

LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình Trắc địa viết cho chương trình đào tạo bậc Cao đẳng, ngành kỹ thuật như Cao đẳng xây dựng, Cao đẳng Cầu đường, Cao đẳng Thủy Lợi. Ngoài ra có thể dùng làm tài liệu tham khảo cho cán bộ, sinh viên, học sinh các ngành liên quan.

Nội dung giáo trình được viết bám sát với "Đề cương Trắc địa" dùng cho bậc Cao đẳng kỹ thuật.

Giáo trình gồm 2 phần:

Phần 1: Gồm những chương chung trình bày từ chương I đến chương VII phục vụ cho mục đích nghiên cứu môn học, không phụ thuộc vào chuyên ngành của sinh viên.

Phần 2: Gồm những chương riêng (chương VIII và chương IX) trình bày một số vấn đề cơ bản thiết thực cho chuyên ngành của sinh viên.

Xin chân thành cảm ơn sự đóng góp ý kiến quý báu của Phòng Khoa học, Hội đồng Khoa học Nhà trường và các bạn đọc góp ý để việc biên soạn giáo trình đạt kết quả tốt hơn.

TÁC GIẢ

Phạm Viết Vỹ

Chương I

KHÁI NIỆM CHUNG

↓ 1.1 ĐỐI TƯỢNG MÔN HỌC

1- Định nghĩa

Trắc địa là môn khoa học về đo đạc mặt đất để xác định hình dạng, kích thước trái đất biểu diễn mặt đất thành bản đồ phục vụ việc xây dựng các công trình và các yêu cầu kỹ thuật khác.

2- Nhiệm vụ của trắc địa

Bản đồ, bình đồ và các mặt cắt là những sản phẩm chính của trắc địa. Để có được sản phẩm trên trắc địa phải giải quyết các nhiệm vụ sau:

- Đo chiều dài và đo góc trên bề mặt trái đất.
- Tính toán và xử lý kết quả đo.
- Vẽ bản đồ, bình đồ và mặt cắt.
- Nghiên cứu, sử dụng các kết quả đo của trắc địa để phục vụ các mục đích khác nhau trong khoa học kỹ thuật, kinh tế, quốc phòng.

3- Các ngành trắc địa

Để có được sản phẩm của trắc địa thì cần có nhiều ngành tham gia. Tùy theo đối tượng và phương pháp nghiên cứu khác nhau mà chia ra các ngành như sau:

- *Ngành trắc địa cao cấp*: Có nhiệm vụ nghiên cứu việc đo đạc một vùng lớn trên mặt đất hay toàn bộ mặt đất. Mục đích là để cung cấp những số liệu về sự chuyển động của vỏ quả đất. Sự biến động của bờ biển.v.v trắc địa cao cấp còn có nhiệm vụ cung cấp các số liệu để làm cơ sở cho việc đo vẽ địa hình mặt đất.
- *Ngành trắc địa phổ thông*: Có nhiệm vụ nghiên cứu đo vẽ hình dạng mặt đất ở phạm vi không lớn lắm.
- *Ngành trắc địa ảnh*: Cũng có nhiệm vụ nghiên cứu đo vẽ bản đồ địa hình nhưng tiến hành bằng cách dùng những máy ảnh đặc biệt để chụp ảnh mặt đất. Việc chụp ảnh có thể chụp từ trên máy bay hay tại mặt đất. Từ các ảnh chụp được dùng các phương pháp chuyên môn để vẽ ra bản đồ.
- *Ngành trắc địa công trình*: Có nhiệm vụ giải quyết các vấn đề đo đạc trong quá trình thiết kế, thi công và khai thác công trình.
- *Ngành bản đồ*: Có nhiệm vụ nghiên cứu các phương pháp chiếu, vẽ bản đồ, cách biểu diễn và in các loại bản đồ.
- *Ngành trắc địa vệ tinh*: Có nhiệm vụ nghiên cứu hình dạng và kích thước trái đất. Từ những tấm ảnh chụp được từ vệ tinh, dùng phương pháp chuyên môn để vẽ bản đồ của một khu vực rộng lớn.

4- Vai trò của trắc địa đối với ngành xây dựng cơ bản

a- Trắc địa phục vụ công tác thiết kế

Đối với các ngành như: Xây dựng cầu đường, xây dựng thủy lợi, xây dựng kiến trúc, lâm nghiệp, nông nghiệp ... không thể thiếu được công tác trắc địa.

Để quy hoạch một vùng nào đó thì chúng ta cần có bản đồ địa hình của toàn bộ khu vực. Từ bản đồ này người thiết kế mới nhận biết được mối tương quan về kinh tế, xã hội của các đơn vị cơ bản. Phương án thiết kế quy hoạch cũng được thể hiện trên nền bản đồ địa hình.

b- Trắc địa phục vụ thi công công trình

- Đưa bản vẽ thiết kế ra đúng vị trí thiết kế, quy hoạch.
- Mỗi công trình đều có hình dạng và kích thước riêng biệt. Những kích thước này được ghi ở đồ án thiết kế. Khi xây dựng công trình cần đo đạc để xác định các kích thước đó ở trên mặt đất.
- Công tác trắc địa luôn được thực hiện thường xuyên, liên tục tại khu vực đang được xây dựng.

c- Trắc địa phục vụ khai thác công trình

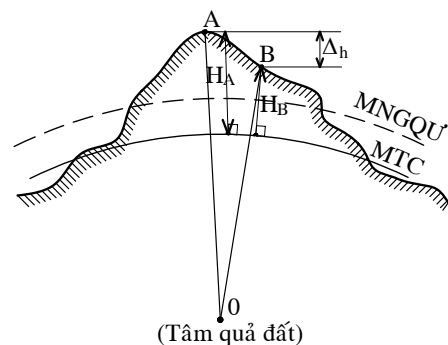
Thông thường trong quá trình xây dựng và giai đoạn đầu của công tác sử dụng công trình, chúng ta đo đạc, xác định tốc độ biến dạng theo các hướng, từ đó dự báo hậu quả của việc biến dạng này. Thời gian quan trắc biến dạng có thể kéo dài từ 1 đến 3 năm đầu của quá trình sử dụng công trình. Sản phẩm của trắc địa lúc này là các biểu đồ biến dạng công trình, từ sản phẩm này các chuyên gia kết cấu và nền móng mới dự báo biến dạng trong tương lai và đưa ra biện pháp ngăn chặn khi cần thiết.

§ 1.2 HỆ QUY CHIỀU TRONG TRẮC ĐỊA

I- Mặt thủy chuẩn và hệ thống độ cao

1- Geoid quả đất

Như chúng ta đã biết bề mặt tự nhiên của trái đất rất phức tạp: 71% là nước của biển và đại dương, còn 29% là lục địa. Do vậy có thể xem trái đất như được bao bọc bởi bề mặt nước biển trung bình yên tĩnh kéo dài xuyên qua lục địa và hải đảo tạo thành một mặt cong khép kín. Pháp tuyến của mặt này ở mỗi điểm bất kỳ luôn luôn trùng với phương dây dọi ở điểm ấy. Mặt này được gọi là mặt thủy chuẩn. Hay mặt geoid. Mặt geoid là mặt quy chiếu về độ cao.(hình1.1)



(hình 1-1)

2-Hệ độ cao

Độ cao của một điểm là khoảng cách tính theo phương dây dọi từ điểm đó đến mặt geoid (mặt thủy chuẩn). Ở Việt Nam mặt geoid được xác định đi qua trạm nghiệm triều Hòn Dấu (đồ lớn) Hải Phòng. Đối với khu vực nhỏ người ta dùng mặt thủy chuẩn quy ước (giả định). Các mặt thủy chuẩn quy ước song song với mặt thủy chuẩn.

Tùy theo cách chọn mặt quy ước gốc mà có 2 hệ thống độ cao:

**Độ cao tuyệt đối của 1 điểm* là khoảng cách theo phương dây dọi tính từ điểm đó tới mặt geoid (mặt thủy chuẩn). Trên hình vẽ, độ cao tuyệt đối của điểm A là H_A . Tại mặt thủy chuẩn (MTC) có độ cao = 0.000m.

Những điểm ở trên mặt thủy chuẩn có độ cao(+).

Những điểm ở dưới mặt thủy chuẩn có độ cao(-).

**Độ cao tương đối của 1 điểm* là khoảng cách theo phương dây dọi tính từ điểm đó tới mặt nước gốc quy ước (MNGQU).

Trong xây dựng cơ bản, người ta thường quan tâm đến sự chênh lệch độ cao giữa các điểm, gọi là hiệu độ cao. Hiệu độ cao giữa 2 điểm A và B là Δ_{hAB} .

II- Hệ quy chiếu tọa độ

1- Ellipsoid quả đất

Để xác định các mặt thủy chuẩn, người ta phải xác định được phương dây dọi tại các điểm khác nhau. Phương của dây dọi phụ thuộc vào sự phân bố vật chất trong lớp vỏ Trái đất mà sự phân bố vật chất lại không đồng đều. Do vậy mặt thủy chuẩn xác định theo cách đó mặc dầu gần với mặt đất tự nhiên nhưng là một mặt không biểu diễn được bằng phương trình toán học.

Để thuận tiện cho việc sử dụng và tính toán cần xác định một mặt có dạng chính tắc về mặt hình học. Mặt này phải đáp ứng được các yêu cầu sau:

- Biểu diễn được dưới dạng các phương trình toán học.
- Gần với mặt đất tự nhiên nhất.

Qua nghiên cứu người ta thấy rằng bề mặt đất tự nhiên tương ứng với hình thể của một hình ellip quay quanh trục ngắn của nó (hình 1-2). Trong hình học nó có tên là ellip tròn xoay (ellip-soid). Nhiều nhà bác học của các nước khác nhau đã đi xác định được kích thước của ellip soid trái đất. Theo số liệu của Kra-Xôp-Xki (Liên Xô cũ), công bố năm 1940 là số liệu chính xác nhất.

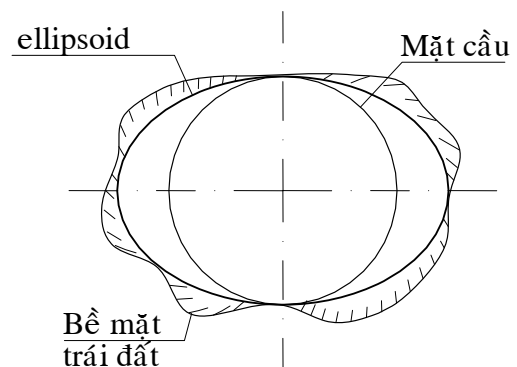
- Bán kính trục lớn $a = 6378245\text{m}$

- Bán kính trục bé $b = 6356863\text{m}$

- Độ dẹt cực $\alpha = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{298,3}$

Từ tháng 7/2000 theo quyết định của Thủ tướng chính phủ Việt Nam sử dụng ellip-soid quy chiếu quốc tế WGS-84 là:

$a = 6378137\text{m}; b = 6356752\text{m}; \alpha = \frac{1}{298,257}$



(hình 1-2)

Ellipsoid này được đặt vào tâm trái đất và có bán kính trục nhỏ song song với trục quay trái đất. Như vậy hệ quy chiếu tọa độ của mặt đất là ellipsoid với các tham số của nó được xác định trong lòng trái đất cùng với một điểm gốc có tọa độ xác định.

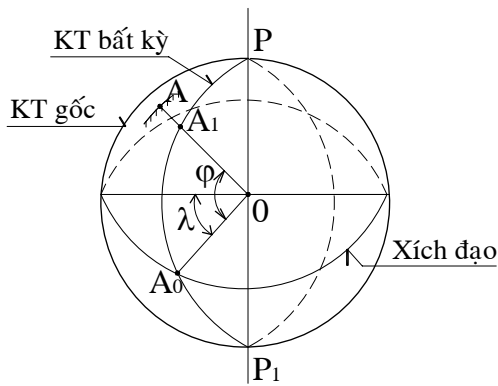
Vì độ dẹt α khá nhỏ nên khi đo đạc khu vực không lớn có thể coi trái đất là hình cầu (quả địa cầu) với bán kính $R = 6371,11 \text{ km}$.

Trong xây dựng khi chỉ biểu diễn một khu đất hẹp trong phạm vi $20 \times 20 \text{ km}$ còn có thể xem mặt đất là một mặt phẳng.

2- Hệ tọa độ địa lí

Xem bề mặt lý thuyết của Trái đất là một mặt cầu ta có các định nghĩa sau (hình 1-3):

Tọa độ địa lí của một điểm là góc hợp bởi đường thẳng hoặc mặt phẳng chứa điểm ấy theo một phương nhất định và một mặt phẳng quy ước chọn làm gốc.



(hình 1-3)

Chọn kinh tuyến đi qua đài quan sát thiên văn Greenwich (nước Anh) làm kinh tuyến gốc và xích đạo làm hệ trục. Một điểm bất kỳ trên mặt đất được xác định chính xác nhờ các tọa độ địa lí là kinh độ và vĩ độ.

- Kinh độ (λ) kinh độ của một điểm là góc nhị diện tạo bởi mặt phẳng kinh tuyến gốc và mặt phẳng kinh tuyến bất kỳ chứa điểm đó.

Kinh độ được tính từ kinh tuyến gốc về cả hai phía Đông và Tây bán cầu thay đổi từ $0-180^0$

- Vĩ độ (φ): Vĩ độ của một điểm là góc tạo bởi đường dây dọi đi qua điểm đó và hình chiếu của nó trên mặt phẳng xích đạo.

- Vĩ độ được tính từ xích đạo về hai phía Bắc và Nam bán cầu từ $0-90^0$

Ví dụ: Tọa độ địa lí của điểm M là

$$M \left| \begin{array}{l} \lambda = 105^0 50' 13'' \text{Đ} \\ \varphi = 21^0 02' 15'' \text{B} \end{array} \right.$$

Trên các tờ bản đồ tọa độ địa lí được thể hiện bằng những đoạn “đen trắng” cùng các con số ghi ở bốn góc khung mỗi tờ bản đồ (“thang” chia độ).

+ Ưu: Tọa độ địa lí được lấy thống nhất cho toàn bộ trái đất.

+ Nhược: Tính toán công kênh phức tạp

§1-3 HỆ TỌA ĐỘ VUÔNG GÓC PHẪNG TRẮC ĐỊA

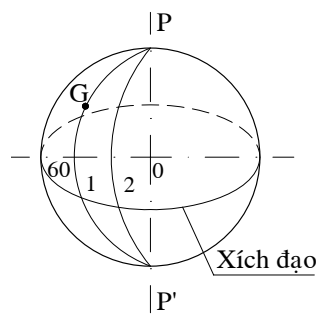
I/ Khái niệm về phép chiếu bản đồ

Phép chiếu bản đồ được sử dụng để chiếu bề mặt elipsoid lên một mặt phẳng đây là một phép ánh xạ không hoàn hảo vì một mặt cầu không bao giờ có thể trải thành một mặt phẳng, vì vậy luôn tồn tại các sai số khác nhau, có nhiều phép chiếu bản đồ

- Phép chiếu hình nón.
- Phép chiếu hình trụ đứng.
- Phép chiếu hình trụ ngang :
 - Phép chiếu UTM (Mercator)
 - Phép chiếu Gauss.

II- Phép chiếu bản đồ Gauss

Elipsoid trái đất được phân chia bởi các kinh tuyến thành những múi rộng 6^0 các múi được đánh số thứ tự $n=1, 2, 3, \dots, 60$. Kể từ kinh tuyến gốc hết Đông sang Tây bán cầu. Kinh tuyến gốc Green Wich là giới hạn phía Tây (trái) của múi thứ nhất.

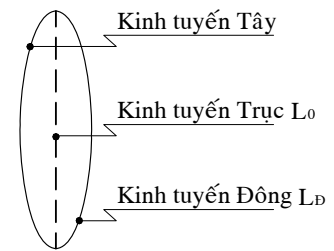


Mỗi múi được giới hạn

$$L_T = 6^0(n-1)$$

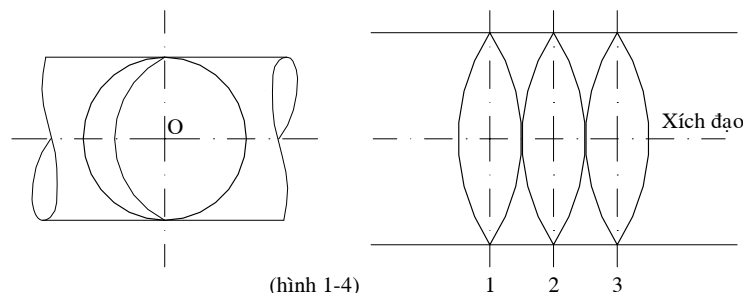
$$L_D = 6^0 n$$

$$L_0 = 3^0(2n-1)$$



Dựng mặt trụ nằm ngang ngoại tiếp với elipsoid trái đất theo kinh tuyến trục (giữa) của múi

Lấy tâm "0" làm tâm chiếu (đặt nguồn sáng điểm) để chiếu múi này lên mặt trụ. Vừa xoay vừa đẩy elipsoid trái đất cho múi liền kề đến tiếp xúc với mặt trụ, tương tự chiếu múi này lên mặt trụ, khai triển mặt trụ thành mặt phẳng (hình 1-4)

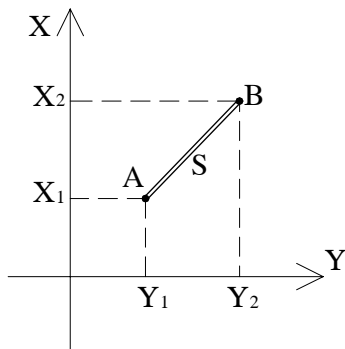


(hình 1-4)

Hình chiếu mỗi múi có đặc điểm sau.

- Bảo toàn về góc (đồng dạng)
- Xích đạo thành đường nằm ngang, kinh tuyến giữa (trục) của mỗi múi thành đường thẳng đứng vuông góc với xích đạo.

- Độ dài kinh tuyến trục bằng độ dài thật, không bị biến dạng, chiều dài của các đoạn đường nằm càng xa kinh tuyến trục bị biến dạng càng nhiều. Ở mép biên có thể bị biến dạng đến 1/500.



(hình 1-5)

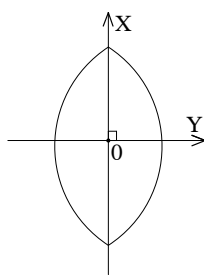
Đối với đoạn thẳng S có tọa độ 2 đầu mút là X_1, Y_1 và X_2, Y_2 thì công thức tính độ điều chỉnh Δ_S do biến dạng dài khi chiếu thành mặt phẳng có dạng (hình 1-5)

$$\Delta_S = \frac{Y^2}{2R^2} \times S \quad \text{Trong đó:} \quad Y = \frac{Y_1 + Y_2}{2}$$

$$R = 6371,11\text{km}$$

- Hình chiếu mỗi múi trên mặt phẳng rộng hơn so với bản thân múi trên elip soiđ.

III- Hệ tọa độ vuông góc phẳng Gauss –Kriuger



(hình 1-6)

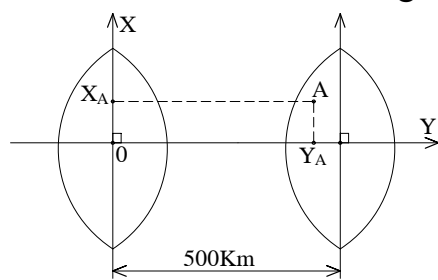
- Nhờ phép chiếu bản đồ Gauss trong mỗi một múi chiếu ($\Delta_\lambda = 6^\circ$) sẽ thành lập một hệ tọa độ vuông góc phẳng (hình 1-6)

+ Hình chiếu kinh tuyến trục chọn làm trục hoành X.

+ Hình chiếu xích đạo chọn làm trục tung Y.

+ Giao điểm 0 của các hình chiếu kinh tuyến trục và xích đạo là gốc tọa độ

- Lãnh thổ Việt Nam nằm ở phía Bắc bán cầu nên hoành độ X luôn luôn dương, tung độ Y của từng điểm có thể âm, dương. Để tránh Y âm trong thực tế ta dời gốc tọa độ sang phía Tây (trái) 500km tại vị nửa múi chiếu chỗ rộng nhất ở xích đạo $\approx 333\text{km}$ (lấy tròn 500km) (hình 1-7)



(hình 1-7)

Ví dụ:

$$A'_0 \left| \begin{array}{l} X = 2366 \text{ km} \\ Y = 18.588 \text{ km} \end{array} \right.$$

Ta hiểu điểm A'_0 nằm ở Bắc bán cầu cách xích đạo 2366 km và nằm ở múi thứ 18 cách gốc tọa độ đã dịch chuyển 588km.

Để thuận tiện cho sử dụng trên bản đồ người ta dựng lưới tọa độ gồm các ô vuông được tạo ra bởi các đường thẳng song song với hình chiếu của kinh tuyến giữa (trục X) và của xích đạo (trục Y).

⇓ 1-4 HỆ THỐNG ĐỊNH VỊ TOÀN CẦU (GPS)

I- Giới thiệu chung

- Hệ thống GPS thiết lập một mạng lưới vệ tinh trong không gian bao quanh trái đất để cung cấp thông tin về vị trí và thời gian ở mọi nơi trên trái đất 24/24 giờ hàng ngày.

Nói một cách khác hệ thống tin GPS chính là hệ quy chiếu toàn cầu cả về không gian và thời gian. Thông tin về vị trí và thời gian trong hệ thống GPS được sử dụng cho nhiều mục đích.

- Hệ thống định vị toàn cầu GPS (Global Positioning System) do bộ quốc phòng Mỹ phát triển và điều hành.

- Đối với Việt Nam công nghệ GPS đã được nghiên cứu ứng dụng trong công tác đo đạc bản đồ ở nhiều nơi như: Tổng cục địa chính, cục bản đồ quân đội, Hải quân, Cục Hàng hải.

Hệ thống định vị toàn cầu GPS gồm 3 phần

1- Phần vũ trụ (Space Segment) Có nhiệm vụ

- Ghi nhận lưu trữ thông tin được truyền đi từ phần điều khiển.
- Xử lý dữ liệu.
- Chuyển tiếp thông tin đến người sử dụng.
- Duy trì khả năng chính xác của thời gian.
- Thay đổi quỹ đạo vệ tinh theo sự điều khiển từ mặt đất.

2- Phần điều khiển (control segment) có

- 1 trạm điều khiển chính.
- 5 trạm thu số liệu
- 3 trạm truyền số liệu

3- Phần sử dụng (Uses Segment)

- Là những máy thu GPS: - Máy thu dùng trong quân sự.
- Máy thu dùng trong dân sự.

