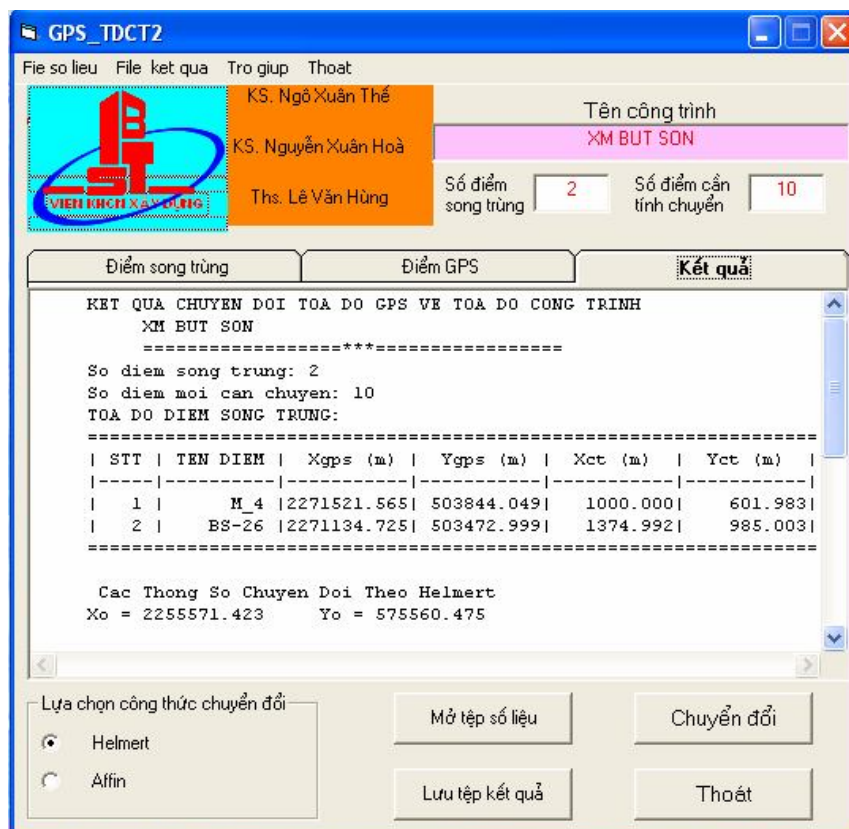
Phần nhập số liệu các điểm cần chuyển đổi tại Sheet “Điểm GPS”.

Ngoài ra ta cũng có thể nhập số liệu dưới dạng file \*.txt với Format như sau:

XM BUT SON (tên công trình)						
2	10	(điểm song trùng)	(điểm cần tính chuyển)			
M_4	2271521.565	503844.049	1000	601.983	(Nhập tên điểm, tọa độ cả hai hệ)	
BS-26	2271134.725	503472.999	1374.992	985.003		
M_4	2271521.565	503844.049				
BS-26	2271134.725	503472.999	(Nhập tên điểm, tọa độ cần tính chuyển)			
BS-12	2271385.511	503335.04				
BS-13	2271389.602	503464.97				
BS-32	2270978.701	503347.878				
BS-51	2270895.009	503605.988				
BS-52	2271059.757	503475.358				
BS-53	2270980.704	503602.96				
BS-54	2270981.779	503468.688				
BS-55	2271101.923	503706.309				

Tại dòng lựa chọn công thức tính chuyển có thể lựa chọn theo hai công thức là Affin và Helmet.

Sau khi nhập số liệu và lựa chọn công thức tính chuyển ta chỉ việc ấn nút tính chuyển và kích chuột vào tab kết quả để xem. Sau khi xem có thể lưu lại File kết quả.



Thực nghiệm phần mềm tính chuyển với 10 điểm mạng lưới GPS xi măng Bút Sơn được thành lập năm 2006. Kết quả như sau.

KET QUA CHUYEN DOI TOA DO GPS VE TOA DO CONG TRINH  
XM BUT SON

\*\*\*\*\*  
So diem song trung: 2  
So diem moi can chuyen: 10  
TOA DO DIEM SONG TRUNG:

STT	TEN DIEM	Xgps (m)	Ygps (m)	Xct (m)	Yct (m)
1	M_4	2271521.565	503844.049	1000.000	601.983
2	BS-26	2271134.725	503472.999	1374.992	985.003

Cac Thong So Chuyen Doi Theo Helmert  
X0 = 2255571.423 Y0 = 575560.475

m = 1.000000 afa = 3.173014

TOA DO DIEM GPS CHUYEN DOI VE TOA DO CONG TRINH:

STT	TEN DIEM	Xgps (m)	Ygps (m)	Xct (m)	Yct (m)
1	M_4	2271521.565	503844.049	1000.000	601.983
2	BS-26	2271134.725	503472.999	1374.992	985.003
3	BS-12	2271385.511	503335.040	1119.996	1115.015
4	BS-13	2271389.602	503464.970	1119.989	985.021
5	BS-32	2270978.701	503347.878	1527.008	1114.964
6	BS-51	2270895.009	503605.988	1618.768	859.611
7	BS-52	2271059.757	503475.358	1449.997	985.000
8	BS-53	2270980.704	503602.960	1533.020	859.945
9	BS-54	2270981.779	503468.688	1527.727	994.117
10	BS-55	2271101.923	503706.309	1415.108	752.839



So sánh với kết quả tính chuyên bằng phần mềm của Trường Đại học Mở Địa chất:

STT	Tên điểm	Toạ độ chuyển bằng phần mềm GPS_TDCT2		Toạ độ chuyển bằng phần mềm của Trường Đại học Mở Địa chất		Độ lệch		Ghi chú
		X	Y	X	Y			
1	M_4	1000.000	601.983	1000.000	601.983	0.000	0.000	
2	BS-26	1374.992	985.003	1374.992	985.003	0.000	0.000	
3	BS-12	1119.996	1115.015	1119.996	1115.015	0.000	0.000	
4	BS-13	1119.989	985.021	1119.989	985.021	0.000	0.000	
5	BS-32	1527.008	1114.964	1527.008	1114.964	0.000	0.000	
6	BS-51	1618.768	859.611	1618.768	859.611	0.000	0.000	
7	BS-52	1449.997	985.000	1449.997	985.000	0.000	0.000	
8	BS-53	1533.020	859.945	1533.020	859.945	0.000	0.000	
9	BS-54	1527.727	994.117	1527.727	994.117	0.000	0.000	
10	BS-55	1415.108	752.839	1415.108	752.839	0.000	0.000	

Thực nghiệm chuyển đổi các điểm GPS xi măng Hoàng Thạch giai đoạn 1 với tổng số điểm cần tính chuyển là 06 điểm với hai điểm gốc là U-2 và U-6 tuy nhiên để thử nghiệm theo công thức affin nên lấy thêm 01 điểm gốc nữa là HT-01 kết quả như sau:

KET QUA CHUYEN DOI TOA DO GPS VE TOA DO CONG TRINH  
XM Hoang Thach

=====\*\*\*=====

So diem song trung: 3

So diem moi can chuyen: 6

TOA DO DIEM SONG TRUNG:

```
=====
| STT | TEN DIEM | Xgps (m) | Ygps (m) | Xct (m) | Yct (m) |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | U-2 | 2327280.900 | 509227.700 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | U-6 | 2328001.917 | 510102.934 | 0.000 | 1133.975 |
| 3 | HT-01 | 2327428.472 | 509136.847 | 171.667 | 23.708 |
=====
```

Cac Thong So Chuyen Doi Theo Affin

ao = -1472474.433159 a1 = 0.771826 a2 = -0.635830

bo = -1872793.737361 b1 = 0.635831 b2 = 0.771828

TOA DO DIEM GPS CHUYEN DOI VE TOA DO CONG TRINH:

```
=====
| STT | TEN DIEM | Xgps (m) | Ygps (m) | Xct (m) | Yct (m) |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | HT-01 | 2327428.472 | 509136.847 | 171.667 | 23.708 |
| 2 | HT-02 | 2327602.402 | 509338.416 | 177.747 | 289.875 |
| 3 | HT-03 | 2327657.725 | 509255.209 | 273.352 | 260.829 |
| 4 | HT-04 | 2327465.547 | 509017.564 | 276.126 | -44.784 |
| 5 | HT-05 | 2327637.464 | 509441.200 | 139.456 | 391.500 |
| 6 | I-3 | 2327792.155 | 509325.762 | 332.249 | 400.759 |
=====
```

So sánh với toạ độ tính chuyển với kết quả tính trong báo cáo của Viện KHCN xây dựng:

STT	Tên điểm	Toạ độ chuyển bằng phần mềm GPS_TDCT2		Toạ độ chuyển trong báo cáo Viện KHCN xây dựng thực hiện		Độ lệch		Ghi chú
		X	Y	X	Y			
1	HT-01	171.667	23.708	171.667	23.708	0.000	0.000	
2	HT-02	177.747	289.875	177.748	289.875	-0.001	0.000	
3	HT-03	273.352	260.829	273.353	260.829	-0.001	0.000	
4	HT-04	276.126	-44.784	276.127	-44.785	-0.001	-0.001	
5	HT-05	139.456	391.500	139.456	391.500	0.000	0.000	
6	I-3	332.249	400.759	332.250	400.759	-0.001	0.000	

#### **4. Kết luận**

Ứng dụng công nghệ GPS vào lĩnh vực trắc địa công trình đã đem lại hiệu quả kinh tế rõ rệt, đặc biệt là ứng dụng thành lập các dạng lưới khống chế thi công.

