

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

KHOA XÂY DỰNG VÀ MÔI TRƯỜNG

BỘ MÔN XÂY DỰNG

BÀI GIẢNG HỌC PHẦN
TRẮC ĐỊA

Thái nguyên, năm 20...

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1: NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN TRONG TRẮC ĐỊA	4
1.1. Hình dạng, kích thước quả đất – mặt thủy chuẩn và hệ thống độ cao.....	4
1.1.1. Đơn vị đo chiều dài.	4
1.1.2. Đơn vị đo góc.	4
1.1.3. Hình dạng ,kích thước quả đất – mặt thủy chuẩn và hệ thống độ cao.....	5
1.2. Định hướng đường thẳng.....	7
1.2.1.Góc phương vị thực và độ hội tụ kinh tuyến.	7
1.2.2. Góc phương vị từ.....	9
1.2.3. Góc định hướng α	9
1.3. Bản đồ địa hình.....	10
1.3.1. Định nghĩa bản đồ	10
1.3.2. Tỷ lệ bản đồ.	11
1.3.3. Chia mảnh và đánh số bản đồ địa hình.....	13
1.4. Mặt cắt địa hình.	14
1.4.1. Khái niệm.	14
1.4.2. Đo vẽ mặt cắt.....	15
CHƯƠNG 2: SAI SỐ ĐO ĐẠC	16
2.1. Phân loại sai số	16
2.1.1. Khái niệm về phép đo.....	16
2.1.2. Phân loại các giá trị đo.	16
2.1.3. Phân loại sai số.....	16
2.2. Tiêu chuẩn đánh giá độ chính xác kết quả đo.	17
2.2.1. Sai số trung bình θ	17
2.2.2. Sai số trung phương m	17
2.2.3. Sai số xác suất.	18
2.2.4. Sai số giới hạn.	18
2.2.5. Sai số tương đối.....	19
2.3. Phương pháp tính sai số trung phương của hàm các đại lượng đo.....	19
2.3.1. Sai số trung phương của hàm số có dạng tổng quát.	19
2.3.2. Sai số trung phương của các một số hàm thường gặp.....	19
2.3.3 Sai số trung bình cộng và sai số trung phương M của nó.....	20
CHƯƠNG 3: ĐO CÁC YẾU TỐ CƠ BẢN.	21
3.1. Máy kinh vĩ, máy thủy bình	21
3.1.1. Máy kinh vĩ.....	21
3.1.2. Máy thủy bình.....	27
3.2. Đo góc	28
3.2.1 Khái niệm góc bằng và góc đứng.	28
3.2.2. Các phương pháp đo góc bằng.	29
3.2.3. Phương pháp đo góc đứng.....	32
3.3. Đo khoảng cách.	33
3.3.1. Khái niệm.	33
3.3.2. Đo khoảng cách bằng thước thép.	34
3.3.3. Đo khoảng cách bằng phương pháp quang học.....	35
3.4. Đo cao.....	37
3.4.1. Nguyên lý đo cao.....	37
3.4.2. Đo cao hình học từ giữa.....	38

3.4.3. Đo cao phía trước.	38
3.4.4. Đo cao lượng giác.....	38
CHƯƠNG 4: LƯỚI KHÔNG CHẾ TRẮC ĐỊA	40
4.1. Hai bài toán trắc địa cơ bản.	40
4.1.1. Bài toán thuận.....	40
4.1.2. Bài toán đảo.	40
4.2. Lưới không chế trắc địa.	40
4.2.1. Khái niệm.	40
4.2.2. Độ chính xác cần thiết của lưới không chế trắc địa.....	41
4.3. Bình sai lưới không chế trắc địa	41
4.3.1. Đường chuyền kinh vĩ.	41
4.3.2. Lưới không chế độ cao.	42
CHƯƠNG 5: BỐ TRÍ CÔNG TRÌNH	44
5.1. Bố trí các yếu tố cơ bản.	44
5.1.1. Bố trí góc bằng.	44
5.1.2. Bố trí đoạn thẳng.	45
5.1.3. Bố trí điểm độ cao.	45
5.2. Bố trí điểm mặt bằng.	46
5.2.1. Phương pháp tọa độ cực.	46
5.2.2. Phương pháp giao hội góc.	47
5.2.3. Phương pháp giao hội cạnh.	48
5.2.4. Phương pháp tọa độ vuông góc.	49
CHƯƠNG 6: QUAN TRẮC BIẾN DẠNG CÔNG TRÌNH	50
6.1. Khái niệm.	50
6.1.1. Phân loại.	50
6.1.2. Nguyên nhân.....	50
6.1.3. Đặc tính và các tham số.....	50
6.1.4. Mục đích và nhiệm vụ.	51
6.1.5. Yêu cầu độ chính xác và chu kỳ quan trắc.	51
6.2. Kỹ thuật đo lún.	52
6.2.1. Quan trắc lún bằng phương pháp đo cao hình học.	52
6.2.2. Quan trắc lún bằng phương pháp đo cao thủy tĩnh.....	54
6.2.3. Quan trắc lún bằng phương pháp đo cao lượng giác.....	54
CHƯƠNG 7: ĐO VẼ HOÀN CÔNG	55

CHƯƠNG 1: NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN TRONG TRẮC ĐỊA

1.1. Hình dạng, kích thước quả đất – mặt thủy chuẩn và hệ thống độ cao

1.1.1. Đơn vị đo chiều dài.

Tổ chức quốc tế lấy đơn vị đo chiều dài trong hệ SI là mét với quy định: “ Một mét là chiều dài ứng với 4.10^7 chiều dài của kinh tuyến đi qua Paris ”.

Năm 1960 đã quy định lại đơn vị đo dài. “Một mét là chiều dài bằng 1.650.763,73 chiều dài của bước sóng bức xạ trong chân không của nguyên tố Krypton-86, tương đương với quỹ đạo chuyển dời của điện tử giữa hai mức năng lượng $2P_{10}$ và $5d_5$ ”.

$$1m = 10dm = 10^2 cm = 10^3 mm = 10^6 \mu m = 10^9 Nm$$

Đơn vị đo diện tích: m^2 , km^2 , ha.

$$1km^2 = 10^6m^2, \quad 1ha = 10^4m^2$$

Ngoài ra ở Anh còn dùng 1foot = 0,3048m, 1inch = 25,3mm, và dặm, hải lý.

1.1.2. Đơn vị đo góc.

Trong trắc địa thường dùng đơn vị đo góc là *Radian*, *độ* và *grad*.

♣ **Radian:** Ký hiệu là *rad* là một góc phẳng có đỉnh trùng với tâm của một vòng tròn và chắn một cung trên đường tròn với chiều dài cung tròn đúng bằng bán kính của đường tròn đó.

Radian là đơn vị đo góc được dùng trong tính toán đặc biệt là khi sử dụng các phép nội suy giá trị các hàm số lượng giác.

♣ **Độ:** Ký hiệu là ($^{\circ}$) là góc ở tâm đường tròn chắn một cung tròn có chiều dài bằng 1/360 chu vi hình tròn. $1^{\circ} = 60' = 3600''$

♣ **Grad:** Ký hiệu là *gr*, là góc ở tâm chắn một cung tròn có độ dài bằng 1/400 chu vi đường tròn.

Grad còn được gọi là Gon ký hiệu là *g*, một grad chia thành 100 phút grad ($^{\circ}$), một phút grad chia thành 100 giây grad ($^{\circ\circ}$).

* Quan hệ giữa các đơn vị

Từ định nghĩa của ba loại đơn vị đo góc ta có quan hệ:

$$1 \text{ góc tròn} = 2\pi^{\text{rad}} = 360^{\circ} = 400^{\text{gr}}$$

Từ đó suy ra các quan hệ để chuyển đổi các đơn vị đo góc khi tính toán :

$$2\pi^{\text{rad}} = 360^{\circ} \rightarrow \alpha^{\text{rad}} = \alpha^{\circ} \cdot \pi / 180 ; \quad \alpha^{\circ} = \alpha^{\text{rad}} \cdot 180 / \pi$$

$$\text{Đặt các hệ số: } 2\pi^{\text{rad}} = 360^{\circ} \quad \alpha^{\text{rad}} = \alpha^{\circ} \cdot \pi / 180 \quad \alpha^{\circ} = \alpha^{\text{rad}} \cdot 180 / \pi$$

$$\rho^{\circ} = 180^{\circ} / \pi$$

$$\rho' = (180^{\circ} \times 60) / \pi$$

$$\rho'' = (180^{\circ} \times 60 \times 60) / \pi$$

Ta suy ra công thức chuyển đổi giữa độ và radian :

$$\alpha^{\circ} = \rho^{\circ} \cdot \alpha^{\text{rad}}$$

$$\alpha' = \rho' \cdot \alpha^{\text{rad}}$$

$$\alpha'' = \rho'' \cdot \alpha^{\text{rad}}$$

Tương tự ta suy ra công thức chuyển đổi giữa radian và grad như sau:

$$\rho^{\circ} = 400 / 2\pi = 63,6620^{\text{gr}} ; \rho^{\text{c}} = 6366,20^{\text{c}} , \rho^{\text{cc}} = 636620^{\text{cc}}$$

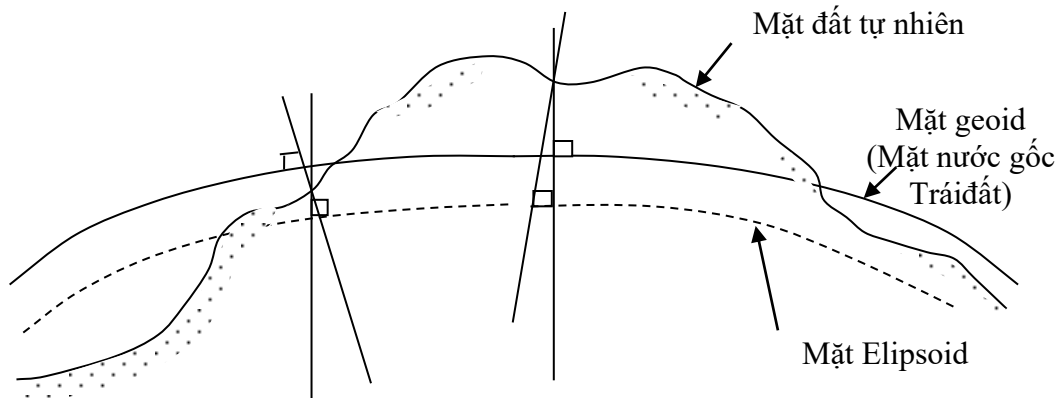
1.1.3. Hình dạng, kích thước quả đất – mặt thủy chuẩn và hệ thống độ cao.

a. Hình dạng và kích thước quả đất – mặt thủy chuẩn (Mặt geoid).

Bề mặt tự nhiên của quả đất bao gồm 1/4 là lục địa và 3/4 là đại dương. Phần lục địa có cấu tạo rất phức tạp (đồi núi, sông ngòi, hồ ao...) phần lớn gồ ghề và lượn sóng. Vì vậy không thể coi bề mặt lục địa là hình dạng chung của quả đất. Mặt khác, lúc biển lặng bề mặt đại dương phản ánh đúng bề mặt thực của quả đất, vậy người ta coi bề mặt của quả đất trùng với mực nước biển ở trạng thái yên tĩnh.

Qua nghiên cứu, người ta nhận thấy bề mặt quả đất có dạng rất phức tạp, không theo dạng toán học chính tắc và được gọi là mặt Geoid. Tại mọi điểm trên mặt đất, phương của đường dây dọi luôn trùng với phương pháp tuyến của mặt Geoid.

Ở Việt Nam, mặt thủy chuẩn đi qua điểm gốc tại Hòn Dấu (Đồ Sơn, Hải Phòng).



Hình 1.1.1- Mặt Geoid và Elipxoid

b. Mặt thủy chuẩn quy ước.

Mặt thủy chuẩn (Geoid) có hình dạng rất phức tạp, không chính tắc. Bởi vậy người ta thường dùng mặt thủy chuẩn quy ước (mặt thủy chuẩn giả định). Nó thường là một mặt chính tắc nào đó đã được nghiên cứu hoàn thiện trong toán học. Trong trắc địa thường sử dụng mặt *Elipsoid tròn xoay* (*Elipsoid quả đất*) thay cho mặt Geoid.

Mặt Elipsoid quả đất được định vị theo các nguyên tắc sau:

- Tâm của Elipsoid quả đất trùng với tâm quả đất.
- Mặt phẳng xích đạo của Elipsoid quả đất trùng với mặt phẳng xích đạo quả đất.
- Thể tích của Elipsoid quả đất bằng thể tích Geoid.
- Tổng các bình phương độ lệch giữa mặt Elipsoid quả đất và mặt Geoid là nhỏ nhất.

Theo hệ quy chiếu trắc địa thế giới năm 1984 (WGS - 84) mặt Elipsoid quả đất có các kích thước như sau :

- Bán trục dài : $a = 6.378.137 \text{ m}$
- Bán trục ngắn : $b = 6.356.752 \text{ m}$
- Độ dẹt cực α : $\alpha = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{298,257}$

Vì độ dẹt cực α cực bé nên thông thường để đơn giản việc tính toán có thể chọn mặt thủy chuẩn quy ước là mặt địa cầu với bán kính $R = 6371,11 \text{ km}$.

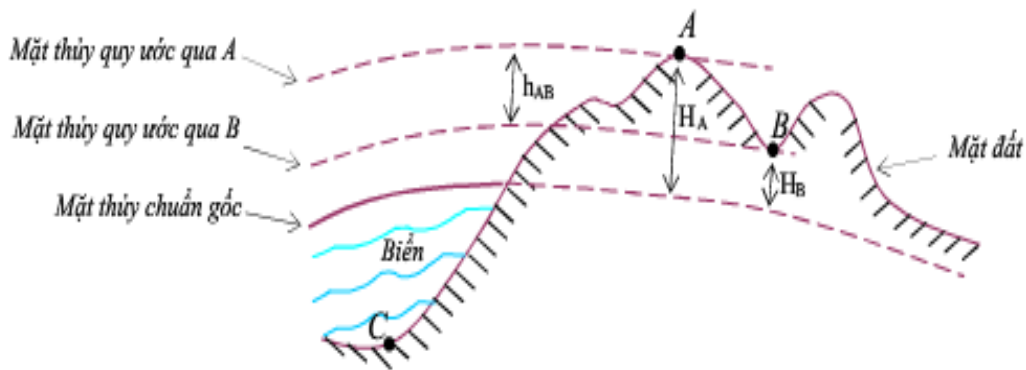
Vì bán kính cầu rất lớn nên với một khu vực trong vòng 10 km người ta lại có thể chọn mặt thủy chuẩn quy ước là *mặt phẳng* (Trong xây dựng dân dụng và công nghiệp).

c. Hệ thống độ cao.

Mặt thủy chuẩn được dùng làm cơ sở để xác định độ cao của một điểm. Độ cao của một điểm thường được ký hiệu là H .

Độ cao tuyệt đối của một điểm là độ cao được tính từ điểm đó theo phương dây dọi tới mặt thủy chuẩn gốc.

Độ cao tương đối của một điểm là độ cao tính từ điểm đó theo phương dây dọi tới mặt thủy chuẩn giả định.



Hình 1.1.2 Hệ thống độ cao

1.2. Định hướng đường thẳng

1.2.1. Góc phương vị thực và độ hội tụ kinh tuyến.

a. Góc phương vị thực A_{th} .

Góc phương vị thực của một đường thẳng tại một điểm là góc bằng tính từ hướng Bắc của kinh tuyến thực đi qua điểm đó, quay thuận chiều kim đồng hồ đến hướng của đường thẳng.

Vì các kinh tuyến thực không song song với nhau mà đồng quy ở hai cực nên góc phương vị thực của cùng một đường nhưng ở tại các điểm khác nhau của nó sẽ có giá trị khác nhau một lượng bằng độ hội tụ kinh tuyến γ : $A_2 = A_1 + \gamma$

b. Độ hội tụ kinh tuyến.

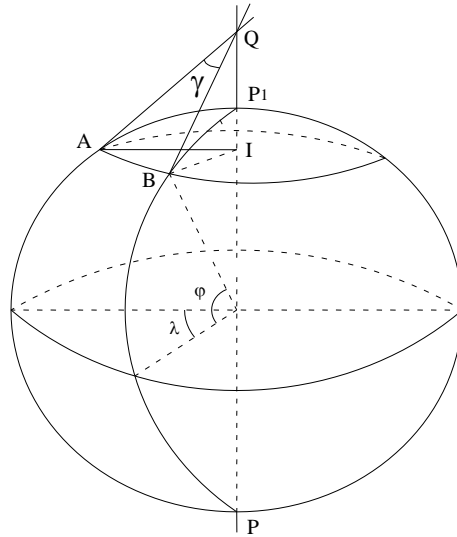
Xét hai điểm A và B trên mặt đất, vì các kinh tuyến gặp nhau ở hai cực của mỗi quả đất nên các kinh tuyến qua A và B không song song với nhau mà hợp với nhau một góc γ . Góc γ được gọi là độ hội tụ kinh tuyến.

Độ hội tụ kinh tuyến được xác định theo công thức:

$$\gamma = \Delta\lambda \cdot \sin \varphi$$

Trong đó : $\Delta\lambda$: Hiệu số kinh độ của các kinh tuyến đi qua A và B.

φ : Vĩ độ giữa của A và B.