II- Hệ tọa độ và độ cao GPS

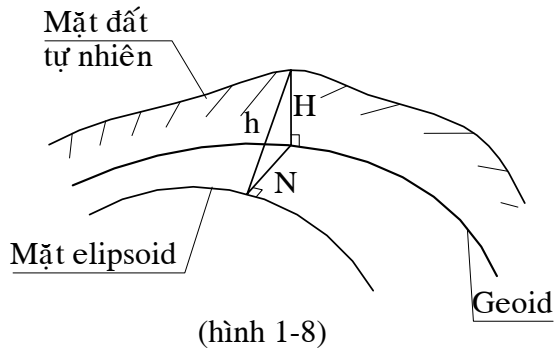
1- Hệ tọa độ GPS

- Nói đến đo đạc bằng phương pháp GPS là đo đạc bằng vệ tinh và xác định bằng hệ tọa độ địa lý (λ , φ , h) trong hệ tọa độ trắc địa thế giới viết tắt là WGS-84

$$(a = 6378137m, b = 6356752m, \alpha = \frac{1}{298,257})$$

2- Hệ độ cao GPS

- Độ cao đo bằng GPS được tính theo elipsoid WGS-84. Còn độ cao chúng ta đang dùng được tính từ geoid (mặt thủy chuẩn). Mối quan hệ giữa 2 độ cao trên được miêu tả như sau (hình 1-8)



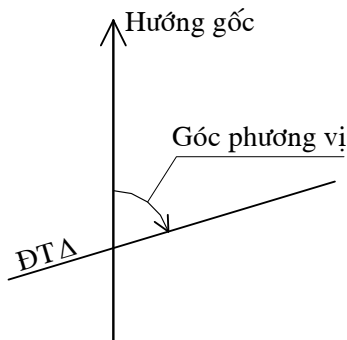
$$h = H + N$$

Trong đó : h: Là độ cao so với elipsoid WGS-84
 H: Độ cao theo hướng trục giao với geoid
 N: Độ cao giữa geoid và elipsoid (độ chính xác của độ cao GPS phụ thuộc vào N và N phụ thuộc vào việc xác định trường trọng lực)

↓1-5 KHÁI NIỆM VỀ ĐỊNH HƯỚNG ĐƯỜNG THẲNG - GÓC ĐỊNH HƯỚNG α

1- Khái niệm

- Định hướng một đường nào đó là xác định góc hợp bởi đường đó với một đường khác đã được chọn làm gốc (hình 1-9).

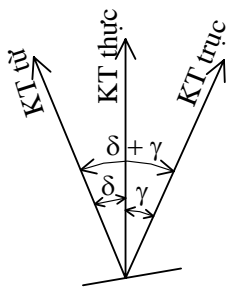


(hình 1-9)

Nếu chọn hướng gốc là kinh tuyến thực ta có khái niệm góc phương vị thực A . Hướng kinh tuyến thực được xác định bằng phương pháp đo đạc thiên văn.

Nếu chọn hướng gốc kinh tuyến trục ta có khái niệm góc định hướng α (góc phương vị tọa độ)

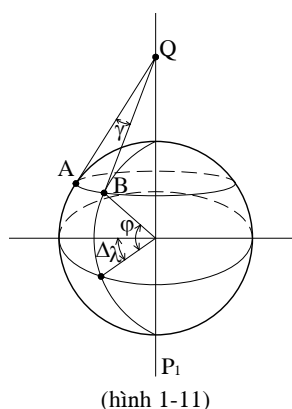
Nếu chọn hướng gốc là Kinh tuyến từ ta có khái niệm góc phương vị từ A_τ , hướng kinh tuyến từ được xác định bằng địa bàn.



(hình 1-10)

- Trong trắc địa hướng gốc được chọn có thể là kinh tuyến thực, kinh tuyến trục của múi, kinh tuyến từ.

- Giữa các góc A , α , A_τ có mối quan hệ với nhau. Ở phía nam mỗi tờ bản đồ người ta cho biết những số liệu cần thiết, liên quan ấy (hình 1-10).



(hình 1-11)

*** Góc hội tụ kinh tuyến**

Các kinh tuyến không song song với nhau mà gặp nhau tại 2 cực. Góc giữa 2 kinh tuyến được gọi là độ hội tụ kinh tuyến của 2 kinh tuyến đó (hình 1-11). Ký hiệu γ và được tính theo công thức:

$$\gamma = \Delta_\lambda \cdot \text{Sin } \varphi$$

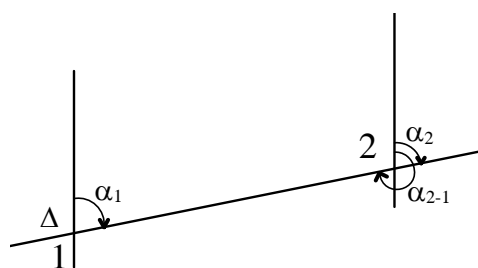
Δ_λ : Hiệu số độ kinh giữa kinh tuyến đi qua 2 điểm đang xét
 φ : Vĩ độ điểm giữa trên đường cho trước

Nhận xét

Nếu Δ_λ không đổi, ở xích đạo $\varphi = 0 \rightarrow \text{Sin } \varphi = 0 \rightarrow \lambda = 0$. Ngược lại ở 2 cực có $\varphi = 90^0$ nên $\lambda = \Delta_\lambda$. Nghĩa là đi từ xích đạo về phía 2 cực thì độ hội tụ kinh tuyến γ càng tăng.

Nếu φ không đổi $\rightarrow \gamma$ tỷ lệ thuận với Δ_λ nghĩa là các kinh tuyến càng nằm cách xa nhau thì độ hội tụ kinh tuyến γ càng lớn.

2- Góc định hướng α

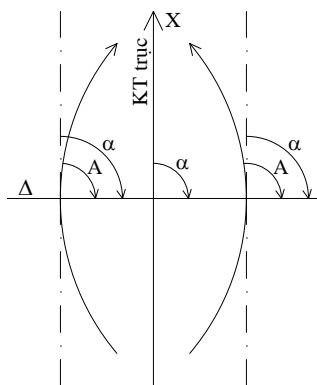


(hình 1-12)

- Nếu chọn hướng gốc là kinh tuyến trục (giữa) của mỗi múi ta có góc định hướng α , góc định hướng α của một đường thẳng là góc bằng tính từ hướng Bắc của kinh tuyến trục theo chiều thuận kim đồng hồ đến đường thẳng đó.

α có giá trị từ $0 - 360^0$.

- Khác với góc phương vị (A, A_T) góc định hướng của một đường thẳng tại các điểm khác nhau có giá trị như nhau (hình 1-12)



(hình 1-13)

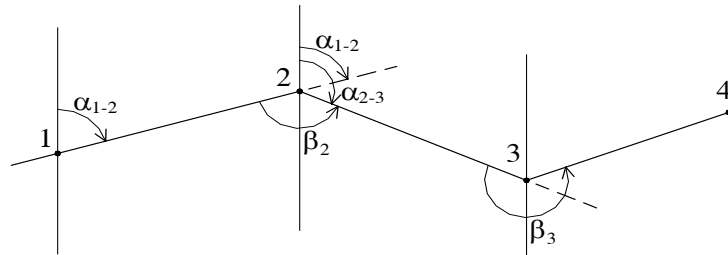
Đặc điểm này làm cho việc sử dụng α trở nên thuận tiện trong tính toán tọa độ.

- Kinh tuyến trục chính là một kinh tuyến thực ở giữa múi chiếu (hình Do vậy tại một điểm trên đường thẳng nói chung góc định hướng và góc phương vị thực khác nhau một lượng bằng độ hội tụ kinh tuyến giữa kinh tuyến thực đi qua điểm đó và kinh tuyến trục, nghĩa là $\alpha = A - \gamma$.

- Góc định hướng đảo (nghịch) của đoạn thẳng 1-2 được ký hiệu là $\alpha_{2-1} = \alpha_{1,2} \pm 180^0$.

Dấu (+) hay (-) được chọn sao cho giá trị của $\alpha_{1,2}$ nằm trong khoảng $(0 - 360^0)$

Mối quan hệ giữa góc định hướng α và góc bằng β . Giả sử có 1 đường đo 1,2,3,4 ta có được góc định hướng cạnh đầu là α_{1-2} và đo được các góc bằng bên phải đường đo là β_2, β_3 (hình 1-14) thì ta sẽ tính được góc định hướng của các cạnh sau là $\alpha_{2-3}, \alpha_{3-4}$



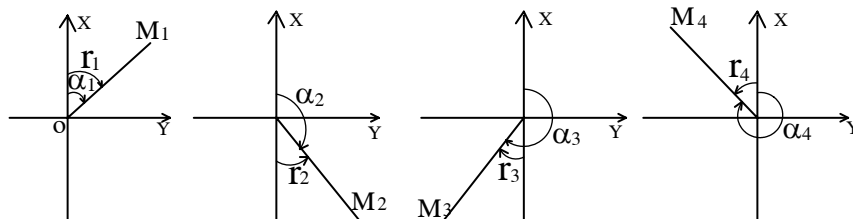
(hình 1-14)

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180^0 - \beta_2^P$$

$$\alpha_{3-4} = \alpha_{2-3} + 180^0 - \beta_3^P$$

$\alpha_{i-(i+1)} = \alpha_{(i-1)-i} + 180^0 - \beta_i^P$
$\alpha_{i-(i+1)} = \alpha_{(i-1)-i} - 180^0 + \beta_i^T$

3- Góc 2 phương r

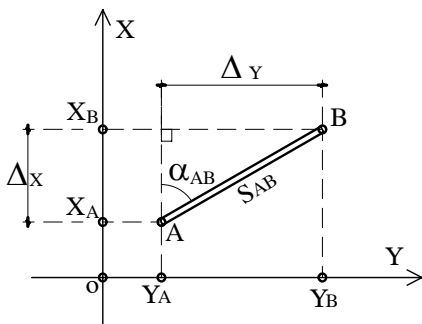


(hình 1-15)

Góc 2 phương (r) là góc bằng hợp bởi hướng Bắc hoặc hướng Nam của trục hoành x tới đường thẳng đó có giá trị từ $0-90^0$ (hình 1-15)

↓1-6. QUAN HỆ GIỮA ĐIỂM VỚI ĐOẠN THẲNG VÀ GÓC ĐỊNH HƯỚNG α

1- Bài toán thuận



(hình 1-16)

Biết toạ độ điểm đầu A (X_A, Y_A)
 Biết góc định hướng của đoạn thẳng AB là α_{AB} ,
 Biết độ dài của AB là S_{AB} .

Yêu cầu tìm toạ độ của điểm sau B (X_B, Y_B)
 Từ hình vẽ ta có (hình 1-16).

$$* X_B = X_A + \Delta_{XAB} = X_A + S_{AB} \cos \alpha_{AB}$$

$$* Y_B = Y_A + \Delta_{YAB} = Y_A + S_{AB} \sin \alpha_{AB}$$

2- Bài toán nghịch

Biết tọa độ điểm đầu A (X_A, Y_A) và

Biết tọa độ điểm sau B (X_B, Y_B)

Yêu cầu tìm góc định hướng của đoạn AB là α_{AB} và độ dài S_{AB} .

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

$$* S_{AB} = \frac{X_B - X_A}{\cos \alpha} = \frac{Y_B - Y_A}{\sin \alpha}$$

$$S_{AB} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}$$

Các số gia tọa độ có thể dương hoặc âm tùy thuộc vào giá trị của tọa độ điểm đầu và điểm cuối.

Với công thức trên ta chỉ tính được giá trị góc 2 phương r , để tính được giá trị thực của góc định hướng α cần tính theo tuần tự sau:

- Tính góc 2 phương $r = \arctg \frac{|\Delta y|}{|\Delta x|}$

- Xác định giá trị của α theo r và dấu của $\Delta_{XAB}, \Delta_{YAB}$ dựa vào bảng dưới.

α	$0 - 90^0$	$90 - 180$	$180 - 270^0$	$270 - 360^0$
r	$r = \alpha$	$r = 180^0 - \alpha$	$r = \alpha - 180^0$	$r = 360^0 - \alpha$
Δ_X	+	-	-	+
Δ_Y	+	+	-	-
α	$\alpha = r$	$\alpha = 180^0 - r$	$\alpha = 180^0 + r$	$\alpha = 360^0 - r$

Ví dụ :

Biết tọa độ điểm đầu A $\left\{ \begin{array}{l} X_A = + 12.450\text{m} \\ Y_A = - 25.680\text{m} \end{array} \right.$

Biết tọa độ điểm sau B $\left\{ \begin{array}{l} X_B = - 20.280\text{m} \\ Y_B = + 28.720\text{m} \end{array} \right.$

$$\rightarrow r_{AB} = \arctg \frac{\Delta y}{\Delta x} = \arctg \frac{|+ 28.720 - (-25.680)|}{|- 20.280 - (+12.450)|}$$

$$= \arctg \frac{|+ 54.400|}{|- 32.730|}$$

$$r_{AB} = 58^0 57' 59''$$

(Vì Δ_Y dương, Δ_X âm) $\Rightarrow \alpha = 180^0 - r$

$$\Rightarrow \alpha_{AB} = 180^0 - 58^0 57' 59'' = 121^0 02' 01''$$

⇓ 1-7 BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH

I- Định nghĩa

Bản đồ là hình vẽ thu nhỏ và đồng dạng của một khu vực mặt đất theo một phương pháp chiếu nhất định, có kể đến ảnh hưởng độ cong trái đất.

Tùy theo mục đích sử dụng và nội dung biểu diễn mà bản đồ được chia ra: Bản đồ địa lý, bản đồ chính trị, bản đồ thổ nhưỡng, bản đồ địa chất, bản đồ địa hình...

Bản đồ địa hình là bản đồ trên đó vừa biểu diễn địa vật, vừa biểu diễn cả hình dáng cao thấp khác nhau của mặt đất.

1- Địa vật Là những vật tồn tại trên trái đất, hoặc do thiên nhiên tạo ra hoặc do con người tạo dựng nên như: sông, rừng, làng xóm, thành phố, đê, đường...

Việc biểu diễn địa vật trên bản đồ phải tuân theo đúng những ký hiệu, quy ước bản đồ do Cục đo đạc và bản đồ nhà nước quy định.

Ký hiệu theo tỷ lệ (ký hiệu diện)

Ký hiệu không theo tỷ lệ (ký hiệu điểm)

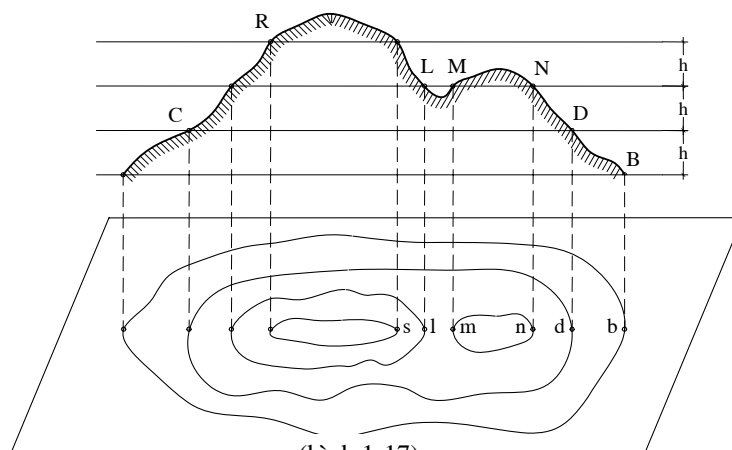
Ký hiệu phi tỷ lệ (ký hiệu tuyến)

Ký hiệu chú giải (ký hiệu ghi chú, thuyết minh)

Ngoài ra để bản đồ rõ ràng, dễ đọc, có sức diễn đạt cao người ta dùng màu sắc khác nhau để biểu diễn địa vật (đường ô tô vẽ bằng màu đỏ nâu, đường sắt vẽ màu đen, sông vẽ màu xanh...)

2- Địa hình là hình dáng cao thấp khác nhau của mặt đất tự nhiên. Có nhiều phương pháp biểu diễn địa hình nhưng phương pháp hoàn thiện nhất, có ý nghĩa nhất là phương pháp đường đồng mức (đường bình độ, đường đẳng cao)

Đường đồng mức là đường nối liền các điểm có cùng độ cao ở trên mặt đất tự nhiên. Hay nói cách khác đường đồng mức là giao tuyến giữa mặt đất tự nhiên và mặt song song với mặt thủy chuẩn (hình 1-17)



Các tính chất của đường đồng mức

a- Mọi điểm nằm trên cùng một đường đồng mức có cùng độ cao như nhau.

b- Đường đồng mức là đường cong khép kín (hoặc khép kín đến khung tờ bản đồ)

c- Đường đồng mức không trùng nhau, không cắt nhau (trừ trường hợp vách đứng hay núi hàm ếch)

d- Các đường đồng mức càng gần sát nhau thì mặt đất càng dốc nhiều, các đường đồng mức càng xa nhau thì mặt đất càng thoải.

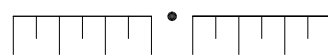
e- Hướng của đường thẳng ngắn nhất nối giữa 2 đường đồng mức (đường vuông góc với 2 đường đồng mức) là hướng dốc nhất của thực địa. Hiệu số độ cao giữa 2 đường đồng mức liên tiếp gọi là khoảng cao đều h .

Độ cao địa hình càng lớn thì phải chọn h lớn. Tỷ lệ bản đồ lớn thì phải chọn h nhỏ (thường chọn h là 0.25^m , 0.5^m , 1.0^m , 2.0^m , 5.0^m , 10^m) Độ cao của đường đồng mức (H) thường được chọn là bội số của h .

Các đường đồng mức được vẽ bằng nét liền màu nâu.

- Để nghiên cứu bản đồ được thuận tiện, dễ dàng thì 4 đường đồng mức (hay 5 đường đồng mức) người ta tô đậm một đường và ghi độ cao của nó (quay về phía cao) gọi là đường đồng mức cái.

- Để biểu diễn các chi tiết nhỏ của địa hình người ta vẽ một đường nét đứt có khoảng cao đều $= \frac{1}{2}h$ gọi là đường đồng mức con.



con.

- Những nơi địa hình có độ dốc $>45^\circ$ người ta

dùng ký hiệu đặc biệt là các vạch nhỏ hình răng cưa (hình 1-18)

II- Sử dụng bản đồ ở trong phòng

1- Xác định độ dài một đường trên bản đồ

- Đo độ dài 1 đoạn thẳng:

Trường hợp dùng thước thẳng (thước có chia tới mm)

Dùng thước kẻ milimét đo trực tiếp rồi nhân trị số đo được với mẫu số tỷ lệ bản đồ.

Ví dụ:

Trên bản đồ tỷ lệ 1:500 dùng thước thẳng đo được đoạn $\overline{AB} = 60\text{mm}$. Vậy độ dài trên thực địa của đoạn AB là d_{AB} .

$$d_{AB} = 62\text{mm} \times 500 = 31.000\text{mm} = 31\text{m}$$

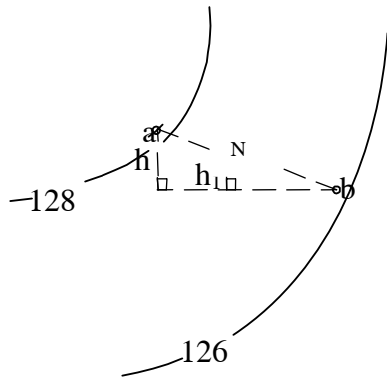
- Đo độ dài 1 đường cong:

Chia đường cong đó ra nhiều đoạn ngắn, mỗi đoạn coi như thẳng, áp dụng phương pháp đo đường thẳng để đo từng đoạn rồi lấy tổng số.

Hiện nay người ta thường dùng máy đo đường cong trên bản đồ.

2- Xác định độ cao một điểm trên bản đồ

Muốn xác định độ cao một điểm trên bản đồ, cần căn cứ vị trí tương đối của nó so với đường đồng mức gần đó (hình 1-19).



(hình 1-19)

Điểm nào nằm trên đường đồng mức nào thì có độ cao = độ cao đường đồng mức đó. Điểm N bất kỳ.

$$\text{Đo } N_a = 7,5\text{mm}$$

$$N_b = 4,6\text{mm.}$$

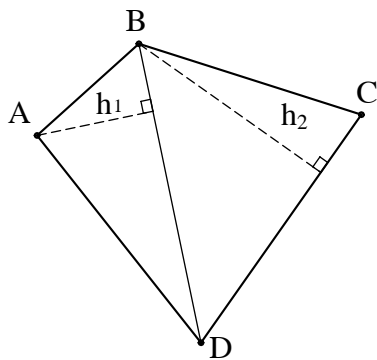
$$\Rightarrow \frac{h}{ab} = \frac{h_1}{bN} \rightarrow h_1 = \frac{h}{ab} \cdot bN$$

$$= \frac{2000}{7.5 + 4.6} \cdot 4.6 = 0,76\text{m}$$

$$\Rightarrow H_N = H_b + h_1 = 126 + 0,76 = 126,76\text{m}$$

3- Đo diện tích trên bản đồ

a- Phương pháp hình học



(hình 1-20)

Nếu diện tích cần đo được bao quanh bởi những đoạn thẳng, thì chia diện tích đó thành những hình có dạng cơ bản: tam giác, chữ nhật, hình thang (hình 1-20).

Tiến hành đo các yếu tố cạnh, đường cao của từng hình và dùng công thức tính toán để tìm ra diện tích mỗi hình rồi lấy tổng lại.

- Tính diện tích khu đất ở thực địa

$$S_{\text{thực địa}} = S_{\text{Bản đồ}} \cdot M^2 \quad (M \text{ là mẫu số tỉ lệ bản đồ})$$

Ví dụ: Tính diện tích hình ABCD trên bản đồ tỷ lệ 1:500.

Ta chia ra 2 hình Δ_{ABD} và Δ_{DBC}

Tiến hành đo: cạnh $DB = 4\text{cm}$, đường cao $h_1 = 2\text{cm}$,

cạnh $DC = 8\text{cm}$, đường cao $h_2 = 3\text{cm}$

Tính diện tích mỗi hình ta có.

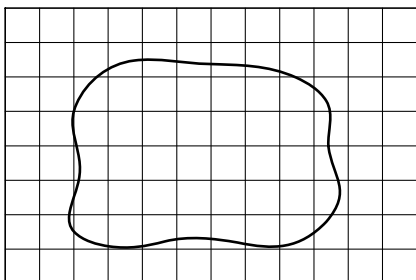
$$\text{Diện tích } \Delta_{ABD} = \frac{1}{2} DB \cdot h_1 = \frac{1}{2} \times 4 \times 2 = 4\text{cm}^2$$

$$\text{Diện tích } \Delta_{DBC} = \frac{1}{2} DC \cdot h_2 = \frac{1}{2} \times 8 \times 3 = 12\text{cm}^2$$

$$\text{Diện tích hình ABCD} = 4 + 12 = 16\text{cm}^2$$

$$\text{Diện tích thực của hình ABCD là: } 16\text{cm}^2 \times 500^2 = 400,0\text{m}^2$$

b) Phương pháp đếm ô



Áp dụng khi diện tích cần đo được bao quanh bởi đường cong, dùng tờ giấy bóng có kẻ ô vuông đặt lên hình cần đo. Đếm số ô nguyên nằm trong hình và dồn các ô thiếu thành ô đủ, biết diện tích mỗi ô vuông tính ra diện tích toàn hình (hình 1-21).

Chương II

TÍNH TOÁN TRẮC ĐỊA

I- Khái niệm về sai số đo đạc

- Đo đạc một đại lượng nào đó là đem nó so với một đại lượng cùng loại đã được chọn làm đơn vị đo.
- Khi đo đạc nhiều lần một đại lượng nào đó, dù cẩn thận đến mấy vẫn thấy kết quả các lần đo được hầu như đều khác nhau. Điều đó chứng tỏ rằng trong kết quả đo được luôn luôn có sai số.
- Sai số (Δ) là hiệu số giữa giá trị đo được (x) với giá trị thật (X) của đại lượng cần đo.

$$\Delta = x - X \quad (\Delta \text{ sai số thực})$$

Những yếu tố có liên quan đến sai số là: Người đo, dụng cụ đo, đối tượng đo, môi trường đo.