Khi sử dụng công nghệ GPS để thành lập lưới khống chế thi công cần phải tính chuyển toạ độ các điểm đo về hệ toạ độ công trình. Kết quả tính chuyển sẽ đảm bảo tính thống nhất giữa hệ toạ độ thiết kế và hệ toạ độ thi công cũng như đảm bảo độ chính xác cần thiết khi bố trí công trình.

Phần mềm GPS\_TDCT2 được xây dựng để chuyển hệ toạ độ GPS về hệ toạ độ công trình đã được khảo sát và so sánh với một số phần mềm khác kết quả cho thấy đủ độ tin cậy để sử dụng. Giao diện bằng tiếng việt cũng rất thuận tiện cho người sử dụng.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. PHAN VĂN HIẾN, NGÔ VĂN HỘI, nnk, “Trắc địa công trình”, *NXB Giao thông vận tải, Hà Nội, 1999.*
2. TRẦN VIỆT TUẤN. “Nghiên cứu ứng dụng công nghệ GPS trong Trắc địa công trình ở Việt Nam”. *Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Mở địa chất, Hà Nội, 2007.*
3. “Công tác trắc địa trong xây dựng công trình công nghiệp lớn và nhà cao tầng”, bản dịch của Trịnh Hồng Nam, *NXB Xây dựng, Hà Nội, 2002.*
4. Hoàng Ngọc Hà, “Bình sai tính toán lưới trắc địa và GPS”, *Nhà xuất bản KHKT.*
5. ĐẶNG NAM CHINH và ĐỖ NGỌC ĐƯỜNG. “Công nghệ GPS”.
6. Báo cáo kỹ thuật khảo sát bổ sung phục vụ thiết kế (dây chuyền chính) dự án đầu tư xây dựng dây chuyền 2 nhà máy xi măng Bút Sơn do Công ty TNHH Nhà nước MTV Khảo sát và Xây dựng.

# CÔNG TÁC TRẮC ĐỊA TRONG XÂY DỰNG ĐƯỜNG HẦM

**TS. NGÔ VĂN HỢI**  
Viện KHCN Xây dựng

## 1. Khái niệm chung về đường hầm

Hiện nay chưa có một định nghĩa chính thức về đường hầm. Nhìn chung, đường hầm là loại công trình dưới mặt đất có chiều dài ít nhất là gấp đôi chiều rộng, kín ở hai bên sườn và mở an toàn ở hai đầu. Tùy theo chức năng, đường hầm có thể được phân thành các loại chính là: đường hầm giao thông, đường hầm thủy lợi và đường hầm công nghiệp - dân dụng.

Đường hầm giao thông gồm đường hầm dành cho người đi bộ và đường hầm trên các tuyến giao thông để vượt các chướng ngại vật như rừng núi, sông hồ, các khu dân cư, khu công nghiệp và các công trình đặc biệt khác. Một loại hình độc đáo của đường hầm giao thông là đường xe điện ngầm, được xây dựng tại hầu hết các thành phố lớn trên thế giới như Luân Đôn, Paris, Berlin, Matxcova,... Đây là một loại hình vận tải công cộng có rất nhiều ưu điểm như: không tốn diện tích trên mặt đất, ít gây ô nhiễm cả về khí thải và tiếng ồn, hiệu quả và an toàn cao.

Đường hầm thủy lợi được xây dựng trên các tuyến kênh dẫn có tác dụng hạ thấp độ cao ở phía thượng lưu để cải thiện chế độ cấp nước cho các tuyến kênh. Một ví dụ là đường hầm dẫn nước ở các nhà máy thủy điện, có chiều dài từ vài trăm mét tới hàng chục cây số, với kích thước từ vài mét tới hàng chục mét, là một hạng mục rất quan trọng.

Các đường hầm dân dụng và công nghiệp được xây dựng ở vùng núi hoặc trong các thành phố để khai thác khoáng sản, làm kho chứa vật liệu, vũ khí. Trong các thành phố lớn, đường hầm được xây dựng để đặt các hệ thống cáp điện lực hoặc cáp thông tin, tạo thuận lợi cho việc quản lý, khai thác và bảo dưỡng.

## 2. Vài nét về lịch sử xây dựng đường hầm

Sẽ là sai lầm nếu như cho rằng xây dựng đường hầm là một ngành non trẻ so với các lĩnh vực xây dựng dân dụng khác. Thực ra, việc xây dựng đường hầm đã xuất hiện từ rất lâu.

Đường hầm đầu tiên được xây dựng là đường hầm xuyên qua sông Euphrates thành phố Babilon năm 2150 trước công nguyên. Năm 700 trước công nguyên, một đường hầm dẫn nước đã được xây dựng ở đảo Samos (Hy Lạp) có chiều dài tới 1600m. Đường hầm bộ đầu tiên được xây dựng tại Pháp từ năm 1679- 1681 trước khi xuất hiện đường sắt. Hầm đường bộ dài nhất ở Pháp (7118m) rộng 22m, cao 14,4m được xây dựng để nối miền hạ du sông Rhone với thành phố Maxây. Từ khi xuất hiện đường sắt thì việc xây dựng đường hầm càng ngày càng phát triển mạnh. Từ năm 1896-1906 đã xây dựng một hầm đường sắt dài 19728m nối Italia với Thụy Sĩ. Từ năm 1825-1832 ở Luân Đôn đã xây dựng đường hầm đầu tiên dưới nước dài 450m. Năm 1941, Nhật đã xây dựng đường hầm dưới nước tại vịnh Shimonoseki với chiều dài 6330m.

Đường xe điện ngầm đầu tiên xuất hiện tại Luân Đôn (Anh) năm 1863. Hiện nay, đường xe điện ngầm có mặt tại hầu hết các thành phố lớn trên thế giới, trong đó đẹp nhất, hiện đại nhất là đường xe

điện ngầm ở thành phố Matxcova (H.1). Trong lòng thành phố này hiện có 12 tuyến xe điện ngầm với tổng chiều dài gần 300km, 192 ga, mỗi ngày chuyên chở trung bình gần 8 triệu lượt hành khách, không gây tiếng ồn và không xả chất thải độc hại ra môi trường. Đây thật sự là một loại hình vận tải công cộng lý tưởng cho các thành phố lớn.



**Hình 1.** Đường xe điện ngầm tại thành phố Mátxcova (nguồn Internet)

Ở Việt Nam, đường hầm đã được xây dựng trên tuyến đường sắt Bắc Nam vào đầu thế kỷ 20. Trong những năm chiến tranh, sự nghiệp xây dựng đường hầm của ta hầu như không phát triển, có chăng chỉ đào một số ít hầm ngắn để làm kho quân trang quân dụng hoặc hầm trú ẩn cho người và hệ thống kỹ thuật. Sự nghiệp xây dựng đường hầm chỉ thực sự phát triển mạnh trong hơn một thập kỷ gần đây. Tháng 4 năm 2003, chúng ta khởi công xây dựng đường hầm bộ xuyên qua Đèo Ngang, sau 16 tháng thi công đến tháng 8 năm 2004 công trình đã hoàn thành và đưa vào sử dụng. Việc đưa hầm đường bộ Đèo Ngang vào sử dụng đã rút ngắn tuyến đường Đèo Ngang từ 7km xuống còn 2,5km, trong đó đoạn đường hầm dài 495m. Cũng trên Quốc lộ số 1 huyết mạch của Tổ quốc, tháng 6 năm 2005 hầm đường bộ Hải Vân có chiều dài 6290m được đưa vào sử dụng đã rút ngắn đoạn đường đèo nguy hiểm vào bậc nhất này từ 21km xuống còn khoảng 12km (ngắn hơn 9km) so với tuyến đường đèo cũ và thời gian qua đèo được rút ngắn từ 80 phút (trung bình) xuống còn 20 phút với độ an toàn cao. Từ khi đường hầm được đưa vào khai thác sử dụng, các vụ tai nạn giao thông trên đèo đã giảm một cách đáng kể.