H×nh 1.2.1

Nhận xét:

- Nếu $\Delta\lambda$ không đổi, ở xích đạo có $\varphi = 0^0$, do đó $\gamma = 0$. Ngược lại, ở hai cực có $\varphi = 90^0$ nên $\sin\varphi = 1$, $\gamma = \Delta\lambda$. Nghĩa là đi từ xích đạo về phía hai cực thì độ hội tụ kinh tuyến γ càng tăng.

- Nếu φ không đổi thì γ sẽ tỷ lệ thuận với $\Delta\lambda$, nghĩa là các kinh tuyến càng cách xa nhau thì độ hội tụ kinh tuyến càng lớn.

Các tính toán cho thấy rằng khi đo đạc trên một khu vực nhỏ có thể coi đường kinh tuyến qua mọi điểm trên khu vực đó đều song song với nhau.

Ví dụ: Tại khu vực Hà Nội có $\varphi = 21^0$, khi khoảng cách giữa hai điểm A và B là $d=1\text{km}$ thì độ hội tụ kinh tuyến là $\gamma = 12''$.

c. Mối quan hệ giữa A và γ .

- Nếu hai điểm nằm trên xích đạo $\varphi = 0$ thì $\gamma = 0$ và khi chúng nằm trên hai cực N và S ($\varphi = 90^0$) quả đất thì γ đạt cực đại và bằng độ kinh sai $\gamma = \Delta\lambda$.

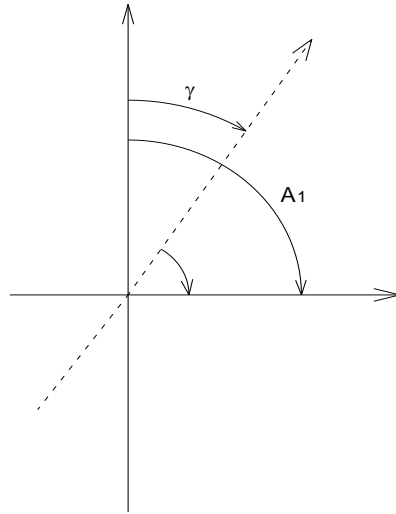
- Khi đo vẽ ở khu vực nhỏ khoảng cách giữa các điểm không lớn ($d < 1\text{km}$) có thể coi $\gamma = 0$ và các kinh tuyến thực tại mọi điểm coi như song song với nhau.

- Nếu một điểm đầu đoạn thẳng nằm trên kinh tuyến giữa cùng một múi chiếu hình Gauss thì tại điểm cuối độ hội tụ kinh tuyến γ chính là góc kẹp giữa kinh tuyến thực đi qua điểm cuối và đường song song với trục X trong hệ tọa độ vuông góc Gauss.

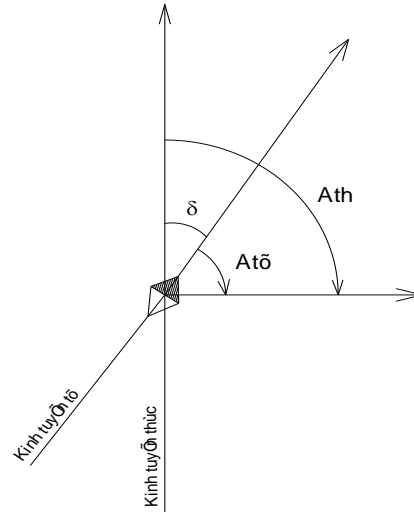
1.2.2. Góc phương vị từ.

Góc phương vị từ của một đường thẳng tại một điểm là góc bằng tính từ hướng Bắc của kinh tuyến từ qua điểm đó, quay thuận chiều kim đồng hồ đến hướng của đường thẳng.

Kinh tuyến từ là hướng chỉ của kim nam châm trên địa bàn đặt tại điểm đã cho.



Hinh 2.2.a



Hinh 2.2.b

Tại một điểm trên mặt đất, kinh tuyến thực và kinh tuyến từ không trùng nhau mà hợp với nhau một góc δ , góc δ được gọi là độ lệch từ hay độ từ thiên.

Độ lệch từ biến động theo vị trí địa lý của điểm trên mặt đất, theo tình hình hoạt động của núi lửa, động đất, sự phân bố vật chất trong lòng quả đất v.v... Giá trị của δ thường được ghi chú vào dưới mỗi tấm bản đồ, đó là giá trị trung bình của δ của vùng nằm trong giới hạn đó.

Quan hệ giữa góc phương vị thực và góc phương vị từ được biểu diễn bằng công thức:

$$A_{th} = A_{t\grave{u}} + \delta$$

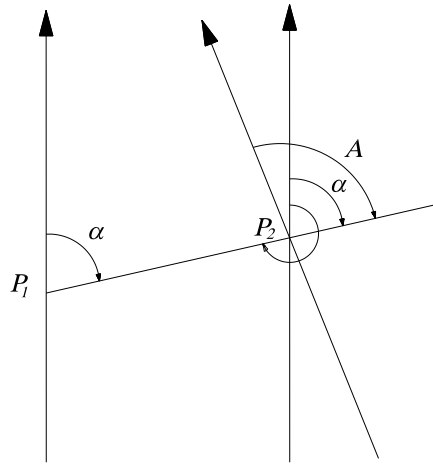
1.2.3. Góc định hướng α

Góc định hướng được dùng trong trắc địa để xác định hướng đường thẳng với kinh tuyến giữa của một múi theo phép chiếu bản đồ. Nói cách khác, góc định hướng dùng để xác định hướng của các đường thẳng trên hình chiếu.

Trên hình vẽ, B_1N_1 qua P_1 là kinh tuyến trục của một múi nào đó theo phép chiếu, B_2N_2 là kinh tuyến thực tại P_2 , $B'_1N'_1 // B_1N_1$ thì A là góc phương vị thực và α là góc định hướng của đường thẳng P_1P_2 tại P_2 . Như vậy, chúng ta có khái niệm :

Góc định hướng của đường thẳng là góc bằng, được tính từ hướng Bắc kinh tuyến trục của một múi hay đường thẳng song song với kinh tuyến đó, theo chiều thuận

chiều kim đồng hồ đến hướng của đường thẳng đã cho, có trị số biến thiên từ 0^0 đến 360^0 , ký hiệu là α .



Khác với góc phương vị, góc định hướng α tại các điểm khác nhau của cùng một đường thẳng có giá trị không đổi

Góc phương vị và góc định hướng có quan hệ với nhau:

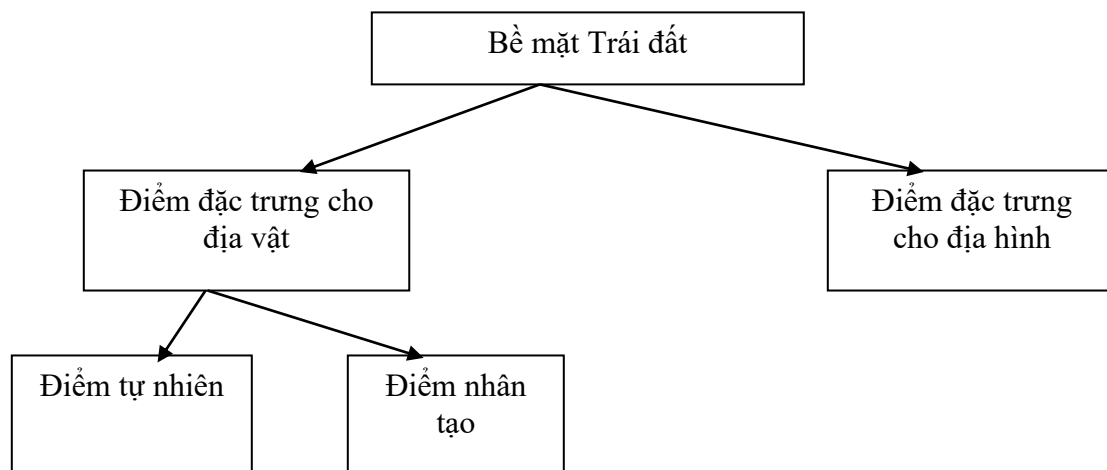
$$\alpha = A - \gamma$$

Trong đó : α : Góc định hướng
 A : Góc phương vị
 γ : Độ hội tụ kinh tuyến.

1.3. Bản đồ địa hình

1.3.1. Định nghĩa bản đồ

Bề mặt trái đất gồm tập hợp của vô số điểm chi tiết đặc trưng cho địa hình và địa vật, mỗi điểm chi tiết được đặc trưng C (X, Y, H).



Định nghĩa:

- Bản đồ là hình chiếu thu nhỏ của bề mặt trái đất lên mặt phẳng tờ giấy theo một phép chiếu nào đó.

1.3.2. Tỷ lệ bản đồ.

a. Định nghĩa.

Tỷ lệ bản đồ là tỉ số giữa độ dài đoạn thẳng biểu diễn trên bản đồ và khoảng cách ngang của nó ngoài thực địa.

$$\frac{1}{M} = \frac{S_{ab}}{S_{AB}}$$

Trong đó M- số tỉ lệ bản đồ

S_{ab} - độ dài đoạn thẳng AB trên bản đồ

S_{AB} - độ dài đoạn thẳng AB ngoài thực địa

b. Xác định tỉ lệ cần thiết của bản đồ.

Sai số đọc trên giấy của mắt người bình thường là $m_D = 0,1\text{mm}$

Sai số đọc bản đồ cho phép là $m_{Bd}^{CP} = 0,2 \div 0,4 \text{ mm}$

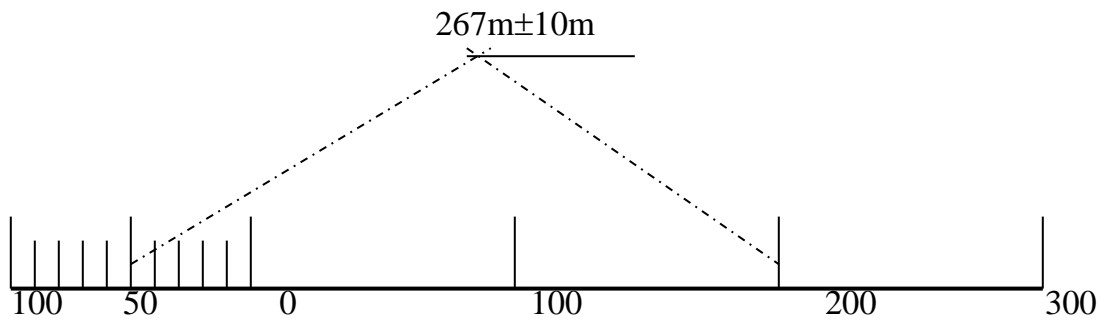
Các điểm biểu diễn trên bản đồ phải thảo mãn độ chính xác tương đương sai số đọc cho phép. Bản đồ có tỉ lệ càng lớn thì độ chính xác càng cao.

Ví dụ: Biểu diễn các điểm trên bản đồ với độ chính xác $m_{\text{thực địa}} = 0,2\text{m}$ ngoài thực địa, cần tỉ lệ bản đồ tỷ lệ bao nhiêu?

Bản đồ địa hình thường biểu diễn ở các tỉ lệ:

- Bản đồ tỉ lệ rất nhỏ $\frac{1}{M} \leq \frac{1}{1000000}$
- Bản đồ tỉ lệ nhỏ $\frac{1}{M} = \frac{1}{1000000}; \frac{1}{500000}; \frac{1}{200000}$
- Bản đồ tỉ lệ trung bình $\frac{1}{M} = \frac{1}{100000}; \frac{1}{50000}; \frac{1}{25000}; \frac{1}{10000}$
- Bản đồ tỉ lệ lớn $\frac{1}{M} = \frac{1}{5000}; \frac{1}{2000}; \frac{1}{1000}$
- Bản đồ tỉ lệ rất lớn $\frac{1}{M} = \frac{1}{500}; \frac{1}{200}; \frac{1}{100}$

c. Thuộc tỉ lệ thẳng.



Xây dựng thước tỉ lệ thẳng

Cho: - Tỉ lệ bản đồ 1: M = 1: 5000

- Độ chính xác đọc khoảng cách của thước tỉ lệ T = 10m

Tính độ chính xác đọc trên thước t

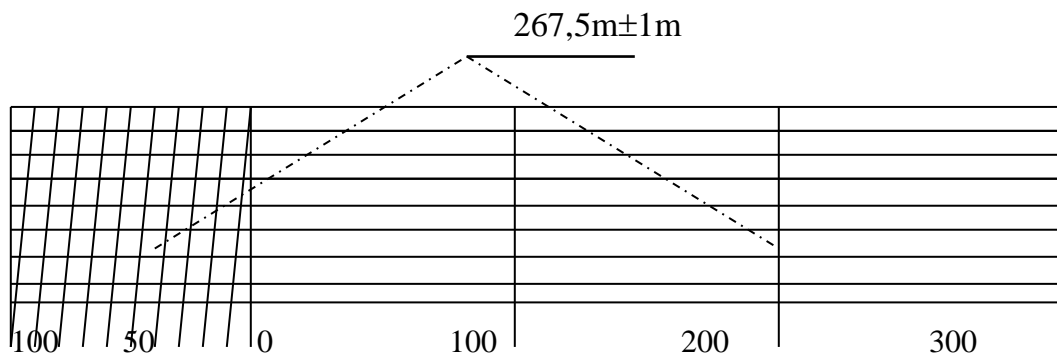
$$\frac{T}{M} = t = 2mm$$

Xác định biểu thức a=t.n

Trong đó: a là độ dài cơ bản của thước tỉ lệ tự chọn. (thường chọn a=1÷4)

n là số tự nhiên tự chọn(thường chọn n= 5;10;15)

d. Thước tỉ lệ xiên.



Cho: - Tỉ lệ bản đồ 1: M = 1: 5000

Độ chính xác đọc khoảng cách của thước tỉ lệ T = 1m

Tính độ chính xác đọc trên thước t

$$\frac{T}{M} = t = 0,2mm$$

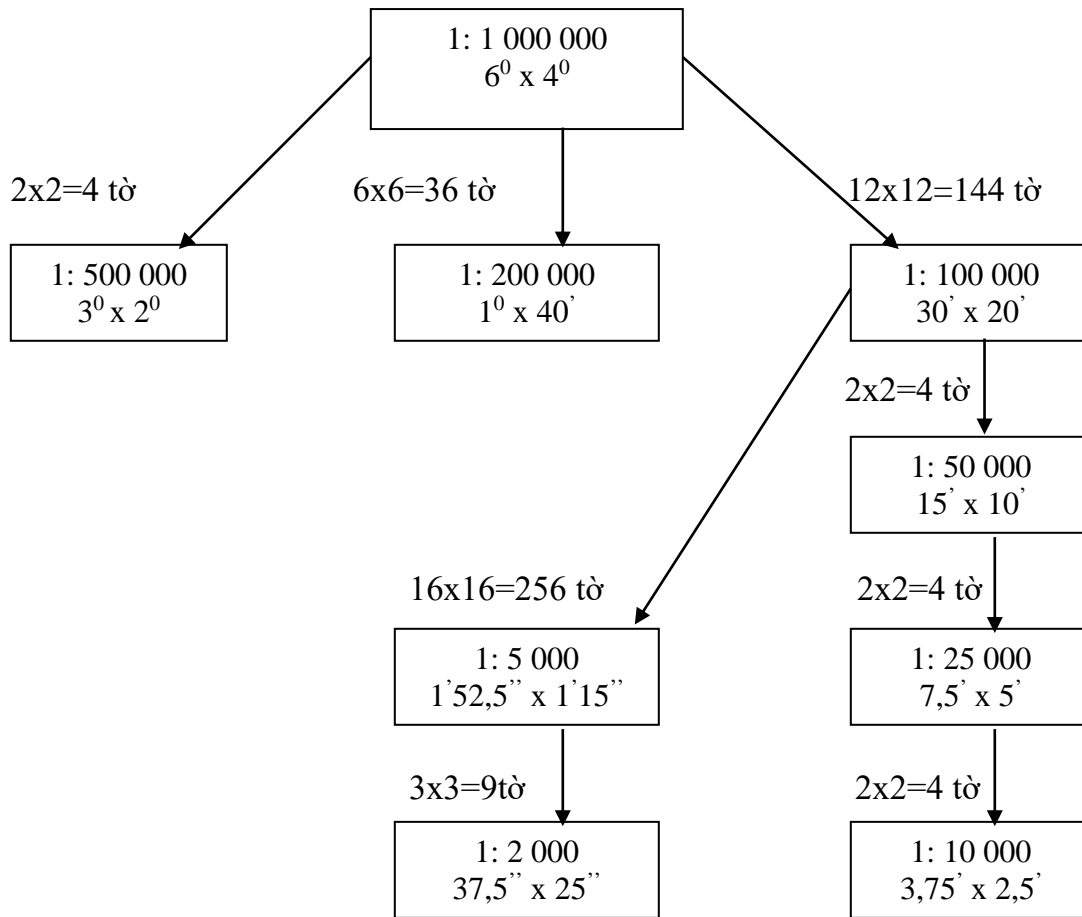
Xác định biểu thức a=t.n.m

Trong đó: a là độ dài cơ bản của thước

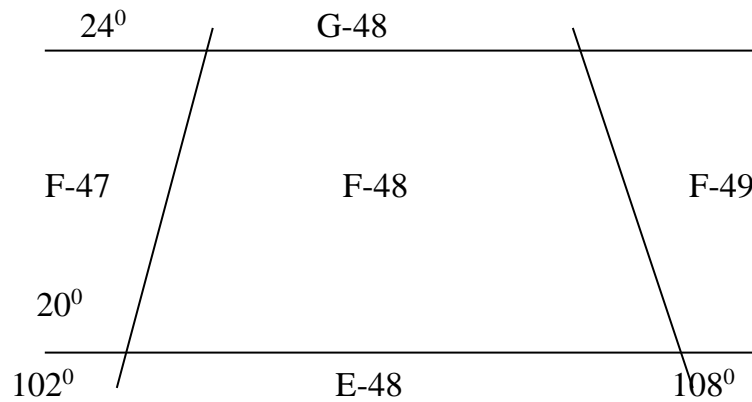
n,m là số tự nhiên tự chọn

1.3.3. Chia mảnh và đánh số bản đồ địa hình.

Bản đồ địa hình được chia mảnh và đánh số trên cơ sở bản đồ địa hình cơ bản 1:1000 000



Hình 1.3.3a. Sơ đồ phân mảnh



Hình 1.3.3b. Sơ đồ vị trí

1.4. Mặt cắt địa hình

1.4.1. Khái niệm

Các công trình hình tuyến như đường ô tô, đường sắt, kênh mương, đường ống khi xây dựng có liên quan rất nhiều đến điều kiện địa hình. Yếu tố địa hình có ảnh hưởng rất lớn đến các thông số kỹ thuật, giá thành.