Theo quy luật xuất hiện của sai số ta chia ra làm các loại:

- Sai số sai lầm.
- Sai số hệ thống.
- Sai số ngẫu nhiên.

1- Sai số sai lầm

+ Ví dụ:

Giả sử khi đo chiều dài của một ngôi nhà 50m lại được kết quả đo là 52m thì 2 m này là sai số sai lầm.

+ *Đặc điểm*: Trong các kết quả đo đạc có thể chứa những sai số rất lớn về giá trị tuyệt đối, đáng lẽ ra trong điều kiện ấy không mắc phải, những sai số này được gọi là sai lầm.

+ *Nguyên nhân*: Là do người làm công tác đo đạc thiếu cẩn thận (đo sai, ghi sai, tính sai)

+ *Cách loại trừ*: Sai lầm phải tìm ra được để loại trừ khỏi kết quả đo bằng cách lặp lại để kiểm tra.

2- Sai số hệ thống

+ Ví dụ:

Giả sử dùng thước 20m để đo một đoạn thẳng nào đó, nhưng chiều dài thực của thước lúc đó lại là 20.001m. Như vậy trong kết quả mỗi lần đặt thước có chứa sai số 1mm, sai số này được gọi là sai số hệ thống.

+ *Đặc điểm*: Sai số hệ thống là những sai số thường có trị số và dấu không đổi, được lặp đi lặp lại trong tất cả các lần đo

+ *Nguyên nhân*: Nguyên nhân gây ra sai số hệ thống có thể do cố tật của người đo, dụng cụ đo không được điều chỉnh đúng, ngoại cảnh thay đổi.

+ *Cách loại trừ, hạn chế*: Ta có thể loại trừ hay hạn chế được ảnh hưởng của sai số hệ thống bằng cách: kiểm nghiệm và điều chỉnh dụng cụ đo, áp dụng phương pháp đo thích hợp, tính số điều chỉnh vào kết quả đo....

3- Sai số ngẫu nhiên

+ *Ví dụ*:

Giả sử thước đo có vạch chia nhỏ nhất đến milimét thì sai số đọc thước ở phần ước lượng nhỏ hơn milimét là sai số ngẫu nhiên.

+ *Đặc điểm*: Không rõ ràng, có thể âm, dương, lớn, bé....

Toán xác suất thống kê đã xác định được các đặc tính sau:

- Trong các điều kiện đo đặc cụ thể, trị số tuyệt đối của sai số ngẫu nhiên không thể vượt quá một giới hạn nhất định (Đặc tính giới hạn)
- Sai số ngẫu nhiên có trị số tuyệt đối càng nhỏ thì khả năng xuất hiện càng nhiều (Đặc tính tập trung)
- Sai số ngẫu nhiên dương và âm với trị số tuyệt đối bé có số lần xuất hiện gần bằng nhau (Đặc tính đối xứng)
- Khi số lần đo tiến tới vô cùng thì số trung bình cộng của các sai số đo đặc ngẫu nhiên của cùng một đại lượng sẽ tiến tới 0 (Đặc tính bù trừ)

+ *Nguyên nhân*: Gây ra sai số ngẫu nhiên là do điều kiện đo đặc luôn luôn biến đổi.

+ *Cách hạn chế*: Sai số ngẫu nhiên ta tiến hành đo đặc nhiều lần trong những điều kiện khác nhau nhất định rồi lấy kết quả trung bình của chúng.

II- Các tiêu chuẩn đánh giá độ chính xác đo đặc

1- Sai số trung bình θ

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

Trong đó:

Δ_i là sai số thật.

$i = 1, 2, 3, \dots, n$ (n số sai số)

Ví dụ: 2 tổ A, B cùng đo một đoạn thẳng được các kết quả có chứa những sai số thật như sau:

Tổ A : +5, -6, -8, +9, -10, +12, +13

Tổ B : -3, +4, +5, -8, +10, -15, -18

$$\Rightarrow \theta_A = \frac{5+6+8+9+10+12+13}{7} = 9$$

$$\theta_B = \frac{3+4+5+8+10+15+18}{7} = 9$$

Nghĩa là $\theta_A = \theta_B = 9$. Do đó ta kết luận tổ A, tổ B đo chính xác như nhau.

2- Sai số trung phương m

Để khuếch đại những sai số có giá trị lớn (vì những số lớn khi bình phương lên sẽ rất lớn) thì Gauss đã dùng căn bậc 2 của số trung bình cộng bình phương các sai số thực.

$$m = \pm \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}} = \pm \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}}$$

Dùng sai số trung phương để xét ví dụ trên ta có:

$$\Rightarrow m_A = \pm \sqrt{\frac{519}{7}} = \pm 9,4$$

$$m_B = \pm \sqrt{\frac{768}{7}} = \pm 10,4$$

⇒ Tổ A đo chính xác hơn tổ B

Nhận xét: Muốn tính được sai số trung phương (m) theo công thức trên thì phải tính được sai số thật $\Delta_i = x_i - X$ nghĩa là phải biết được giá trị thật X của đại lượng cần đo. Trong thực tế không biết được X vì thế nhà trắc địa BeSsen đã tìm ra công thức sau để tính sai số trung phương.

$$m = \pm \sqrt{\frac{[V_i^2]}{n-1}}$$

Trong đó:

$V_i = x_i - X$: là sai số xác suất nhất.
 x_i là các kết quả đo được ($i=1,2,\dots,n$)
 $X = \frac{[x]}{n}$ là số trung bình cộng của các kết quả đo
 n : số lần đo

Từ công thức trên ta thấy \Rightarrow muốn giảm sai số thì phải tăng số lần đo.

3- Sai số tuyệt đối, sai số tương đối

Các sai số thật Δ , sai số trung bình θ , sai số trung phương m là sai số tuyệt đối.

Ví dụ: Tổ A đo đoạn thẳng dài 100m với sai số 1cm

Tổ B đo đoạn thẳng dài 10m với sai số 1cm

Ta thấy nếu chỉ dùng sai số tuyệt đối thì tổ A và tổ B đo với độ chính xác như nhau.

Trong trường hợp đo dài người ta còn thường dùng sai số tương đối để đánh giá độ chính xác đo.

Sai số tương đối $\frac{1}{T}$ là tỷ số giữa các sai số tuyệt đối và giá trị của đại lượng cần đo và được biểu thị dưới dạng phân số có tử số là 1. Trong thực tế người ta thường dùng

- Sai số trung phương tương đối của 1 lần đo: $\frac{1}{T} = \frac{m}{X}$

Theo ví dụ trên ta có $\frac{1}{T_A} = \frac{1^{cm}}{100^m} = \frac{1}{10.000}$

$$\frac{1}{T_B} = \frac{1^{cm}}{10^m} = \frac{1}{1.000}$$

Như vậy: \Rightarrow Tổ A đo chính xác hơn tổ B.

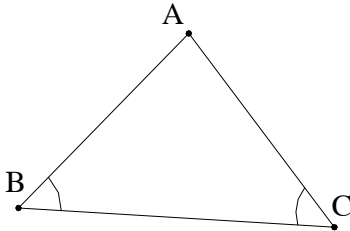
- Sai số trung phương tương đối của kết quả đo. $\frac{1}{T} = \frac{M}{\bar{X}}$

(khi $n \rightarrow \infty$ thì giá trị trung bình cộng \bar{X} tiến dần tới giá trị thực \bar{X})

Ngoài ra người ta còn dùng kí hiệu P.P.m để chỉ sai số tương đối 1:1000.000.

Ví dụ: 5P.P.m nghĩa là 5 phần triệu và cũng có thể biểu diễn dưới dạng phần trăm.

4- Sai số trung phương của một hàm các kết quả đo



(hình 2-1)

Giả sử trong Δ_{ABC} đo 2 góc B và C với các sai số là m_B, m_C ta tính được $A = 180^\circ - (B+C)$ (hình 2-1). Nghĩa là A là một hàm số của B và C. Mà B và C có sai số thì A cũng có sai số. Vậy $m_A = ?$ Một cách tổng quát hơn, khi một đại lượng nào đó là hàm số của các đại lượng đo đạc độc lập khác thì độ chính xác của các đại lượng ấy được tính như thế nào

Nếu có hàm $F = f(x, y, \dots, u)$ trong đó x, y, \dots, u là các biến đo đạc độc lập có các sai số trung phương tương ứng m_x, m_y, \dots, m_u thì:

Người ta đã chứng minh được rằng

$$m_F = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)^2 m_x^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)^2 m_y^2 + \dots + \left(\frac{\partial F}{\partial u}\right)^2 m_u^2}$$

Trong đó: $\left(\frac{\partial F}{\partial x}\right), \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right), \left(\frac{\partial F}{\partial u}\right)$

là đạo hàm riêng của hàm F theo các biến số x, y, u tương ứng.

5- Số trung bình cộng và sai số trung phương của nó

Giả sử chiều dài thật của đoạn thẳng AB là X chưa biết. Muốn biết đoạn thẳng AB dài bao nhiêu ta phải đo n lần được các kết quả l_1, l_2, \dots, l_n với các sai số trung phương tương ứng m_1, m_2, \dots, m_n . Hỏi chiều dài của đoạn AB là bao nhiêu (và sai số tương ứng của nó)

Gọi X là số trung bình cộng của các trị số đo

$$X = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{n}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow m_X = M &= \pm \sqrt{\left(\frac{1}{n}\right)^2 m_1^2 + \left(\frac{1}{n}\right)^2 m_2^2 + \dots + \left(\frac{1}{n}\right)^2 m_n^2} \\ &= \pm \frac{1}{n} \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + \dots + m_n^2} \end{aligned}$$

Giả sử các lần đo cùng độ chính xác ta có $m_1 = m_2 = \dots = m_0 = m$ thì sẽ tính được sai số trung phương của số trung bình cộng là m_X

$$m_X = M = \pm \frac{1}{n} \sqrt{n \cdot m^2} = \pm \frac{m}{\sqrt{n}}$$

Từ công thức trên ta có nhận xét:

Số trung bình cộng có sai số bé hơn \sqrt{n} lần so với sai số của từng kết quả đo. Do đó ta sẽ lấy số trung bình cộng làm chiều dài của đoạn AB. (số trung bình cộng là số đáng tin cậy nhất, là giá trị xác suất nhất)

$$\text{Đoạn AB} = X \pm M$$

Ví dụ: Đo một góc 5 lần được các kết quả ở bảng. Hãy tính

- Số trung bình cộng (giá trị xác suất nhất của góc)
- Sai số trung phương của từng kết quả đo riêng biệt
- Sai số trung phương của số trung bình cộng

Lần đo	Góc β đo được	β_{tb}	V_i	V_i^2	
1	$60^0 10' 20''$	$60^0 10' 10''$	+10	100	$\bullet m = \pm \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{250}{4}} = \pm 7''9$ $\bullet M = \pm \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{7''9}{\sqrt{5}} = \pm 3''5$
2	10''		0	0	
3	05''		-5	25	
4	00''		-10	100	
5	15''		+5	25	
			$[v] = 0$	$[vv] = 250$	

$$\text{Góc } \beta = 60^0 10' 10'' \pm 3''5$$

Chương III ĐO GÓC

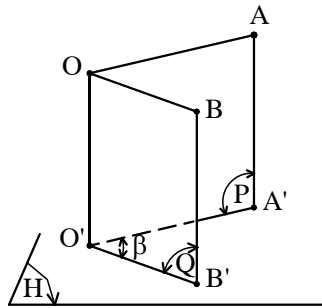
↓ 3-1 KHÁI NIỆM

Góc là một trong những yếu tố để xác định vị trí không gian của một điểm trên mặt đất tự nhiên, do vậy ta phải đo góc và đo góc là một công tác đo cơ bản.

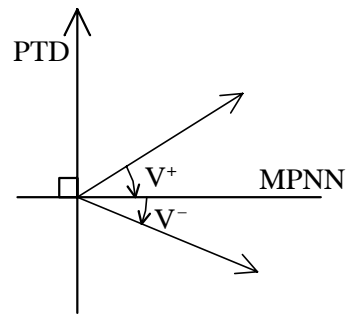
- Góc bằng (β) là góc phẳng nhị diện hợp bởi 2 mặt phẳng thẳng đứng (P), (Q) đi qua 2 tia ngắm OA, OB (hình 3-1a). Góc bằng có giá trị $0 \div 360^0$

- Góc đứng (V): Là góc hợp bởi tia ngắm chính khi ngắm tới mục tiêu và hình chiếu của nó trên mặt phẳng nằm ngang (hình 3-1b).

Góc đứng có giá trị $0 \div 90^0$



(hình 3-1a)



(hình 3-1b)

⊕ Phân loại đo góc theo độ chính xác như sau:

Đo góc chính xác cao: Nếu sai số trung phương đo góc đạt

$$m_{\beta} = 0''5 \div 3''0$$

Đo góc với độ chính xác vừa: Nếu sai số trung phương đo góc đạt

$$m_{\beta} = 3''0 \div 10''$$

Đo góc với độ chính xác thấp: Nếu sai số trung phương đo góc đạt

$$m_{\beta} = 10''0 \div 60''$$

+ Các đơn vị dùng trong đo góc:

Độ

$$1^0 = \frac{1}{360} \text{ vòng tròn}$$

$$1^0 = 60' ; \quad 1' = 60''$$

Grát

$$1^g = \frac{1}{400} \text{ vòng tròn} = \frac{360^0}{400} = 54'$$

$$1^g = 100^c \text{ (c là phút grát); } 1^c = 100^{cc} \text{ (cc là giây grát)}$$

Radian

$$1 \text{ vòng tròn} = 2\pi \text{ radian} = 360^0$$

$$1\pi \text{ radian } (\zeta^0) = \frac{180^0}{\pi} = 57^03 ; \quad \zeta' = 3438' ; \quad \zeta'' = 206265''$$

↓ 3-2 MÁY KINH VĨ

I- Giới thiệu máy kinh vĩ

Máy kinh vĩ là một loại máy đo đạc tương đối chính xác và toàn diện. Có nhiều kiểu khác nhau do nhiều nước tiên tiến trên thế giới sản xuất.

1-Tác dụng của máy kinh vĩ

- Đo góc (góc bằng, góc đứng)
- Đo độ dài.
- Đo độ cao.

2- Phân loại máy kinh vĩ

a- Phân theo vật liệu làm bàn độ có

- Máy kinh vĩ kim loại: Vành độ được làm bằng kim loại, bộ phận đọc số bằng kính lúp. Đây là thế hệ đầu tiên của máy kinh vĩ, hiện nay chúng không còn được sản xuất nữa.
- Máy kinh vĩ quang học: Các vành độ được làm bằng kính quang học, đọc số bàn độ bằng kính hiển vi, loại máy này trong một thời gian dài được sử dụng rất phổ biến.
- Máy kinh vĩ điện tử: Vành độ là các đĩa từ còn các vành du xích là các tế bào quang điện, việc chia và đọc số hoàn toàn tự động. Người sử dụng chỉ cần ấn nút là các số đọc sẽ được hiện ra.

b- Phân theo độ chính xác có

- Máy kinh vĩ có độ chính xác thấp: Khi sai số trung phương một lần đo góc đạt $m_{\beta}=15''$ đến $30''$
- Máy kinh vĩ có độ chính xác trung bình: Khi sai số trung phương một lần đo góc đạt $m_{\beta}=5''$ đến $10''$
- Máy kinh vĩ có độ chính xác cao: Khi sai số trung phương một lần đo góc đạt $m_{\beta} \leq 2''$

c- Phân theo phương pháp đo có

- Máy kinh vĩ đo lặp
- Máy kinh vĩ đo thông thường

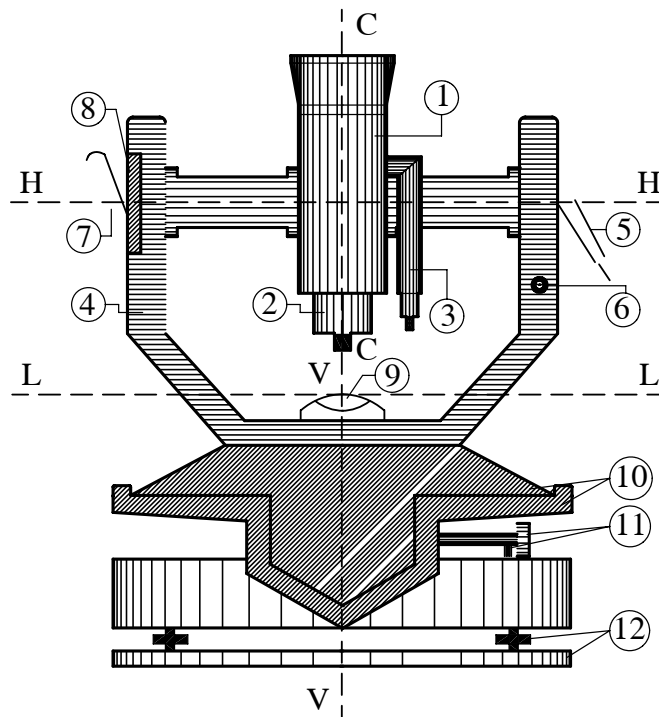
II- Máy kinh vĩ quang học

Máy kinh vĩ quang học (quang cơ): Vành độ được chế tạo từ thủy tinh quang học, bộ phận đọc số bằng hệ thống lăng thấu kính. Kính mắt của kính hiển vi đọc số được bố trí bên cạnh kính mắt của ống kính, tuy nhiên sơ đồ cấu tạo bộ phận đọc số của các loại máy lại không giống nhau.

Ở đây ta không nghiên cứu những máy đơn giản có độ chính xác thấp và những máy đặc biệt tinh vi có độ chính xác cao. Mà ta chỉ tìm hiểu những máy kinh vĩ thông thường có độ chính xác trung bình mà người ta hay dùng trong đo đạc công trình.

1- Cấu tạo chung

Một máy kinh vĩ chủ yếu được cấu tạo như sau (hình 3-2):



(hình 3-2)

VV: Trục chính (trục đứng, trục quay máy)
 HH: Trục phụ (trục ngang, trục quay ống kính).
 CC: Trục ngắm.
 LL: Trục ống bọt nước dài

1. Ống kính ngắm.
2. Ốc điều ảnh (ốc cự li)
3. Ống kính hiển vi đọc số.
4. Giá đỡ ống kính.
5. Ốc hãm chuyên động ống kính
6. Ốc vi động đứng.

7. Gương chiếu sáng
8. Vành độ và du xích đứng
9. Ống bọt nước dài
10. Vành độ và du xích ngang.
11. Ốc hãm và vi động ngang.
12. Ốc cân và đế máy.

- Trục chính: Là trục sau khi cân bằng sẽ trùng với phương thẳng đứng đi qua đỉnh góc đo.

- Trục phụ: Là trục quay của ống kính, nó vuông góc với trục chính.

- Trục ngắm của ống kính vuông góc với trục phụ. Khi quay trục ngắm sẽ tạo nên một mặt phẳng đứng.

- Vành độ ngang có tâm nằm trên trục chính dùng để đo góc bằng.

- Vành độ đứng có tâm nằm trên trục phụ dùng để đo góc đứng

Nhìn chung, một máy kinh vĩ có 3 bộ phận chính:

- Bộ phận ngắm (ống kính ngắm): Kính vật, kính mắt, vòng dây chữ thập, ốc điều ảnh.

- Bộ phận đọc số: Vành độ và du xích (đứng, ngang), kính hiển vi đọc số

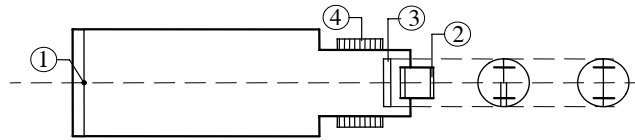
- Bộ phận cân bằng: Ống bọt nước (tròn, dài).

Ngoài 3 bộ phận trên còn có các ốc hãm và ốc vi động.

2- Cấu tạo chi tiết

a- Bộ phận ngắm (ống kính ngắm) (hình 3-3):

- Kính vật: Là một hệ thấu kính hội tụ để tạo hình ảnh thật của vật và bé hơn vật.



(hình 3-3):

- Kính mắt: Là một hệ thấu kính hội tụ có tiêu cự ngắn có tác dụng phóng to ảnh thực thu được từ kính vật, kính mắt có thể di chuyển được nhờ một ốc gọi là ốc điều tiêu (điều ảnh)

- Vòng dây chữ thập: được khắc trên một thấu kính phẳng, ảnh của vật khi đo sẽ nằm trên lưới của dây chữ thập. Muốn nhìn rõ vòng dây chữ thập ta xoay kính mắt của ống kính ngắm chạy ra chạy vào một số vòng.

Ốc điều ảnh: Cho ta nhìn rõ ảnh của vật.

Đường thẳng nối quang tâm kính vật và quang tâm kính mắt là trục ngắm.

Tâm của vòng dây chữ thập nằm trên trục ngắm.

Đặc tính quan trọng nhất của ống kính là độ phóng đại ống kính V^x .

$$V^x = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{fv}{fm}$$

α' : Là góc nhìn vật bằng mắt thường.

α : Là góc nhìn vật qua ống kính

fv : Là tiêu cự kính vật

fm : Là tiêu cự kính mắt

Hiện nay ống kính trắc địa thường có độ phóng đại 15-50 lần, vùng ngắm 30'- 2°.

Khoảng cách mà máy ngắm xa được tính theo công thức

$$D = \frac{5''}{60} \cdot d \cdot V^x$$

d : Đường kính vật ngắm

V^x : Độ phóng đại của ống kính ngắm.

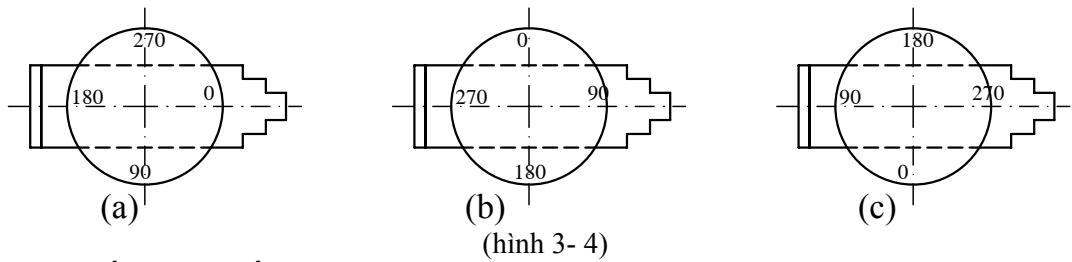
60'' là khả năng phân biệt bằng mắt thường của con người

b- Bộ phận đọc số

* Các vành độ: Các vành độ (ngang và đứng) dùng để đo góc thường gồm hai bàn tròn đồng tâm chồng lên nhau. Một bàn tròn khắc độ (bàn độ) được gắn vào thân máy, một bàn khắc các vạch chuẩn (gọi là du xích) được gắn vào phần ngắm.

- Vành độ ngang được khắc từ 0° – 360° theo chiều kim đồng hồ. Giá trị của các vạch chia tùy thuộc vào loại máy. Có thể là 1°, 30', 10'

- Vành độ đứng cũng có cấu tạo như vành độ ngang, tâm của nó nằm trên trục quay ống kính. Vạch “0” bắt đầu tùy thuộc vào loại máy. Có thể là tương ứng với vị trí ống kính nằm ngang (hình 3-4a) ống kính hướng thiên đỉnh (hình 3-4b) hay hướng địa tâm (hình 3-4c).



(hình 3- 4)

*** Hệ thống đọc số :**

Với các máy kính vĩ quang học người ta dùng kính hiển vi lắp bên cạnh kính mắt của ống kính để đọc các số trên vành độ .