**Hình 2.** Đèo Hải Vân và hầm đường bộ Hải Vân (nguồn Internet)

Trong xây dựng thủy điện ở Việt Nam, giải pháp đường hầm được sử dụng ở rất nhiều nhà máy như Hòa Bình, Sơn La, A Vương, Đại Ninh, Bản Vẽ, Bắc Bình, Đồng Nai và nhiều nhà máy thủy điện khác. Đặc biệt đối với các nhà máy thủy điện được xây dựng tại miền Trung thì đường hầm được coi là giải pháp tối ưu để đảm bảo cho việc lựa chọn vị trí xây dựng đập dâng và nhà máy.



**Hình 3.** Hầm dẫn nước NMTĐ A Vương Quảng Nam



**Hình 4.** Thi công đường hầm bằng phương pháp khoan nổ

### 3. Các phương pháp thi công đường hầm

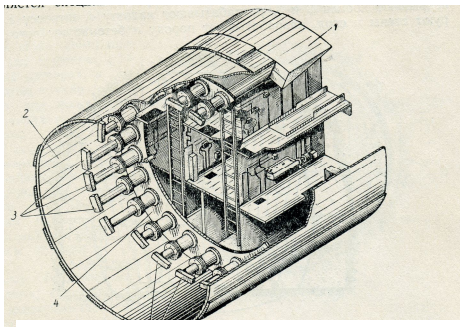
Hiện nay có hai phương pháp chính để thi công đường hầm đó là phương pháp khoan nổ và phương pháp cơ giới (dùng máy đào).

Để đào đường hầm bằng phương pháp khoan nổ trước hết cần vẽ biên dạng (đường viền) của đường hầm lên gương lò, dùng máy khoan khoan các lỗ vào gương lò tại các vị trí nhất định theo phương án thiết kế nổ mìn, tra thuốc, nổ mìn và bốc xúc đất đá bằng máy cào vơ và vận chuyển ra ngoài bằng băng tải hoặc các phương tiện vận tải. Hình 4 mô tả quang cảnh thi công đường hầm dẫn nước của NMTĐ A Vương bằng phương pháp khoan nổ.

Trong phương pháp cơ giới, người ta sử dụng các máy đào đường hầm chuyên dụng. Hiện nay trên thị trường có hai loại chính là máy đào loại khiên (tunnel shield) và máy khoan đường hầm TBM (Tunnel Boring Machine).

Máy đào đường hầm loại khiên (H5a) gồm hai phần chính: phần lưỡi và phần đuôi và hoạt động của nó cũng gần giống như thi công các ống khói hoặc các silô bằng phương pháp Copp pha trượt. Phần lưỡi của máy được lắp ráp bằng các kích thủy lực trên một vành đỡ, các đầu kích nằm trong phần đuôi của máy đào. Khi đào hầm người ta sẽ đào thủ công một đoạn khoảng 2m, đổ bê tông thành hầm của đoạn này và sau đó tiến hành lắp ráp khiên đào trực tiếp dưới hầm. Các đầu kích khi lắp ráp sẽ tì chặt lên đoạn thành hầm đã đổ bê tông chắc chắn. Khi tiến hành đào người ta sẽ đóng các kích làm cho phần lưỡi của khiên chuyển động cắm vào phần đất đá phía trước máy đào. Khi các kích được thu lại ở của nó sẽ để lại một khoảng trống dài khoảng 1,2m để gia cố vỏ hầm. Từ cách hoạt động của nó như trên chúng ta thấy khiên đào hầm là loại thiết bị thích hợp cho việc đào các đường hầm qua các vùng đất tương đối mềm. Đối với các đường hầm xuyên qua các vùng đá cứng thì việc đào hầm bằng thiết bị này rất khó khăn.

Máy khoan hầm –TBM (hình 5b) là thiết bị đào hầm hiện đại được sử dụng để đào các đường hầm có tiết diện tròn trong các điều kiện địa chất khác nhau. Máy có thể được sử dụng để đào hầm ở vùng đá cứng, đất hoặc cát có lẫn các loại tạp chất. Đường kính đào hầm bằng máy TBM có thể thay đổi từ 1m đến 15 m. Ưu điểm của TBM là không làm xáo trộn cấu trúc của các lớp đất đá xung quanh hầm rất thuận tiện cho việc gia công thành hầm làm giảm đáng kể kinh phí gia cố kết cấu vỏ hầm. Nhược điểm của TBM là giá thành đắt, vận chuyển khó khăn, chi phí vận chuyển cao và đòi hỏi phải có hạ tầng cơ sở tốt.



Hình 5. Máy đào hầm dạng khiên (a) và máy TBM (b)

### 4. Vai trò của công tác trắc địa trong thi công xây dựng đường hầm

Như chúng ta đã nói ở trên, đường hầm là một dạng công trình đặc biệt được thi công ngầm trong lòng đất trong điều kiện hết sức khó khăn phức tạp: Không gian thao tác chật hẹp, môi trường nóng, ẩm và đầy khói bụi, tầm nhìn bị hạn chế từ nhiều phía (duy nhất chỉ nhìn được về phía sau). Tất cả các phương pháp đào đường hầm, từ phương pháp thô sơ nhất là khoan nổ đến phương pháp hiện đại nhất là sử dụng các loại máy đào hầm không một phương pháp nào có cơ chế và thiết bị dẫn hướng cho quá trình đào hầm tất cả đều phụ thuộc và sự dẫn hướng của cán bộ trắc địa chính vì vậy vai trò của công tác trắc địa là hết sức quan trọng. Nhìn chung công tác trắc địa phục vụ việc xây dựng đường hầm giải quyết các vấn đề sau:

#### 4.1. Khảo sát địa hình phục vụ thiết kế tuyến đường hầm

Để có thể thiết kế được tuyến đường hầm cần thiết phải tiến hành công tác khảo sát địa hình tại khu vực dự kiến xây dựng nó. Sản phẩm của khảo sát địa hình là bản đồ địa hình, tỷ lệ bản đồ tùy thuộc vào chiều dài của đường hầm, chức năng của nó cũng như các điều kiện địa hình địa vật cụ thể ở khu vực. Thông thường nhiệm vụ thiết kế của các tuyến đường hầm được thành lập trên nền bản đồ địa hình 1:2000 đến 1:5000 đối với các đường hầm dài, các đường hầm ngắn tỷ lệ bản đồ có



thể lớn hơn. Bản đồ được vẽ dọc theo tuyến dự kiến với bề rộng từ 300m đến 1000m. Trong giai đoạn thiết kế kỹ thuật cần phải đo vẽ bản đồ tỷ lệ lớn (1/500) một dải dọc theo tuyến đã chọn, bề rộng của dải đo vẽ ít nhất gấp 3 lần chiều sâu của tuyến đường hầm. ở các khu vực đặc biệt như cửa hầm, tháp điều áp, khu vực đặt các thiết bị kỹ thuật cần phải đo vẽ chi tiết ở tỷ lệ lớn hơn (1/200 thậm chí 1/100). Trong giai đoạn khảo sát nếu sử dụng toạ độ quốc gia thì cần đặc biệt lưu ý đến việc chọn mặt chiếu và múi chiếu cho hợp lý để đảm bảo có sự tương thích hoàn toàn giữa kích thước của các đối tượng trên mặt đất và trên bản vẽ.

Vì đường hầm thường được đào để vượt qua các núi cao hoặc các khu vực có địa hình rất phức tạp do đó việc đo vẽ bản đồ ở khu vực này cũng rất khó khăn. Để đảm bảo tiến độ và đạt được độ chính xác yêu cầu cần phải sử dụng các thiết bị và công nghệ đo vẽ tiên tiến và hiện đại.