Đo cao dọc tuyến, vẽ mặt cắt dọc và mặt cắt ngang và đo bình đồ tuyến:

1. Chuyển tuyến ra ngoài thực địa.

Trên bản thiết kế đã xác định tuyến công trình, đã có tọa độ điểm đầu, điểm cuối và các điểm ngoặt. Từ tọa độ các điểm mốc trắc địa gần nhất, tọa độ các điểm đặc trưng dọc tuyến tính và các yếu tố bố trí cần thiết để xác định điểm đó ở ngoài thực địa.

2. Đo các góc ngoặt.

Góc ngoặt trên tuyến được đo bằng máy kinh vĩ ít nhất là một vòng đo theo phương pháp đo cơ bản, với sai số đo góc bằng $m_{\beta} < 0,5'$. Theo tuyến người ta thường đo các góc bên phải, sau đó tính các góc ngoặt θ :

$$\theta = \beta - 180^0 \text{ nếu đo góc phải.}$$

$$\theta = 180^0 - \beta \text{ nếu đo góc trái.}$$

3. Đo độ dài tuyến.

Độ dài tuyến thường được đo bằng thước thép 30 ÷ 50m. Độ dài được đo 2 lần. Lần thứ nhất đo độ dài toàn tuyến với sai số 1:2000 ÷ 1:1000, tùy theo điều kiện địa hình. Lần thứ hai đo lý trình tuyến để xác định các cọc km, cọc hécômét. Trong quá trình đo cạnh, đồng thời cắm các cọc K và cọc H. Khi đo lý trình đồng thời xác định vị trí các địa vật đặc biệt dọc tuyến như chỗ giao nhau của các địa vật, công trình khác, như dòng nước, đường giao thông, các công trình xây dựng... với độ chính xác tới xăngtimét. Nếu cần đo một mặt cắt ngang với khoảng cách nhỏ hơn từ 50 ÷ 20m thì trong khi đo dài đồng thời xác định vị trí các mặt cắt ngang đó. Để tiện theo dõi trong quá trình đo nên vẽ phác sơ đồ tuyến.

4. Bố trí đường cong.

Xác định các yếu tố cơ bản của đường cong:

- Bố trí điểm chi tiết của đường cong.

- Sau khi đã xác định tuyến ngoài thực địa cần cố định tuyến bằng các mốc cố định, đủ độ tin cậy để có thể dễ dàng tìm kiếm và khôi phục lại chúng trong quá trình xây dựng công trình. Tất cả các cọc lý trình và cọc phụ được cố định bằng các cọc

mốc. Các điểm khống chế trên tuyến, đỉnh góc ngoặt, vị trí các địa vật quan trọng cắt ngang được cố định bằng các mốc bê tông cốt thép.

1.4.2. Đo vẽ mặt cắt

Để xác định địa hình dọc tuyến người ta đo mặt cắt dọc, mặt cắt ngang, đôi khi đo cả bình đồ dọc tuyến.

Mặt cắt dọc là hình chiếu thu nhỏ của đường tim công trình lên mặt phẳng thẳng đứng. Để đo vẽ mặt cắt dọc người ta dùng phương pháp đo cao hình học từ giữa để xác định cao độ của tất cả các điểm đặc trưng trên đường tim của công trình. Các điểm chính như điểm đầu, điểm cuối, điểm K, điểm H đo với hai mặt mia đỏ và đen. Các điểm đặc trưng cho địa hình, địa vật dọc tuyến đo một mặt đen.

Mặt cắt ngang là hình chiếu thu nhỏ của hướng vuông góc với đường tim công trình lên mặt phẳng thẳng đứng. Mặt cắt ngang được đo đồng thời với mặt cắt dọc. Khi đo mặt cắt ngang, cần xác định độ cao của các điểm đặc trưng cho địa hình trên hướng vuông góc với đường tim trên khoảng cách $20 \div 40\text{m}$ cách đường tim, tùy theo đặc tính của công trình và địa hình.

Đồng thời với việc đo mặt cắt dọc và ngang người ta đo vẽ bình đồ dọc tuyến. Tỷ lệ của bình đồ thường lấy bằng tỷ lệ ngang của mặt cắt dọc. Còn tỷ lệ của mặt cắt ngang thường lấy bằng tỷ lệ đứng của mặt cắt dọc. Trong mặt cắt dọc tỷ lệ đứng thường gấp 10 lần tỷ lệ ngang.

CHƯƠNG 2: SAI SỐ ĐO ĐẶC

2.1. Phân loại sai số

2.1.1. Khái niệm về phép đo

Đo là một phép so sánh đại lượng cần xác định với một đại lượng cùng loại được chọn làm đơn vị.

2.1.2. Phân loại các giá trị đo

a. Phân loại dựa vào phương thức tiến hành để nhận được kết quả đo:

- Đo trực tiếp
- Đo gián tiếp

b. Phân loại dựa vào điều kiện đo:

- Đo cùng độ chính xác
- Đo không cùng độ chính xác

c. Phân loại dựa vào quan hệ giữa các đại lượng đo:

- Đại lượng đo độc lập: Là những đại lượng đo mà giữa chúng không tồn tại bất kỳ một sự phụ thuộc nào.

- Đại lượng đo không độc lập: Là những đại lượng đo mà giữa chúng tồn tại một mối tương quan hoặc một sự phụ thuộc nào đó.

d. Phân loại để phục vụ cho công tác chỉnh lý kết quả đo:

- Đại lượng đo cần thiết: Là số đại lượng cần thiết tối thiểu để từ đó có thể tính được giá trị của đại lượng cần xác định.

- Đại lượng đo thừa: Là số đại lượng đo thêm ngoài các đại lượng đo cần thiết để từ đó có điều kiện kiểm tra các giá trị đo và nâng cao độ chính xác của kết quả cần tìm.

2.1.3. Phân loại sai số

Có 3 loại sai số trong trắc địa:

a. Sai lầm (Sai số thô)

Sự tồn tại của nó là do sự nhầm lẫn, sơ xuất trong quá trình đo đạc, tính toán khi người thực hiện công việc không cẩn thận dẫn đến sai số đo, tính sai, ghi nhầm.... Sai số này dễ dàng nhận biết và loại trừ bằng cách tăng số lần đo lên nhiều lần và nâng cao trách nhiệm của người đo.

b. Sai số hệ thống

Do sự không hoàn chỉnh của máy móc, dụng cụ đo, giác quan của con người hoặc hoàn cảnh đo làm ảnh hưởng một cách có hệ thống, mang tính chất tích lũy đến kết quả của đại lượng đo. Để giảm thiểu sai số này cần kiểm nghiệm và hiệu chỉnh dụng cụ trước khi đem đo và cần hiệu chỉnh sai số vào kết quả đo.

c. Sai số ngẫu nhiên

Là sai số mà trị số và đặc điểm ảnh hưởng của nó đến kết quả đo đạc không rõ ràng. Nguyên nhân gây ra sai số ngẫu nhiên rất đa dạng có thể do máy móc dụng cụ đo, do giác quan của con người, do điều kiện hoàn cảnh. Sự xuất hiện của sai số ngẫu nhiên không có quy luật về dấu và trị số.

2.2. Tiêu chuẩn đánh giá độ chính xác kết quả đo

Giả sử chúng ta biết giá trị thực của đại lượng là X . Tiến hành đo đại lượng đó n lần trong cùng một điều kiện đo, được các giá trị đo là: l_1, l_2, \dots, l_n và coi các giá trị đo không chứa sai lầm và sai số hệ thống. Như vậy sai số ngẫu nhiên được tính theo công thức:

$$\Delta_i = l_i - X$$

2.2.1. Sai số trung bình θ

Sai số trung bình là trung bình cộng của giá trị tuyệt đối các sai số thực.

Công thức tính sai số trung bình:

$$\theta = \frac{\sum_{i=1}^n |\Delta_i|}{n}$$

2.2.2. Sai số trung phương m

Từ ví dụ trên ta nhận thấy rằng sai số trung bình mới chỉ phản ánh được một đặc điểm của các sai số về giá trị tuyệt đối, còn chưa phản ánh được mức độ dao động của các sai số. Để thấy rõ đặc điểm dao động của sai số, phải dùng sai số trung phương m theo định nghĩa.

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{n}}$$

Nhận xét: Muốn tính được sai số trung phương theo công thức trên thì phải tính được các sai số thật $\Delta_i = l_i - X$, nghĩa là phải biết được giá trị thật X của đại lượng cần đo. Trong thực tế có nhiều trường hợp không thể biết được X. Vì thế nhà trắc địa Betsen đã đưa ra công thức tính sai số trung phương:

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_i^2}{n-1}}$$

Trong đó: $v_i = l_i - \bar{x}$: Sai số xác suất nhất.

l_i : Các kết quả đo được ($i = 1, 2, \dots, n$)

$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{n}$: Số trung bình của các kết quả đo.

n : Số lần đo.

Như vậy, muốn giảm sai số thì phải tăng số lần đo.

2.2.3. Sai số xác suất

Sai số xác suất là một giá trị của sai số ngẫu nhiên mà các sai số có trị tuyệt đối lớn hơn hoặc nhỏ hơn nó đều có khả năng xuất hiện như nhau.

Muốn xác định được sai số xác suất trước hết phải sắp xếp dãy sai số theo thứ tự giá trị tuyệt đối tăng dần từ nhỏ đến lớn. Dựa vào lý thuyết sai số, người ta đã xác định được mối quan hệ giữa sai số xác suất và sai số trung phương như sau:

$$\rho = 0,6745m \approx 2/3m$$

2.2.4. Sai số giới hạn

Từ tính chất thứ nhất của sai số ngẫu nhiên ta suy ra rằng, trong một dãy trị đo nếu trị đo nào có sai số vượt quá giới hạn cho trước thì trị đo đó không đảm bảo độ chính xác và không dùng để xử lý kết quả đo. Giới hạn cho trước được coi là sai số giới hạn hoặc sai số cho phép mà độ lớn của nó phụ thuộc vào điều kiện đo.

Lý thuyết xác suất đã chứng minh rằng, trong cùng một điều kiện đo, khi đo một đại lượng 1000 lần, sau đó xem xét thấy rằng chỉ có 3 sai số lớn hơn trị số 3m (chiếm 0,3%) nghĩa là trường hợp có sai số đo lớn hơn ba lần sai số trung phương m là rất hữu hạn. Vì thế người ta nhận sai số giới hạn là:

$$\Delta_{\max} = 3.m$$

Trong trắc địa, đôi khi để tăng độ chính xác khi đo, người ta còn lấy giá trị của sai số giới hạn là :

$$\Delta_{\max} = 2.m$$

2.2.5. Sai số tương đối

Sai số tương đối là tỷ số giữa giá trị tuyệt đối của sai số và giá trị của đại lượng đo và luôn luôn lấy tỷ số bằng 1.

Ký hiệu:
$$\frac{1}{T} = \frac{|m_x|}{x}$$

2.3. Phương pháp tính sai số trung phương của hàm các đại lượng đo

Trong thực tế không phải các đại lượng chúng ta cần xác định đều có thể đo trực tiếp mà thường là các hàm số với đối số là những đại lượng đo trực tiếp. Mặt khác, trong quá trình đo thì các đại lượng đo đều có chứa sai số cho nên giá trị của hàm số (đại lượng cần xác định) cũng có chứa sai số.

Chúng ta sẽ tìm quan hệ giữa sai số trung phương của các đại lượng đo độc lập với sai số trung phương của hàm.

2.3.1. Sai số trung phương của hàm số có dạng tổng quát

Giả sử có hàm số có nhiều biến số : $F = f(x, y, \dots, v)$. Trong đó x, y, \dots, v là các biến số đo đạc độc lập có các sai số trung phương tương ứng là m_x, m_y, \dots, m_v thì sai số trung phương của hàm số m_F được tính theo công thức:

$$m_F = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 m_x^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 m_y^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial v}\right)^2 m_v^2} \quad (4.4.1)$$

Trong đó: $\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}, \dots, \frac{\partial f}{\partial v}$ là các đạo hàm từng phần của hàm số F theo từng biến

x, y, \dots, v tương ứng

2.3.2. Sai số trung phương của các một số hàm thường gặp

a. Hàm số có dạng tuyến tính

$$F = K_1 x_1 + K_2 x_2 + \dots + K_n x_n$$

Sai số trung phương:

$$m_F = \pm \sqrt{K_1^2 . m_1^2 + K_2^2 . m_2^2 + \dots + K_n^2 . m_n^2}$$

b. Hàm số có dạng tổng hoặc hiệu các đại lượng đo độc lập

$$F = x_1 + x_2 + \dots + x_n$$

Sai số trung phương:

$$m_F = \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + \dots + m_n^2}$$

2.3.3 Sai số trung bình cộng và sai số trung phương M của nó

a. Số trung bình cộng

Ta tiến hành đo n lần cùng độ chính xác một đại lượng có giá trị thực là X được các giá trị là : l_1, l_2, \dots, l_n . Ta tính được các sai số ngẫu nhiên :

$$\Delta_1 = l_1 - X$$

$$\Delta_2 = l_2 - X$$

.....

$$\Delta_n = l_n - X$$

Lấy tổng từng vế của các đẳng thức này, sau đó chia cho số lần đo n sẽ được:

$$\frac{[\Delta]}{n} = \frac{[l]}{n} - X$$

Ký hiệu $\bar{x} = \frac{[l]}{n} = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{n}$ là giá trị trung bình cộng của các giá trị đo cùng

độ chính xác của một đại lượng thì công thức trên có thể viết :

$$\frac{[\Delta]}{n} = \bar{x} - X$$

Khi số lần đo tăng lên vô hạn, theo tính chất thứ 4 của sai số ngẫu nhiên thì: $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{[\Delta]}{n} = 0$, có nghĩa là khi $n \rightarrow \infty$ thì $\frac{[\Delta]}{n} \rightarrow 0$, khi đó $\bar{x} \rightarrow X$, tức là giá trị trung bình cộng tiến dần tới giá trị thực.

Thực tế không thể đo vô hạn lần được, vì vậy \bar{x} được gọi là giá trị xác suất nhất của đại lượng đo (hay giá trị tin cậy nhất).

b. Sai số trung phương của giá trị trung bình cộng

Ta viết công thức tính giá trị trung bình cộng dưới dạng :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} l_1 + \frac{1}{n} l_2 + \dots + \frac{1}{n} l_n$$

Vì các giá trị được đo cùng độ chính xác và có sai số trung phương là m . Đây là hàm có dạng tuyến tính nên sai số trung phương của giá trị trung bình cộng được ký hiệu là M sẽ được tính theo công thức:

$$M = \pm \sqrt{\left(\frac{1}{n}\right)^2 . m^2 + \left(\frac{1}{n}\right)^2 . m^2 + \dots + \left(\frac{1}{n}\right)^2 . m^2} = \pm \frac{m}{\sqrt{n}}$$

CHƯƠNG 3: ĐO CÁC YẾU TỐ CƠ BẢN

3.1. Máy kinh vĩ, máy thủy bình

3.1.1. Máy kinh vĩ

Máy kinh vĩ là dụng cụ để đo góc bằng và góc đứng. Ngoài ra, nó còn được dùng để đo dài, đo cao với độ chính xác thấp.

1. Phân loại.

a. Theo cấu tạo máy kinh vĩ được chia làm 3 loại:

- *Máy kinh vĩ kim loại*: Là máy kinh vĩ có bàn độ ngang và bàn độ đứng làm bằng kim loại, có thể đọc trực tiếp bằng mắt các giá trị hướng đo trên bàn độ ở hai vị trí đối tâm.

Ví dụ: Máy TT-5 của Liên xô, máy Meopta của Tiệp khắc.