Khi đọc số trên vành độ cần chú ý:

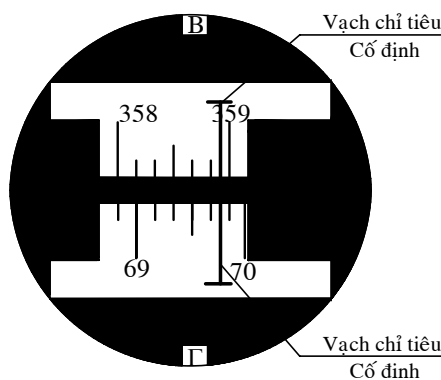
Thị trường của kính hiển vi đọc số phải được chiếu sáng đầy đủ, song không được để quá sáng. độ sáng được điều chỉnh bằng cách xoay kết hợp với làm nghiêng gương chiếu sáng, sao cho nó gần bằng với độ sáng của thị trường ống kính. Nếu không sẽ làm cho mắt người quan sát chóng bị mỏi.

Kính mắt của kính hiển vi đọc số phải được điều tiêu thật chính xác theo mắt thường cho tới khi nhìn rõ “nét thang khắc vạch” hay “vạch chỉ tiêu”. Khi đó ảnh các vạch khắc của các bàn độ sẽ hiện lên rõ nét.

- Hình ảnh bàn độ ngang thường được ký hiệu Hz.
- Hình ảnh bàn độ đứng thường được ký hiệu V.

Nhằm mục đích đọc được các phần lẻ càng nhỏ càng tốt, có rất nhiều cách cấu tạo bộ phận đọc số. Càng đòi hỏi đọc số chính xác thì cấu tạo càng phức tạp. Ở đây ta trình bày 2 loại kính hiển vi đọc số thông thường được dùng cho máy kính vĩ kỹ thuật.

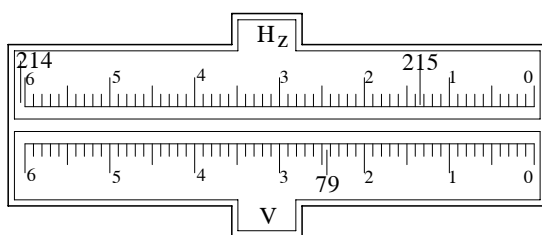
+ *Đối với loại kính hiển vi 1 vạch* (vạch chỉ tiêu cố định) (hình 3-5) Trong vùng nhìn qua kính hiển vi đọc số hiện lên một vạch chuẩn và một phần của vành độ ngang và một phần của vành độ đứng với những khoảng chia nhỏ nhất của chúng đã được phóng đại. Giá trị khoảng chia giữa vạch của vành độ với vạch chuẩn sẽ được đọc ước lượng bằng mắt đến phần mười của khoảng chia nhỏ nhất trên vành độ ấy.



(hình 3-5)

- Số đọc trên bàn độ đứng B là $358^{\circ}55'$
- Số đọc trên bàn độ ngang Γ là $69^{\circ}45'$.

+ Đối với kính hiển vi thang vạch (hình 3-6):



(hình 3-6)

- Số đọc trên bàn độ ngang H_z là $215^{\circ}13'.4$
- Số đọc trên bàn độ đứng V là $79^{\circ}24'.4$

Hoặc: vạch chuẩn “0” của du xích ở bên phải (trái) vạch bàn độ nào thì tiến hành đọc số bàn độ đó, còn phần lẻ ta đếm những vạch con trên du xích kể từ vạch chuẩn “0” tới vạch bàn độ đã đọc.

Màn hình đọc số đối với máy kinh vĩ điện tử

V: Số đọc trên bàn độ đứng
H_R : Góc bằng (góc ngang)



Chức năng các phím:

(R/L): Góc bằng tăng thuận hoặc nghịch chiều kim đồng hồ

(HOLD): Phím giữ góc ngang (khi bấm phím này quay máy góc ngang không đổi)

(OSET): Đưa góc bằng (bàn độ ngang) ban đầu về $0^{\circ}0'0''$

(V/%): Độ dốc. Chức năng này dùng để bố trí và kiểm tra độ dốc

: Tắt mở nguồn

3- Bộ phận cân bằng

Ống thủy được sử dụng để làm căn cứ đưa một đường thẳng hay một mặt phẳng về vị trí thẳng đứng hoặc nằm ngang.

- Ống thủy tròn: Có $\tau = 3' \div 8'$ \Rightarrow có độ chính xác kém hơn ống thủy dài nên dùng để cân bằng sơ bộ.

- Ống thủy dài: Có $\tau = 15'' \div 60''$ \Rightarrow có độ chính xác cao nên dùng để cân chỉnh chính xác máy.

Góc nghiêng (độ nhảy ống thủy) $\tau = 2\text{mm/R}$

Khi τ càng nhỏ thì độ nhảy ống thủy càng cao. R là bán kính cung tròn của ống thủy ($R = 3,5\text{m} \div 200\text{m}$)

4- Các ốc khoá và ốc cân chỉnh máy

- Ốc liên kết (ốc nối): Dùng để liên kết máy với chân máy. Mỗi loại máy có một ốc liên kết riêng.

- Ốc cân máy: Trên đế máy có gắn 3 ốc cân máy. Chúng được sử dụng cùng với ống thủy dài để cân máy. Nghĩa là đưa trục chính của máy về vị trí thẳng đứng.

- Các ốc khoá: Gồm có ốc khoá vành độ ngang, ốc khoá vành du xích ngang dùng để không chế chuyển động quay quanh trục chính của máy và ốc khoá vành độ đứng dùng để không chế chuyển động quay của ống kính. Tương tự ta có:

Ốc khoá vành độ ngang (A_1).

Ốc khoá vành du xích ngang (B_1).

Ốc khoá ống kính (vành độ đứng) (C_1)

- Các ốc vi động: Khi các ốc khoá đã ở vị trí cố định (vị trí hãm) nếu muốn dịch chuyển một khoảng rất bé thì dùng ốc vi động (ngang, đứng) ốc vi động được sử dụng để điều chỉnh máy vào vị trí chính xác khi ngắm. Tương ứng ta có.

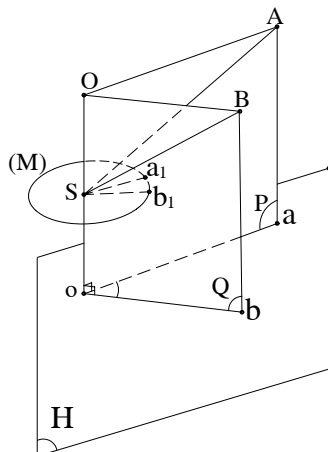
Ốc vi động vành độ ngang (A_2)

Ốc vi động vành du xích ngang (B_2)

Ốc vi động ống kính (C_2)

↓3-3 ĐO GÓC BẰNG

I- Nguyên lý



Giả sử cần đo góc AOB. Hình chiếu xuống mặt phẳng nằm ngang (H) là $ao'b$ đó là góc ta cần đo (hình 3-7).

Qua các cặp đoạn thẳng:

OA - o'a lập mp (P)

OB - o'b lập mp (Q)

Chúng đều vuông góc với MP (H). Tức là vuông góc với các đoạn thẳng o'a, o'b. Vậy ao'b là góc phẳng nhị diện (P), (Q).

(hình 3-7)

Tất cả \forall đoạn thẳng $\in (P)$ đều chiếu thành o'a.

Tất cả \forall đoạn thẳng $\in (Q)$ đều chiếu thành o'b.

Giả sử có một mặt phẳng tròn (M) // với mp (H) có tâm S nằm trên giao tuyến oo', bị mp (P) cắt theo giao tuyến Sa₁ // o'a

Bị mp (Q) cắt theo giao tuyến Sb₁ // o'b.

$$\Rightarrow a_1Sb_1 = ao'b$$

Như vậy muốn đo ao'b chỉ cần đo a₁sb₁.

Trong đo đạc: mặt phẳng (M) được thay thế bằng vành độ ngang của máy kinh vĩ đã được cân bằng.

Tâm S đã làm cho trùng với phương dây dọi S0 đi qua đỉnh góc đo. Các đoạn SA, SB là những “tia ngắm chính” khi lần lượt ngắm các điểm A và B chúng lần lượt thuộc mặt phẳng (P) và (Q),

Vậy góc bằng β là góc phẳng nhị diện tạo bởi 2 mặt phẳng thẳng đứng (P), (Q) đi qua 2 tia ngắm OA, OB.

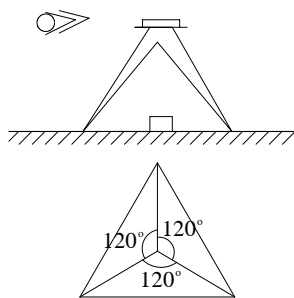
Từ nguyên lí trên ta rút ra kết luận:

Muốn đo góc bằng chính xác ta phải

- Đặt máy kinh vĩ sao cho trục chính (VV) của máy trùng với phương dây dọi đi qua đỉnh góc đo gọi tắt là “đỉnh tâm máy”.
- Làm cho mặt phẳng bàn độ ngang cân bằng gọi tắt là “cân bằng máy”.
- Tìm cho được tia ngắm chính SA, SB gọi tắt là “ngắm điểm bất mục tiêu”.
- Tìm cho được các giá trị a₁, b₁, trên vành độ ngang gọi tắt là “đọc số bàn độ”

II- Công tác chuẩn bị tại một trạm đo góc bằng

1- Định tâm máy



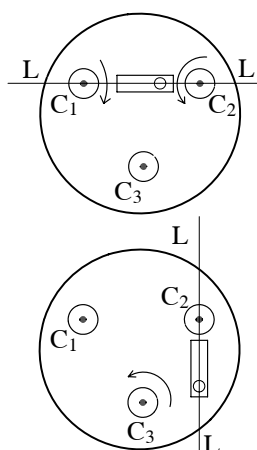
(hình 3-8).

Định tâm máy là đưa cho trục đứng của máy đi qua đỉnh góc cần đo nhờ quả dọi hay bộ phận định tâm quang học (hình 3-8).

- Mở giá 3 chân, đặt các mũi chân cách đều tâm 0 và tạo thành các góc 120°.
- Ước lượng bằng mắt thường sao cho mặt phẳng của giá tương đối nằm ngang. Ấn đều 3 chân xuống đất.

- Đặt máy lên giá 3 chân, xô dịch máy cho trục đứng của máy rơi đúng tâm mốc (căn cứ vào quả dọi, hay bộ phận định tâm quang học). Vặn chặt máy vào giá rồi tiếp tục cân bằng.

2- Cân bằng máy



(hình 3-9).

Cân bằng máy là đưa cho trục đứng của máy về vị trí thẳng đứng nhờ căn cứ vào ống thủy dài trên vành độ ngang (hình 3-9).

Gọi LL là trục ống thủy dài:

- Đặt LL // với trục nối 2 ốc cân máy nào đó, chẳng hạn (C₁- C₂) vặn đồng thời 2 ốc này ngược chiều nhau để đưa bọt nước vào giữa ống thủy.

Xoay LL ⊥ C₁-C₂ vặn C₃ .

- Đặt LL // C₂-C₃ vặn đồng thời C₂- C₃.

Xoay LL ⊥ C₂-C₃ vặn C₁.

- Đặt LL // C₃-C₁ vặn đồng thời C₃ - C₁.

Xoay LL ⊥ C₃-C₁ vặn C₂.

Để cân bằng cho nhanh khi làm lại lần sau ta xoay máy ngược chiều với lần trước.

Bọt nước luôn ở vị trí cao nhất của ống thủy, khi vặn ốc cân máy C_i nào đó ngược chiều kim đồng hồ thì bọt nước hạ xuống và khi vặn thuận kim đồng hồ thì bọt nước được nâng lên.

3- Ngắm điểm bắt mục tiêu

Trước khi ngắm mục tiêu phải điều chỉnh để nhìn rõ lưới dây chữ thập bằng cách hướng ống kính lên trời và xoay kính mắt của ống kính ngắm.

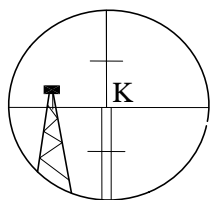
Để ngắm mục tiêu chính xác, nhanh chóng cần thực hiện theo 2 bước:

- Bắt sơ bộ mục tiêu (hình 3-10a):

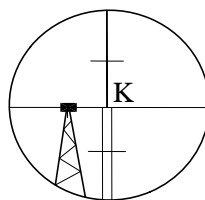
Dùng đầu ruồi và khe ngắm, mục tiêu sẽ nằm trong vùng ngắm ống kính.

- Bắt chính xác mục tiêu (hình 3-10b):

Dùng ốc vi động vành độ ngang và ốc vi động ống kính: Mục tiêu sẽ trùng với giao điểm k của lưới dây chữ thập.



(Hình 3-10 a)
(Bắt mục tiêu sơ bộ)



(Hình 3-10 b)
(Bắt mục tiêu chính xác)

4- Đặt giá trị số đọc hướng ban đầu

Trong đo góc cũng như trong bố trí góc bằng, hướng ban đầu thường được đặt một giá trị a₀ nào đó (0⁰00'00" hoặc 180⁰/n với n là số vòng đo góc) cách làm như sau :

Mở ốc hãm vành du xích ngang quay máy nhìn vào kính hiển vi đọc số sao cho vạch chuẩn "0" trên bàn độ gần trùng với vạch chuẩn "0" trên du xích.

Lúc đó khóa ốc hãm du xích ngang, dùng ốc vi động du xích ngang để đưa “0” trùng nhau. Sau đó mở ốc hãm bàn độ ngang đưa máy về bất chính xác điểm đầu như mục 3 (ngắm điểm bất mục tiêu)

5- Đọc số bàn độ (xem ví dụ)

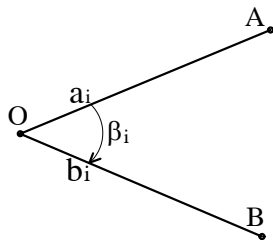
III- Phương pháp đo góc bằng

1- Phương pháp đơn giản (phương pháp cung)

(Phương pháp này thường áp dụng khi trạm đo chỉ có 2 hướng đo).

Giả sử cần đo góc AOB. Đặt máy kinh vĩ tại O, sau khi định tâm và cân bằng máy ta tiến hành một vòng đo theo 2 giai đoạn (hình 3-11).

a- *Nửa lần đo thuận kính* (bàn độ đứng ở phía tay trái người đứng ngắm).



Cố định bàn độ, mở ốc hãm du xích. Đưa máy ngắm chính xác điểm A (A là điểm bên trái góc đo) tiến hành đọc số trên bàn độ ngang 2 lần và lấy giá trị trung bình ta có a_1 . Tiếp tục quay máy thuận chiều kim đồng hồ ngắm chính xác điểm B. Tiến hành đọc số trên bàn độ ngang được giá trị b_1 . Như vậy giá trị góc nửa lần đo thuận là:

$$\beta_1 = b_1 - a_1$$

b- *Nửa lần đo đảo kính* (bàn độ đứng ở phía tay phải người đứng ngắm).

Mở ốc hãm du xích, tiếp tục quay máy thuận chiều kim đồng hồ ngắm chính xác điểm B ta có số đọc b_2 . Tiếp tục quay máy thuận chiều kim đồng hồ ngắm chính xác điểm A ta có số đọc a_2 . Như vậy góc nửa lần đo đảo kính là:

$$\beta_2 = b_2 - a_2$$

Sau khi tiến hành xong nửa lần đo thuận kính và nửa lần đo đảo kính tức là ta đã tiến hành xong một lần đo (một vòng đo). Giá trị góc AOB của một lần đo là:

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

Khi tính toán nếu $a_i > b_i$ tức là giá trị hướng ngắm đầu lớn hơn giá trị hướng ngắm sau. Ta áp dụng công thức:

$$\beta_i = (b_i + 360^\circ) - a_i$$

Muốn có góc β chính xác ta phải tiến hành nhiều lần đo, mỗi lần đo thay đổi hướng ngắm ban đầu (OA) một lượng : $180^\circ/n$ (n là số lần đo).

Bảng ghi kết quả đo góc

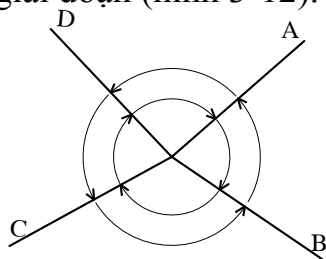
Số hiệu máy	Ngày đo	Người đo
Thời tiết	Bắt đầu	Người ghi và tính
Hình ảnh	Kết thúc	Người kiểm tra

Trạm đo	Lần đo	Vị trí bàn độ đứng	Điểm ngắm	Số đọc bàn độ ngang		Trị số góc ½ lần đo	Trị số góc 1 lần đo	Trị số góc T.bình
				I/II	T.bình			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	TR	A	00.10.0 10.0	0 ⁰ 10.00	43 ⁰ 30.1	43 ⁰ 30.35	43 ⁰ .30'.33
			B	43.40.1 40.1	43.40.1			
		PH	B	223.40.8 40.6	223.40.7	43 ⁰ 30.6		
			A	180.10.1 10.1	180.10.1			
	2	TR	A	90 ⁰ .10.00 10.00	90.10.00	43 ⁰ .30'.35	43 ⁰ .30'.32	
			B	133.40.3 40.4	133.40.3			
		PH	B	313.41.0 41.1	313.41.05	43 ⁰ .30'.3		
			A	270.10.7 16.7	270.10.7			

2- Phương pháp đo toàn vòng

(Phương pháp này áp dụng khi trạm đo có từ 3-8 hướng)

Giả sử có trạm đo 0. Sau khi định tâm cân bằng máy. Tiến hành 1 lần đo theo 2 giai đoạn (hình 3-12).



hình 3-12

a- *Nửa lần đo thuận kính* Cố định bàn độ, mở ốc hãm du xích. Đưa máy ngắm chính xác điểm A rồi quay máy thuận chiều kim đồng hồ ngắm chính xác B, C, D và lại về A. Tương ứng ta có các số đọc trên bàn độ a_1, b_1, c_1, d_1, a_1 .

Như vậy điểm A được ngắm 2 lần. Số đọc 2 lần tại A là a_1, a_1' không được chênh nhau quá $1t$ (t là giá trị vạch khắc nhỏ nhất trên du xích). Nếu chênh nhau quá $1t$ phải đo lại.

Nếu đạt yêu cầu thì tiến hành nửa lần đo đảo kính.

b- *Nửa lần đo đảo kính*

Mở ốc hãm du xích tiếp tục ngắm chính xác điểm A, sau đó quay máy ngược chiều kim đồng hồ ngắm về D, C, B và lại về A. Tương ứng ta có các số đọc trên bàn độ a_2, d_2, c_2, b_2, a_2 . Như vậy ở A ta cũng được ngắm 2 lần. Số đọc 2 lần (a_2 và a_2') cũng không được chênh nhau quá $1t$ nếu chênh nhau quá $1t$ ta phải đo lại.

Đo xong thuận kính và đảo kính mỗi hướng ngắm ta có 2 số đọc, 2 số đọc này cũng không được chênh nhau quá $(2t \pm 180)$. Riêng ở A ta có 4 số đọc.

Muốn góc đo chính xác ta phải đo nhiều lần, mỗi lần đo thay đổi hướng ngắm ban đầu (OA) một lượng $180^0/n$ (n là số lần đo)

Cách ghi số và tính toán

Ngày đo Thời tiết Bắt đầu... Kết thúc		Sơ đồ đo nói	Trạm đo				Người đo Người ghi và tính Loại máy		
Trạm đo	Lần đo	Điểm ngắm	Số đọc trên bàn độ ngang				Trị số đọc trung bình	Hướng đầu chuyển về 0	Trị số góc bằng
			Thuận	(TR)	Đảo	(PH)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1	A	00 ⁰ 10'00'' 00	10'00''	180 ⁰ 09'30'' 30	09'30''	0 ⁰ 09'37''5 45	0 ⁰ 00''00''	77 ⁰ 15'45'' 91.15.45 94.39.00 96.49.30
		B	77.25.00 30	25.15	257.25.30 30	25.30	77.25.225	77.15.45	
		C	168.41.00 00	41.00	348.41.30 30	41.15	168.41.07.5	168.31.30	
		D	63.20.30 30	20.15	83.20.00 00	20.00	263.20.07.5	263.10.30	
		A	0 ⁰ 09'30'' 30	09.30	180.09.30 30	09.30	0 ⁰ 09'30''	360.00.00	

+ Cách tính toán số đo:

- Cột 5 và 7 ghi trị số trung bình số đọc phút, giây.
- Cột 8 ghi trị số trung bình của thuận và đảo (lấy trị số theo thuận).

Ví dụ: ở hàng 1 khi ngắm về A ta có:

$$0^0 \frac{10'.00 + 9'.00}{2} = 0^0 09'45''$$

- Cột 9 ghi trị số hướng đầu chuyển về 0⁰00'00'' tính bằng cách lấy trị số trung bình của hai lần ngắm về A được:

$$\frac{0.09'45'' + 0.09'30''}{2} = 0^0 09'37''5$$

- Trị số khi ngắm về A lấy là 00⁰00'00''. Như vậy trị số của các hướng khác (ở cột 8) đều phải trừ đi 0⁰09'37''5. Kết quả ghi vào cột 9.

- Cột 10: Ghi trị số góc bằng cần tìm. Được tính bằng cách lấy trị số (ở cột 9) của hướng sau trừ đi hướng trước.

Ví dụ 1: Góc bằng BOC có trị số:

$$168^0 31'30'' - 77^0 15'45'' = 91^0 15'45''$$

IV- Các sai số khi đo góc bằng

Trong kết quả đo góc bằng luôn có chứa sai số. Những nguyên nhân chính gây ra sai số khi đo góc bằng, bằng máy kinh vĩ có thể được chia thành 2 loại.

1- Các sai số hệ thống

- *Sai số do trục ngắm không vuông góc với trục quay ống kính.* Sai số này có thể được hạn chế bằng cách đo góc với hai vị trí vành độ đứng (đảo ống kính giữa hai nửa vòng đo)
- *Sai số do trục quay ống kính không vuông góc với trục đứng của máy.* Sai số này sẽ ít ảnh hưởng nếu ta đo góc với tia ngắm nằm ngang hoặc là nghiêng ít.
- *Sai số do trục chính của máy không thẳng đứng.* Để hạn chế sai số này cần phải cân bằng máy cẩn thận.

Ngoài ra còn có các sai số khác như do màng dây chữ thập không vuông góc, vành độ bị lệch tâm, vành độ khắc không đều, sự kéo theo của vành độ. Với các máy hiện đại ngày nay các sai số này đều có thể bỏ qua.