#### **4.2. Lập lưới khống chế mặt bằng và độ cao**

Trước khi khởi công xây dựng tuyến đường hầm cần phải triển khai lưới khống chế toạ độ và độ cao trên mặt đất. Độ chính xác của lưới phải được tính toán sao cho đảm bảo được việc thông hướng chính xác đường hầm còn mật độ các điểm của lưới phải đủ để có thể truyền được toạ độ từ trên mặt đất xuống dưới hầm một cách thuận lợi. Hiện nay, với sự xuất hiện của hệ thống định vị toàn cầu GPS việc xây dựng lưới khống chế mặt bằng trên mặt đất đã dễ dàng hơn trước đây rất nhiều. Với sự trợ giúp của các thiết bị này chúng ta có thể dễ dàng truyền toạ độ vào sát của hầm mà không cần đến sơ đồ phát triển lưới khống chế gồm 3 cấp: tam giác đường hầm, đường chuyền đa giác cơ sở và đường chuyền đa giác tiệm cận như trước đây. Công nghệ GPS đã được chúng tôi ứng dụng để xây dựng lưới khống chế mặt bằng phục vụ đào đường hầm dẫn nước của nhà máy thủy điện A Vương chiều dài 5,3km đạt kết quả rất tốt.



**Hình 6a.** Sử dụng hệ thống định vị GPS để dẫn toạ độ vào sát cửa hầm



**Hình 6b.** Đo dẫn độ cao nối hai cửa hầm

Cần lưu ý rằng mặc dù công nghệ GPS cho phép xác định cả độ cao của các điểm của loại thiết bị này hiện nay chưa cao. Trong khu vực rừng núi, sai số xác định độ cao bằng công nghệ GPS có thể lên tới hàng mét. Vì vậy để lập lưới khống chế độ cao cho các công việc đặc biệt quan trọng như điều khiển thông hướng đường hầm, tốt nhất vẫn nên sử dụng phương pháp đo cao truyền thống bằng máy thủy chuẩn thông thường (hình 6b). Đối với các đường hầm ngắn hơn 10km cần đo thủy chuẩn với độ chính xác tương đương với thủy chuẩn nhà nước hạng 3, đối với các đường hầm dài hơn 10km cần đo thủy chuẩn nối hai cửa hầm với độ chính

xác tương đương với thủy chuẩn nhà nước hạng 2.

#### **4.3. Truyền toạ độ, phương vị và độ cao từ trên mặt đất xuống hầm**

Việc truyền toạ độ, phương vị và độ cao từ trên mặt đất xuống hầm được gọi là định hướng đường hầm. Đối với các đường hầm giao thông hoặc đường hầm thủy lợi thường được đào thông qua các cửa hầm nên việc truyền toạ độ, phương vị và độ cao từ trên mặt đất vào trong hầm khá đơn giản và thuận tiện. Các chuỗi tam giác hoặc đa giác dưới hầm chỉ đơn thuần là kéo dài của các chuỗi trên mặt đất mà không cần áp dụng một phương pháp hay thiết bị đặc biệt nào ngoài máy toàn đạc điện tử và máy thủy bình. Đối với các đường xe điện ngầm trong thành phố đường hầm thường được đào thông qua các giếng đứng có đường kính khoảng 5m vì vậy việc truyền toạ độ và phương

vị từ trên mặt đất xuống thực sự là một việc khó khăn đòi hỏi phải sử dụng các phương pháp đặc biệt. Về các phương pháp này, chúng tôi sẽ trình bày trong các bài báo tiếp theo.

#### **4.4. Lập lưới khống chế mặt bằng và độ cao dưới hầm**

Sau khi truyền toạ độ và độ cao từ trên mặt đất xuống dưới hầm cần tiếp tục xây dựng lưới khống chế mặt bằng và độ cao dưới hầm để điều khiển quá trình đào hầm và thực hiện các công tác bố trí chi tiết dưới hầm. Thông thường lưới khống chế mặt bằng dưới hầm được phát triển qua 2 cấp:

- Đường chuyền đa giác thi công: Đường chuyền này được phát triển theo tiến độ đào hầm và được sử dụng để trực tiếp điều khiển việc thi công đường hầm và bố trí lắp đặt thiết bị. Đặc điểm của loại đường chuyền này là cạnh ngắn nên độ chính xác đo góc không cao.
- Đường chuyền đa giác cơ sở: Khi chiều dài đoạn đường hầm đã thi công tăng dần thì sai số tích lũy trong đường chuyền đa giác thi công cũng dần lớn lên đến mức nó không còn đủ độ chính xác để điều khiển việc thi công đường hầm. Vì vậy cần phải xây dựng đường chuyền có độ chính xác cao hơn gọi là đường chuyền đa giác cơ sở. Vì trong đường hầm chật hẹp không có nhiều phương án để lựa chọn nên đường chuyền đa giác cơ sở cũng được xây dựng trùm lên đường chuyền đa giác thi công (gộp nhiều cạnh của đường chuyền đa giác thi công thành một cạnh của đường chuyền đa giác cơ sở) để giảm sai số đo góc qua đó giảm sai số dịch ngang của tim hầm.

Lưới khống chế độ cao dưới hầm thường được phát triển thông qua một cấp (thủy chuẩn hạng 4) và dẫn qua tất cả các điểm khống chế mặt bằng ở dưới hầm.

Cần lưu ý rằng mặc dù về bản chất lưới khống chế mặt bằng và độ cao dưới hầm không khác gì lưới trên mặt đất nhưng điều kiện xây dựng lưới ở dưới hầm khó khăn hơn trên mặt đất rất nhiều, hơn nữa ở dưới hầm không bao giờ có các điều kiện thừa để kiểm tra chắc chắn các kết quả đo đạc hiện trường phát hiện các sai lầm như ở trên mặt đất. Vì vậy, khi thi công lưới khống chế mặt bằng và độ cao dưới hầm cần đặc biệt tập trung cao độ để tránh các nhầm lẫn đáng tiếc có thể xảy ra.

#### **4.5.Theo dõi vị trí thực tế của tim hầm**

Cập nhật vị trí thực tế của tim hầm là một công việc đặc biệt quan trọng, nó cho chúng ta biết chính xác tại thời điểm hiện tại tim hầm đang ở vị trí nào trong lòng đất, so với vị trí thiết kế nó bị sai lệch bao nhiêu, cần điều chỉnh tim hầm về hướng nào,..Nói một cách khác, việc cập nhật vị trí tim hầm cho phép chúng ta phát hiện sai lệch của nó ngay từ những mili mét đầu tiên để kịp thời điều chỉnh.

Việc cập nhật vị trí tim hầm được thực hiện bằng các máy toàn đạc điện tử từ các điểm đường chuyền thi công gần gương lò nhất. Nếu điều kiện thi công không cho phép xác định trực tiếp toạ độ của tim hầm thì có thể xác định toạ độ của một điểm bất kỳ trên gương lò sau đó đo thêm các yếu tố cần thiết để xác định toạ độ của tim hầm. Cũng như các phép đo khác ở trong hầm, việc cập nhật toạ độ tim hầm là đặc biệt quan trọng và cũng không có bất kỳ một đại lượng nào để kiểm tra phát hiện các sai sót. Vì vậy công việc này phải được giao cho những cán bộ chẳng những giỏi về chuyên môn mà còn phải có tinh thần trách nhiệm cao đối với công việc.

#### **4.6. Thực hiện các công tác bố trí lắp đặt thiết bị dưới hầm**

Việc bố trí lắp đặt các thiết bị dưới hầm được thực hiện bằng các chương trình tiện ích cài đặt sẵn trong các máy toàn đạc điện tử và máy thủy bình giống như đối với các công trình thông thường trên mặt đất. Cơ sở để thực hiện các công tác bố trí chi tiết là các điểm khống chế mặt bằng và độ cao đã được xây dựng dưới hầm vị trí của chúng có thể bị thay đổi do hoạt động của các phương tiện vận tải trong quá trình thi công. Vì vậy trước khi tiến hành bố trí các thiết bị cần kiểm tra vị trí của các điểm khống chế.

#### **4.7.Đo vẽ hoàn công đường hầm**

Đo vẽ hoàn công đường hầm gồm hai phần việc chính là đo biên dạng (đường viền) của thành hầm, đo vẽ hoàn công vị trí các thiết bị và mặt cắt dọc của đường hầm. Việc đo vẽ biên dạng của đường hầm được thực hiện bằng các máy toàn đạc điện tử có chế độ đo trực tiếp không cần gương như TCR-305, TCR 705 hoặc các máy có tính năng tương đương. Việc đo vẽ hoàn công vị trí các thiết bị và mặt cắt dọc được thực hiện bằng các máy thông thường. Bản vẽ hoàn công được thể hiện trong tỷ lệ 1/100, mặt cắt dọc của đường hầm được thể hiện trong 2 tỷ lệ khác nhau: tỷ lệ đứng 1:100, tỷ lệ ngang:1:1000.