- *Máy kinh vĩ quang học*: Có bàn độ làm bằng thủy tinh chất lượng cao, các vạch chia độ được khắc hoặc in trên đĩa thủy tinh và được bảo vệ bởi một vỏ kim loại. các giá trị hướng ngắm trên bàn độ chỉ có thể đọc được qua một hệ thống lăng kính, thấu kính và gương phản chiếu. Nhờ ánh sáng mặt trời và gương phản chiếu, ảnh của các vạch chia trên bàn độ được truyền lên màn ảnh đọc độ.

Ví dụ: Máy THEO 010, Dahlta, THEO 020A của Đức, TB₁ của Liên xô.

- *Máy kinh vĩ điện tử*: các loại máy này đang được sử dụng ở hầu hết ở các cơ sở sản xuất của nước ta. các máy này được nhập chủ yếu của các nước Nhật, Thụy Sĩ trên các máy bộ phận đọc số là một màn hình, với các nút bấm có các tính năng khác nhau. Khi ngắm, ở mục tiêu ta đặt các gương, sau đó chỉ cần bấm vào những nút tính năng là có thể nhận được các số liệu cần thiết (góc bằng, góc đứng, chênh cao, khoảng cách nằm ngang...).

Ví dụ: SET 2E, SET 5E của Thụy sĩ, TOPCON của Nhật bản...

b. Theo độ chính xác, máy kinh vĩ được chia làm 3 loại :

- *Máy kinh vĩ độ chính xác cao*: Sai số trung phương đo góc $m_{\beta} = \pm 0''5 \div \pm 3''$

- *Máy kinh vĩ độ chính xác trung bình*: Sai số trung phương đo góc $m_{\beta} = \pm 3'' \div \pm 10''$

- *Máy kinh vĩ độ chính xác thấp*: Sai số trung phương đo góc $m_{\beta} = \pm 10'' \div \pm 60''$

2. Cấu tạo.

Tuy có rất nhiều loại máy kinh vĩ song về cấu tạo đều có các bộ phận chính sau:

a. Giá máy (chân máy): Làm bằng gỗ hay kim loại tạo thành giá 3 chân có thể thay đổi được độ dài.

b. Đế máy: Là bàn đế có 3 ốc để cân bằng máy khi đo.

c. Thân máy:

* Ống kính: Các bộ phận chính của ống kính đơn giản.

- Kính vật: Tạo hình ảnh thật của vật. Ảnh này nhỏ hơn kích thước vật và nằm cùng phía với tiêu điểm sau của kính vật.

- Lưới dây chữ thập: Là một tấm kính phẳng trên đó có khắc lưới chỉ chữ thập. Ảnh của vật khi đo sẽ nằm trên lưới dây chữ thập.

- Kính mắt: Có tác dụng như kính lúp, qua đó nhìn thấy ảnh trên lưới dây chữ thập. Kính mắt có thể di chuyển được nhờ một ốc gọi là ốc điều tiêu.

Khi thay đổi vật ngắm vị trí tương ứng cũng thay đổi theo. Để đưa ảnh về lưới dây chữ thập, người ta bố trí một thấu kính phân kỳ giữa kính vật và lưới dây chữ thập để thay đổi tiêu cự sau của kính vật. Thấu kính phân kỳ di chuyển dọc trục nhờ ốc điều ảnh.

Đường thẳng nối quang tâm kính vật với quang tâm kính mắt và đi qua tâm của màng dây chữ thập là trục ngắm của ống kính.

Độ phóng đại của ống kính V^x :

$$V^x = \frac{f_v}{f_m}$$

Trong đó: f_v là tiêu cự kính vật.

f_m là tiêu cự kính mắt.

* Bàn độ: Bàn độ ngang là một vòng tròn bằng kim loại hoặc bằng thủy tinh được khắc số theo đơn vị độ hoặc grad. Giá trị vạch khắc tùy vào độ chính xác của máy, trên bàn độ có vạch chuẩn, bàn độ có gắn ống thủy.

* Ống thủy: Tác dụng của ống thủy là để đưa một đường thẳng hoặc một mặt phẳng về vị trí nằm ngang hoặc thẳng đứng. Nguyên tắc của ống thủy là lợi dụng tính chất vật lý của chất chứa trong bình kín, bọt khí luôn chiếm vị trí cao nhất. Ống thủy có hai loại: Ống thủy tròn và ống thủy dài.

◆ Ống thủy được cấu tạo từ một ống thủy tinh hình trụ với mặt trên phía trong có dạng cong tròn, bán kính $R=3m\div 200m$. Ống thủy được đổ đầy chất lỏng có độ nhớt thấp như ete hay cồn nóng rồi hàn kín lại. Ở nhiệt độ thường khối chất lỏng giảm thể tích tạo khoảng trống gọi là bọt nước. Mặt trên của ống thủy có các vạch chia nhau 2mm tương ứng với góc ở tâm ι . Giá trị ι càng nhỏ thì độ chính xác của ống thủy càng cao. Đường tiếp tuyến với mặt cong phía trong của ống thủy và đi qua điểm giữa gọi là trục của ống thủy dài. Khi hai đầu bọt nước đối xứng với nhau qua điểm “0” trục ống thủy nằm ngang.

◆ Ống thủy tròn: Mặt trong của ống thủy tròn có dạng chỏm cầu, đỉnh mặt chỏm cầu là “điểm 0”. Đường bán kính đi qua “điểm 0” là trục của ống thủy tròn. Khi bọt nước tập trung trục của ống thủy tròn ở vị trí thẳng đứng...

* Bộ phận đọc số: Bộ phận đọc số của máy kinh vĩ gồm số đọc bàn độ ngang và bàn độ đứng. Bàn độ ngang để đo góc bằng, bàn độ đứng để đo góc nghiêng của ống kính.

3. Các thao tác cơ bản trên một trạm máy.

a. Định tâm máy.

Định tâm (hoặc còn gọi là dọi điểm) là làm cho tâm của bàn độ ngang và tâm mốc đo cùng nằm trên đường dây dọi.

Việc định tâm máy kinh vĩ được thực hiện theo trình tự sau:

- *Đặt giá ba chân (chân máy)* tại nơi có mốc cần đo sao cho chân máy vững chắc và mặt trên chân tương đối nằm ngang. Tốt nhất nên bố trí cho ba chân giá tạo thành tam giác đều và lỗ trống trên giá nằm ngang gần đường thẳng đứng đi qua tâm mốc, sau đó ấn đều cả ba chân máy cắm xuống đất.

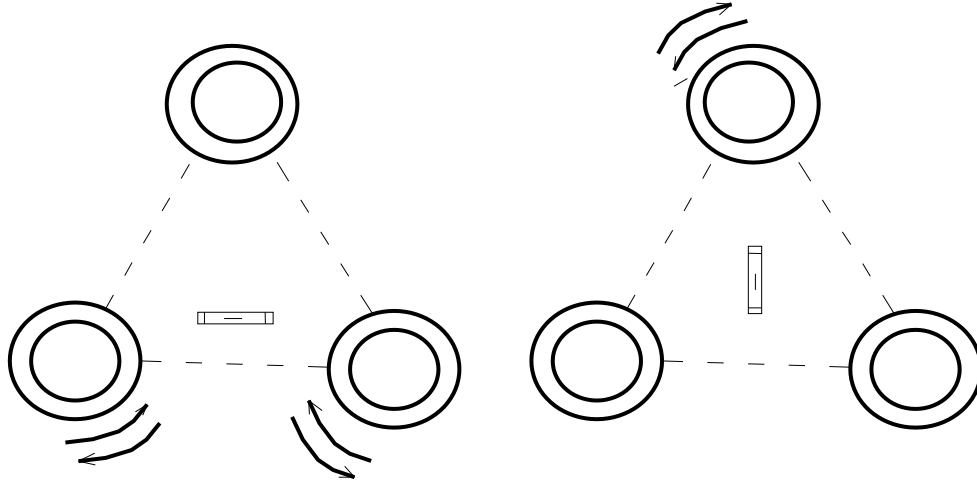
- *Đặt máy lên giá:* Dùng ốc nối cố định máy vào giá máy, treo dây dọi vào móc dưới ốc nối. Lúc đầu vặn ốc nối vừa phải để có thể xê dịch máy trên mặt giá ba chân, đồng thời điều chỉnh cho quả dọi vào trùng tâm mốc. Cần điều chỉnh chiều dài dây dọi sao cho đầu quả dọi cao hơn tâm mốc từ 1 – 2 cm.

Nếu đầu quả dọi và tâm mốc lệch nhau ít thì ta chỉnh ở chân máy để thay đổi chiều cao từng chân cho đầu quả dọi vào đúng tâm mốc. Cần chú ý sao cho mặt trên của giá ba chân không nghiêng quá. Khi dọi điểm xong ta vặn lại ốc nối sao cho đủ chặt để máy ổn định và các ốc cân không bị rít.

Khi mốc dọi thấy quả dọi rơi quá xa tâm mốc thì phải nhắc cả giá ba chân lên khỏi mặt đất và đặt lại để quả dọi rơi gần vào tâm mốc hơn, khi thấy dọi rơi đúng tâm mốc rồi nhưng mặt trên của giá 3 chân quá nghiêng thì cũng phải đặt lại giá.

b. Cân máy.

Cân máy là đưa bàn độ ngang về vị trí nằm ngang và trục quay của máy về hướng thẳng đứng. Dựa vào ống thủy dài trên bàn độ ngang, dùng ba ốc cân để cân máy.



Hình 3.1.1

- *Cân máy sơ bộ*: dùng ba ốc cân máy điều chỉnh cho bọt thủy tròn vào giữa, mục đích của cân máy sơ bộ là đưa máy vào vị trí tương đối nằm ngang.

- *Cân máy chính xác*: Sau khi cân máy sơ bộ, quay máy để cho ống thủy dài trên bàn độ ngang ở vị trí song song với đường thẳng nối hai ốc cân máy (1) và (2), xoay hai ốc cân máy (1) và (2) ngược chiều nhau để đưa bọt thủy vào giữa ống. Quay máy đi 90^0 , xoay ốc cân thứ (3) đưa bọt thủy vào giữa ống. Thường phải tiến hành một vài lần các thao tác trên, đến khi ta quay máy theo bất cứ hướng nào mà bọt thủy vẫn ở giữa thì coi như đã cân máy xong.

c. Lấy hướng ban đầu.

Khi đo góc bằng nhiều khi người đo muốn chủ động đặt một hướng ngắm tại một vị trí xác định trên bàn độ, ví dụ muốn hướng ngắm nào đó ở vị trí $0^00'0''$ trên bàn độ. Công việc đó gọi là lấy hướng ban đầu.

Muốn thao tác “Lấy hướng ban đầu” được nhanh, người sử dụng máy phải nắm chắc các tính năng của các ốc trên máy.

d. Ngắm mục tiêu.

- *Bắt mục tiêu sơ bộ*: Nhìn qua bộ phận ngắm sơ bộ trên ống kính (là đầu ruồi và khe ngắm hay ống ngắm sơ bộ). Sau đó xoay kính mắt để nhìn rõ nét lưới dây chữ thập, vặn ốc điều ảnh để tìm ảnh mục tiêu rõ nét nhất. Xoay ống kính sang trái hay phải và lên hoặc xuống để tìm thấy mục tiêu. Hãm tất cả ốc khoá ngang và đứng lại.

- *Bắt mục tiêu chính xác:* Vận các ống vi động ngang và đứng tương ứng thích hợp để đưa trung tâm màng dây chữ thập vào đúng mục tiêu cần ngắm.

4. Kiểm nghiệm và điều chỉnh máy kinh vĩ.

Đề đo được góc bằng và góc đứng thì các bộ phận của máy kinh vĩ phải liên kết với nhau sao cho các trục, các mặt phẳng phải hoặc là nằm ngang hay thẳng đứng, hoặc là song song hay vuông góc với nhau. Cụ thể là:

- Trục ống thủy dài trên bàn độ ngang phải vuông góc với trục đứng của máy ($LL \perp VV$).

- Trục ngắm phải vuông góc với trục quay ống kính ($ZK \perp HH$).

- Trục quay của ống kính phải vuông góc với trục quay của máy ($HH \perp VV$).

- Dây đứng của màng dây chữ thập phải vuông góc với trục quay của ống kính.

Để đảm bảo các điều kiện trên, trước khi sử dụng máy ta phải tiến hành kiểm nghiệm. Nếu điều kiện nào chưa đảm bảo, thì phải tiến hành điều chỉnh :

a. Trục ống thủy dài trên bàn độ ngang phải vuông góc với trục đứng của máy.

*** Kiểm nghiệm.**

Đặt ống thủy dài trên bàn độ ngang song song với đường thẳng nối 2 ốc cân máy, xoay 2 ốc cân này theo chiều ngược nhau để đưa bọt nước về giữa ống. Quay máy đi 90° , xoay ốc cân thứ 3 đưa bọt nước vào giữa. Quay máy đi 180° . Nếu thấy bọt nước vẫn ở giữa hay chỉ lệch khỏi giữa không quá nửa khoảng chia thì coi như tính chất này được thỏa mãn.

*** Điều chỉnh.**

Nếu thấy bọt nước lệch quá nửa khoảng chia thì phải điều chỉnh lại: vặn vít điều chỉnh của ống thủy dài để đưa bọt nước dịch vào giữa một khoảng bằng nửa cung lệch. Vặn ốc cân máy (thứ 3) để đưa bọt nước dịch một nửa cung lệch còn lại (bọt nước vào giữa). Thường tiến hành như trên vài 3 lần mới được.

b. Trục ngắm phải vuông góc với trục quay ống kính.

*** Kiểm nghiệm.**

Chọn một điểm A rõ sắc nét, cách xa máy và ở độ cao gần bằng độ cao của ống kính. Đưa trục quay của máy về vị trí thẳng đứng. Ngắm điểm A, đọc số đọc trên vành độ ngang T (kí hiệu số đọc được khi vành độ đứng nằm ở phía bên trái ống kính). Đảo kính ngắm lại điểm A, đọc số đọc trên vành độ ngang P (kí hiệu số đọc được khi vành độ đứng nằm ở bên phải ống kính). Hiệu các số đọc T - Đ khi vành độ đứng ở vị trí trái và phải

phải bằng 180^0 . Sai lệch của hiệu số này được gọi là sai số ngắm hướng, ký hiệu là $2c$. Nếu sai số ngắm hướng $2c$ bé hơn hoặc bằng 2 lần độ chính xác của bộ phận đọc số thì coi như tính chất này được đảm bảo.

*** Điều chỉnh.**

Nếu sai số hướng ngắm $2c$ lớn hơn 2 lần độ chính xác của bộ phận đọc số (vành độ ngang) thì phải tiến hành điều chỉnh lại bằng cách đặt trên bàn độ ngang số đọc bằng $(T - c)$ hoặc $(P + c)$ rồi dùng các vít điều chỉnh 2 bên của lưới chỉ để đưa cho trung tâm màn dây chữ thập vào trùng với điểm ngắm A. Thường phải điều chỉnh một số lần mới được.

c. Dây đứng của màn dây chữ thập phải vuông góc với trục quay ống kính.

*** Kiểm nghiệm.**

Sau khi đặt máy và cân bằng, quay ống kính ngắm một điểm nào đó tương đối rõ nét. Khoá máy và đưa ống kính lên hoặc xuống từ từ. Nếu dây đứng luôn trùng với điểm ngắm thì điều kiện trên thoả mãn, nếu không thì phải điều chỉnh.

*** Điều chỉnh.**

Nới lỏng bốn ốc trên màn dây chữ thập, xoay nhẹ cả màn dây để cho dây đứng thẳng sau đó vặn chặt bốn ốc lại.

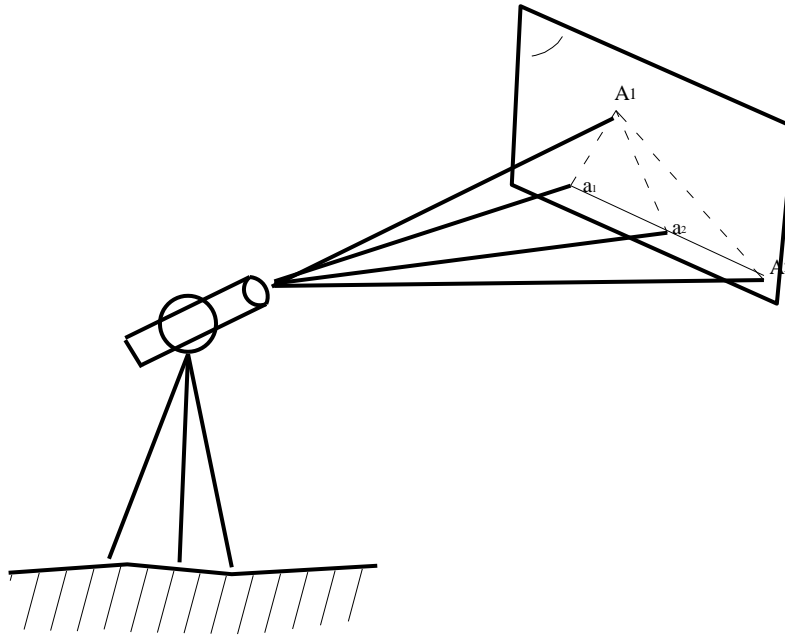
d. Trục quay nằm ngang của ống kính phải vuông góc với trục quay thẳng đứng của máy.

*** Kiểm nghiệm.**

* Vị trí thuận kính: Đặt máy tại một điểm, cách bức tường khoảng 30 – 40m, ngắm điểm A tương đối cao trên tường (tương ứng với góc đứng 30^0 - 40^0).