2- Các sai số ngẫu nhiên

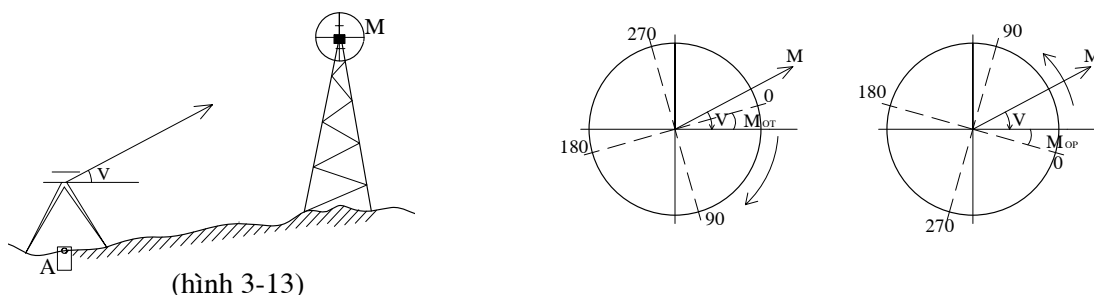
- *Sai số do ngắm điểm.* Sai số này phụ thuộc vào hình dạng, kích thước, mức độ chiếu sáng của điểm ngắm, độ phóng đại của ống kính. Để hạn chế sai số này cần chọn cách cân chỉnh khi ngắm các vật cho thích hợp và tăng số lần đo.
- *Sai số do định tâm máy.* Sai số này tỷ lệ nghịch với chiều dài tia ngắm (cạnh của góc). Do vậy khi cạnh góc càng ngắn cần phải định tâm cẩn thận.
- *Sai số do đọc số trên vành độ.* Sai số này tùy thuộc vào loại máy và bộ phận đọc số. Để hạn chế nó cần tăng số lần đo.

Như vậy khi sử dụng máy kinh vĩ kỹ thuật thì sai số chủ yếu ảnh hưởng đến độ chính xác đo góc là sai số do đọc số. Người ta đã xác định được sai số trung phương một lần đọc số là $\pm t/2$, còn sai số giới hạn đo góc là $\pm 1,5t$ (t là độ chính xác của bộ phận đọc số)

↓3-4 ĐO GÓC ĐÚNG

- Giả sử cần xác định góc đúng của hướng ngắm M. Đặt máy tại A. Định tâm, cân bằng máy (hình 3-13).
- Giả sử vành độ đứng ở bên trái ống kính: Ngắm M đọc số trên vành độ đứng T
- Đảo ống kính vành độ đứng ở bên phải ống kính. Ngắm M đọc số trên vành độ đứng P
- Tùy thuộc vào từng loại máy (do cách khắc vạch ở vành độ đứng) mà có cách tính góc đúng V cho phù hợp

Ví dụ: Ta có loại máy kinh vĩ trên vành độ đứng khắc vạch liên tục theo chiều kim đồng hồ vạch chuẩn "0" bắt đầu theo hướng ống kính nằm ngang khi nó ở bên trái ống kính.



(hình 3-13)

$$V = MO_T - T \quad (1) \quad V = P - MO_P \quad (2)$$

$$\frac{(1)+(2)}{2} = \frac{(MO_T - T) + (P - MO_P)}{2} \quad (\text{vì } MO_T = MO_P)$$

$$V = \frac{P - T}{2}$$

Nhận xét:

- 1/ Đo góc đúng theo cách trên chính xác nhưng tốn thời gian
- 2/ Cũng từ những thao tác trên ta tính được MO của trạm máy ấy

$$MO = \frac{P + T}{2} \quad (1) = (2) \quad \Rightarrow MO_T - T = P - MO_P$$

$$\Rightarrow MO_T + MO_P = P + T$$

$$= 2MO = P + T$$

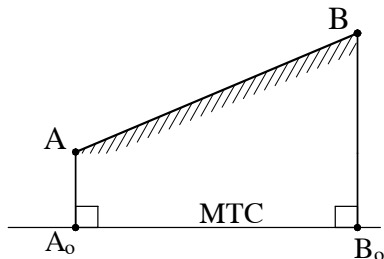
MO là số đọc ban đầu trên bàn độ đứng khi trục ngắm nằm ngang

$$V = MO - T \quad \text{Hoặc} \quad V = P - MO \quad (3)$$

⇒ Việc xác định V theo công thức (3) kém chính xác nhưng nhanh chóng, thường được áp dụng khi đo vẽ chi tiết bản đồ.

Chương IV ĐO DÀI

↓ 4.1 KHÁI NIỆM



(hình 4-1)

- Độ dài (khoảng cách) là một trong những yếu tố để xác định vị trí không gian của các điểm trên mặt đất tự nhiên. Do vậy đo dài là một dạng công tác đo cơ bản.

- Đo dài là đo hình chiếu của đoạn thẳng trên mặt phẳng nằm ngang.

- Cần phân biệt giữa thước và mét.

+ Thước là dụng cụ đo độ dài.

+ Mét là đơn vị đo độ dài.

I- Phân theo độ chính xác

1- Đo độ dài chính xác cao có sai số tương đối $\frac{1}{T} = \frac{1}{10^6} \div \frac{1}{10^5}$

2- Đo độ dài có độ chính xác vừa có sai số tương đối $\frac{1}{T} = \frac{1}{10.000} \div \frac{1}{5.000}$

3- Đo độ dài chính xác thấp có sai số tương đối $\frac{1}{T} = \frac{1}{5.000} \div \frac{1}{200}$

II- Phân theo dụng cụ đo

1- Đo dài bằng các loại thước.

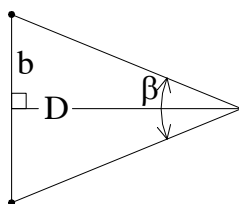
- Bằng thước thép $\frac{1}{T} = \frac{1}{1.000} \div \frac{1}{25.000}$

- Bằng thước Invar $\frac{1}{T} = \frac{1}{25.000} \div \frac{1}{10^6}$

2- Đo dài bằng các loại máy đo xa quang học.

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{200} \div \frac{1}{5.000}$$

Nguyên lý chung của máy đo xa quang học là dựa trên cơ sở giải tam giác vuông hay cân.



(hình 4-2)

$$D = \frac{1}{2} b \cotg \frac{\beta}{2}$$

Một trong 2 đại lượng (cạnh đáy b và góc chắn β) không đổi, đại lượng còn lại kia thay đổi (phải đo) tương ứng có:

- Máy đo xa quang học có góc chắn β không đổi còn cạnh đáy b thay đổi (phải đo)
- Máy đo xa quang học có cạnh đáy b không đổi, còn góc chắn β thay đổi (phải đo) (Phương pháp thì sai, như đo khoảng cách bằng mia ba la)

3- Máy đo xa bằng sóng vô tuyến điện hay sóng ánh sáng.

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{25.000} \div \frac{1}{10^6}$$

Thực chất của việc đo dài bằng sóng vô tuyến và sóng ánh sáng là dựa trên 2 nguyên lý cơ bản sau đây:

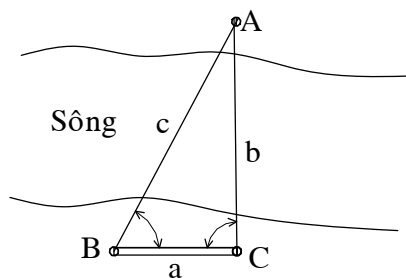
Nguyên lý 1: Có một máy phát ra những xung lượng, đo thời gian t của sóng lan truyền theo hướng đi và về. Biết tốc độ truyền sóng là v , tìm được độ dài từ máy phát sóng tới mục tiêu là:

$$D = \frac{V \cdot t}{2}$$

Nguyên lý 2: Một máy phát ra những sóng liên tục, biết số bước sóng đi và về là N , độ dài bước sóng là λ , tìm được độ dài từ máy phát đến mục tiêu là:

$$D = \frac{\lambda \cdot N}{2}$$

III/ Phân theo đo dài trực tiếp hay gián tiếp.



(hình 4-3)

1- Đo trực tiếp: Kết quả cho ngay chiều dài cần đo.

2- Đo gián tiếp: Thông qua tính toán mới cho kết quả cần đo.

Muốn biết b ta đo góc B, C và cạnh a .

$$b = \frac{a}{\sin A} \cdot \sin B = \frac{a}{\sin(B + C)} \cdot \sin B$$

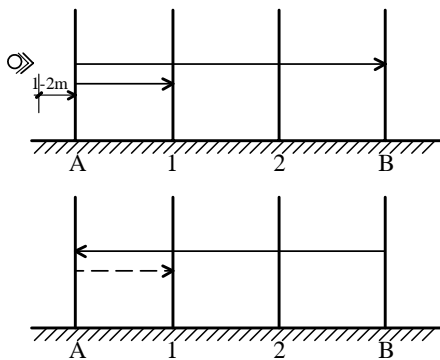
⇓ 4.2 XÁC ĐỊNH ĐƯỜNG THẲNG

Khi đo một đường thẳng có chiều dài lớn hơn chiều dài của thước đem đo hoặc đường đo có độ dốc từng đoạn khác nhau ta thường phân ra nhiều đoạn nhỏ để đo khoảng cách giữa chúng. Có 2 phương pháp định đường thẳng:

- Định bằng mắt thường.
- Định bằng máy.

I- Định bằng mắt thường.

1- Trường hợp giữa 2 điểm đã biết



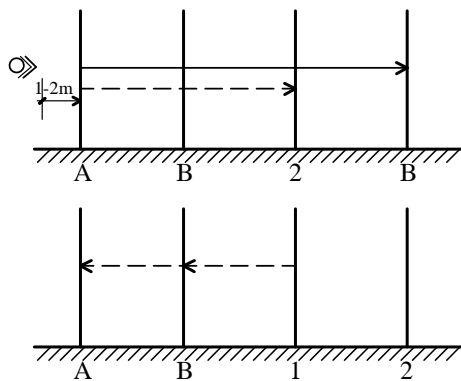
(hình 4-4)

A và B đã biết nhưng ở xa nhau (hình 4-4).

Cắm 2 sào tiêu thẳng đứng tại A và B. Một người đứng cách sào tiêu A khoảng 1-2m đưa mắt ngắm vào cạnh sào tiêu A, B, ra hiệu cho người thứ 2 cắm các sào tiêu 1, 2 thẳng hàng với A và B.

Nếu chỉ có một người thì ta ngắm 2 sào tiêu A và B cắm tiêu 1. Dựa vào sào tiêu A và 1 cắm đặt lùi các tiêu 2, 3, 4, ...

2- Trường hợp kéo dài đường thẳng



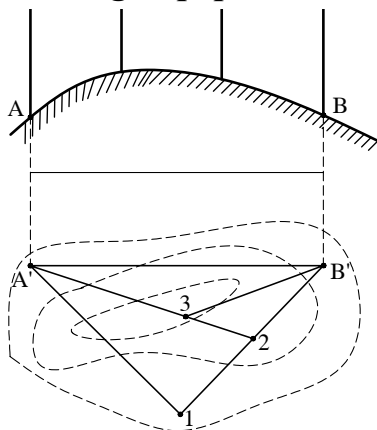
(hình 4-5)

- Cần kéo dài đoạn thẳng AB tại A và B cắm 2 sào tiêu thẳng đứng (hình 4-5).

- Một người đứng cách tiêu A khoảng 1-2m ngắm vào cạnh sào tiêu A và B. Ra hiệu người thứ 2 cắm các tiêu 1, 2, ... thẳng hàng với A, B.

Nếu chỉ có 1 người thì ngắm theo BA và cắm đặt lùi các tiêu 1, 2, ... thẳng hàng.

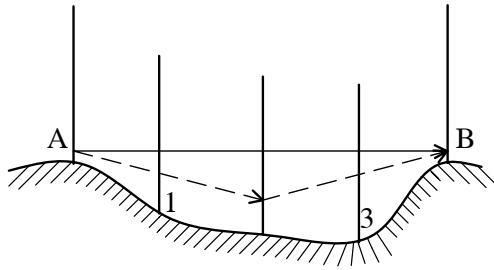
3- Trường hợp qua đỉnh đồi



(hình 4-6)

Dựa vào nguyên tắc thu nhỏ tam giác. Tại A và B cắm 2 sào tiêu (hình 4-6), tìm một điểm ở phía chân đồi sao cho nhìn thấy tiêu B (hoặc thấy tiêu A) cắm sào tiêu 1 qua 1-B cắm tiêu 2 sao cho đứng ở 2 thấy tiêu A. Qua 2-A cắm tiêu 3 nhìn thấy B... tiếp tục như vậy cho đến khi đứng ở A nhìn thấy A-n-m thẳng hàng và đứng ở B nhìn thấy B-m-n thẳng hàng (chứng tỏ A-n-m-B thẳng hàng) vì có m-n chung.

4- Trường hợp qua thung lũng



(hình 4-7)

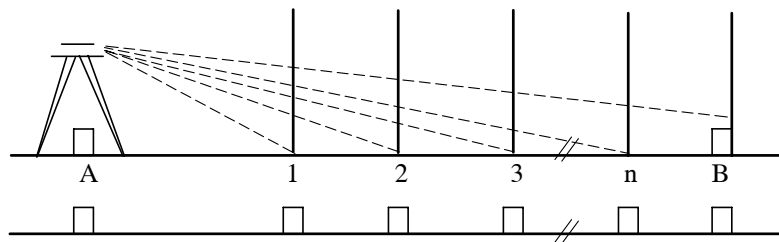
Dựa vào nguyên tắc: Nhờ 2 sào tiêu đã có phát triển sào tiêu thứ 3.

Dựa vào 2 sào tiêu cố định A và B (hình 4-7), cố gắng cắm ở bờ bên này hay bờ bên kia sào tiêu 1 thẳng hàng với chúng. Dựa vào sào tiêu 1 và một trong hai sào tiêu cũ (sào tiêu A chẳng hạn) cắm tiêu 2 thẳng hàng, dựa vào sào tiêu 2 và B chẳng hạn cắm tiêu 3 thẳng hàng như vậy sẽ có sào tiêu A-1-2-.....B thẳng hàng.

II- Định bằng máy

Định đường thẳng bằng máy tăng được độ chính xác. Đối với các trường hợp định bằng mắt thường đều có thể thay thế bằng máy kinh vĩ.

1- Trường hợp không bị vướng

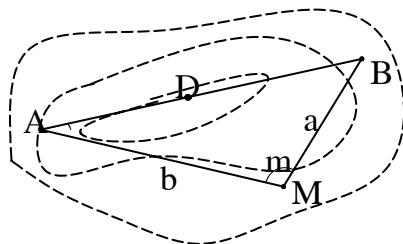


(hình 4-8)

Giả sử có 2 điểm A và B cần ngắm hướng phân đoạn (hình 4-8). Tại A đặt máy kinh vĩ, định tâm, cân bằng, định hướng theo AB (ở B có thể cắm cọc hoặc sào tiêu thẳng đứng). Sao cho chỉ đứng của vòng dây chữ thập trùng với sào tiêu B (bắt vào chân sào tiêu). Sau đó cố định chuyển động ngang của máy. Dùng phương pháp chiếu thẳng đứng cắm cho các cọc 1, 2,.....n. (căn cứ vào chỉ đứng vòng dây chữ thập). Như vậy các cọc A,1, 2,.....n ÷ B thẳng hàng.

2- Trường hợp bị vướng

a- *Vướng đôi* Ta cũng có thể giải quyết như trường hợp bằng mắt thường chỉ khác là đáng lý cắm sào tiêu tại A và B ta lại đặt máy tại đó (hình 4-9).



(hình 4-9)

Hoặc có thể giải quyết công việc như sau:

- Chọn điểm M nhìn thấy A,B.
- Đoạn thẳng MA, MB kéo thước đo được khoảng cách thuận lợi.

- Yếu tố cần đo:

Dùng máy kinh vĩ đo góc bằng $AMB = m$

Dùng thước thép đo khoảng cách phẳng

$$MA = b$$

$$MB = a$$

- Tính toán:

Áp dụng các hệ thức trong tam giác thường ta có:

$$AB = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos m}$$

$$\sin \alpha = \frac{a}{AB} \sin m$$

Ta tính được α .

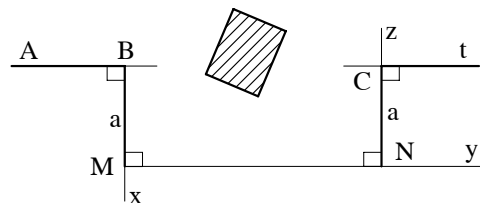
Cách làm: Đặt máy kinh vĩ tại A. Định tâm, cân bằng, định hướng theo AM mở một góc (góc bằng) $= \alpha$ theo giá trị tính toán ta có D. lúc này ta có hướng ngắm chính là AB.

Thử lại bằng cách:

Đặt máy kinh vĩ tại B. Định tâm, cân bằng, định hướng theo BM mở một góc $\beta = 180^\circ - (\alpha + m)$ tia ngắm phải trùng D.

b- *Vướng nhà*

+ *Phương pháp hình chữ nhật*



(hình 4-10)

Giả sử ta kéo dài đoạn thẳng AB nhưng điểm B đã ở gần ngôi nhà, tia ngắm bị vướng, ta giải quyết công việc như sau (hình 4-10).

- Đặt máy kinh vĩ tại B định tâm, cân bằng, định hướng theo AB mở một góc 90° theo hướng cần thiết ta có BX không vướng nhà, trên BX đo một đoạn $= a$ ta có M.

- Đặt máy tại M, định tâm, cân bằng, định hướng theo MB mở một góc $= 90^\circ$ theo hướng cần thiết ta có MY không vướng nhà. Trên hướng MY ta chọn điểm N.

- Đặt máy tại N định tâm, cân bằng, định hướng theo NM mở một góc $= 90^\circ$ theo hướng cần thiết ta có NZ, trên hướng này đo một đoạn bằng a ta có điểm C.

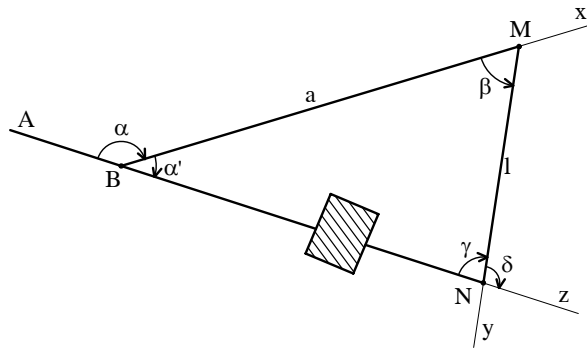
- Đặt máy tại C định tâm, cân bằng, định hướng theo CN mở một góc $= 90^\circ$ theo hướng cần thiết ta có Ct.

Từ hướng Ct trở đi giải quyết theo trường hợp không bị vướng.

Như vậy ta có A, B, C,..... thẳng hàng.

+ *Phương pháp tam giác:*

Nếu vì một lý do nào đó không áp dụng được phương pháp trên ta dùng phương pháp tam giác (hình 4-11).



(hình 4-11)

Đặt máy kinh vĩ tại B định tâm, cân bằng, định hướng theo BA. Mở một góc α tùy ý sao cho hướng BX không vướng nhà.

Trên BX dùng thước thép đo một đoạn = a ta có M.

Đặt máy tại M định tâm, cân bằng, định hướng theo MB mở một góc β tùy ý sao cho hướng MY không vướng nhà.

Suy ra $\gamma = 180^\circ - (\alpha' + \beta)$ và $\alpha' = 180^\circ - \alpha$

Tính toán :

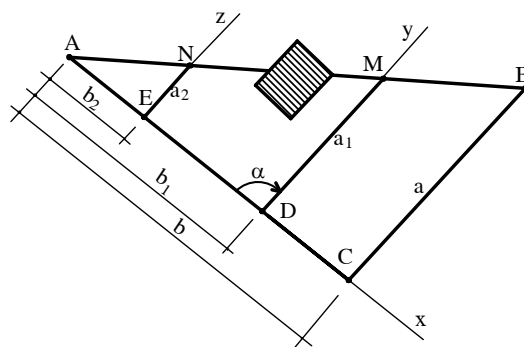
$$\frac{a}{\sin \gamma} = \frac{l}{\sin \alpha'} \Rightarrow l = \frac{a \sin \alpha'}{\sin \gamma}$$

Trên hướng MY dùng thước thép đo một đoạn bằng l đã tính ở trên. Ta có N.

Đặt máy kinh vĩ tại N định tâm, cân bằng, định hướng theo NM mở một góc $\delta = (180^\circ - \gamma)$ theo hướng cần thiết ta có NZ không vướng nhà.

+ *Phương pháp tam giác đồng dạng.*

Giả sử biết điểm A và B cần lấy một số điểm thẳng hàng giữa A và B (hình 4-12)



(hình 4-12)

Đặt máy kinh vĩ tại A định tâm, cân bằng, phóng một tia AX sao cho không vướng nhà.

- Trên tia AX lấy điểm C bất kỳ sao cho C, B trông thấy nhau.
- Trên AC lấy 2 điểm E, D bất kỳ.
- Số liệu cần đo:

Dùng máy kinh vĩ đo “góc bằng” C

Dùng thước thép đo khoảng cách phẳng

$$\begin{aligned} BC &= a \\ AE &= b_2 \\ AD &= b_1 \\ AC &= b \end{aligned}$$

- Dùng tỉ số tam giác đồng dạng ta có:

$$\frac{a}{b} = \frac{a_1}{b_1} = \frac{a_2}{b_2}$$

- Tính được $a_1 = \frac{a}{b} \cdot b_1$

$$a_2 = \frac{a}{b} \cdot b_2$$

- Đặt máy kinh vĩ tại D định tâm, cân bằng, định hướng theo DA mở một góc $= \alpha$ theo hướng cần thiết ta có hướng DY. Trên hướng DY dùng thước thép đo một đoạn $= a_1$, ta có M.

Cách làm tương tự ta có N.

Như vậy A, N, M, B thẳng hàng.

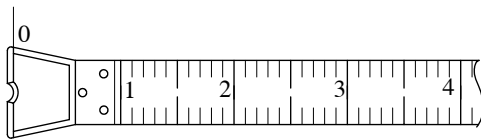
↓ 4.3 ĐO ĐỘ DÀI

I- Các dụng cụ đo độ dài

1- Thước thép bản

Ưu: Độ chính xác cao nên sử dụng loại thước này khi đo đạc.

Nhược: Hay bị han rỉ, nên khi đo xong nhớ lau chùi cẩn thận.



(hình 4-13)

Thước có các loại 20m, 30m, 50m, trong xây dựng thường dùng các loại 20m, 30m, thước được làm bằng thép bản mỏng dày 0,3 – 0,4 milimét rộng 15-20mm. Trên thước có khoảng chia nhỏ nhất khác nhau cm, mm (hình 4-13)

Vạch mốc “0” của thước có thể khắc ngay từ đầu mút của thước hay cách đầu mút của thước một đoạn. Thước có thể cuộn trong một hộp kín hay giá bằng kim loại.

Có những loại ngắn hơn dài 2,3, 5mét, loại này được chia toàn bộ tới milimét, tiện hơn cho việc đo các đoạn ngắn, một người sử dụng dễ dàng.

2- Thước vải hộp

Thước này độ co giãn lớn nên độ chính xác thấp hơn so với thước thép, ít được dùng trong đo đạc khảo sát. Chỉ dùng trong công tác xây dựng dân dụng.

Thước có các loại 20, 30m, được chia tới xăngtimét, milimét, được làm bằng sợi bền kết hợp với sợi kim loại nhỏ, hai mặt thước sơn một lớp bảo vệ, toàn bộ thước cũng được đựng trong một hộp tròn bằng da hay giấy giả da hoặc bằng nhựa hay cuộn trong giá sắt.

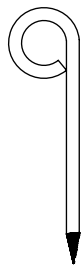
3- Thước In Var

Thước này đạt độ chính xác 1.10^{-6} dùng nó để đo “cạnh đáy” trong lưới khống chế mặt bằng. Muốn căng thước dây này cho thẳng phải dùng một loại lực kè riêng. Lực căng phải đúng cho từng loại thước.