#### **4.8.Quan trắc biến dạng của đường hầm**

Trong quá trình thi công và khai thác sử dụng do áp lực của đất đá và do hoạt động của các phương tiện nên có thể xảy ra biến dạng của bản thân đường hầm và các công trình lân cận. Việc quan trắc biến dạng nhằm cảnh báo sớm các biến dạng nguy hiểm để có giải pháp kịp thời ngăn chặn các sự cố có thể xảy ra đảm bảo an toàn cho người và tài sản cũng như các thiết bị công nghệ.

### **5. Kết luận**

Trong xây dựng các đường hầm công tác trắc địa có vai trò đặc biệt quan trọng.Nó có mặt trong tất cả các công đoạn xây dựng đường hầm như khảo sát, thiết kế và thi công. Trong giai

đoạn khảo sát và thiết kế công tác Trắc địa cung cấp bản đồ địa hình và các số liệu cần thiết khác để thiết kế công trình. Trong giai đoạn thi công xây dựng đường hầm cán bộ kỹ thuật Trắc địa phải có mặt liên tục tại hiện trường để giải quyết các công việc hết sức hệ trọng như: Cập nhật vị trí tim hầm, xác định độ lệch thực tế của tim hầm so với thiết kế và trực tiếp ra quyết định cho hướng đi của máy đào hoặc máy khoan. Do tính chất cực kỳ quan trọng nên tất cả các phép đo, các kết quả đo đạc, tính toán và các quyết định đưa ra phải chính xác không được mắc bất kỳ một sai sót nào. Hiện nay ở Việt Nam, Viện KHCN Xây dựng đã có đủ điều kiện về nhân lực và trang thiết bị để đảm bảo cho việc thông hướng các tuyến đường hầm giao thông và thủy lợi, năm 2006, với sự trợ giúp của Viện, các đơn vị thi công đã đào thông đường hầm dẫn nước của nhà máy thủy điện A Vương Quảng Nam dài 5,3km với độ chính xác rất cao. Sau kết quả này, chúng tôi đang triển khai nghiên cứu các phương pháp định hướng đối với các đường hầm đào qua các giếng đứng để đáp ứng yêu cầu của việc phát triển mạng lưới giao thông công cộng dưới mặt đất tại các thành phố lớn của nước ta.



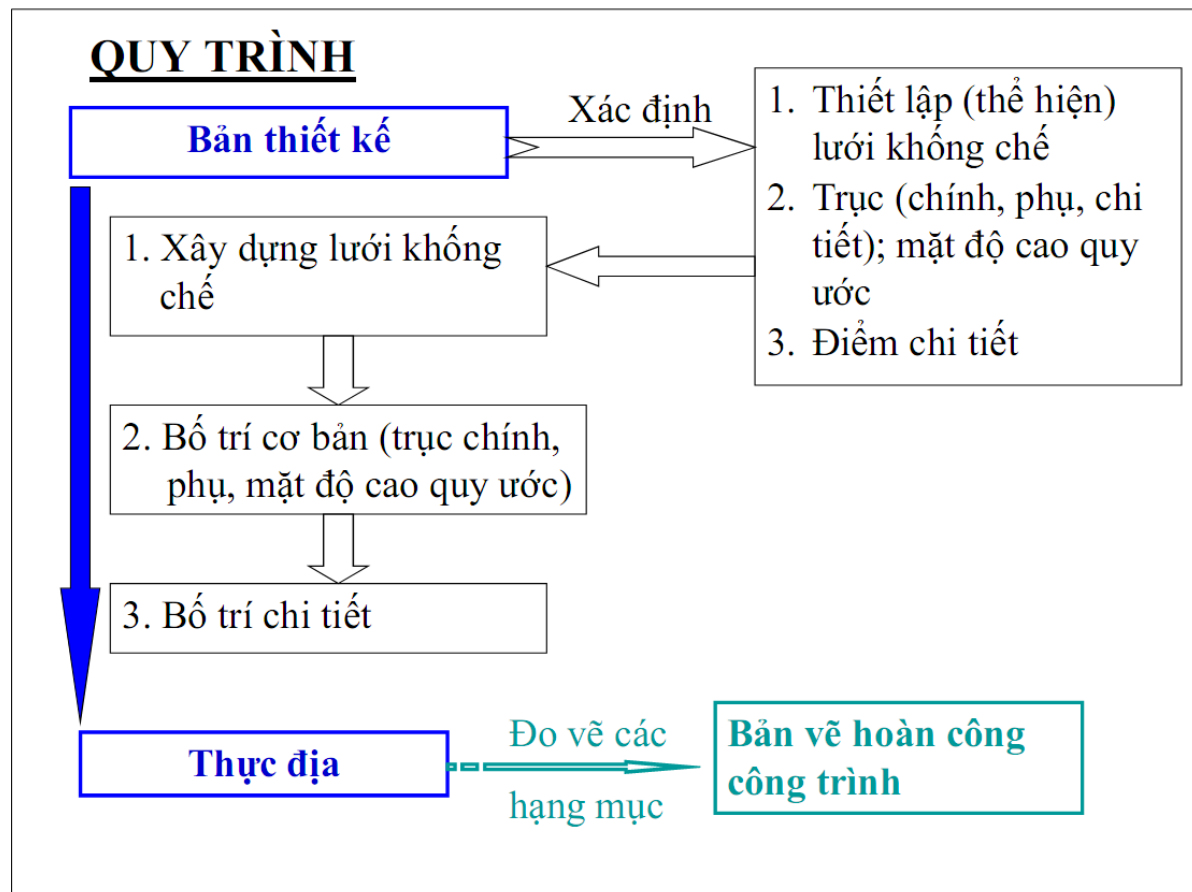
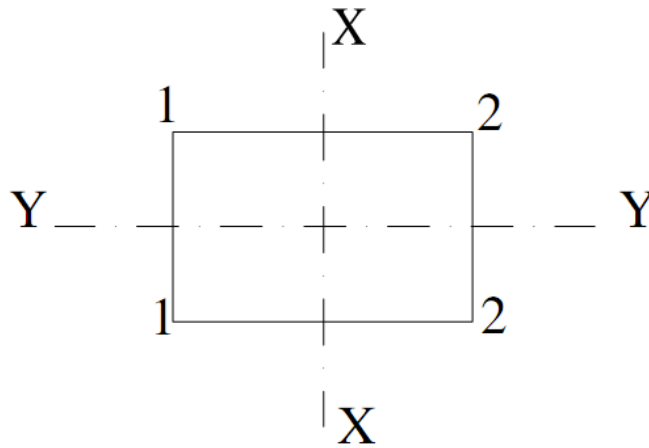


# THẢO LUẬN TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH

## CÁC PHƯƠNG PHÁP BỐ TRÍ CÔNG TRÌNH BẰNG MÁY KINH VĨ NHÓM I-LỚP ĐKT K50

## **I/KHÁI NIỆM BỐ TRÍ CÔNG TRÌNH**

- Định nghĩa
- -Tất cả các công trình xây dựng đều được thiết kế trên bản vẽ. Khi thi công ta cần phải chuyển bản thiết kế ra thực địa.
- **Bố trí công trình là tất cả những công tác trắc địa nhằm xác định vị trí mặt bằng và độ cao của các hạng mục công trình ở ngoài thực địa theo đúng thiết kế.**
- -Như vậy, ngược lại với công tác đo vẽ bản đồ, trong bố trí công trình phải căn cứ vào bản thiết kế để xác định các trục, các điểm,... và tính toán những số liệu cần thiết rồi đo đạc bố trí công trình ở ngoài thực địa với độ chính xác theo yêu cầu của thiết kế. **Yêu cầu độ chính xác trong bố trí công trình cao hơn trong đo vẽ bản đồ.**
- -Cơ sở hình học để chuyển bản vẽ thiết kế ra thực địa là các trục dọc, trục ngang và độ cao của mặt quy ước của công trình. Tất cả các kích thước thiết kế đều được xác định tương đối so với các trục và độ cao ấy.



### **III/ BỐ TRÍ CÁC YẾU TỐ CƠ BẢN TRÊN THỰC ĐỊA**

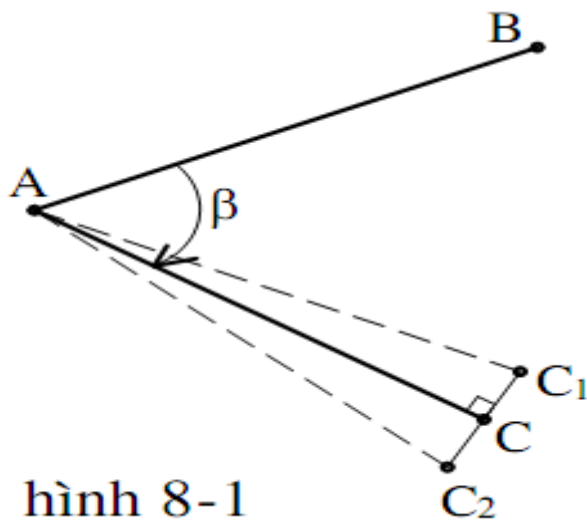
➤ Các yếu tố cơ bản bao gồm : góc thiết kế ,độ dài thiết kế, độ cao và độ dốc thiết kế.