Đóng khoá máy (không cho máy chuyển động ngang), hạ ống kính xuống vị trí tương đối nằm ngang, căn cứ vào giao điểm dây chữ thập, đánh dấu điểm a_1 trên tường.

* Vị trí đảo kính: Tiến hành tương tự ta đánh dấu điểm a_2 trên tường. Nếu a_1 trùng với a_2 thì điều kiện trên thoả mãn, nếu không phải điều chỉnh.



*** Điều chỉnh.**

Đánh dấu điểm a_0 ở giữa đoạn a_1a_2 . Quay ống kính ngắm a_0 . Đóng khoá máy, đưa ống kính ngược lên ngắm điểm A lúc này điểm A bị lệch khỏi giao điểm dây chữ thập. Dùng ốc điều chỉnh ở giá đỡ trục quay ống kính để nâng lên hoặc hạ xuống một đầu trục, đưa giao điểm của vòng dây chữ thập về trùng với điểm A. Như vậy đã điều chỉnh xong.

e. Sai số chỉ tiêu vị trí ban đầu của bàn độ đứng (MO) phải ổn định và gần bằng 0.

Để xác định MO hãy ngắm một điểm C rồi đọc số ở cả 2 vị trí của bàn độ đứng (T,P). Luôn nhớ rằng trước khi đọc số phải đưa bọt nước của ống thủy dài trên bàn độ đứng vào giữa. Tính MO theo công thức:

$$MO = \frac{T + P \pm 360^0}{2}$$

Điều chỉnh MO bằng cách dùng ốc vi động đặt số đọc trên vành độ đứng bằng số đọc đã được điều chỉnh sai số MO. Lúc này bọt nước lệch khỏi vị trí giữa. Dùng ốc vít điều chỉnh riêng của ống thủy đưa bọt nước vào giữa. Sau khi điều chỉnh xong phải tiến hành kiểm tra lại.

3.1.2. Máy thủy bình

Máy thủy bình là dụng cụ trắc địa chủ yếu dùng để đo cao ngoài ra còn dùng đo khoảng cách, một số máy có thể đo cả góc bằng.

- Phân loại theo độ chính xác.
- Phân loại theo nguyên lý cấu tạo.

*** Kiểm nghiệm máy thủy bình.**

1. Điều kiện trục ống thủy tròn vuông góc với trục quay máy ($TOT \perp TQM$).

Kiểm nghiệm: Tương tự như kiểm nghiệm điều kiện này của máy kinh vĩ.

2. Điều kiện dây ngang của dây chữ thập phải nằm ngang ($hh // TQM$).

Kiểm nghiệm: Tương tự như kiểm nghiệm điều kiện này của máy kinh vĩ.

3. Điều kiện cơ bản của máy- Trục ngắm nằm ngang.

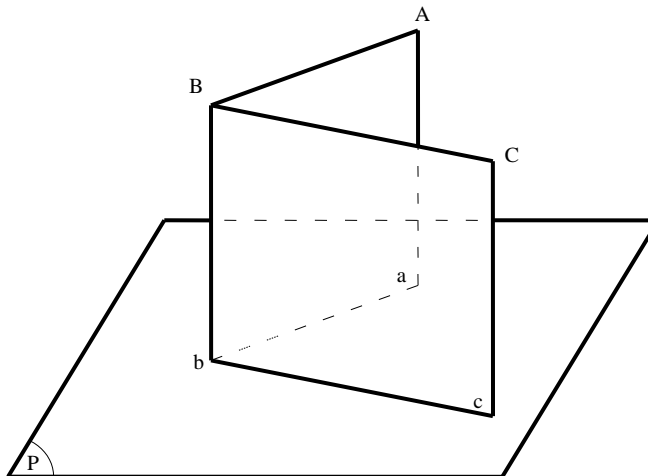
Kiểm nghiệm: Chọn hai điểm A và B trên khoảng đất tương đối bằng phẳng, cách nhau $40 \div 80$ m. Đặt máy cách đều hai điểm. Đặt máy ở giữa hai mia đo chênh cao h. Chuyển máy cách mia sau 2-3m. Đo chênh cao giữa hai điểm A và B lần thứ hai được h'.

3.2. Đo góc

3.2.1 Khái niệm góc bằng và góc đứng

Góc là một trong những yếu tố để xác định vị trí không gian của một điểm trên mặt đất tự nhiên.

a. Góc bằng. Giả sử có 3 điểm A, B, C trên mặt đất

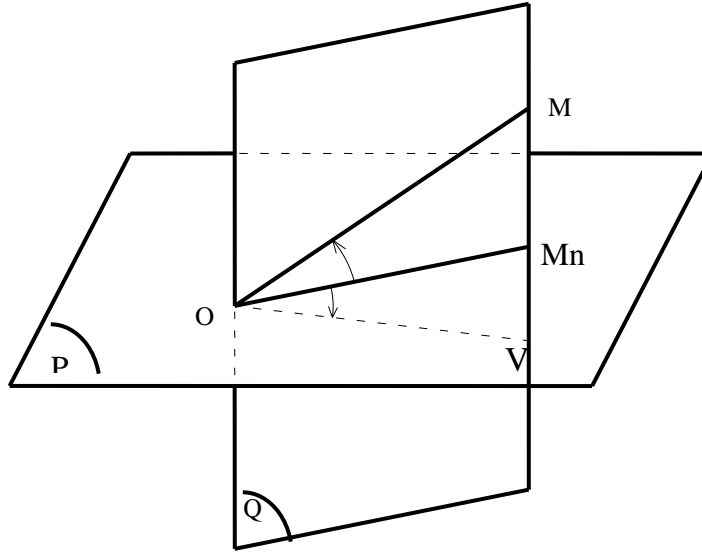


Góc ABC là góc trong không gian. Dùng phép chiếu vuông góc để chiếu ba điểm A, B, C xuống mặt phẳng nằm ngang (P) ta được a, b, c. Góc $abc = \beta$ được gọi là góc bằng của hai hướng BA và BC trong không gian.

b. Góc đứng.

Góc đứng (hay còn gọi là góc nghiêng) của một hướng ngắm nào đó là góc tạo bởi hướng ngắm và mặt phẳng nằm ngang (P) đi qua điểm đó.

Nếu hướng ngắm OM ở phía trên mặt phẳng nằm ngang P thì ta gán cho góc đứng V giá trị dương (+), còn nếu hướng ngắm OM nằm phía dưới mặt phẳng nằm ngang thì ta gán cho góc đứng V giá trị âm (-). Góc đứng V thay đổi từ 0^0 đến 90^0 .

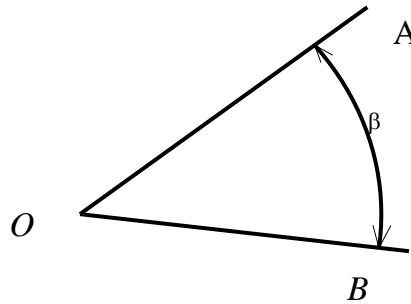


3.2.2. Các phương pháp đo góc bằng

1. Phương pháp cung (phương pháp đo đơn giản)

Phương pháp này thường áp dụng để đo góc bằng tại một trạm đo chỉ có hai hướng.

Giả sử cần đo góc bằng tại điểm O giữa hai hướng OA và OB. Máy kinh vĩ đặt tại O và tiêu dựng tại A và B. Sau khi định tâm và cân bằng máy chính xác, thứ tự tiến hành đo như sau:



Hình 3.2.2.1

a. Vị trí thuận kính (TR).

Đóng khoá bàn độ ngang, mở khoá hãm. Quay máy đưa ống kính ngắm chính xác điểm A, đọc được trị số trên bàn độ ngang là a_1 . Quay máy thuận chiều kim đồng hồ đưa ống kính ngắm chính xác điểm B, đọc được trị số trên bàn độ ngang là b_1 .

Giá trị của góc AOB của nửa lần đo thuận kính là:

$$\beta_1 = b_1 - a_1$$

b. Vị trí đảo kính (PH).

Đảo ngược ống kính quay máy 180° , đưa ống kính ngắm chính xác điểm B trước được trị số trên bàn độ ngang là b_2 .

Mở khoá hãm, quay máy thuận chiều kim đồng hồ ngắm chính xác điểm A đọc số trên bàn độ ngang là a_2 . Giá trị góc AOB nửa lần đo đảo kính là:

$$\beta_2 = b_2 - a_2$$

c. Kiểm tra.

Nếu $\beta_1 - \beta_2 > \pm 2t$ (t : độ chính xác của máy) thì phải đo lại.

Nếu $\beta_1 - \beta_2 \leq \pm 2t$ thì giá trị góc AOB một lần đo được tính theo công thức :

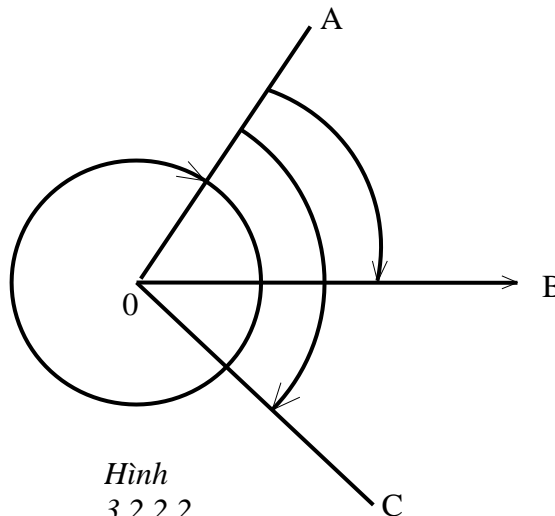
$$\beta = \frac{\beta_1 + \beta_2}{2}$$

Trong thực tế, giá trị góc cần xác định không chỉ đo một lần mà phải đo nhiều lần. Số lần đo phải phụ thuộc vào độ chính xác yêu cầu.

Trong một vòng đo không được thay đổi vị trí vành độ ngang. Để hạn chế sai số trên vành độ, mỗi trạm đo cần phải đo n lần, mỗi lần đo phải thay đổi giá trị hướng ban đầu. Nếu tại 1 trạm đo n vòng thì giá trị hướng ban đầu sẽ khác nhau $180^\circ/n$ ở mỗi vòng đo. Nếu chỉ đo 1 vòng đo, ở nửa vòng đo đảo kính phải xoay máy đi 90° sau đó mới tiến hành đo.

2. Phương pháp đo toàn vòng.

Phương pháp đo toàn vòng được áp dụng tại trạm đo có nhiều hướng: Giả sử tại trạm đo O có ba hướng ngắm là: OA, OB, OC.



Hình
3.2.2.2

Trình tự đo như sau: Đặt máy tại điểm O, dọi điểm và cân máy. Dựng tiêu tại 3 điểm A, B, C. Người đứng máy chọn hướng ban đầu với yêu cầu là rõ nhất, có góc đứng càng nhỏ càng tốt. Chẳng hạn chọn hướng OA.

a. Vị trí thuận kính (TR).

Đề số đọc trên bàn độ ngang gần bằng 0^0 mở khoá bàn độ ngang, quay máy ngắm chính xác về hướng ban đầu A.

Đóng khoá bàn độ ngang, mở khoá hãm, quay máy thuận chiều kim đồng hồ lần lượt ngắm tiêu B, C rồi quay hết vòng về ngắm lại A. Như vậy đã đo xong nửa vòng đo thuận kính. Tại mỗi hướng ngắm đều đọc trị số góc trên bàn độ ngang.

b. Vị trí đảo kính (PH).

Đảo ống kính, quay máy 180^0 theo hướng ngược chiều kim đồng hồ lần lượt ngắm các điểm A, C, B và A. Như vậy đã đo xong nửa vòng đo đảo kính và cũng đọc trị số góc của các hướng trên bàn độ ngang.

Tổng hợp cả hai nửa vòng đo tạo thành một vòng đo, kết quả đo và tính được ghi vào sổ đo góc.

3. Phương pháp đo lặp.

Phương pháp đo lặp thường được áp dụng khi đo góc nhỏ tại trạm đo chỉ có hai hướng, góc cần được đo với độ chính xác cao hơn.

Góc được đo lặp n lần bằng cách tuần tự đặt lên bàn độ ngang n lần giá trị góc cần đo hay nói cách khác, góc cần đo sẽ được đo trên nhiều vị trí liên tiếp khác nhau của bàn độ ngang, nhưng chỉ đọc số đầu và cuối của một nửa lần đo (thuận kính hoặc đảo kính).

Ta ký hiệu: β_1 : Giá trị góc cần đo của một nửa lần đo.

a_1 : Trị số đầu tiên của một nửa lần đo.

b_n : Trị số cuối cùng của một nửa lần đo.

n : Số lần lặp.

Theo nguyên tắc trên, ta thiết lập được công thức: $b_n - a_1 = n \cdot \beta_1$

Rút ra :
$$\beta_1 = \frac{b_n - a_1}{n}$$

Giả sử cần đo góc bằng AOB: máy kinh vĩ đặt tại O, tiêu dựng tại A và B sau khi dọi điểm, cân bằng máy chính xác ta sẽ thực hiện thao tác sau:

a. Vị trí thuận kính (TR).

- Để số đọc trên bàn độ ngang bằng $0^{\circ}0'0''$ hay lớn hơn một ít, mở khoá bàn độ ngang.

- Mở khoá hãm, quay máy ngắm chính xác điểm A, đọc trị số trên bàn độ ngang a_1 .

- Đóng khoá bàn độ ngang, mở khoá hãm, quay máy thuận chiều kim đồng hồ ngắm chính xác điểm B đọc được trị số b_1 (số đọc này dùng để kiểm tra góc cần đo).

- Mở bàn độ ngang, mở khoá hãm quay máy ngắm điểm A (không đọc số trên bàn độ ngang).

- Đóng khoá bàn độ ngang, mở khoá hãm quay máy thuận chiều kim đồng hồ ngắm chính xác điểm B (không đọc số). Như vậy, góc AOB đã được đo hai lần lặp ở nửa lần đo thuận kính.

- Quá trình thao tác tương tự như trên cho đến lần thứ n. Nếu góc cần đo lặp n lần, cuối cùng ta đọc trị số trên bàn độ ngang khi ngắm về điểm B là b_n . Khi đó giá trị góc AOB sau n lần đo lặp ở vị trí thuận kính là:

$$\beta_1 = \frac{b_n - a_1}{n}$$

b. Vị trí đảo kính.

- Đảo kính, quay máy 180° , đưa ống kính ngắm điểm B trước đọc được trị số là b_n .

- Mở khoá hãm (khoá bàn độ ngang vẫn đóng), quay máy ngắm chính xác điểm A (không đọc số).

- Mở khoá bàn độ ngang, mở khoá hãm, quay máy thuận chiều kim đồng hồ ngắm chính xác điểm B không đọc số trên bàn độ ngang. Cứ tiếp tục thao tác như vậy cho đến n lần, cuối cùng quay máy ngắm điểm A, đọc trị số trên bàn độ ngang là a_1' . Khi đó giá trị AOB ở vị trí đảo kính là :

$$\beta_2 = \frac{b_n' - a_1'}{n}$$

Chú ý: Khi $b_n' < a_1'$ thì $b_n' + 360^{\circ}$.

3.2.3. Phương pháp đo góc đứng

a. Phương pháp theo 2 số đọc T và P

Đặt máy: Giả sử phải đo góc đứng đến điểm M ta làm như sau:

- Giả sử bàn độ đứng đang ở bên phải ống kính: Cân bọt nước thủy dài trên bàn độ vào giữa, đọc số đọc trên bàn độ đứng.

- Đảo ống kính: Bàn độ đứng bên trái ống kính: Ngắm M, đọc số đọc trên bàn độ đứng (T).

Góc đứng V của hướng ngắm đến điểm M được tính theo công thức:

$$V = \frac{P - 180^0 - T}{2}$$

b. Phương pháp theo 1 số đọc T

Nhân xét: 1. Đo góc đứng theo cách trên tốn thời gian nhưng kết quả chính xác.

2. Cũng từ cách tính trên ta tính được MO của trạm máy:

$$MO = \frac{T + P - 180^0}{2}$$

MO là số đọc ban đầu trên bàn độ đứng khi trục ngắm nằm ngang và bọt thủy dài trên bàn độ đứng ở giữa.

Tại mỗi trạm máy nào đó, sau khi đã xác định được MO của trạm, có thể đo góc đứng của các hướng ngắm bất kỳ khác như sau.

$$V = MO - T$$

3.3. Đo dài

3.3.1. Khái niệm

1. Phân loại theo phương pháp đo.

* Đo khoảng cách trực tiếp là dùng dụng cụ đo trực tiếp xác định khoảng cách.

VD: Đo khoảng cách bằng thước thép.

* Đo khoảng cách theo phương pháp lượng giác, đo khoảng cách bằng sóng ánh sáng, đo bằng hệ thống định vị GPS...

2. Phân loại theo độ chính xác.

* Đo khoảng cách với độ chính xác cao: $m_s = (10^{-5} - 10^{-6})S$.

* Đo khoảng cách với độ chính xác trung bình: $m_s = (2 \cdot 10^{-4} - 10^{-6})S$.