Thước được sản xuất bằng hợp kim thành phần chủ yếu là thép và kền (thép $\approx 60\%$, kền $\approx 40\%$) giá thành của thước rất cao.

4- Những dụng cụ đo khác

a- Cọc phích: (que đếm).



(hình 4-14a)

Làm bằng sắt tròn nhỏ dài 30-40cm. Một đầu nhọn dùng để đánh dấu thước ở mặt đất. Một đầu uốn thành vòng tròn, nó sử dụng làm “bộ que đếm” trong trường hợp đo một đoạn thẳng có chiều dài lớn hơn chiều dài của thước đem đo (hình 4-14a).

b- Sào tiêu (gia lông)

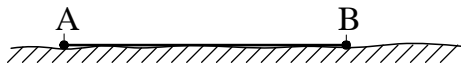


(hình 4-14b)

- Được sử dụng trong công tác dóng hướng hay để thay “bảng ngắm” khi đo góc.
- Sào tiêu được làm bằng gỗ hay hợp kim độ dài 2,5-3m hình thù là đa giác đều 5-6 cạnh hay hình trụ. Đường kính 3÷4cm. Trên thân sào tiêu được sơn những vạch sơn trắng – đỏ, dài 20-25cm xen kẽ nhau (hình 4-14b)
- Chân sào tiêu được vót nhọn và bịt sắt để chống mòn và dễ cắm xuống đất.
- Ngoài những dụng cụ nói trên trong thực tế còn dùng nhiều dụng cụ khác nhau như quả dọi, các loại ni vô của thợ nề.

II- Đo độ dài trực tiếp:

1- Nơi địa hình bằng phẳng



(hình 4-15)

Một người cầm thước “0” gọi là người đi sau, người “sau” dùng một que sắt giữ chặt đầu “0” của thước trùng với cọc điểm “A”. Một người cầm mút thước và 10 que sắt (cọc phích) gọi là “người đi trước”. Người “trước” kéo căng thước nằm ngang theo lệnh “căng” đồng thời cầm một que sắt tại vạch cuối thước rồi trả lời “xong”. Người đi sau nhổ que sắt tại A, người trước để lại que sắt vừa cầm, cả hai cùng đi về hướng B. khi người “sau” đến nơi que sắt người “trước” vừa cầm thì hô “đứng lại” việc thao tác các đoạn đo tiếp tục như đoạn vừa rồi cho đến hết đường đo.

Số que sắt nằm trong tay người “sau” đúng bằng một số lần đặt thước. Khi người “trước” hết que sắt trong tay (10 cái) là đã 10 lần đặt thước.

Sau khi ghi số “một lần trao phích” muốn đo tiếp thì người “sau” phải trao 10 que sắt cho người “trước”

Việc đọc số đoạn “lẻ” cuối cùng ở B phải cẩn thận, tránh nhầm lẫn.

$$L = nl + c$$

L : Độ dài toàn bộ đường đo.

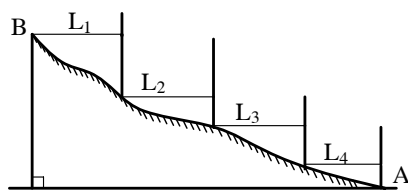
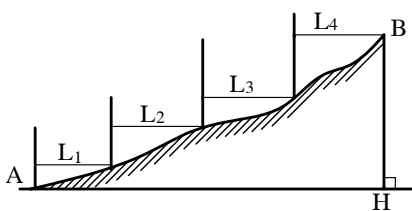
n : Số cọc phích người đi sau thu được.

l : Độ dài thước đem đo.

C : Độ dài đoạn lẻ.

Đo đi từ A đến B xong ta phải đo về từ B đến A khi sai số tương đối $\frac{1}{T}$ đạt yêu cầu thì lấy kết quả trung bình.

2- Nơi địa hình dốc



(hình 4-16)

-Khi mặt đất có độ dốc $\alpha > 2\%$ thì đo độ dài bằng cách nâng thước nằm ngang hoặc kéo thước sát sườn đồi (hình 4-16).

- Nếu nâng thước nằm ngang thì khi đo lên dốc, người đi trước đặt đầu trước sát đất, người đi sau nâng thước thật nằm ngang.

- Khi đo xuống dốc thì người đi trước nâng thước lên nằm ngang.

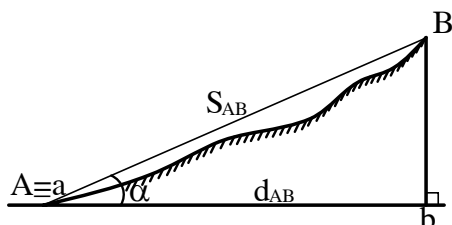
- Tính chiều dài đường đo theo biểu thức:

$$L = \sum l_i$$

L : Chiều dài toàn bộ đường đo.

l_i : Chiều dài của từng đoạn đo.

Nếu đặt thước đo theo sườn dốc thì đo thêm góc dốc mặt đất α (hình 4-17).



(hình 4-17)

$$d_{AB} = S_{AB} \cos \alpha$$

III- Độ chính xác đo dài bằng thước thép

Trong kết quả đo dài bằng thước thép đặt trực tiếp trên mặt đất luôn có chứa những sai số. Biện pháp hạn chế, khắc phục những nguyên nhân gây ra sai số:

- Sai số do kiểm nghiệm thước. Phải kiểm nghiệm thước cẩn thận trước khi đo. Tính số điều chỉnh kiểm nghiệm thước và kết quả đo được.
- Sai số do thước giãn nở vì nhiệt, phải đo vào lúc đẹp trời, tính số điều chỉnh do thước giãn nở vì nhiệt vào kết quả đo được.
- Sai số do thước đặt chệch hướng đường thẳng. Phải định hướng đường thẳng cẩn thận bằng máy.
- Sai số do thước bị cong trên mặt phẳng nằm ngang. Phải dọn sạch dải đặt thước.
- Sai số do thước bị võng trên mặt phẳng đứng. Phải dọn phẳng dải đặt thước đo (đặt ván).
- Sai số do lực căng thước không đều. Khi cần chính xác phải kéo thước bằng lực kế.
- Sai số do không tính đúng độ dốc mặt đất. Độ chênh cho phép tương đối giữa kết quả đo đi và đo về bằng thước thép đặt trực tiếp trên mặt đất như sau:

$$\frac{1}{T} = \frac{|S_{DI} - S_{VE}|}{S_{DI} + S_{VE} \cdot 2}$$

- Trong điều kiện thuận lợi $\frac{1}{T} = \frac{1}{2000}$
- Trong điều kiện trung bình là $\frac{1}{T} \leq \frac{1}{1500}$
- Trong điều kiện khó khăn là $\frac{1}{T} \leq \frac{1}{700} \div \frac{1}{800}$

$$D = K.n + c$$

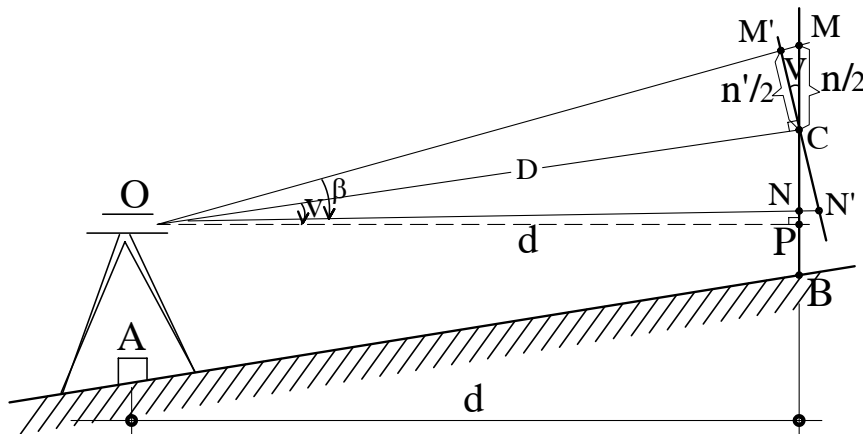
Khi thiết kế và chế tạo máy người ta đã loại trừ được c tức là $c = 0$. (Khi đo khoảng cách $D > 10$ mét)

Vậy công thức tính gần đúng là:

$$D = K.n$$

Theo hình vẽ ta có $D = 100 (2750 - 335) = 241500\text{mm} = 241,5 \text{ m}$

3- Tìm khoảng cách trường hợp tia ngắm nằm nghiêng



(hình 4-20)

Trong thực tế khi đo khoảng cách giữa 2 điểm A,B ta thường sử dụng tia ngắm nằm nghiêng. Nghĩa là tia ngắm chính OC nằm nghiêng một góc V so với mặt phẳng nằm ngang (hình 4-20).

Giả sử có mia $M'N'$ chắn vuông góc với trục ngắm OC thì khoảng cách $D = OC$ theo trường hợp tia ngắm nằm ngang ta có:

$$D = K.n' \quad (1)$$

Nhưng thực tế chỉ có mia M, N đặt thẳng đứng với B. Mia này không vuông góc với trục ngắm OC nên khoảng cách chắn giữa 2 vạch ngắm đo xa là n.

Vì góc nhìn β rất nhỏ nên ta có thể coi $OM // OC // ON \Rightarrow OM' \perp M'N'$.

Xét Δ vuông $CM'M$ ta có :

$$n'/2 = n/2 \cos V \Rightarrow n' = n \cos V \quad (2)$$

Thay (2) vào (1) ta có :

$$D = Kn \cos v \quad (3)$$

Chiều dài nằm ngang giữa A và B là :

$$d = D \cdot \cos v \quad (4)$$

Thay (3) vào (4) ta có :

$$d = kn \cdot \cos v \cdot \cos v$$

$$d = Kn \cdot \cos^2 v \quad (5)$$

Có thể tính trực tiếp khoảng cách d theo công thức (5)

Nếu dùng bảng tra thì công thức được biến đổi:

$$\begin{aligned} d &= Kn \cdot \cos^2 v \\ &= Kn(1 - \sin^2 v) \\ &= Kn - Kn \sin^2 v \end{aligned}$$

$$d = Kn - \Delta_D$$

Trong đó : K : Là hệ số máy đo xa (thường $K=100$)
 n : Là khoảng cách chấn trên mìa giữa 2 vạch đo xa
 V : Là góc đứng.
 $\Delta_D = Kn \sin^2 v$ là số điều chỉnh được tra theo đôi số Kn và v trong bảng lập sẵn

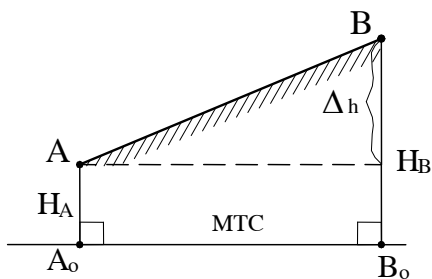
Đo dài bằng máy có vạch ngắm xa và mìa đứng đạt được độ chính xác tương đối là 1/300, nhanh, gọn, đơn giản, thường áp dụng khi đo vẽ chi tiết bản đồ.

Chương V ĐO CAO

§ 5.1 KHÁI NIỆM

Độ cao là một trong những yếu tố để xác định vị trí không gian của một điểm trên mặt đất tự nhiên. Bởi vậy đo cao là một dạng đo cơ bản.

Thực chất của đo cao là xác định chênh cao (Δ_h) rồi dựa vào độ cao của điểm đã biết (H_A) để tính ra độ cao của điểm cần tìm (H_B)



(hình 5-1)

$$H_B = H_A + \Delta_h$$

Δ_h là 1 số đại số (+, 0, -)

I- Phân theo độ chính xác

Đo độ cao với độ chính xác cao khi số trung phương trên mỗi km đường đo:

$$m_h = (0.5 \div 5.0) \text{mm}/1 \text{km}$$

Đo độ cao với độ chính xác vừa khi: $m_h = (10-25) \text{mm}/1 \text{km}$

Đo độ cao với độ chính xác thấp khi: $m_h > 25 \text{mm}/1 \text{km}$

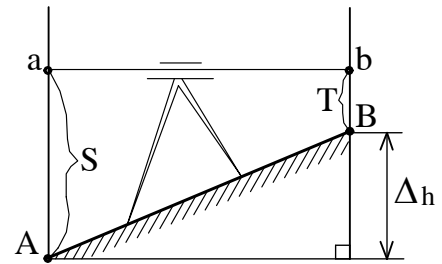
II- Phân theo nguyên lí

1- Đo cao hình học

Dựa trên cơ sở tia ngắm nằm ngang để xác định độ chênh cao Δ_h

$$\Delta_h = S - T$$

Đo cao hình học đạt được độ chính xác $m_h = (1-50\text{mm}/1\text{km})$. Thường được áp dụng trong lưới khống chế độ cao, bố trí công trình, quan sát độ lún công trình.

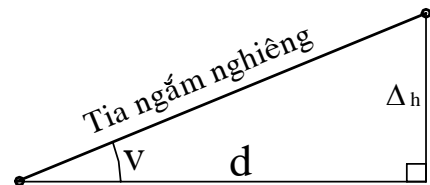


(hình 5-2)

2- Đo cao lượng giác

- Dựa trên cơ sở giải tam giác vuông có cạnh huyền là tia ngắm nghiêng để tính ra độ chênh cao giữa 2 điểm.

$$\Delta_h = d \cdot \text{tg}V$$



(hình 5-3)

- Đo cao lượng giác đạt được độ chính xác $m_h = (100 \div 300)\text{mm}/1\text{km}$. Thường được áp dụng khi đo vẽ chi tiết bản đồ.

3- Đo cao thủy tĩnh

Đo cao thủy tĩnh dựa trên tính chất mặt thoáng của dịch thể ở trong các bình thông nhau luôn ở cùng một mức độ cao như nhau.

Đo cao thủy tĩnh đạt được độ chính xác $\pm 2\text{mm}$ trên 16m dài.

Phương pháp này thường được áp dụng khi lắp đặt các thiết bị, quan trắc biến dạng công trình.

4- Đo cao khí áp

Càng lên cao thì áp suất của khí quyển càng giảm, dùng áp kế sẽ xác định được áp suất khí quyển ở giữa các điểm. Sai số xác định độ cao của các điểm bằng áp kế từ 2 đến 3 mét. (Hiện nay có loại vi áp kế cho phép xác định độ cao các điểm với độ chính xác 0,3 mét). Phương pháp này được áp dụng ở giai đoạn khảo sát sơ bộ công trình.

5- Đo cao bằng máy bay

Trên máy bay đặt vô tuyến điện đo cao và máy vi áp kế để xác định chiều cao của máy bay so với mặt đất và sự thay đổi của máy bay trong dải bay, sử dụng đồng thời các số liệu này sẽ xác định được các độ chênh cao giữa các điểm trên mặt đất.

Phương pháp này cho phép xác định độ cao các điểm đạt được sai số từ 5 đến 10 mét. Nó thường được áp dụng trong khảo sát sơ bộ đường.

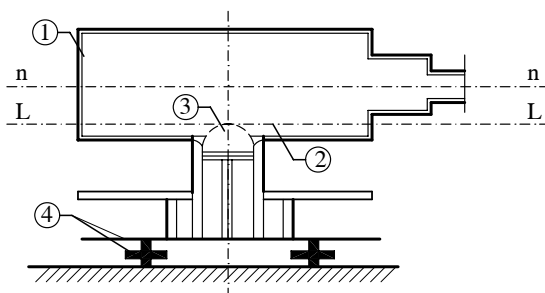
6- Đo cao bằng ảnh lập thể

Đo mô hình thực địa do một ảnh lập thể tạo ra, khi đo vẽ bản đồ bằng phương pháp ảnh.

⇓ 5.2 MÁY VÀ MIA THUỶ CHUẨN

Dụng cụ tạo ra được tia ngắm nằm ngang thoả mãn nguyên lý đo cao hình học là máy thuỷ chuẩn, còn dụng cụ tạo ra được trị số đọc sau (S) và trị số đọc trước (T) là mia thuỷ chuẩn.

I- Máy thuỷ chuẩn (Thuỷ bình, thăng bằng, ni vô)



(hình 5-4)

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| 1) Ống kính. | nn: Trục ống kính. |
| 2) Ống thuỷ dài. | LL: Trục ống thuỷ dài |
| 3) Ống thuỷ tròn. | |
| 4) Ốc cân và đế máy. | |

- Máy thuỷ chuẩn (hình 5-4) chủ yếu dùng cho việc xác định độ cao các điểm theo phương pháp đo cao hình học (tia ngắm nằm ngang)
- Quan hệ hình học chủ yếu của các cụm máy là trục ống kính, trục quay máy và trục ống bọt nước.
- Độ chính xác của máy phụ thuộc vào giá trị góc của vạch khắc 2mm trên ống thuỷ ($\tau = 2\text{mm}/R$) và độ phóng đại của ống kính.
- Hiện nay trong sản xuất thường sử dụng rộng rãi máy thuỷ chuẩn tự động (có đường ngắm tự chỉnh bằng). Đối với loại máy này độ chính xác không phụ thuộc vào giá trị vạch khắc 2mm trên ống thuỷ mà chỉ phụ thuộc vào độ chính xác của con lắc chỉnh bằng.

1- Phân loại độ chính xác có 3 loại

- Máy thuỷ chuẩn chính xác có $mh = (0,5 \div 1)\text{mm}/1\text{km}$.
- Máy thuỷ chuẩn chính xác vừa có $mh = (4 \div 8)\text{mm}/1\text{km}$.
- Máy thuỷ chuẩn chính xác thấp có $mh = (15 \div 30)\text{mm}/1\text{km}$.

2- Phân theo cách đưa tia ngắm về vị trí nằm ngang có

- Máy thuỷ chuẩn có ốc kích nâng.
- Máy thuỷ chuẩn tự động.
- Máy thuỷ chuẩn điện tử (máy thuỷ chuẩn số)

II- Mia thuỷ chuẩn

Mia thuỷ chuẩn là loại mia 2 mặt dài 3-4m, một mặt đen và một mặt đỏ. Mặt đen có cấu tạo như mia 1 mặt (mia địa hình) hai mặt đỏ của một cặp mia thường có số ghi ở chân mia chênh nhau 100mm (4475 và 4575). Mia có gắn ống bọt nước tròn để làm căn cứ mia thẳng đứng.

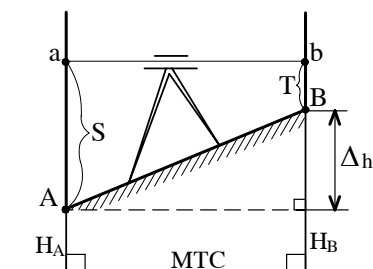
Khi đo thuỷ chuẩn với độ chính xác cao nên dùng mia Invar là loại mia chính xác. Giải InVar ở giữa 2 thang chính phụ ở 2 bên.

Hiện nay khi đo bằng máy thuỷ chuẩn điện tử người ta thường dùng mia có cấu tạo dưới dạng mã vạch.

↓ 5.3 CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO ĐỘ CAO

I- Đo cao hình học

1- Nguyên lý



(hình 5-5)

Thực chất của đo cao hình học là dùng tia ngắm nằm ngang song song với mặt thủy chuẩn phối hợp với mia thẳng bằng để tính ra độ chênh cao giữa 2 điểm (hình 5-5)

$$\Delta_h = S - T$$

Δ_h : Là độ chênh cao giữa 2 điểm.

S: Số đọc theo chỉ giữa trên mia dựng ở điểm đã biết độ cao.

T: Số đọc theo chỉ giữa trên mia dựng ở điểm chưa biết độ cao.

Theo độ chính xác giảm dần mà chia ra 5 cấp hạng đo cao hình học: hạng I, II, III, IV và kỹ thuật. Trong xây dựng cơ bản thường đo hạng IV và kỹ thuật.

2- Công tác chuẩn bị tại một trạm đo cao hình học

a- Cân bằng máy

- * Đối với máy có ốc kích nâng (và ống thủy dài)

Cân bằng sơ bộ máy: Dựa vào ống thủy tròn (vặn 3 ốc cân máy)

Cân bằng chính xác: Dựa vào ống thủy dài (vặn ốc kích nâng)

- * Với máy thủy chuẩn tự động:

Chỉ cần cân bằng ống thủy tròn là được.

b- Cách tìm vòng dây chữ thập rõ nét, ngắm điểm bắt mục tiêu hoàn toàn giống ở máy kinh vĩ

3- Phương pháp đo cao hình học hạng IV

Phương pháp này dùng máy có độ phóng đại $V^X > 25^X$ độ nhạy ống thủy dài $\tau \leq 25''/2\text{mm}$. Mia 2 mặt có gắn ống thủy tròn, giá mia.

Trình tự thao tác tại mỗi trạm đo.

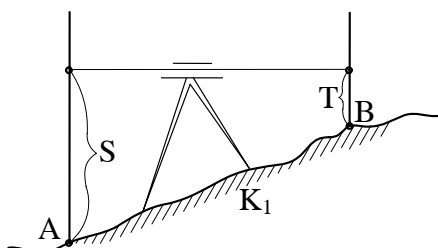
- Ngắm mặt đen mia sau, cân bằng máy, đọc số trên mia theo chỉ giữa, đọc khoảng cách.
- Ngắm mặt đen mia trước, cân bằng máy, đọc số trên mia theo chỉ giữa, đọc khoảng cách.
- Ngắm mặt đỏ mia trước, cân bằng máy, đọc số trên mia theo chỉ giữa.
- Ngắm mặt đỏ mia sau, cân bằng máy, đọc số trên mia theo chỉ giữa.

* Giả sử cần tìm độ cao điểm B là H_B khi biết độ cao của điểm A là H_A .

Ta tiến hành như sau:

a- Trường hợp A và B ở gần nhau đặt một trạm máy nhìn thấy A và B

Đặt máy thủy chuẩn tại trạm K_1 tự chọn sao cho khoảng cách từ máy đến mìa sau và khoảng cách từ máy đến mìa trước gần bằng nhau ($K_1A \approx K_1B$) (hình 5-6)



(hình 5-6)

Dựng mìa thẳng đứng tại A đọc số theo chỉ giữa được giá trị S. Theo chỉ giữa đọc trên mìa dựng tại B được giá trị T.

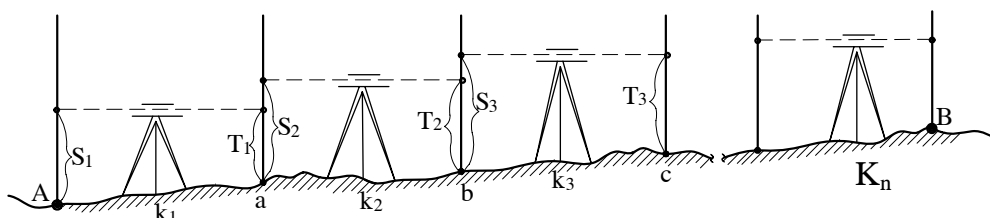
Vậy chênh cao giữa A và B là:

$$\Delta_{hAB} = S - T$$

Độ cao của điểm B cần tìm là:

$$H_B = H_A + \Delta_{hAB}$$

b- Trường hợp A và B ở xa nhau



(hình 5-7)

Khi A và B ở xa nhau thì ta lấy thêm một số điểm phụ a, b, c, ... và đặt nhiều trạm máy $k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$ và tiến hành thao tác tại mỗi trạm đo như đã trình bày ở trên (hình 5-7).