#### **1. Bố trí góc bằng thiết kế.**

➤ -Cần bố trí góc  $\beta_{TK} = BAC$  (góc thiết kế). Ngoài thực địa đã có trước điểm A và hướng B. Đặt máy kinh vĩ tại A, ngắm chuẩn về B đặt bàn độ ngang =0, quay ống kính theo chiều kim đồng

hồ đến khi số đọc bằng  $\beta_{TK}$ , đóng cọc được điểm C1. Đào kính thao tác tương tự có điểm C2. Xác định điểm C nằm giữa C1 và C2 ta được góc  $BAC = \beta_{TK}$ .

- -Thường máy kinh vĩ có sai số trung phương đo góc  $m\beta > m\beta_{TK}$  (sai số trung phương góc thiết kế). Nên để bố trí góc với độ chính xác cần thiết thì góc đặt được ở lần đầu được coi là gần đúng, và tiến hành đo lại nhiều lần góc
- -Từ công thức :  $mX = \pm \frac{m}{\sqrt{n}}$
- -Số lần đo cần thiết là:  $n = \frac{m\beta^2}{m^2\beta_{TK}}$
- -Sau n lần đo ta được  $\beta \neq \beta_{TK}$
- Ta có  $\Delta\beta = \beta - \beta_{TK}$
- $\Delta\beta$  là số hiệu chỉnh góc cần phải xê dịch
- để bố trí được góc thiết kế.

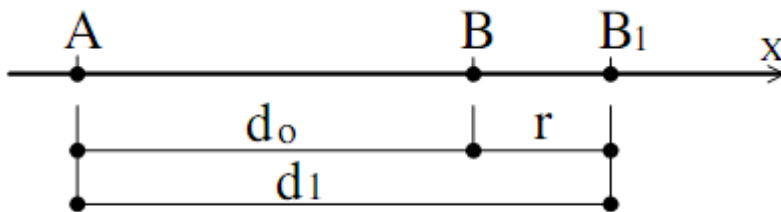


hình 8-1

- $CC' = d = S \cdot \text{tg}\Delta\beta = S \cdot \Delta\beta / \rho''$  ( $S = AC$ )
- với  $\rho'' = 206265$
- Từ C' hạ đường vuông góc với AC' một đoạn  $d = CC'$
- Ta tìm được điểm C cần xác định. Xác định được góc  $BAC = \beta_{TK}$
- **2. Bố trí đoạn thẳng**
- Khi đo: chiều dài đoạn thẳng AB ở ngoài thực địa đã biết 2 điểm A và B.
- Khi bố trí đoạn thẳng AB có chiều dài nằm ngang thiết kế  $d_0$  thì ở ngoài thực địa mới có một điểm A và hướng Ax có chứa B. Cần xác định điểm B.

➤ Cách bố trí:

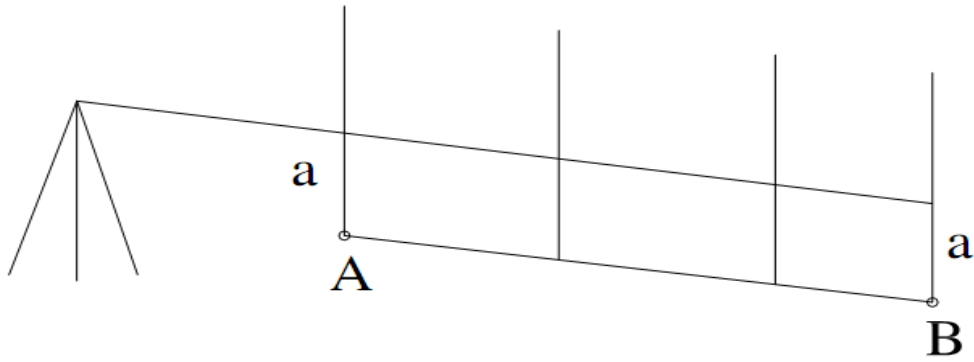
- Kể từ A theo hướng Ax đo sơ bộ 1 đoạn  $AB_1 \approx d_0$ , cố định sơ bộ  $B_1$ .
- Đo đoạn thẳng  $AB_1$  với độ chính xác cần thiết (đưa số hiệu chỉnh vào kết quả đo), được  $d_1 = AB_1$  chính xác.
- Tính đoạn cần dịch chuyển  $r = d_0 - d_1$
- Từ  $B_1$  đặt một đoạn  $r$  về phía cần thiết ta được điểm B cần tìm. Cố định điểm B ta được đoạn AB cần bố trí (hình 8-2).



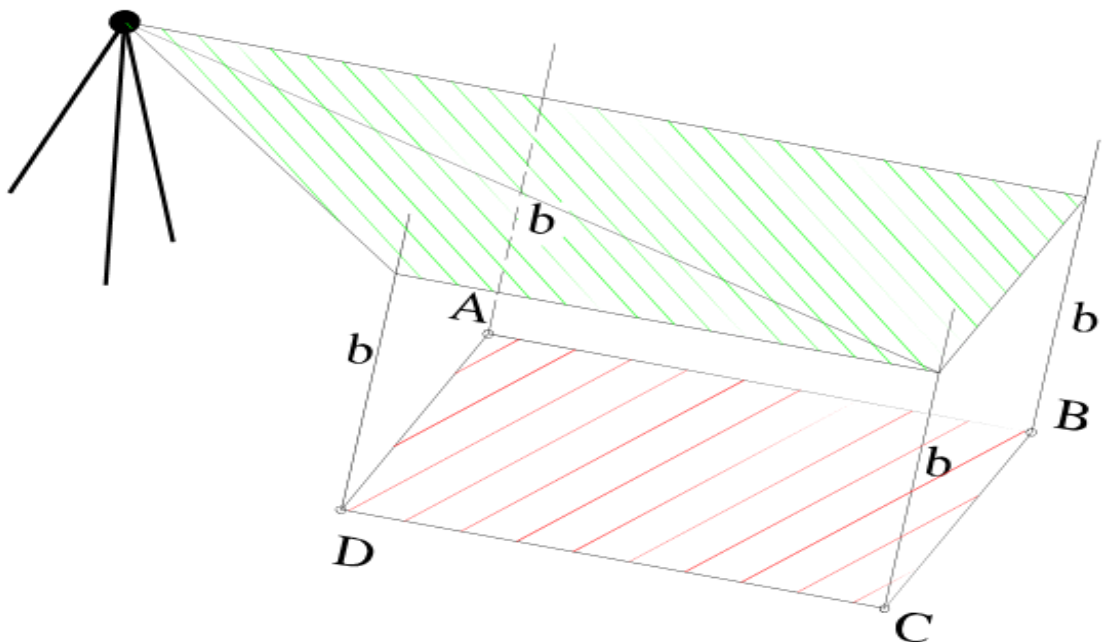
hình 8-2

➤ 3. Bố trí đường thẳng và mặt phẳng có độ dốc thiết kế

- Để bố trí đường thẳng và mặt phẳng có độ dốc thiết kế ta có thể dùng máy kinh vĩ hoặc máy thủy bình.
- a) *Bố trí đường thẳng có độ dốc thiết kế.*
- Trước hết trên đường thẳng thiết kế, bố trí 2 điểm A và B có độ cao
- đảm bảo đúng độ dốc thiết kế.
- Đặt máy sao cho hai ốc cân song song với đường thẳng AB. Dùng
- hai ốc cân này (ốc cân 1 và 2) điều chỉnh tia ngắm sao cho số đọc trên mìa A và B bằng nhau và  $= a$ . Khi đó tia ngắm đã ở độ dốc thiết kế.
- Để xác định các điểm trên đường thẳng AB ta chỉ việc đặt và điều
- chỉnh mìa sao cho có số đọc bằng  $a$ , khi đó mặt đế mìa sẽ nằm trên
- đường thẳng có độ dốc thiết kế.