* Đo khoảng cách với độ chính xác thấp: $m_s < 2 \cdot 10^{-4}S$

3.3.2. Đo dài bằng thước thép

1. Cấu tạo.

a. Thước thép thường: Là loại thước có chiều dài 20m, 30m, 40m hoặc 50m, với khoảng chia nhỏ nhất là 1cm. Nó dùng để đo chiều dài với độ chính xác thấp nên thường không có phương trình riêng. Vạch “0” có thể được đánh dấu trên thước hoặc tính từ mép đầu của vòng tay kéo nó.

b. Thước thép chính xác: Là loại thước được làm bằng hợp kim có hệ số dẫn nở nhiệt thấp, dài từ 20 đến 50m với khoảng chia nhỏ nhất là 1mm. Thông thường ngoài thước ra còn có một thang đọc số phụ dài 20cm, được chia chính xác tới milimét có thể gắn vào bất cứ đêximét nào trên thước. Vì thước cho phép đọc số chính xác đến 0,1mm nên dùng nó để đo chiều dài với độ chính xác cao. Loại thước này phải kiểm nghiệm và có phương trình riêng.

2. Đo khoảng cách bằng thước thép.

Thước thép cuộn có loại dài 20m, 30m, 50m đôi khi 100m. Bản thước rộng 15-25mm, thước dày 0,3-0,4mm.

Suốt chiều dài thước khắc vạch tới cm. 10cm đoạn đầu thước khắc vạch tới mm.

a. Định đường thẳng.

- Định đường thẳng bằng mắt.
- Định đường thẳng qua chướng ngại vật.
- Định đường thẳng bằng máy.

b. Đo khoảng cách bằng thước thép.

Độ dài đoạn thẳng $S_{AB}^K = \sum_{k=1}^K L_k$

Tính khoảng cách ngang khi đo khoảng cách nghiêng và góc nghiêng $S = D \cos \gamma$

Giá trị trung bình đoạn thẳng đo đi và đo về: $S_{AB}^{TB} = \frac{S_{AB}^{Di} + S_{AB}^{Vè}}{2}$

Chênh lệch giữa kết quả đo đi và đo về: $f_s = S^{đi} - S^{vè}$

Số hiệu chỉnh $v_{Sđi} = v_{Svè} = \frac{f_s}{2}$

Sai số kết quả đo đi và đo về:

$$m_S^{TB} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_i^2}{n(n-1)}} = \pm \frac{f_s}{\sqrt{2}}$$

c .Sai số trong đo dài bằng thước thép.

Sai số do ảnh hưởng của nhiệt độ: $\Delta l_1 = \alpha l_0 t^0$

Sai số do bị nghiêng thước:

$$\Delta l_2 = l_0(1 - \cos\gamma) \approx \frac{h^2}{2l_0}$$

Với góc nhỏ, theo nhị thức Newton:

$$\Delta l_2 = l_0 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{h^2}{l^2}} \right) \approx l^0 \left(1 - \left(1 - \frac{h^2}{2l_0^2} \right) \right) \approx \frac{h^2}{2l_0}$$

Sai số do định hướng đường thẳng:

$$\Delta l_3 = l_0(1 - \cos i) \approx \frac{h^2}{2l_0}$$

Sai số do thước bị võng: $L = 2R \sin\varphi$

Với góc nhỏ φ được viết:

$$\sin\varphi = \varphi \frac{\varphi^2}{3!} + \dots = \Delta l_4 = \frac{2\varphi^3}{2} = \frac{8h^2}{3!}$$

Sai số do thước bị kéo dãn: $\Delta l_5 = \frac{l\Delta P}{q.E}$

Sai số ngẫu nhiên và sai số hệ thống: $m = \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2} = \sqrt{(k_1^2 + k_2^2)S}$

Trong đó: k_1 - hệ số sai số hệ thống.

k_2 – hệ số sai số ngẫu nhiên.

3.3.3. Đo khoảng cách bằng phương pháp quang học

a. Đo khoảng cách bằng mia đứng- cặp dây đo khoảng cách.

Trên màng dây chữ thập của máy kinh vĩ và máy thủy bình có cặp dây đo khoảng cách, khi kết hợp với mia đặt thẳng đứng có thể xác định được khoảng cách.

Khoảng cách từ mìa đến tiêu cự thấu kính.

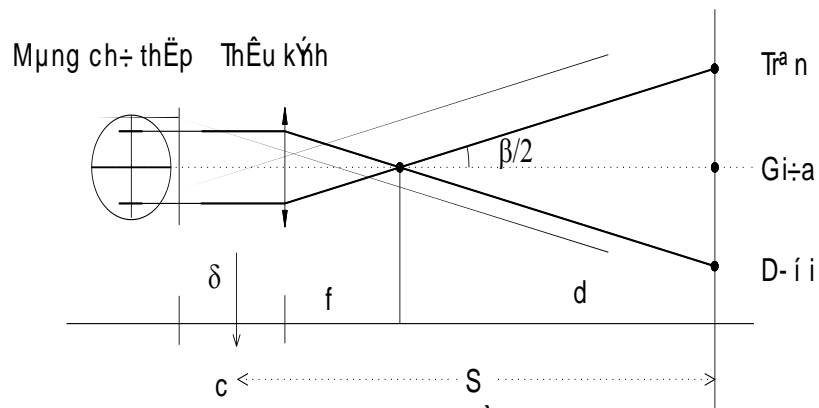
$$d = (t - d) \cot g \left(\frac{\beta}{2} \right) = l \cot g \left(\frac{\beta}{2} \right) = Kl.$$

Kí hiệu: $K = \cot g \frac{\beta}{2}$ khi chế tạo $K_1=100$ và $K_2=200$.

Khoảng cách từ máy tới mìa: $S = d+2f-\delta$. $C=2f-\delta$ nên ta được $S = d+C$.

Khi chế tạo thường biến đổi đường đi của tia ngắm để $C \Rightarrow 0$

$$S = d = Kl = K(t-d)$$



Hình 3.3.3a. Đo khoảng cách bằng mìa đứng

* Khi tia ngắm nghiêng:

- Khoảng cách nghiêng: $D=Kl'=Kl \cos \gamma$
- Khoảng cách ngang: $S=D \cos \gamma = Kl \cos^2 \gamma = K(t-d) \cos^2 \gamma$

* Sai số trong đo khoảng cách bằng mìa đứng:

- Từ hàm các đại lượng đo: $S=K(t-d) \cos^2 \gamma$
- Tính sai số trung phương của hàm:

$$m_s = \sqrt{\left(K \cos^2 \gamma \right)^2 m_t^2 + \left(-K \cos^2 \gamma \right)^2 m_d^2 + \left(K(t-d) 2 \cos \gamma \sin \gamma \right)^2 \left(\frac{m_\gamma}{\rho} \right)^2}$$

b. Đo khoảng cách bằng mìa ngang- mìa Bala.

- Đo khoảng cách theo phương pháp đo thị sai, sử dụng mìa ngang (Mĩa Bala).
- Độ dài mĩa ngang B, đo góc bằng β , khoảng cách ngang: $S = \frac{B}{2} \cot g \frac{\beta}{2}$

a. Nguyên lý đo cao hình học.

Số đọc a trên mia A là khoảng cách từ điểm A tới mặt phẳng nằm ngang Q.

Số đọc b trên mia B là khoảng cách từ điểm B tới mặt phẳng nằm ngang Q.

Chênh cao giữa A và B : $h_{AB} = a - b$.

b. Nguyên lý đo cao thủy tĩnh.

Hai ống thủy tĩnh hình trụ có khắc số tới mm đặt tại A và B. Mặt nước yên tĩnh giữa hai ống xác định theo nguyên lý bình thông nhau: $h_{AB} = a - b$.

3.4.2. Đo cao hình học từ giữa

Dùng cặp dây hoặc thước dây xác định khoảng cách ở giữa hai mia. Máy đặt ở giữa với chênh lệch khoảng cách $\Delta S < 5m$, tùy theo cấp đo. Dùng tia ngắm ngang của máy thủy bình xác định chênh cao giữa hai điểm.

Chênh cao giữa hai điểm 1 và 2: $h_{12} = S_1 - T_2$

Chênh cao giữa hai điểm i và i+1: $h_{i,i+1} = S_i - T_{i+1}$

Độ cao điểm 2 tính từ độ cao điểm 1: $H_2 = H_1 + h_{12}$

Độ cao điểm 3 tính từ độ cao điểm 1:

$$H_3 = H_2 + h_{23} = H_1 + h_{12} + h_{23} = H_1 + \sum_{i=1}^2 h_{i,i+1}$$

Độ cao điểm n tính từ điểm 1:

$$H_n = H_{n-1} + h_{n-1,n} = H_1 + h_{12} + h_{23} + \dots + h_{n-1,n} = H_1 + \sum_{i=1}^{n-1} h_{i,i+1}$$

3.4.3. Đo cao phía trước

Đặt máy tại vị trí của điểm A.

Mia đặt tại B

Chiều cao của điểm đặt máy là i. Số đọc trên mia tại B là b.

Chênh cao giữa 2 điểm AB là: $h = i - b$

3.4.4. Đo cao lượng giác

Đo cao lượng giác bằng máy kinh vĩ và mia đứng.

Độ cao điểm B tính từ độ cao điểm A: $H_B = H_A + J + h - g$

Trong đó: J- chiều cao máy, đo bằng thước thép.

g- số đọc dây giữa

h- chênh cao của ống kính tính theo công thức $h = S \tan \gamma$

Khoảng cách ngang đo bằng mịa đứng tính theo công thức:

$$S = K(t-d)\cos^2\gamma$$

Công thức tính chênh cao:

$$h = K(t-d)\cos^2\gamma\tan\gamma$$

Để giảm khối lượng tính toán khi đo đặt số đọc dây giữa bằng chiều cao máy $g=j$, khi đó độ cao tính theo công thức: $H_B = H_A + h$.

Nếu địa hình bằng phẳng, đặt góc nghiêng $\gamma = 0$, khi đó $H_B = H_A + J - g$.

Khi thực hiện đo cao lượng giác từ giữa, khoảng cách từ máy tới hai điểm đặt gương bằng nhau, nên trong các chênh cao h mang các sai số bằng nhau.

- + Sai số do ảnh hưởng độ cong Trái đất.
- + Sai số do khúc xạ tia ngắm trong khí quyển.
- + Sai số đo góc đứng.

Các sai số trên đều tỉ lệ với khoảng cách từ máy tới gương, khi tính độ cao điểm sau so với điểm trước, các sai số trên được loại trừ.

CHƯƠNG 4: LƯỚI KHÔNG CHẾ TRẮC ĐỊA

4.1. Hai bài toán trắc địa cơ bản

4.1.1. Bài toán thuận

Bài toán thuận hay còn gọi là bài toán cơ bản thứ nhất: Cho tọa độ điểm A, khoảng cách ngang S_{AB} , góc định hướng α_{AB} . Tính tọa độ điểm B?

$$\text{Tọa độ điểm B: } X_B = X_A + \Delta X_{AB}$$

$$Y_B = Y_A + \Delta Y_{AB}$$

Trong đó số gia tọa độ tính theo công thức: $\Delta X_{AB} = S_{AB} \cos \alpha_{AB}$

$$\Delta Y_{AB} = S_{AB} \sin \alpha_{AB}$$

4.1.2. Bài toán đảo

Bài toán đảo hay còn gọi là bài toán cơ bản thứ hai: Cho tọa độ hai điểm A và B. Tính góc định hướng α_{AB} và khoảng cách ngang S_{AB} ?

Góc định hướng của đường thẳng AB tính từ tọa độ hai điểm :

$$\operatorname{tg} \alpha_{AB} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} = \frac{\Delta Y_{AB}}{\Delta X_{AB}}$$

Tính $\arctg \alpha_{AB}$. Xét dấu số tọa độ được $\alpha_R \rightarrow \alpha_{AB}$.

Tính khoảng cách $S_{AB} = \sqrt{\Delta Y_{AB}^2 + \Delta X_{AB}^2}$.

4.2. Lưới không chế trắc địa

4.2.1. Khái niệm

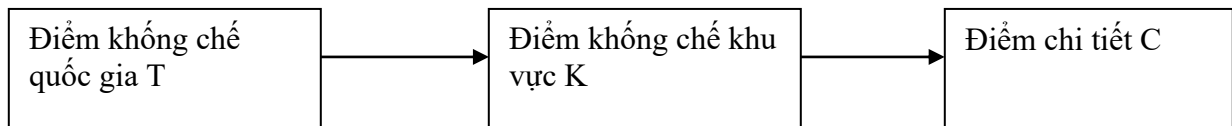
Một điểm trên mặt đất được xác định khi biết tọa độ X, Y, H. Để xác định tọa độ điểm đảm bảo độ chính xác vị trí và giảm ảnh hưởng của sai số tích lũy, trong trắc địa xây dựng một hệ thống các điểm liên kết với nhau tạo thành mạng lưới không chế. Lưới không chế mặt bằng là hệ thống các điểm được xác định tọa độ mặt bằng X, Y. Lưới không chế độ cao là hệ thống các điểm được xác định độ cao H.

Hạng	chiều dài cạnh (km)	Sai số vị trí điểm (cm)	Sai số đo góc m_β “
I	25 – 30 km	± 15 cm	$\pm 0,7$ ”
II	10 – 15	± 7	$\pm 1,0$ ”

III	5 – 8	±7	±1,5"
IV	2 - 5	±7	± 2,0"

4.2.2. Độ chính xác cần thiết của lưới khống chế trắc địa

Nhiệm vụ cơ bản của lưới khống chế quốc gia là phục vụ đo vẽ bản đồ địa hình. Khi đo vẽ địa hình phải thực hiện theo trình tự sau:



Cơ sở xác định độ chính xác lưới khống chế trắc địa:

- Sai số đọc bản đồ trên giấy của mắt người bình thường $m_{\text{đọc}} = 0,1 \text{ mm}$.
- Sai số đọc bản đồ cho phép $m_{\text{đọc}}^{\text{CP}} = 0,2 \pm 0,4 \text{ mm}$.

4.3. Bình sai lưới khống chế trắc địa

4.3.1. Đường chuyền kinh vĩ.

a. Thiết kế đường chuyền kinh vĩ.

Đường chuyền kinh vĩ thuộc lưới khống chế đo vẽ, nó được phát triển từ lưới.

Sai số khép tương đối cho phép của đường chuyền kinh vĩ là 1:2000 khi đo vẽ vùng quang đẵng 1:1000 khi đo vẽ vùng rừng núi.

Đường chuyền kinh vĩ có các dạng: đường đơn, khép kín, hệ thống có một hoặc nhiều điểm nút.

Dựa vào tỷ lệ bản đồ cần đo vẽ và yêu cầu độ chính xác vị trí điểm đường chuyền mà người ta xác định một số tiêu chuẩn cơ bản của đường chuyền kinh vĩ. Các đường chuyền được thiết kế cần đảm bảo các tiêu chuẩn kỹ thuật quy định trong quy phạm đo vẽ bản đồ địa hình:

- Chiều dài cạnh trung bình 150m ÷ 250m.
- Cạnh dài nhất không vượt quá 350m.
- Cạnh ngắn nhất không ngắn hơn 20m.
- Sai số trung phương đo góc 30".
- Sai số khép tương đối giới hạn 1:2000 hoặc 1:1000.

b. Đo cạnh và góc trong đường chuyền kinh vĩ.

Các cạnh đường chuyền kinh vĩ được đo bằng các máy đo xa quang học hoặc bằng thước thép. Chênh lệch tương đối giữa kết quả đo đi, đo về không được lớn hơn 1:2000 đối với khu vực quang đẵng và 1:1000 đối với vùng núi. Nơi có độ dốc hơn 1°5' phải đo góc nghiêng để tính chuyển cạnh về chiều dài nằm ngang (đo một lần).

Các góc trong đường chuyền kinh vĩ đo bằng máy kinh vĩ có độ chính xác 30". Đo một lần đo, giữa hai nửa vòng đo phải xoay máy đi một góc gần bằng 90°. Chênh lệch giữa hai nửa lần đo không vượt quá 45". Sai số khép góc cho phép trong đường chuyền kinh vĩ là:

$$f_{\beta} = \pm 60'' \sqrt{n}$$

Trong đó: n- Số góc trong đường chuyền kinh vĩ.

4.3.2. Lưới không chế độ cao

a. Phân loại lưới không chế độ cao

Để hạn chế sai số tích lũy và thuận tiện cho thi công, người ta lập lưới không chế độ cao.

Lưới không chế độ cao là tập hợp những điểm cố định ở ngoài thực địa có độ cao H được xác định rất chính xác, nó là cơ sở để nghiên cứu khoa học, đo vẽ bản đồ, bố trí công trình...

Tuỳ theo quy mô và độ chính xác giảm dần, lưới không chế độ cao được chia ra làm:

- Lưới độ cao nhà nước hạng I, II, III, IV.
- Lưới độ cao kỹ thuật.
- Lưới độ cao đo vẽ.

Về hình dạng, lưới không chế độ cao có dạng đường đơn, hệ thống một hay nhiều điểm nút, vòng khép kín.

b. Đo lưới.

Lưới được đo bằng máy nivô $v^x > 20^x$, $\tau < 45''/2\text{mm}$. Có thể dùng máy kinh vĩ có ống thuỷ dài gắn trên ống kính để đo. Mía một mặt hay hai mặt. Trước khi đo, máy và mía phải được kiểm nghiệm.

Lưới độ cao kỹ thuật chỉ phải đo một chiều, đọc số theo vạch giữa và theo phương pháp đo cao hình học hạng V (kỹ thuật).