Tại trạm k_1 số đọc trên mìa dựng ở điểm A là điểm đã biết độ cao nên cho trị số đọc sau (S). Còn số đọc trên mìa dựng ở điểm a là điểm chưa biết độ cao nên cho trị số đọc trước (T). Nhưng sang trạm K_2 mìa dựng tại điểm a trở thành mìa sau nên cho trị số đọc sau (S). Số đọc trên mìa dựng tại điểm b cho trị số đọc trước (T)...

Theo hình vẽ ta có.

$$\text{Trạm } k_1 \text{ có } \Delta_{h1} = S_1 - T_1.$$

$$\text{Trạm } k_2 \text{ có } \Delta_{h2} = S_2 - T_2.$$

$$\text{Trạm } k_3 \text{ có } \Delta_{h3} = S_3 - T_3.$$

$$\dots\dots\dots$$

$$\text{Trạm } k_n \text{ có } \Delta_{hn} = S_n - T_n.$$

$$\Delta_{hAB} = \sum_{i=1}^n \Delta_{hi} = \sum_{i=1}^n S_i - \sum_{i=1}^n T_i$$

$$\Rightarrow H_B = H_A + \Delta_{hAB}$$

*** Một số quy định trong đo cao hạng IV**

- Đặt máy ở giữa 2 mìa. Tầm ngắm từ máy đến mìa không lớn hơn 100m.
- Khoảng cách từ máy đến mìa trước và từ máy đến mìa sau không được chênh nhau quá 5mét. Tích lũy toàn tuyến không quá 10mét.

- Chiều cao tia ngắm tối thiểu cách mặt đất 0,2mét.
- Sự khác nhau về độ chênh cao (Δ_h) tính theo 2 mặt đỏ và đen ở mỗi trạm không vượt quá $\pm 5\text{mm}$.

Sau khi tính toán sơ bộ, kiểm tra trạm xong nếu đạt những yêu cầu trên mới được chuyển máy sang trạm khác ($k_1 \rightarrow k_2 \dots$)

4- Phương pháp đo cao hình học hạng V (kỹ thuật)

Phương pháp này dùng máy có độ phóng đại $V^X > 20^X$. Độ nhạy của ống thủy dài $\tau < 45''/2\text{mm}$. Trình tự thao tác tại mỗi trạm đo.

a- Khi dùng mia 2 mặt

- Đọc số theo chỉ giữa mặt đen, rồi mặt đỏ mia sau.
- Đọc số theo chỉ giữa mặt đen, rồi mặt đỏ mia trước.

b- Khi dùng mia 1 mặt.

- Đọc số theo chỉ giữa mia sau.
- Đọc số theo chỉ giữa mia trước.

Thay đổi chiều cao máy từ 5 – 10cm.

- Đọc số theo chỉ giữa mia trước.
- Đọc số theo chỉ giữa mia sau.

* Một số quy định trong đo cao hạng V

- Tâm ngắm từ máy đến mia xác định sơ bộ bằng bước chân không quá 120 mét, máy đặt giữa 2 mia.

- Sự khác nhau về độ chênh cao (Δ_h) tính theo 2 mặt đen, đỏ (khi dùng mia 2 mặt) hay giữa 2 lần thay đổi độ cao máy (khi dùng mia một mặt) không quá $\pm 5\text{mm}$.

Ví dụ: Mẫu số dùng cho đo thủy chuẩn hạng IV, hạng V)

Dùng máy thủy chuẩn HB - 1, một cặp mia 2 mặt (gồm mia A và B).

Tiến hành đo thủy chuẩn hạng IV giữa 2 mốc N_I và N_{II}

Tên điểm	Tên trạm	Tâm ngắm - mia sau -mia trước	Chênh lệch cự li (δ)	Mặt	Số đọc trên mia		Chênh lệch độ cao Δ_h (m)	Δ_{HTB} (m)	
Số mia	Máy		Chênh lệch cự li cộng dồn $\Sigma\delta$	mia	Sau (S)	Trước (T)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
N_I	K_1	62.5	+ 2.5	Đỏ	5211 (4)	5897 (3)	-0686 (7)	-0586 (10)	
A - B		60.0		Đen	0738 (1)	1325 (2)	-0587 (8)		
				+ 2.5		4473 (5)	4575 (6)		+099 (9)
a	K_2	71.0	-1.5	Đỏ	6264	5699	+565	+0.464	
B-A		72.5		Đen	1691	1227	+464		
						4573	4472		-101
.....					
.....					
Kiểm tra cuối trang						32253(11)	30416(12)	1837 (13)	+0.42014

Trạm K₁:

Dụng mĩa A có “hằng số 4475” lên mốc N_I. Dụng mĩa B có “hằng số 4575” lên một điểm tự chọn (điểm a chẳng hạn) theo hướng tuyến đo N_{II}. (ghi chữ A – B vào cột 1)

- Đọc số khoảng cách từ máy đến mĩa sau là 62,5m và từ máy đến mĩa trước là 60,0m, ghi vào cột 3.

- Tính $62,5 - 60,0 = +2,5\text{m}$ (ghi vào cột 4)

- Tính $\Sigma\delta = 0 + (+ 2.5) = + 2.5$

- Đọc số theo chỉ giữa mặt đen mĩa sau là (1) ghi vào cột 6

- Đọc số theo chỉ giữa mặt đen mĩa trước là (2) ghi vào cột 7

- Đọc số theo chỉ giữa mặt đỏ mĩa trước là (3) ghi vào cột 7

- Đọc số theo chỉ giữa mặt đỏ mĩa sau là (4) ghi vào cột 6

Kiểm tra hằng số mĩa 2 mặt: $(4) - (1) = (5)$ và $(3) - (2) = (6)$

Chỉ cho phép (5) và (6) chênh lệch với 4475 và 4575 là 3mm. Sau khi kiểm tra chênh lệch tầm ngắm, hằng số mĩa, nếu đạt yêu cầu thì chuyển máy sang trạm K₂.

Trạm K₂:

- Mĩa B vẫn đặt chỗ cũ, nhưng bây giờ trở thành mĩa sau.

- Mĩa A tiến về phía N_{II} (dụng ở điểm b) và trở thành mĩa trước.

- Tiến hành đo tương tự như trạm K₁.

+ Tính toán:

- Cột 8 ghi hiệu độ cao, tính theo:

$$(7) = (4) - (3) \text{ và } (8) = (1) - (2)$$

Kiểm tra $(8) - (7) = (6) - (5) = (9)$. Trị số (9) cho phép trong phạm vi $100 \pm 5\text{mm}$.

- Cột 9 : Ghi hiệu độ cao trung bình

$$(10) = \frac{1}{2} [(8) + (7) \pm 100]. \text{ Dấu } \pm 100 \text{ lấy dấu của } (9)$$

Kiểm tra cuối mỗi trang số :

- Lấy ΣS ở cột 6 được (11)

- Lấy ΣT ở cột 7 được (12). Yêu cầu $(11) - (12) = (13)$

- Lấy $\Sigma\Delta_h$ ở cột 8 được (13)

- Lấy $\Sigma\Delta_{h\text{tb}}$ ở cột 9 được (14). Yêu cầu :

Khi số trạm lẻ (1, 3, 5, 7,.....) phải có $2 \times (14) = (13) \pm 100$.

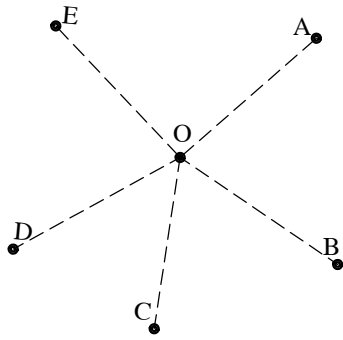
Dấu ± 100 là dấu của (9) trạm lẻ.

Khi số trạm chẵn (2, 4, 6, 8,.....) phải có $2 \times (14) = (13)$

- Cột 10 : Ghi độ cao của mốc

$$H_{NII} = H_{NI} + \Sigma\Delta_h$$

5- Phương pháp đo tủa



(hình 5-8)

Giả sử đã biết độ cao của điểm A là H_A . Cần tìm độ cao của các điểm B, C, D, E..... khi yêu cầu độ chính xác không cao thì ta đặt máy tại điểm O ở giữa các điểm cần tìm độ cao B, C, D, E.....(hình 5-8) Như vậy chỉ có một trị số đọc sau (S) ứng với điểm mốc A đã biết độ cao H_A . Còn lại là các trị số đọc trước (T) ứng với các điểm cần tìm độ cao B, C, D, E,.....

Đối với phương pháp này không cần tính chênh cao (Δ_h) mà chỉ cần tính độ cao tia ngắm H_i là đủ.

$$H_x = H_i - T$$

H_x : độ cao của điểm cần tìm.

$$H_i = H_A + S$$

Ví dụ:

Tên điểm	Số đọc trên mìa (mm)		Độ cao tia ngắm H_i (m)	Độ cao các điểm (m)
	Sau (S)	Trước (T)		
A	1250		11.250	10,000
B		1625		9.625
C		1700		9.550
D		1467		9.783
E		1050		10.200

II- Độ chính xác đo cao hình học

Trong kết quả đo cao hình học có chứa những sai số. Nguyên nhân và biện pháp hạn chế, khắc phục.

1- Sai số do môi trường

Hiện tượng khúc xạ đứng là yếu tố quan trọng nhất. Cần đo vào lúc đẹp trời, phải dùng ô che nắng cho máy. đảm bảo tia ngắm cao hơn mặt đất 0,2m.

2- Sai số do dụng cụ đo

- Sai số do điều kiện cơ bản của máy thủy chuẩn không được đảm bảo (trục ngắm không song song với trục ống thủy dài). Để hạn chế nó khi đo phải hạn chế tầm ngắm từ máy đến mìa, hạn chế độ chênh lệch tầm ngắm trước, sau (đặt máy cách đều hai mìa)
- Do khoảng chia trên mìa không chính xác.

3- Sai số do người đo

- Sai số do cân bọt nước không thật chính xác. để hạn chế sai số này dùng máy có τ càng nhạy càng tốt.
- Sai số ngắm sinh ra do khả năng phân biệt của mắt người có hạn. để hạn chế nó cần dùng máy có độ phóng đại ống kính lớn.
- Sai số do dựng mìa nghiêng. để hạn chế nó phải dùng mìa có gắn ống thủy tròn để làm căn cứ dựng mìa thẳng đứng.
- Sai số do làm tròn số đọc. Khi đọc số người ta thường có xu hướng làm tròn số.

4- Ảnh hưởng của độ cong trái đất

- Người ta chứng minh được biểu thức

$$\Delta_h = \frac{t^2}{2R}$$

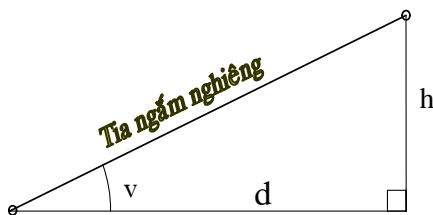
Δ_h : Là sai số do ảnh hưởng độ cong trái đất

t : Là khoảng cách nằm ngang giữa 2 điểm đang xét

R : Là bán kính trái đất

- Nếu $t = 50\text{m}$ thì $\Delta_h = 0,2\text{mm}$. Bởi vậy chúng ta có thể bỏ qua giá trị này
Nhu vậy trong đo cao hình học việc hạn chế tầm ngắm từ máy đến mìa là có ý nghĩa nhất.

III- Đo cao lượng giác

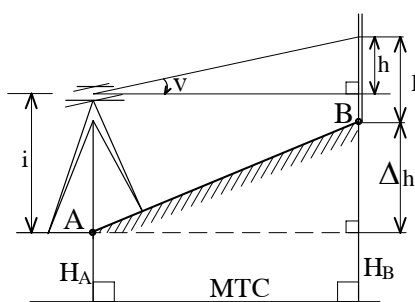


(hình 5-9)

Dựa trên cơ sở giải tam giác vuông có cạnh huyền là tia ngắm nghiêng để tính ra độ chênh cao giữa 2 điểm (hình 5-9).

$$h = d \cdot \text{tg } v$$

- Đo cao lượng giác được áp dụng khi đo vẽ chi tiết bản đồ- Đo cao lượng giác kém chính xác hơn đo cao hình học. Nhưng khi cần phải đo nhiều, nhanh, yêu cầu độ chính xác không cao ta sẽ áp dụng phương pháp đo cao lượng giác.



(hình 5-10)

Để xác định độ chênh cao Δ_{hAB} . Khi đã biết độ cao của điểm A, ta đặt máy kinh vĩ tại A. Đo chiều cao của máy là i . Dựng mìa địa hình thẳng đứng tại B (hình 5-10).

Theo hình vẽ ta có

$$\Delta_{hAB} + i = h + i$$

$$\Delta_h = h + i - i$$

$$\text{mà } h = d \cdot \text{tg } v$$

Ta đã chứng minh được công thức $d = \frac{K_n}{\cos^2 v}$

Thay vào ta có :

$$\begin{aligned}
 h &= Kn \cos^2 v \cdot \operatorname{tg} v \\
 &= Kn \cos v \cdot \sin v \\
 &= \frac{1}{2} Kn \sin 2v
 \end{aligned}$$

Cuối cùng ta có

$$\Delta_{h \text{ AB}} = \frac{1}{2} Kn \sin 2v + i - l$$

Trong đó : K : Hệ số nhân của máy (k=100)

n : Là khoảng cách trên mia chắn giữa 2 vạch đo xa.

V : Là góc đứng.

i : Chiều cao của máy.

l : Số đọc theo chỉ giữa trên mia.

Nhận xét :

- Nếu lấy số đọc trên mia sao cho $l = i$ thì $\Delta_h = \frac{1}{2} Kn \sin 2v$

Việc tính toán sẽ đơn giản hơn.

- Nếu đặt ống kính nằm ngang ($V = 0$) thì:

$$\Delta_h = i - l$$

Gọi là phương pháp thủy chuẩn kinh vĩ.

Sai số cho phép chênh lệch độ cao giữa đo đi, đo về bằng phương pháp này trên 100 mét dài là 4cm.

$$\Delta_h = \pm 0,04 d \text{ (cm)}. \quad (d \text{ tính bằng mét})$$

Chương VI

LƯỚI KHÔNG CHẾ TRẮC ĐỊA

↓ 6.1 KHÁI NIỆM

Trong đo đạc để tránh tích lũy sai số, thường áp dụng nguyên tắc từ tổng quát đến chi tiết, từ độ chính xác cao đến độ chính xác thấp. Nghĩa là dùng máy và phương pháp đo có độ chính xác tương đối cao để xác định tọa độ và độ cao một số điểm. Các điểm đó gọi là điểm khống chế và liên kết lại thành lưới khống chế. Căn cứ vào các điểm này để đo các điểm khác ở xung quanh, những điểm đó gọi là điểm chi tiết

Có 2 loại lưới

- Lưới khống chế mặt bằng nếu chỉ biết (X,Y); dùng làm cơ sở xác định vị trí mặt bằng của các điểm

- Lưới khống chế độ cao nếu chỉ biết (H): Sử dụng làm cơ sở xác định độ cao của các điểm trên mặt đất

↓ 6.2 LƯỚI KHÔNG CHẾ MẶT BẰNG (TỌA ĐỘ)

I- Định nghĩa

Lưới khống chế mặt bằng là tập hợp các điểm được xác định nhờ các phép đo (góc và độ dài) được tiến hành trên mặt đất rồi tính toán các tọa độ X,Y trong một hệ thống nhất.

II- Phân cấp

Về tổng thể lưới khống chế trắc địa được phân thành 3 cấp chính

- Lưới khống chế tam giác Nhà nước
- Lưới khống chế trắc địa khu vực
- Lưới cơ sở đo vẽ

Trong mỗi cấp lại được phân thành các hạng theo nguyên tắc từ tổng quát đến chi tiết với độ chính xác giảm dần, lưới cấp sau phát triển dựa vào lưới cấp trước và được tính toán trong cùng một hệ tọa độ thống nhất.

1- Cấp lưới khống chế tam giác Nhà nước

Lưới khống chế tam giác Nhà nước có 4 hạng: I, II, III, IV

Các chỉ tiêu kỹ thuật lưới khống chế tam giác Nhà nước

Chỉ tiêu kỹ thuật	Hạng I	Hạng II	Hạng III	Hạng IV
Chiều dài cạnh tam giác (km)	20-30	7-20	5-10	2-6
Sai số tương đối đo cạnh đáy	$\frac{1}{400.000}$	$\frac{1}{300.000}$	$\frac{1}{200.000}$	$\frac{1}{200.000}$
Sai số trung phương đo góc	$\pm 0''7$	$\pm 1''0$	$\pm 1''8$	$\pm 2''5$
Góc nhỏ nhất trong tam giác	40^0	30^0	30^0	30^0

2- Lưới khống chế trắc địa khu vực

Có thể xây dựng theo lưới giải tích cấp I, lưới giải tích cấp II hoặc đường chuyền đa giác cấp I,II.

Các chỉ tiêu kỹ thuật lưới giải tích

Chỉ tiêu kỹ thuật	Cấp I	Cấp II
Số lượng tam giác giữa các cạnh đáy (km)	10	10
Chiều dài cạnh tam giác	(1-5) km	(1-3) km
Góc nhỏ nhất trong tam giác	20^0	20^0
Sai số trung phương đo góc	$\pm 5''$	$\pm 10''$
Sai số trung phương đo cạnh	1:50.000	1:20.000

3- Lưới cơ sở đo vẽ Được xây dựng dưới dạng

- Đường chuyền kinh vĩ
- Đường chuyền bàn đạc
- Chuỗi tam giác
- Giao hội

⇓ 6.3 ĐƯỜNG CHUYỀN KINH VĨ

I- Khái niệm

Đường chuyền (đường sườn) kinh vĩ thuộc lưới khống chế đo vẽ là một đường nối các điểm đo, được đánh dấu bằng cọc mốc ở mặt đất thành đường gãy khúc liên tục.

* *Ưu:* Các điểm bố trí linh hoạt, chỉ cần thông 2 hướng

Có thể bố trí nhiều dạng đồ hình

* *Nhược:* Diện tích khống chế tương đối hẹp

Khối lượng đo đạc khá lớn

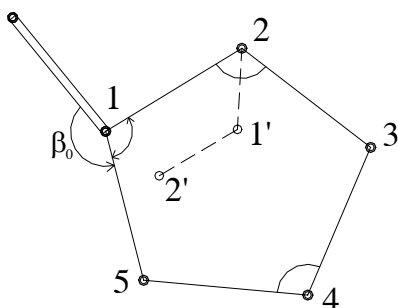
1- Phân theo tác dụng Có 2 loại: Đường chuyền chính và đường chuyền phụ

- *Đường chuyền chính:* Được nối với các điểm cơ sở của lưới khống chế cấp cao hơn (hoặc độc lập) có tác dụng khống chế toàn bộ khu vực và có độ chính xác cao hơn đường chuyền phụ.

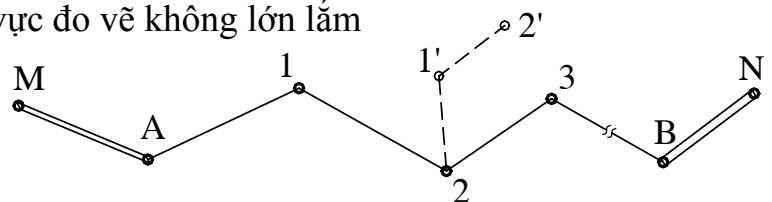
- *Đường chuyền phụ:* Được nối vào các đỉnh của đường chuyền chính có tác dụng khống chế từng bộ phận, nhất là những chỗ đường chuyền chính không đi tới.

2- Phân theo hình dạng

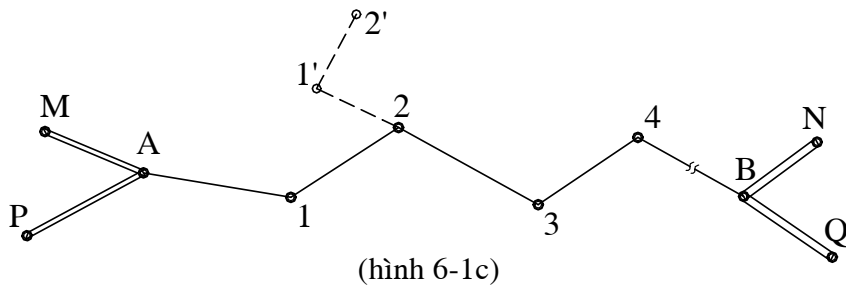
- *Đường chuyền khép kín:* (H.6.1a) Đường chuyền này được xây dựng xuất phát từ một điểm và khép về điểm đó. Đây là một dạng đường chuyền hay được sử dụng, nhất là trong xây dựng khi khu vực đo vẽ không có nhiều điểm khống chế đã biết tọa độ. Tuy nhiên dạng đường chuyền này có nhiều điểm yếu và do vậy ta nên lưu ý chỉ sử dụng khi khu vực đo vẽ không lớn lắm



(hình 6-1a)

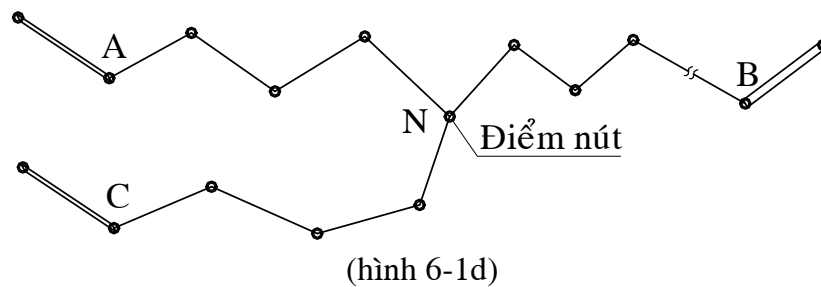


(hình 6-1b)



- Đường chuyền phù hợp (hở): (hình 6-1b) Đây là một đường chuyền nối giữa hai điểm đã biết tọa độ. Dạng này là dạng tốt nhất của lưới đường chuyền
- Đường chuyền nhánh (treo) 2-1'-2' : (hình 6-1a,b,c) Đường chuyền này phát triển chỉ từ một điểm đã biết tọa độ, đầu kia tự do. Đây là một dạng nên tránh hoặc phải đo 2 lần đi về

- Hệ thống đường chuyền kinh vĩ có điểm nút (Hình 6.1 d)



Điểm nút có thể xem là điểm hội tụ của các đường chuyền treo hoặc cũng có thể xem là điểm nút của các đường chuyền phù hợp. Đây là một dạng lưới đường chuyền tốt vì nó cho kết quả rất đồng đều về độ chính xác

II- Các yếu tố cần đo

1- Tài liệu gốc cần có

- Đường chuyền khép kín: Cần biết tọa độ điểm đầu và góc phương vị cạnh đầu.
- Đường chuyền phù hợp (hở) Tọa độ điểm đầu, điểm cuối, góc định hướng cạnh đầu, cạnh cuối.

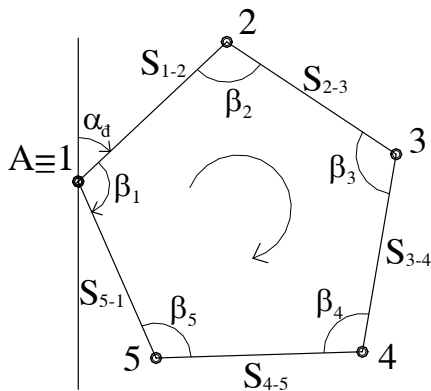
2- Số liệu cần đo. Đo toàn bộ góc bằng β (dùng máy kinh vĩ)

Đo toàn bộ chiều dài các cạnh (tùy thuộc yêu cầu về độ chính xác mà sử dụng loại thước và phương pháp đo, số lần đo)

III- Tính toán đường chuyền kinh vĩ (Bài toán thuận)

1- Đường chuyền khép kín

b1- Điều chỉnh góc bằng Giả sử có một đường chuyền khép kín như hình vẽ (hình 6.2) điểm A là điểm cấp cao đã biết tọa độ. Tính theo chiều mũi tên. Biết α_d . Giả thiết đo các góc trong β .