- *b) Bố trí mặt phẳng có độ dốc thiết kế.*
- Trước hết bố trí các điểm A, B, C, D ở độ cao đảm bảo cho mặt
- phẳng ABCD là mặt phẳng độ dốc thiết kế.
- Đặt máy và điều chỉnh 3 ốc cân sao cho số đọc trên các mia dựng tại A, B, C, D đều bằng nhau và  $= b$ . Khi đó tia ngắm đã quét thành một mặt phẳng có độ dốc thiết kế.
- Tại các điểm khác, khi số đọc trên mia bằng  $b$  thì để mia nằm trên
- mặt phẳng có độ dốc thiết kế.



### ➤ III/ CÁC PHƯƠNG PHÁP BỐ TRÍ ĐIỂM MẶT BẰNG

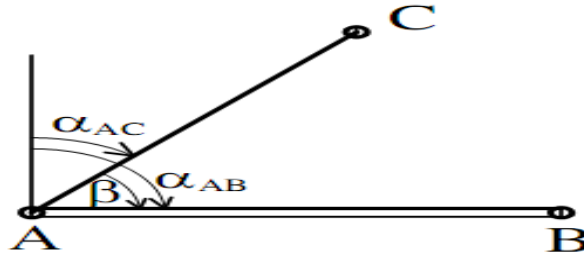
- Các điểm đặc trưng của công trình có thể được bố trí theo các phương pháp sau:

## 1.Phương pháp tọa độ

### a.Phương pháp tọa độ cực

➤ -Phương pháp này được áp dụng phổ biến, nhất là những chỗ quang đãng, tương đối bằng phẳng và khi khoảng cách cực (S) ngắn hơn chiều dài của thước.

- Biết tọa độ không chế trắc địa  $A(X_A, Y_A)$ ;  $B(X_B, Y_B)$  và tọa độ thiết kế điểm  $C(X_C, Y_C)$  (hình 8-4).



hình 8-4

- Trước hết phải tính những số liệu cần thiết cho bố trí là góc cực  $\beta$  và bán kính cực S.

$$\alpha_{AB} = \arctg \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} \quad \left| \quad \Rightarrow \quad \beta = \alpha_{AB} - \alpha_{AC} \right.$$

$$\alpha_{AC} = \arctg \frac{Y_C - Y_A}{X_C - X_A}$$

$$S = \sqrt{(X_C - X_A)^2 + (Y_C - Y_A)^2}$$

➤ -Cách bố trí: Đặt máy kinh vĩ tại A. Định tâm, cân bằng, định hướng theo AB, mở 1 góc bằng  $\beta$  theo hướng cần bố trí. Trên hướng này dùng thước thép đo 1 đoạn thẳng S cố định được điểm C.

➤ -Độ chính xác bố trí C theo phương pháp tọa độ cực (Sai số bố trí

➤ điểm):

$$m_C = \pm \sqrt{m_S^2 + \left( \frac{m_\beta}{\rho''} \right)^2 S^2}$$

➤

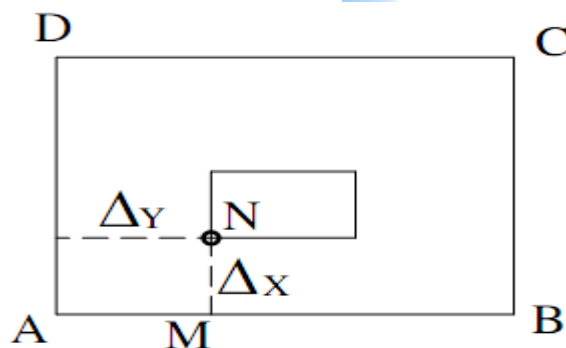


Trong đó:  $m_S$ : \_ Sai số trung phương bố trí cạnh cực S  
 $m_\beta$ : \_ Sai số trung phương bố trí góc cực (đv ")  
 $\rho'' = 206265$   
 S: \_Cạnh cực

- b. Phương pháp tọa độ vuông góc
- -Phương pháp này thường được ứng dụng khi trên khu vực đã thành lập lưới ô vuông xây dựng.
- Phương pháp này được áp dụng nhiều hơn cả trong khi bố trí các công trình công nghiệp và dân dụng. Từ các điểm khống chế của lưới ô vuông xây dựng (mạng lưới thi công) hay từ đường đo trên phố. Muốn vậy phải tính số gia tọa độ giữa các điểm đặc trưng của công trình với các đỉnh của lưới ô vuông  $\Delta_X, \Delta_Y$  (hình 5-6).

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta_X = X_N - X_A \\ \Delta_Y = Y_N - Y_A \end{array} \right.$$

- -Cách bố trí : Phải luôn nhớ là đặt đoạn thẳng có gia số tọa độ lớn hơn dọc theo cạnh trục tọa độ của lưới ô vuông, còn số gia tọa độ nhỏ hơn được chiếu theo hướng vuông góc với nó.
- -Giả sử  $\Delta_Y > \Delta_X$ . đặt máy kinh vĩ tại A. Định tâm, cân bằng, định hướng về B trên hướng này đặt một đoạn  $AM = \Delta_Y$ .
- -Chuyển máy kinh vĩ đến M. Định tâm, cân bằng, định hướng về A (hoặc B) mở một góc  $90^\circ$ . Trên hướng này đo một đoạn  $MN = \Delta_X$  ta có điểm N.

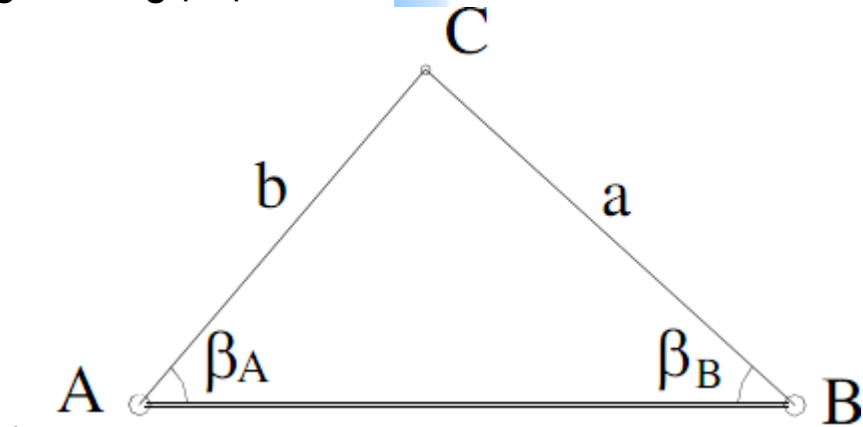


• hình 8-6

- **2. Phương pháp giao hội**
- a. Phương pháp giao hội góc



- -Phương pháp này thường được áp dụng để bố trí trụ cầu, công trình thủy lợi ... khi mà điểm cần bố trí ở xa điểm khống chế trắc địa và việc đo dài gặp khó khăn.
  - Nội dung: Biết tọa độ khống chế trắc địa A ( $X_A, Y_A$ ) ; B ( $X_B, Y_B$ ) tọa độ điểm thiết kế là C ( $X_C, Y_C$ ) (hình 8-7)
  - Tính toán: Tính những số liệu cần thiết cho bố trí là các góc bằng  $\beta_A, \beta_B$ .



$$\alpha_{AB} = \arctg \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}$$

$$\rightarrow \beta_A = \alpha_{AB} - \alpha_{AC}$$

$$\alpha_{AC} = \arctg \frac{Y_C - Y_A}{X_C - X_A}$$

$$\alpha_{BA} = \arctg \frac{Y_A - Y_B}{X_A - X_B}$$

$$\rightarrow \beta_B = \alpha_{BC} - \alpha_{BA}$$

$$\alpha_{BC} = \arctg \frac{Y_C - Y_B}{X_C - X_B}$$

- Cách bố trí: Đặt 2 máy kinh vĩ ở A và B định tâm, cân bằng, định hướng theo cạnh khống chế AB. Tương ứng đặt các góc  $\beta_A, \beta_B$ . Giao điểm 2 hướng ngắm trên là điểm C cần tìm.
- Độ chính xác của điểm C:

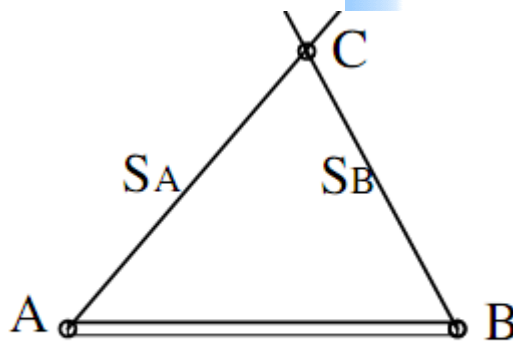
$$m_C = \pm \frac{m''_{\beta}}{\rho'' \cdot \sin C} \sqrt{a^2 + b^2}$$

Với  $a = BC$   
 $b = AC$

- $m_{\beta}$ : Sai số trung phương bố trí góc  $\beta_A$  và  $\beta_B$  (coi  $m_{\beta A} = m_{\beta B} = m_{\beta}$ )
- -Để nâng cao độ chính xác của phương pháp có thể dùng máy kinh vĩ đo lại cả 3 góc trong tam giác điều chỉnh sai số khép tam giác cho 3 góc trong tam giác. Tính tọa độ điểm C và so sánh với tọa độ thiết kế của nó được độ lệch  $\Delta x, \Delta y$  từ đó có thể chuyển dịch điểm C về vị trí chính xác. Khi đó phương pháp này gọi là phương pháp tam giác khép kín.