- Nếu dùng mía hai mặt: Đọc số mặt đen, đọc của mía sau. Rồi đọc số mặt đen, đọc của mía trước.

- Nếu dùng mia một mặt: Đọc số mia sau, mia trước. Thay đổi chiều cao máy đi ít nhất 10cm. Đọc số mia trước, mia sau.

- Chênh lệch độ cao ở mỗi trạm tính theo hai mặt mia hay theo hai độ cao máy không được lớn hơn 5mm.

- Tầm ngắm từ máy đến mia 120m. Trong điều kiện thuận lợi, kéo dài đến 200m. Sai số khép đường độ cao kỹ thuật không vượt quá: $f_h = \pm 50\sqrt{L}$, (mm).

Trong đó: L – Chiều dài toàn đường, tính bằng km.

Ở những nơi độ dốc lớn có số trạm đo trên 1km lớn hơn 25 thì tính theo công thức: $f_h = \pm 10\sqrt{n}$, (mm)

Trong đó: n – Số trạm đo trên đường hoặc trong vòng khép.

c. Lưới độ cao Đo vẽ.

Lưới độ cao đo vẽ là cấp cuối cùng để chuyển độ cao cho điểm mia. Cơ sở để phát triển lưới độ cao đo vẽ là các mốc độ cao nhà nước và các mốc độ cao kỹ thuật.

Ở vùng đồng bằng hoặc khi đo vẽ bản đồ tỉ lệ 1: 500, độ cao lưới đo vẽ có thể xác định bằng cách đo độ cao theo hướng ngắm ngang của máy kinh vĩ, máy bàn đạc có gắn ống thủy dài trên ống kính hoặc máy nivô.

Ở vùng núi, khi đo vẽ bản đồ địa hình, với khoảng cao đều 2m hoặc 5m cho phép xác định bằng đo cao lượng giác.

Cơ sở để phát triển lưới độ cao lượng giác là các mốc độ cao nhà nước và độ cao kỹ thuật. Các điểm gốc này phân bố trong lưới giải tích hoặc đường chuyền cấp 1, cấp 2, với mật độ thấp nhất là 5 cạnh có 1 điểm.

Góc đứng trong lưới giải tích cấp 1, cấp 2, đường chuyền cấp 1, cấp 2 đo cùng lúc với đo góc bằng. Góc đứng đo ba lần theo chỉ giữa đối với lưới giải tích cấp 1, cấp 2 và hai lần đối với lưới không chế đo vẽ, hoặc một lần theo ba chỉ cho các lưới nói trên. Mỗi lần đo phải đọc số ở hai vị trí bàn độ trái và phải.

Khi đo góc đứng phải đo đi, đo về trên cùng một cạnh. Đo tất cả các hướng trên cùng một vị trí ống kính, sau đó đảo ống kính và đo ở vị trí thứ hai.

Chênh lệch giữa các giá trị góc đứng trên cùng một hướng và giữa các giá trị sai số chỉ tiêu (MO) trên cùng một trạm không vượt quá 15” đối với lưới giải tích cấp 1 và cấp 2 và đường chuyền cấp 1, và cấp 2 và 45” đối với lưới không chế đo vẽ. Chiều cao từ mặt tâm mốc đến bảng ngắm và trục quay ống kính đo bằng thước thép hai lần với độ chính xác ± 1 cm.

CHƯƠNG 5: BỐ TRÍ CÔNG TRÌNH

5.1. Bố trí các yếu tố cơ bản

5.1.1. Bố trí góc bằng

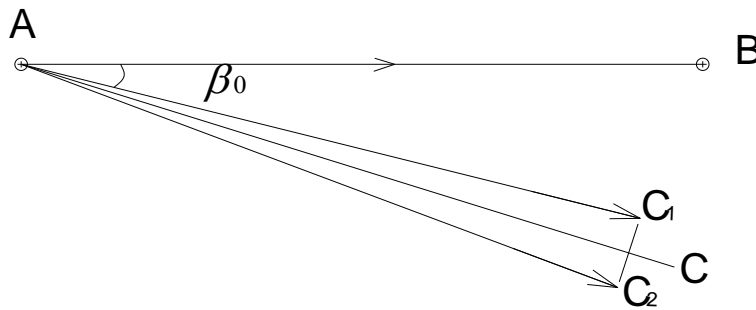
Khi đo góc β ở ngoài thực địa đã có ba điểm B, A, C (một điểm A và hai cạnh kề góc AB, AC).

Khi bố trí góc ở ngoài thực địa mới chỉ có hai điểm A, B (một đỉnh A và một cạnh kề của góc AB). Biết giá trị thiết kế của góc là β_0 . Tìm ở ngoài thực địa một điểm C (cạnh kề AC) sao cho $BAC = \beta_0$.

Có hai cách bố trí góc:

- *Cách bố trí góc thứ nhất*

Đặt máy kinh vĩ tại A, định hướng vành độ ngang theo cạnh AB. Đặt một góc β_0 về phía cần thiết, theo hướng ngắm này cố định điểm C_1 ở ngoài thực địa. Đảo ống kính, thao tác tương tự như trên, được điểm C_2 ở ngoài thực địa. Cố định điểm C cách đều cả C_1 lẫn C_2 . Góc BAC là góc cần bố trí.



Hình 5.1.1a

- *Cách bố trí góc thứ hai (gần đúng dần)*

Đặt máy kinh vĩ tại A, định hướng vành độ ngang theo cạnh AB, đặt một góc β_0 , theo hướng ngắm này cố định được điểm C_1 ở ngoài thực địa.

Vẫn đặt máy kinh vĩ ở A, đo góc BAC_1 theo phương pháp lặp p lần, được β_1 .

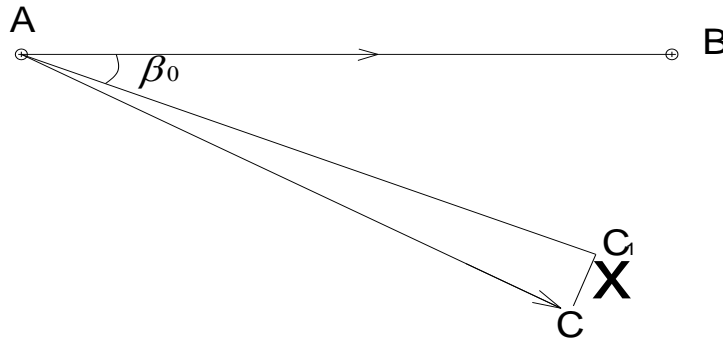
Tính đoạn cần dịch chuyển x:

$$x \approx CC_1 = \frac{s \cdot \Delta\beta''}{\rho''}$$

Trong đó: $s = AC_1$ – Khoảng cách từ điểm A đến C_1 ;

$$\Delta\beta'' = \beta_0 - \beta_1 \quad \rho'' = 206265$$

Từ C_1 theo hướng vuông góc với AC_1 đặt một đoạn $x = C_1C$ về phía cần thiết. Cố định điểm C ở ngoài thực địa. Góc BAC là góc cần bố trí.



Hình 5.1.1b

5.1.2. Bố trí đoạn thẳng

Khi đo chiều dài đoạn thẳng AB ở ngoài thực địa đã có hai điểm mút A và B còn khi bố trí đoạn thẳng AB có chiều dài nằm ngang thiết kế d_0 thì ở ngoài thực địa mới chỉ có một điểm A và hướng Ax , cần xác định được điểm B .

Kê từ A theo hướng Ax , đo sơ bộ một đoạn AB_1 có chiều dài bằng d_0 . Cố định sơ bộ B_1 .



Hình 5.1.2

Đo đoạn thẳng AB_1 với độ chính xác thật cần thiết. Tính các số điều chỉnh (về độ dốc mặt đất...) vào kết quả đo, được $d_1 = AB_1$ chính xác.

Tính đoạn cần dịch chuyển:

$$r = d_0 - d_1$$

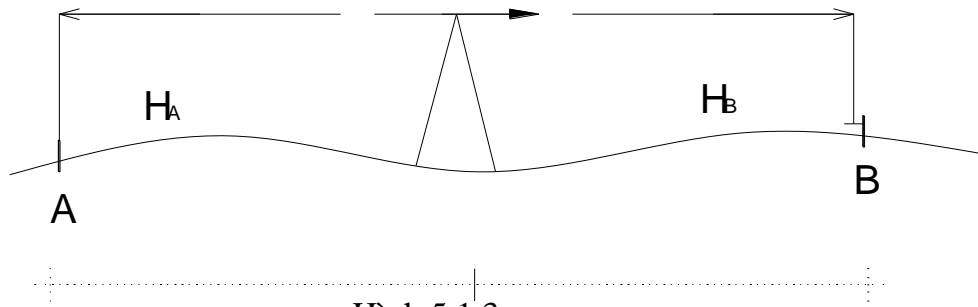
Từ B_1 đặt đoạn r về phía tương ứng được đầu mút B cần tìm. Cố định B lại.

5.1.3. Bố trí điểm độ cao

Khi đo độ cao điểm B thì ở ngoài thực địa đã có điểm B . Dựa vào độ cao đã biết H_A của điểm A đã có ngoài thực địa, dùng máy đo độ chênh cao $h_{AB} = a - b$ sẽ tính được độ cao của điểm B là:

$$H_B = H_A + h_{AB}$$

Khi bố trí độ cao: Ở ngoài thực địa mới chỉ có điểm A và độ cao của nó là H_A . Biết độ cao thiết kế của điểm B là H_B tìm điểm B ở ngoài thực địa?



Hình 5.1.3

Đặt máy nivô cách đều A, B. Dựng mìa ở A. Ngắm mìa ở A đọc được a, tính độ cao trực ngắm của máy $H_{m\grave{a}y}$.

$$H_{m\grave{a}y} = H_A + a$$

Tính số đọc cần thiết b của mìa đặt tại B:

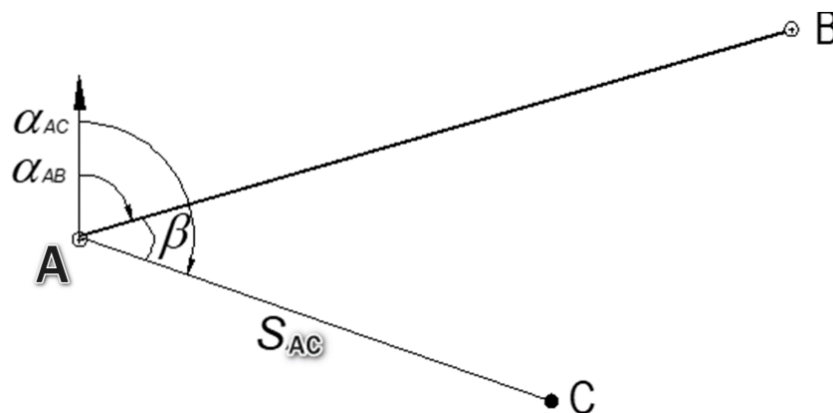
$$b = H_{m\grave{a}y} - H_B$$

Nâng hay hạ mìa ở B cho đến khi nào người đứng máy đọc được số trên mìa này đúng bằng b vừa tính trên đây, lúc đó dùng bút chì đánh dấu đế mìa lại, đó chính là điểm B cần bố trí.

5.2. Bố trí điểm mặt bằng

5.2.1. Phương pháp tọa độ cực

Phương pháp tọa độ một cực được áp dụng rất phổ biến, nhất là ở những chỗ quang đãng, tương đối bằng phẳng và khi khoảng cách cực (s) ngắn hơn chiều dài của thước.



Hình 5.2.1

Trước hết phải tính toán những số liệu cần thiết cho bố trí là góc cực β và bán kính cực s , khi đã biết toạ độ không chế trắc địa A (x_A, y_A), B (x_B, y_B) và toạ độ thiết kế điểm C (x_C, y_C).

Theo bài toán ngược ta có:

$$\operatorname{tg} \alpha_{AB} = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{AC} = \frac{y_C - y_A}{x_C - x_A}$$

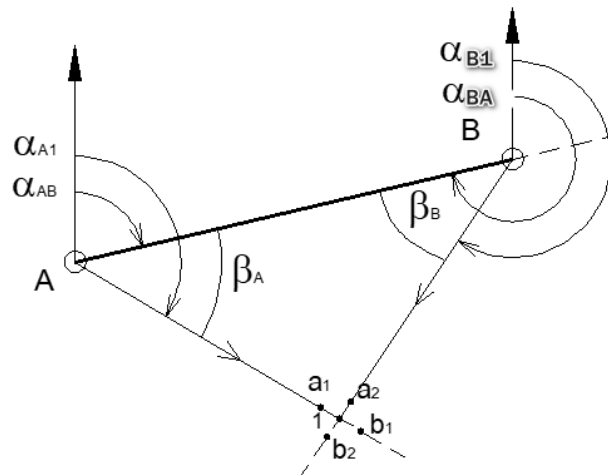
$$\beta = \alpha_{AC} - \alpha_{AB}$$

$$s = \sqrt{(x_C - x_A)^2 + (y_C - y_A)^2}$$

Cách bố trí: Đặt máy kinh vĩ tại A, định hướng vành độ ngang về B. Đặt một góc β , trên hướng này đặt một đoạn thẳng s . Cố định được điểm C.

5.2.2. Phương pháp giao hội góc

Ngoài thực địa có mốc A và B. Trong thiết kế đã có toạ độ điểm A(X_A, Y_A); B(X_B, Y_B); cần bố trí điểm 1(X_1, Y_1).



Hình 5.2.2

Tính các yếu tố bố trí

$$\beta_A = \alpha_{A1} - \alpha_{AB}$$

$$\beta_B = \alpha_{BA} - \alpha_{B1}$$

Từ tọa độ các điểm chi tiết đã biết, giải bài toán ngược để tính các yếu tố bố trí.

Từ tọa độ điểm A và B tính:

$$\operatorname{tg}\alpha_{AB} = \frac{\Delta Y_{AB}}{\Delta X_{AB}} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}$$

$$\operatorname{tg}\alpha_{A1} = \frac{\Delta Y_{A1}}{\Delta X_{A1}} = \frac{Y_1 - Y_A}{X_1 - X_A}$$

Tính $\arctg\alpha_{AB}$ được góc hai phương α_R . Xét dấu của giá số tọa độ để tính góc định hướng. Góc định hướng của đường AB và BA chênh nhau 180° .

$$\alpha_{BA} = \alpha_{AB} \pm 180^\circ$$

Lấy dấu cộng khi $\alpha_{AB} < 180^\circ$; lấy dấu trừ khi $\alpha_{AB} > 180^\circ$

Dụng cụ và cách bố trí: Khi bố trí góc bằng dùng máy kinh vĩ. Đặt máy tại điểm mốc A, sau khi bố trí góc bằng β_A xác định điểm a_1 và b_1 trên hướng vừa bố trí và gần điểm 1. Bố trí góc bằng β_B tại mốc B, xác định điểm a_2 và b_2 trên hướng vừa bố trí và gần điểm 1. Dùng dây thép nhỏ nối a_1b_1 và a_2b_2 . Giao của hai hướng là điểm 1 cần bố trí.

5.2.3. Phương pháp giao hội cạnh

Ngoài thực địa có mốc A và B. Trong thiết kế đã có tọa độ điểm A(X_A, Y_A); B(X_B, Y_B); cần bố trí điểm 1(X_1, Y_1). Tính các yếu tố bố trí S_{A1}, S_{B1} .

Tính độ dài các cạnh.

$$S_{A1} = \sqrt{\Delta Y_{A1}^2 + \Delta X_{A1}^2}$$

$$S_{B1} = \sqrt{\Delta Y_{B1}^2 + \Delta X_{B1}^2}$$

Giá số tọa độ tính theo công thức.

$$\Delta X_{A1} = X_1 - X_A$$

$$\Delta Y_{A1} = Y_1 - Y_A$$

Nếu hai cạnh ngắn hơn độ dài thước thép hiện có, điểm 1 có thể bố trí theo phương pháp giao hội cạnh.

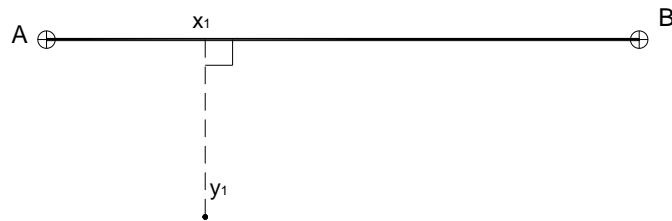
Dụng cụ và cách bố trí:

1. Dùng thước thép, lấy mốc A làm tâm, quay một cung với bán kính S_{A1} . Sau đó lấy điểm B làm tâm quay cung thứ hai với bán kính S_{B1} . Giao của hai cung trên mặt đất là điểm 1 cần bố trí.

2. Dùng hai thước thép đồng thời, một người bấm thước thép thứ nhất với độ dài S_{A1} , đặt tại mốc A. Người thứ hai bấm thước thép thứ hai dài S_{B1} , đặt tại mốc B. Người thứ ba cầm hai đầu “không” của hai thước, kẹp cùng dây dọi đặt tại 1. Sau khi căng hai thước thép, đặt chúng trên mặt phẳng ngang, quả dọi xác định điểm 1 cần bố trí.

5.2.4. Phương pháp tọa độ vuông góc

Dụng cụ và cách bố trí: Trên đường trực AB cần bố trí điểm 1 theo phương pháp tọa độ vuông góc



Hình 5.2.4

Dùng thước thép đặt dọc theo đường trực AB đoạn x_1 .

Góc vuông dựng bằng lăng kính chuyên dụng, dùng thước thép và áp dụng định lý pitago hoặc dùng máy kinh vĩ khi khoảng cách y lớn.

Trên hướng vuông góc đặt đoạn thẳng y_1 , xác định được điểm 1.

CHƯƠNG 6: QUAN TRẮC BIẾN DẠNG CÔNG TRÌNH

6.1. Khái niệm

6.1.1. Phân loại

Để thuận tiện cho việc nghiên cứu, có thể chia chuyển dịch công trình thành hai loại:

- Sự trồi lún: Công trình bị chuyển dịch trong mặt phẳng thẳng đứng.
- Chuyển dịch ngang: Công trình bị chuyển dịch trong mặt phẳng nằm ngang.

6.1.2. Nguyên nhân

Các công trình bị chuyển dịch biến dạng là do tác động của hai loại yếu tố chủ yếu :

- Điều kiện tự nhiên
- Quá trình xây dựng, vận hành công trình.

Tác động của các yếu tố tự nhiên bao gồm:

- a. Khả năng lún, trượt của lớp đất đá dưới nền móng công trình và các hiện tượng địa chất công trình, địa chất thủy văn khác.
- b. Sự co giãn của đất đá.
- c. Sự thay đổi của các điều kiện thủy văn theo nhiệt độ, độ ẩm và mực nước ngầm.
- d. Sự suy yếu của nền móng công trình do thi công các công trình ngầm dưới công trình.
- e. Sự thay đổi áp lực lên nền móng công trình do xây dựng các công trình khác ở gần.
- f. Sự rung động của nền móng công trình do vận hành máy móc và hoạt động của các phương tiện giao thông.

6.1.3. Đặc tính và các tham số

Độ lún tuyệt đối của một điểm là đoạn thẳng (tính theo chiều thẳng đứng) từ mặt phẳng ban đầu của nền móng đến mặt phẳng lún ở thời điểm quan trắc sau đó.

Các điểm ở những vị trí khác nhau của công trình có độ lún bằng nhau thì quá trình lún được coi là lún đều. Lún đều chỉ xảy ra khi áp lực của công trình và mức độ chịu nén của đất đá ở các vị trí khác nhau của nền là như nhau.

Độ lún không đều xảy ra do sự chênh lệch áp lực lên nền và mức độ chịu nén của đất đá không như nhau. Lún không đều làm cho công trình bị nghiêng, cong, vắn, xoắn và các biến dạng khác.

Biến dạng lớn sẽ có thể dẫn đến hiện tượng gãy, nứt ở nền móng và tường của công trình.

Sự chuyển dịch của công trình được đặc trưng bằng các hàm tham số:

- a. Độ lún trung bình của nền móng: S_{tb}
- b. Chênh lệch tương đối độ lún của hai điểm trên nền là tỷ số giữa hiệu độ lún và khoảng cách giữa hai điểm đó: $\frac{\Delta S}{l}$
- c. Độ nghiêng i của nền móng là tỷ số giữa hiệu độ lún giữa hai điểm ở hai đầu công trình và chiều dài công trình.
- d. Độ cong tương đối của công trình: f/L (tỷ số giữa tên trương cung và dây cung).
- e. Độ vắn xoắn tương đối của công trình được đặc trưng bằng góc α .
- f. Chuyển dịch ngang của công trình: u .

6.1.4. Mục đích và nhiệm vụ

Quan trắc chuyển dịch biến dạng công trình là để xác định mức độ chuyển dịch biến dạng, nghiên cứu tìm ra nguyên nhân chuyển dịch biến dạng và từ đó có biện pháp xử lý, đề phòng tai biến đối với công trình. Cụ thể là:

- a. Xác định giá trị chuyển dịch biến dạng để đánh giá mức độ ổn định của công trình.
- b. Kiểm tra việc tính toán thiết kế công trình.
- c. Nghiên cứu quy luật biến dạng trong những điều kiện khác nhau và dự đoán biến dạng của công trình trong tương lai.
- d. Xác định các loại biến dạng có ảnh hưởng đến quá trình công nghệ, vận hành công trình.

6.1.5. Yêu cầu độ chính xác và chu kỳ quan trắc

a. *Quan trắc lún.*

Yêu cầu độ chính xác quan trắc lún của công trình phụ thuộc chủ yếu vào tính chất cơ lý đất đá dưới nền móng công trình và phụ thuộc vào đặc điểm kết cấu, vận hành công trình.

Yêu cầu độ chính xác quan trắc lún được xác định bằng biểu thức:

$$m_{s,t_i} = \frac{S_{t_i} - S_{t_{(i-1)}}}{\varepsilon} \quad (1)$$

Trong đó: m_{s,t_i} yêu cầu độ chính xác quan trắc độ lún ở thời điểm t_i

$S_{t_i}, S_{t_{(i-1)}}$ Độ lún (dự báo) ở thời điểm t_i và $t_{(i-1)}$

ε Hệ số đặc trưng cho độ tin cậy của kết quả quan trắc, thông thường $\varepsilon = 4 \div 6$

b. Quan trắc chuyển dịch ngang.

Yêu cầu độ chính xác quan trắc chuyển dịch ngang cũng tùy thuộc vào loại công trình và nền móng của chúng. Sai số giới hạn quan trắc chuyển dịch ngang thường được quy định như sau:

- Công trình xây trên nền đá gốc: 1mm
- Công trình xây trên nền đất cát, đất sét và các loại đất chịu nén khác: 3mm
- Các loại đập đất đá chịu áp lực cao: 5mm
- Công trình xây trên nền đất đắp, đất sinh lầy: 10mm
- Các loại công trình bằng đất đắp: 15mm

Yêu cầu độ chính xác quan trắc chuyển dịch ngang đối với các công trình đặc biệt được tính toán riêng trên cơ sở kỹ thuật và công nghệ của từng công trình.

6.2. Kỹ thuật đo lún

6.2.1. Quan trắc lún bằng phương pháp đo cao hình học

a. Máy và dụng cụ đo.

Các loại máy thường dùng trong đo lún là H-05, Ni002, 1.H2.Ni004.Ni007 và các loại máy khác có độ chính xác tương đương.

Mia được sử dụng là mia invar thường hoặc mia invar chuyên dùng có kích thước ngắn hơn.

b. Sơ đồ và chương trình đo.

Sơ đồ lưới đo cao được lựa chọn và ước tính độ chính xác trong khi lập thiết kế đo lún,

Việc ước tính độ chính xác được thực hiện theo các tiêu chuẩn: hạn sai xác định độ lún tuyệt đối và hạn sai chênh lệch lún giữa hai điểm kề nhau.

- Ước tính độ chính xác đo cao theo hạn sai xác định độ lún tuyệt đối được thực hiện như sau:

+ Xác định trọng số đảo của điểm yếu nhất trong lưới: R_y .

+ Xác định sai số trung phương trọng số đơn vị (sai số trung phương của một trạm máy).

$$\mu_H = \frac{m_{H_y}}{\sqrt{R_y}} \quad (8)$$

Trong đó m_{H_y} là sai số trung phương độ cao của điểm yếu nhất.

Độc chính xác đo trong hai chu kỳ liên tiếp thường được chọn tương đương nhau nên ta có:

$$\mu_H = \frac{m_{S_y}}{\sqrt{2R_y}} \quad (9)$$

Trong đó m_{S_y} là sai số trung phương xác định độ lún tuyệt đối được tính từ hạn sai xác định độ lún tuyệt đối.

- Ước tính độ chính xác đo cao theo hạn sai xác định chênh lệch độ lún được thực hiện như sau:

+ Xác định trọng số đảo của chênh cao yếu nhất giữa hai điểm kiểm tra trong lưới: $R_{\Delta H}$.

+ Xác định sai số trung phương trọng số đơn vị.

$$\mu_H = \frac{m_{\Delta H}}{\sqrt{R_{\Delta H}}} \quad (10)$$

hoặc:

$$\mu_H = \frac{m_{\Delta S}}{\sqrt{2R_{\Delta H}}} \quad (11)$$

Trong đó $m_{\Delta S}$ là sai số trung phương xác định chênh lệch và độ lún được tính từ giới hạn sai xác định chênh lệch độ lún.

Dựa vào μ_H tính được từ (9) hoặc (11) để lựa chọn cấp hạng đo cao hợp lý. Đối với một công trình mà công tác đo lún phải thoả mãn cả hai yêu cầu về độ chính xác đã nêu trên thì phải ước tính theo cả hai công thức và lấy giá trị μ_H nhỏ hơn làm cơ sở lựa chọn cấp hạng đo cao hợp lý.

6.2.2. Quan trắc lún bằng phương pháp đo cao thủy tĩnh

Phương pháp đo cao thủy tĩnh được áp dụng để quan trắc lún của nền các kết cấu xây dựng trong điều kiện chật hẹp, không thể quan trắc bằng phương pháp đo cao hình học.

Máy đo cao thủy tĩnh là một hệ thống bình thông nhau. Tùy điều kiện cụ thể có thể cố định máy thủy tĩnh với công trình trong suốt quá trình quan trắc lún hoặc dùng các máy thủy tĩnh cơ động.

6.2.3. Quan trắc lún bằng phương pháp đo cao lượng giác

Trong những điều kiện không thuận lợi hoặc kém hiệu quả với đo cao hình học và yêu cầu chính xác đo lún không cao thì áp dụng phương pháp đo cao lượng giác tia ngắm ngắn, không quá 100m.

Trong đo cao lượng giác, chênh cao giữa trục quay của ống kính máy kinh vĩ và điểm ngắm trên mia được tính theo công thức:

$$h = l \operatorname{ctg} Z \quad (12)$$

Trong đó: l khoảng cách nằm ngang từ tâm máy đến mia, được đo trực tiếp hoặc được tính theo công thức.

$$l = b \cdot \frac{\sin Z_1 \cdot \operatorname{ctg} Z_2}{\sin(Z_1 - Z_2)} \quad (13)$$

Trong trường hợp l được tính theo công thức (13) thì khi đo phải ngắm hai điểm trên mia để có hai góc thiên đỉnh Z_1, Z_2 .

Khoảng cách b giữa hai điểm ngắm trên mia phải được xác định chính xác.

CHƯƠNG 7: ĐO VẼ HOÀN CÔNG

1. Đo vẽ hoàn công

Xác định vị trí, kích thước của từng phần hay toàn bộ công trình đã được xây dựng xong ở ngoài thực địa và vẽ lên giấy gọi là *đo vẽ hoàn công*.

Mục đích của đo vẽ hoàn công là xác định toạ độ, độ cao, kích thước của công trình vừa xây dựng xong. Kiểm tra độ chính xác của công việc chuyên từ bản thiết kế ra thực địa, kiểm tra dung sai cho phép trong xây dựng.

Trong quá trình thi công, phải tiến hành đo vẽ vào lúc kết thúc từng giai đoạn công việc (móng, tầng ngầm, từng tầng nhà ...) để lập bản vẽ hoàn công từng phần. Nó là cơ sở để giải quyết các vấn đề trong quá trình xây dựng như tổ chức biện pháp chống lại những hiện tượng sai hỏng, bố trí các công trình mới không vi phạm đến những công trình cũ trước đó, nhất là khi xây dựng các công trình ngầm. Khi xây dựng xong công trình, tiến hành đo lập bản vẽ hoàn công toàn phần. Nó là cơ sở để giải quyết những nhiệm vụ kỹ thuật khác nhau trong khi sử dụng, sửa chữa mở rộng công trình.

Việc đo vẽ hoàn công cũng phải dựa vào lưới khống chế trắc địa mặt bằng, độ cao. Trong từng nhà, xưởng, công trình riêng biệt dựa vào các trục móng đã được cố định và hệ thống các mốc độ cao thi công. Trong phạm vi cả công trường, dựa vào các điểm khống chế trắc địa đã dùng để thi công và tất cả các đường chuyên, đường độ cao bổ sung.

Ngoài công trường, dựa vào các điểm khống chế trắc địa đã thành lập trong quá trình khảo sát, đo vẽ bản đồ, vạch tuyến.

Phương pháp đo vẽ hoàn công:

Đo vẽ mặt bằng áp dụng phương pháp toạ độ vuông góc, toạ độ cực, giao hội góc, giao hội cạnh ... Đo vẽ độ cao thường áp dụng phương pháp đo cao hình học, đo cao thủy tĩnh. Khi đo vẽ hoàn công ở ngoài công trường có thể dùng phương pháp đo vẽ toàn đạc.

Độ chính xác cần thiết của lưới khống chế trắc địa và phương pháp đo vẽ như sau: ở công trường thành phố và khu công nghiệp phải đảm bảo việc thành lập bình đồ hoàn công tỉ lệ 1: 500, còn ở các công trường thủy lợi, cầu đường ... phải đảm bảo thành lập được bình đồ hoàn công tỷ lệ 1: 1000 - 1:2000.

Nội dung đo vẽ hoàn công:

1. Đối với công trình ngầm chú ý vẽ ngay trước khi lấp đất. Đo vẽ xác định vị trí các góc ngoặt, tâm các giếng, chỗ giao nhau với các công trình khác. Đo đường kính

ống dẫn, khoảng cách giữa các giếng. Nơi dẫn của từng loại lưới vào công trình. Độ cao của đáy, nắp hố móng, máng rãnh, nắp giếng, đỉnh ống dẫn.

2. Với đường dây dẫn trên không và đường dây điện, đo khoảng cách giữa các trụ cột. Độ cao của các dầm, xa ngang. Khoảng cách đến các công trình ở gần đó.

3. Đo vẽ móng, xác định vị trí của từng phần đã đặt các kích thước của các khối, các lỗ cửa, các giếng đứng ... độ cao của nền, đỉnh móng.

Riêng với nhà, đo nội các góc nhà đến các điểm không chế trắc để xác định toạ độ của chúng, kiểm tra kích thước các chỗ lồi, lõm.

4. Đo vẽ các cấu kiện đúc sẵn lắp ghép. Xác định vị trí thước của nó so với vị trí thiết kế.

5. Khi đo vẽ công trình dạng đường tròn. Phải xác định tâm và bán kính của nó.

6. Khi đo vẽ đường phải kiểm tra các yếu tố của đường cong, đo nội tất cả các đỉnh góc ngoặt đến lưới không chế trắc địa, vị trí các điểm giao nhau, tiếp cận, tâm ghi đường sắt, độ cao mặt đường, đỉnh ray. Khoảng cách gần nhất từ chỗ lồi ra giữa các nhà, công trình gần đây.

7. Khi đo vẽ quy hoạch mặt đứng, phải đo cao bề mặt và mặt cắt theo các điểm đặc trưng bằng phương pháp đo cao ô vuông mỗi cạnh 10m. Phương pháp đo cao mặt cắt dọc, mặt cắt ngang, đo cao vỉa hè, chỗ giao nhau, chỗ thay đổi độ dốc của mặt cắt đường, lòng đường, đáy rãnh kênh thoát nước, lắp riêng cửa nước thoát mưa.

Bình đồ hoàn công:

Bình đồ hoàn công là bản đồ tỉ lệ lớn trên đó biểu diễn các công trình đã xây dựng xong. Cơ sở để vẽ bình đồ hoàn công là bản đồ tỉ lệ lớn và các số liệu đo vẽ hoàn công.

Bình đồ hoàn công có thể có các loại: tổng bình đồ hoàn công và bình đồ hoàn công riêng phần (như bình đồ hoàn công công trình ngầm).

Trình tự tổng bình đồ hoàn công.

Biểu diễn các điểm không chế trắc địa, nhà, các công trình khác như đường sắt, đường ô tô, công trình ngầm, công trình trên mặt đất, trên không và các địa vật khác nhau. Viết số và chữ chú giải.

Biểu diễn dáng đất.

Hoàn chỉnh khung.

Đầu tiên vẽ bằng bút chì sau đó kiểm tra độ soát lại ở ngoài thực địa. Sau khi kiểm tra xong rồi vẽ bằng mực.

2. San lấp mặt bằng

a. Lưới ô vuông

Quy hoạch vùng mặt bằng thành lưới ô vuông, dọc theo phương đường đồng mức, với khoảng cách các mắt lưới đủ nhỏ để có thể chia nhỏ các đường đồng mức thành từng đoạn tương đối thẳng liên tục và có độ dài bằng nhau. Khi đó coi mặt đất trong mỗi ô lưới là một mặt phẳng tạo bởi các độ cao mắt lưới.

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36

b. San theo mặt phẳng

Khối lượng san lấp: $V = n \cdot S^2 \cdot (H_{TK} - H_0)$

Trong đó:

n: Số ô vuông trong lưới

S: Chiều dài cạnh ô vuông trong lưới

H_{TK} : Độ cao thiết kế

H_0 : Độ cao trung bình của khu đất

$$H_0 = \frac{\sum H^I + 2 \sum H^{II} + 3 \sum H^{III} + 4 \sum H^{IV}}{4 \cdot n}$$

→ Độ cao đào đắp = Độ cao thực địa – Độ cao thiết kế

c. San theo độ dốc

$$H_{TK}^j = H_{TK}^0 - i.j.S$$

Trong đó:

i: Độ dốc

j: Hàng (j=0,1,2...n)

→ Độ cao đào đắp = Độ cao thiết kế - độ cao thực địa