#### -b. Phương pháp giao hội cạnh

- -Phương pháp này thường được áp dụng khi điểm cần bố trí nằm gần điểm khống chế trắc địa, bán kính giao hội ngắn hơn chiều dài thước, địa hình bằng phẳng, quang đẵng.
  - Nội dung: Biết tọa độ khống chế trắc địa A ( $X_A, Y_A$ ); B ( $X_B, Y_B$ ) tọa độ điểm thiết kế C ( $X_C, Y_C$ ) (hình 8-8)
  - Tính toán:
- Tính những số liệu cần thiết cho bố trí là các bán kính giao hội  $S_A, S_B$ .



• hình 8-8

$$S_A = \sqrt{(X_C - X_A)^2 + (Y_C - Y_A)^2}$$

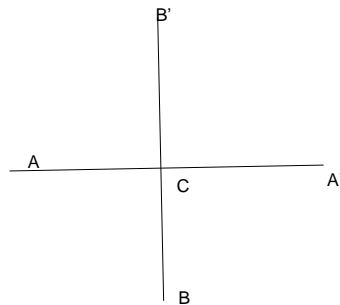
$$S_B = \sqrt{(X_C - X_B)^2 + (Y_C - Y_B)^2}$$

- Cách bố trí:

- Dùng 2 thước thép đặt đầu “0” tại A và B, lấy A và B làm tâm theo thước thép quay các cung bán kính tương ứng là  $S_A$  và  $S_B$  chúng giao nhau tại C đó là điểm cần bố trí.
- Độ chính xác xác định điểm C:

$$m_C = \pm \frac{m_s}{\sin C} \sqrt{2}$$

- Trong đó:  $m_s$  - Sai số bố trí cạnh  $S_A, S_B$  (coi  $m_{SA} = m_{SB} = m_s$ )
- -Ta thấy độ chính xác của bố trí điểm C bằng phương pháp giao hội cạnh cao nhất khi góc C gần bằng  $90^\circ$  và thấp nhất khi góc giao hội tiến tới  $0^\circ$  hoặc  $180^\circ$ .
- **C. Phương pháp giao hội hướng chuẩn**
  - Trong phương pháp này vị trí điểm cần bố trí là giao điểm của hai hướng chuẩn. Hướng chuẩn được thành lập bằng máy kinh vĩ đặt tại gốc A hướng tới tiêu ngắm đặt tại A' và đặt tại B hướng tới B'. Hai hướng này sẽ cắt nhau tại điểm C cần bố trí:



Phương pháp này áp dụng phổ biến trong công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp khi phần lớn các trục thường giao nhau dưới 1 góc vuông.

Nếu bỏ qua ảnh hưởng của sai số liệu góc thì độ chính xác của phương pháp giao hội hướng chuẩn phụ thuộc vào độ chính xác dựng hướng chuẩn thứ nhất  $m_{hc1}$  và thứ 2  $m_{hc2}$ , độ chính xác đánh dấu điểm cần bố trí điểm trên thực địa  $m_{dd}$

$$m_C = \sqrt{m_{hc1}^2 + m_{hc2}^2 + m_{dd}^2}$$

-Sai số chủ yếu khi dựng hướng chuẩn là sai số định tâm cân máy  $m_{đm}$ , sai số đặt tiêu ngắm  $m_{đt}$  và sai số ngắm  $m_{ng}$ . Nếu nguồn sai số độc lập với nhau ta có:

$$m_{hc}^2 = m_{đt}^2 + m_{đm}^2 + m_{ng}^2$$

Như vậy, sai số trung phương bố trí điểm C bằng phương pháp hướng chuẩn là:

$$m_c = \sqrt{2m_{dt}^2 + 2m_{dm}^2 + 2m_{ng}^2 + 2m_{dd}^2}$$

#### d. Giao hội phía sau:

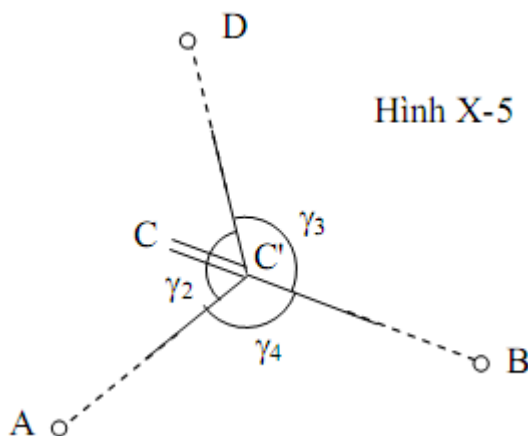
-Trong thực tế khi đã biết vị trí sơ bộ của điểm cần bố trí và có thể đặt được máy thì người ta dùng phương pháp giao hội phía sau để bố trí điểm (hình X-5).

-Muốn bố trí được nhanh thì trước hết phải tìm vị trí sơ bộ C' của điểm C để đặt máy. Sau đó, chọn 3 điểm khống chế đã biết A, B, D để xác định trắc địa điểm C. Cũng cần lưu ý rằng không nên để C' rơi vào vòng tròn nguy hiểm của các điểm A, B, D. Từ trắc địa điểm C đã biết trong thiết kế và trắc địa điểm C' vừa tính

➤ được có thể tính số gia trắc địa như sau:

$$\Delta_x = x_C - x'_C$$

$$\Delta_y = y_C - y'_C$$



Dựa vào trị số tính được của  $\Delta_x$ ,  $\Delta_y$  đưa vị trí điểm C' dời về điểm

#### e. Giao hội đường trực

-Trong trường hợp điểm định bố trí C nằm trên đường AB (hình X-6) đã bố trí sẵn trên thực địa, đồng thời tại C có thể đặt được máy kinh vĩ đo góc, thì có thể dùng phương pháp giao hội theo đường trực (gọi tắt là giao hội đường trực) để bố trí điểm.

-Muốn vậy, trước hết đặt máy gần nơi điểm bố trí rồi dùng phương pháp nhích dần về để đưa máy vào đường trực AB, ví dụ tại điểm C'. sau đó tìm một điểm khống chế D ngoài đường trực. Đo góc  $BC'D = \gamma$ .

-Trắc địa điểm C' được tính theo công thức:

$$\begin{cases} x'_C = x_D + \Delta x_{DC} \\ y'_C = y_A = y_B \end{cases}$$

trong đó:

$$x_{DC'} = \Delta y_{DC'} \cdot \cot \gamma$$

$$\Delta y_{DC'} = y_D - y'_C$$

Sau khi được trắc địa điểm C' có thể so sánh với trắc địa điểm C định bố trí:

$$\Delta x = x_C - x'_C \quad ;$$

$\Delta x$  dùng để đưa điểm C' về vị trí chính xác của điểm C.

10 CÂU HỎI ĐẶT CHO NHÓM 2 VÀ 3:

Câu 1: nêu phương pháp bố trí góc bằng máy toàn đạc?

Câu 2: nêu phương pháp bố trí chiều dài bằng máy toàn đạc?

Câu 3: có thể dùng máy toàn đạc trong phương pháp tọa độ cực ko? Nếu có thì khác máy kinh vĩ ở chỗ nào?

Câu 4: có thể dùng máy toàn đạc trong phương pháp giao hội góc ko? Nếu có thì khác máy kinh vĩ ở chỗ nào?

Câu 5: có thể dùng máy toàn đạc trong phương pháp giao hội cạnh ko? Nếu có thì khác máy kinh vĩ ở chỗ nào?

Câu 6: Có những phương pháp bố trí độ cao nào ?

Câu 7: Các nguồn sai số nào ảnh đến công tác bố trí?

Câu 8: Cách loại bỏ sai số đó ?

Câu 9: phương pháp bố trí độ cao thường dùng cho công trình nào?

Câu 10: phương pháp bố trí độ cao thường dùng trong điều kiện địa hình như thế nào, thuận lợi hay không thuận lợi?

**THE END !**