(hình 6-2)

Theo lý thuyết ta có:

$$\sum_1^n \beta_i^0 = \beta_1^0 + \beta_2^0 + \beta_3^0 + \dots + \beta_n^0 = (n-2) * 180^0$$

Góc đo được:

$$\sum_1^n \beta_{do} = \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n \neq \sum_1^n \beta_i^0$$

Vậy sai số khép:

$$f(\beta) = \sum_1^n \beta_{do} - \sum_1^n \beta_i^0$$

Sai số khép cho phép trong đường chuyền phụ thuộc vào dụng cụ đo góc kết quả đo phải đạt điều kiện.

$$|f_\beta| \leq 1,5 t \sqrt{n}$$

Với t là giá trị vạch khắc nhỏ nhất trên máy (thường lấy t = 1'); n là số cạnh đa giác

Nếu không đạt điều kiện trên thì phải kiểm tra lại và đo lại. Nếu điều kiện trên được thỏa mãn ta phân phối sai số theo nguyên tắc sau.

- Phân phối đều cho các góc
- Ưu tiên cho những góc có cạnh ngắn

$$V_i = \frac{-f_{\beta do}}{n}$$

Vậy góc bằng sau hiệu chỉnh

$$\beta_i = \beta_{i do} + V_i$$

Kiểm tra $\sum \beta_i = \sum \beta_i^0$

b2- Tính góc định hướng

Căn cứ vào góc định hướng cạnh đầu (α_d) và góc bằng đã được hiệu chỉnh và tùy theo góc bằng đo ở bên phải (hay bên trái) đường đo, để áp dụng công thức cơ bản của bài toán thuận

$$\alpha_{i-(i+1)} = \alpha_{(i-1)-i} + 180^0 - \beta_i^p$$

b3- Tính số gia tọa độ (gần đúng)

$$\Delta_{X(i-i+1)} = S_{i-(i+1)} \text{Cos } \alpha_{i-(i+1)}$$

$$\Delta_{Y(i-i+1)} = S_{i-(i+1)} \text{Sin } \alpha_{i-(i+1)}$$

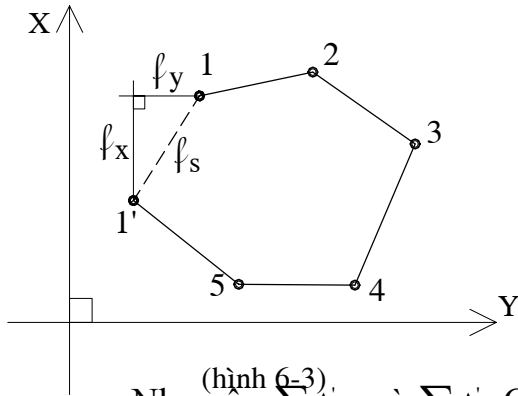
b4- Điều chỉnh về số gia tọa độ

Theo lý thuyết

$$\sum_1^n \Delta'_{Xi} = X_C - X_d = 0$$

$$\sum_1^n \Delta'_{Yi} = Y_C - Y_d = 0$$

Nhưng thực tế khi đo (đo góc, đo cạnh) có sai số. Mặc dù góc bằng đã được điều chỉnh nhưng chưa đúng trị số thực của nó nên



$\sum_1^n \Delta'_{Xi} \neq 0 \Rightarrow f_{(x)}$ Gọi là số khép kín thành phần theo trục X

$\sum_1^n \Delta'_{Yi} \neq 0 \Rightarrow f_{(y)}$ Gọi là số khép kín thành phần theo trục Y

Như vậy (hình 6-3) $\sum \Delta'_x$ và $\sum \Delta'_y$ Chính là sai số về tọa độ

Nếu dùng các số gia Δ'_x , Δ'_y đã tính ở trên để vẽ các điểm đường chuyền thì điểm cuối cùng 1' không trùng với điểm đầu tiên 1 và sinh ra sai số khép kín về tọa độ (sai số khép kín vị trí điểm) f_s (hình 6-3)

$$1-1' = f_{(s)} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

* Nếu gọi: $L = \sum_i^n S_i$ Thì ta có sai số khép tương đối của đường chuyền là

$$\frac{1}{T} = \frac{f_{(s)}}{L}$$

Trị số $\frac{1}{T}$ Phải thỏa mãn điều kiện không vượt quá $\frac{1}{1000}$ đến $\frac{1}{3000}$

* Nếu $\frac{f_s}{L} > \frac{1}{T}$ Thì phải kiểm tra lại số ghi cách tính toán. Nếu không có gì sai sót thì tiến hành đo lại độ dài.

* Nếu $\frac{f_s}{L} \leq \frac{1}{T}$ Thì tính số điều chỉnh theo từng giá số tọa độ cho các cạnh theo công thức

$$V\Delta_{Xi-(i+1)} = \frac{-f_x}{L} S_{i-(i+1)}$$

$$V\Delta_{Yi-(i+1)} = \frac{-f_y}{L} S_{i-(i+1)}$$

Kiểm tra phân phối $\sum_1^n V\Delta'_{Xi} = -f_x$

$$\sum_1^n V \Delta'_{Y_i} = -f_Y$$

và số gia tọa độ sau hiệu chỉnh là:

$$\Delta_{X_{i-(i+1)}} = \Delta'_{X_{i-(i+1)}} + V \Delta_{X_{i-(i+1)}}$$

$$\Delta_{Y_{i-(i+1)}} = \Delta'_{Y_{i-(i+1)}} + V \Delta_{Y_{i-(i+1)}}$$

b5- Tính toán tọa độ các điểm đường chuyền

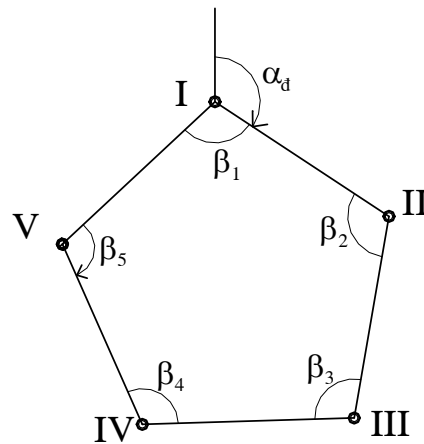
$$X_{i+1} = X_i + \Delta_{X_{i-(i+1)}}$$

$$Y_{i+1} = Y_i + \Delta_{Y_{i-(i+1)}}$$

Ví dụ: Tính toán bình sai đường chuyền kinh vĩ khép kín. Có một đường chuyền kinh vĩ khép kín

I - II - III - IV - V - I (hình 6-4)

Số liệu đo được ghi ở bảng, yêu cầu tính toán tọa độ các điểm



(hình 6-4)

Tên điểm	Góc bằng đo được	Khoảng cách đo được (m)	Góc định hướng
I	88 ⁰ 06'00"	69 ^m .667	91.00'00"
II	135 ⁰ 59'40"	71.921	
III	77.39.40	76.878	
IV	147.38.50	54.228	
V	90.36.10	93.864	
I			

BẢNG GHI KẾT QUẢ TÍNH TOÁN ĐƯỜNG CHUYỀN KHÉP KÍN

Tên đỉnh	Góc bằng		Góc định hướng α	Độ dài cạnh (m)	Giá số tọa độ (m)				Tọa Độ (m)	
	Đo được	Đã điều chỉnh			Tính		Đã điều chỉnh		X	Y
					Δ'_X	Δ'_Y	Δ_X	Δ_Y		
I	88 ⁰ 06'00 ⁻⁴ "	88.05.56	91 ⁰ 00'00"	69.667	-1.215 ⁻³	+69.656 ⁻¹⁴	-1.218	+69.642	0.000	0.000
II	135 ⁰ 59'40 ⁻⁴	135.59.36	135.00.24	71.921	-50.861 ⁻³	+50.849 ⁻¹⁵	-50.864	+50.834	-1.218	+69.642
III	77 ⁰ 39'40 ⁻⁴	77.39.36	237.20.48	76.878	-41.479 ⁻³	-64.727 ⁻¹⁶	-41.482	-64.743	-52.082	+120.476
IV	147 ⁰ 38'50 ⁻⁴	147.38.46	269.42.02	54.228	-0.283 ⁻²	-54.227 ⁻¹¹	-0.285	-54.238	-93.564	+55.733
V	90 ⁰ 36'10 ⁻⁴	90.36.06	359.05.56	93.864	+93.852 ⁻³	-1.476 ⁻¹⁹	+93.849	-1.495	-93.849	+1.495
I									0.000	0.000
Σ	540 ⁰ 00'20"	540 ⁰ 00'00"		366.558	+0.014	+0.075	0.000	0.000		

$$f_{(\beta)do} = -20''$$

$$[f_{(\beta)}] = 1,5t\sqrt{n} = 3'35$$

$$f_x = +0^m .014$$

$$f_y = +0^m .075$$

$$\frac{f_s}{L} = \frac{1}{4800}$$

Bước 1: Điều chỉnh góc bằng

$$\sum \beta_{it} = 180^0 (n - 2) = 180^0 (5 - 2) = 540^0 00' 00''$$

$$\sum \beta_{ido} = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5$$

$$= 88^0 06' 00'' + 135.59.40 + 77.39.40 + 147.38.50 + 90.36.10 = 540^0 00' 20''$$

$$f_{\beta_{ido}} = \sum \beta_{ido} - \sum \beta_{it} = 540^0 00' 20'' - 540^0 = +20''$$

$$[f_{(\beta)}] = \pm 1,5t\sqrt{n} = \pm 1,5' \sqrt{5} = \pm 3' 35''$$

$$[f_{(\beta)}(do)] = +20'' < [f_{(\beta)}] = \pm 3' 35'' \Rightarrow \text{Được phép điều chỉnh}$$

$$\text{Số điều chỉnh: } V_i = \frac{-f_{(\beta)do}}{n} = \frac{-20''}{5} = -4''$$

Vậy góc bằng sau hiệu chỉnh:

$$\beta_i = \beta_{ido} + V_i$$

$$\Rightarrow \beta_1 = 88^0 06' 00'' + (-4'') = 88^0 05' 56''$$

$$\Rightarrow \beta_2 = 135^0 59' 40'' + (-4'') = 135^0 59' 36''$$

$$\dots\dots\dots$$

$$\beta_5 = 90^0 36' 10'' + (-4'') = 90^0 36' 06''$$

Kiểm tra góc bằng sau hiệu chỉnh

$$\sum \beta_i = \sum \beta_{it}$$

$$= 88^0 05' 06'' + 135^0 59' 36'' + \dots\dots\dots + 90^0 36.06 = 540^0 = \sum \beta_{it}$$

Bước 2: Tính góc định hướng.

Vì góc bằng đo bên phải nên ta áp dụng công thức

$$\alpha_{i-(i+1)} = \alpha_{(i-1)-i} + 180^0 - \beta_i^p$$

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180^0 - \beta_2$$

$$= 91^0 00' 00'' + 180^0 - 135^0 59.36 = 135^0 00' 24''$$

$$\alpha_{3-4} = \alpha_{2-3} + 180^0 - \beta_3$$

$$= 135^0 00' 24'' + 180^0 - 77^0 39' 36'' = 237^0 20' 48''$$

$$\alpha_{4-5} = \alpha_{3-4} + 180^0 - \beta_4$$

$$= 237^0 20' 48'' + 180^0 - 147^0 38' 46'' = 269^0 42' 02''$$

$$\alpha_{5-1} = \alpha_{4-5} + 180^0 - \beta_5$$

$$= 269^0 42' 02'' + 180^0 - 90^0 38' 06'' = 359^0 05' 56''$$

Kiểm tra

$$\begin{aligned}\alpha_{1-2} &= \alpha_{5-1} + 180^\circ - \beta_1 \\ &= 359^\circ 05' 56'' + 180^\circ - 88^\circ 05' 56'' = 451^\circ 00' 00'' - 360^\circ = 91^\circ 00' 00''\end{aligned}$$

Bước 3: Tính số gia tọa độ (gần đúng)

$$\Delta'_X = S \cos \alpha$$

$$\begin{aligned}\Delta'_{X\ 1-2} &= S_{1-2} * \cos \alpha_{1-2} \\ &= 69^m.667 * \cos 91^\circ 00' 00'' = -1^m.215\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta'_{X\ 2-3} &= S_{2-3} * \cos \alpha_{2-3} \\ &= 71^m.921 * \cos 135^\circ 00' 24'' = -50.861\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta'_{X\ 3-4} &= S_{3-4} * \cos \alpha_{3-4} \\ &= 76^m.878 * \cos 237^\circ 20' 48'' = -41.479\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta'_{X\ 4-5} &= S_{4-5} * \cos \alpha_{4-5} \\ &= 54.228 * \cos 269^\circ 42' 02'' = -0.283\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta'_{X\ 5-1} &= S_{5-1} * \cos \alpha_{5-1} \\ &= 93.864 * \cos 359^\circ 05' 56'' = +93.852\end{aligned}$$

$$\Delta'_Y = S \sin \alpha$$

$$\begin{aligned}\Delta'_{Y\ 1-2} &= S_{1-2} * \sin \alpha_{1-2} \\ &= 69^m.667 * \sin 91^\circ 00' 00'' = +69^m.656\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta'_{Y\ 2-3} &= S_{2-3} * \sin \alpha_{2-3} \\ &= 71^m.921 * \sin 135^\circ 00' 24'' = +50.849\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta'_{Y\ 3-4} &= S_{3-4} * \sin \alpha_{3-4} \\ &= 76^m.878 * \sin 237^\circ 20' 48'' = -64.727\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta'_{Y\ 4-5} &= S_{4-5} * \sin \alpha_{4-5} \\ &= 54.228 * \sin 269^\circ 42' 02'' = -54.227\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta'_{Y\ 5-1} &= S_{5-1} * \sin \alpha_{5-1} \\ &= 93.864 * \sin 359^\circ 05' 56'' = -1.476\end{aligned}$$

Bước 4: Điều chỉnh giá số tọa độ

- Tính sai số khép tọa độ $f_{(x)}$, $f_{(y)}$

$$\begin{aligned}f_{(x)} &= \sum \Delta'_{Xi} \\ &= -1.215 - 50.861 - 41.479 - 0.283 + 93.852 = +14\text{mm} \\ f_{(y)} &= +69.656 + 50.849 - 64.727 - 54.227 - 1.476 = +75\text{mm}\end{aligned}$$

- Tính sai số khép kín toàn phần $f_{(S)}$

$$f_{(S)} = \sqrt{f_{x^2} + f_{y^2}} = \sqrt{14^2 + 75^2} = 76\text{mm}$$

- Tính sai số khép kín tương đối $\frac{f(s)}{L}$

$$\frac{f(s)}{L} = \frac{76}{366558} \approx \frac{1}{4800} < \frac{1}{T} = \frac{1}{1000} \div \frac{1}{3000} \text{ nên được phép điều chỉnh gia số tọa độ}$$

- Số hiệu chỉnh gia số tọa độ cho các cạnh

+ Số hiệu chỉnh trục hoành X

$$V\Delta_{X(i+1)} = \frac{-f(x)}{L} S_i(i+1) = \frac{-14}{366558} S_{i(i+1)}$$

$$V\Delta_{X_2} = \frac{-f(x)}{L} 69667 = -3mm$$

$$V\Delta_{X_3} = \frac{-f(x)}{L} 71921 = -3$$

$$V\Delta_{X_4} = \frac{-f(x)}{L} 76878 = -3$$

$$V\Delta_{X_5} = \frac{-f(x)}{L} 54228 = -2$$

$$V\Delta_{X_1} = \frac{-f(x)}{L} 93864 = -3$$

+ Số hiệu chỉnh trục tung Y

$$V\Delta_{Y(i+1)} = \frac{-f(y)}{L} S_{i(i+1)} = \frac{-75}{366558} S_{i(i+1)}$$

$$V\Delta_{Y_2} = \frac{-f(y)}{L} 69667 = -14mm$$

$$V\Delta_{Y_3} = \frac{-f(y)}{L} 71921 = -15$$

$$V\Delta_{Y_4} = \frac{-f(y)}{L} 64727 = -16$$

$$V\Delta_{Y_5} = \frac{-f(y)}{L} 54227 = -11$$

$$V\Delta_{Y_1} = \frac{-f(y)}{L} 93864 = -19$$

Kiểm tra:

$$\sum V\Delta_X^1 = (-3) + (-3) + (-3) + (-2) + (-3) = -14 = -f(x)$$

$$\sum V\Delta_Y^1 = (-14) + (-15) + (-16) + (-11) + (-19) = -75 = -f(y)$$

- Gia số tọa độ sau điều chỉnh

$$\Delta_{X_i} = \Delta'_{X_i} + V\Delta_{X_i}$$

$$\Delta_{Y_i} = \Delta'_{Y_i} + V\Delta_{Y_i}$$

$$\Delta_{X_1} = -1.215 + (-3) = -1^m 218$$

$$\Delta_{X_2} = -50.861 + (-3) = -50^m 864$$

$$\Delta_{X_3} = -41.479 + (-3) = -41^m 482$$

$$\Delta_{X_4} = -0.283 + (-2) = -0^m 285$$

$$\Delta_{X_5} = +93.852 + (-3) = +93.849$$

$$\Delta_{Y_1} = +69.656 + (-14) = +69^m 642$$

$$\Delta_{Y_2} = +50.849 + (-15) = +50^m 864$$

$$\Delta_{Y_3} = -64.727 + (-16) = -64^m 743$$

$$\Delta_{Y_4} = -54.227 + (-11) = -54^m 238$$

$$\Delta_{Y_5} = -1.476 + (-19) = -1.495$$

Kiểm tra gia số tọa độ sau điều chỉnh

$$\sum \Delta_{X_i} = -1.218 + \dots + 93.849 = 0$$

$$\sum \Delta_{Y_i} = +69.642 + \dots + (-1.495) = 0$$

Bước 5: Tính tọa độ các điểm đường chuyền theo công thức

$$X_{i+1} = X_i + \Delta_{X_i-(i+1)}$$

$$Y_{i+1} = Y_i + \Delta_{Y_i-(i+1)}$$

Giả sử tọa độ điểm I giả định là $X_I = 0^m000$, $Y_I = 0^m000$

$$\begin{aligned} X_2 &= X_1 + \Delta_{X1-2} \\ &= 0.000 + (-1.218) = -1.218\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_2 &= Y_1 + \Delta_{Y1-2} \\ &= 0.000 + 69.642 = +69^m642 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_3 &= X_2 + \Delta_{X2-3} \\ &= -1.218 + (-50.864) = -52^m082 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_3 &= Y_2 + \Delta_{Y2-3} \\ &= +69.642 + 50.864 = +120^m476 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_4 &= X_3 + \Delta_{X3-4} \\ &= -52.082 + (-41.482) = -93^m564 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_4 &= Y_3 + \Delta_{Y3-4} \\ &= 120.476 + (-64.743) = +55^m733 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_5 &= X_4 + \Delta_{X4-5} \\ &= -93.564 + (-0.285) = -93^m849 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_5 &= Y_4 + \Delta_{Y4-5} \\ &= +55.733 + (-54.238) = +1^m495 \end{aligned}$$

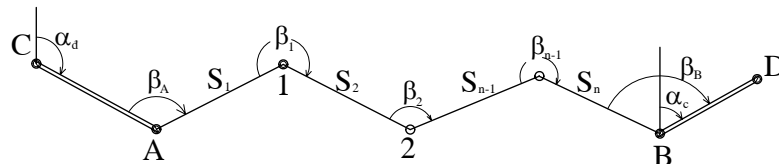
Kiểm tra

$$\begin{aligned} X_1 &= X_5 + \Delta_{X5-1} \\ &= -93.849 + 93.849 = 0.000 \end{aligned}$$

Kiểm tra

$$\begin{aligned} Y_1 &= Y_5 + \Delta_{Y5-1} \\ &= +1.495 + (-1.495) = 0.000 \end{aligned}$$

2- Đường chuyền phù hợp (hở, nối)



(hình 6-5)

Ở đường chuyền phù hợp cũng có 3 điều kiện bình sai (như đường chuyền kín) một điều kiện phương vị, hai điều kiện tọa độ

Các số liệu cho (hình 6-5)

- Sơ đồ đường chuyền phù hợp gồm n cạnh
- Tọa độ điểm đầu A và điểm cuối B
- Góc định hướng cạnh đầu $\alpha_d = \alpha_{CA}$ và góc định hướng cạnh cuối $\alpha_c = \alpha_{BD}$

Các số liệu đo:

- Các góc bằng bên trái (hoặc bên phải) $\beta_A, \beta_1, \beta_2 \dots \beta_{n-1}, \beta_B$ gồm (n+1) góc (β_A, β_B gọi là góc liên kết)
- Độ dài các cạnh $S_1, S_2 \dots S_n$ (Gồm n cạnh)

b1- Bình sai sai số khép góc

Theo lý thuyết ta có

$$\alpha_{A1} = \alpha_{CA} + \beta_A - 180^0$$

$$\alpha_{12} = \alpha_{A1} + \beta_1 - 180^0$$

.....

$$\alpha_{BD} = \alpha_{n-1} + \beta_B - 180^0$$

$$\alpha_{BD} = \alpha_{CA} + \sum \beta - (n+1)180^0$$

Từ đó ta có :

$$\sum \beta_{LT} = \alpha_{BD} - \alpha_{CA} + (n+1)180^0$$

$$\sum \beta_{LT} = \alpha_C - \alpha_d + (n+1)180^0$$

Từ các giá trị đo ta có

$$\sum \beta_{do} = \beta_A + \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_{n-1} + \beta_B$$

Sai số khép góc sẽ là

$$f_\beta = \sum \beta_{do} - \sum \beta_{LT} \text{ và sai số khép góc cho phép } [f_\beta] = 1,5t\sqrt{n}$$

Tính số hiệu chỉnh

$$V_i = \frac{-f_\beta}{n+1}$$

- Coi các góc có sai số như nhau

- Ưu tiên cho những góc có cạnh ngắn

Và góc bằng sau hiệu chỉnh

$$\beta_i = \beta_i^{do} + V_i$$

b2- Tính các góc định hướng lần lượt cho các cạnh

Căn cứ vào α_d và lấy góc bằng sau hiệu chỉnh

$$\alpha_{i-(i+1)} = \alpha_{(i-1)-i} - 180^0 + \beta_i^T$$

b3- Tính gia số tọa độ :

$$\Delta'_{Xi} = S_i \cos \alpha_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

$$\Delta'_{Yi} = S_i \sin \alpha_i$$

b4- Bình sai các sai số khép về số gia tọa độ

- Theo lý thuyết ta có

$$\sum \Delta_X^{LT} = X_C - X_d = X_B - X_A$$

$$\sum \Delta_Y^{LT} = Y_C - Y_d = Y_B - Y_A$$

Các sai số khép về tọa độ sẽ là

$$f_X = \sum \Delta'_X - \sum \Delta_X^{LT}$$

$$f_Y = \sum \Delta'_Y - \sum \Delta_Y^{LT}$$

Từ đó ta tính được sai số khép về độ dài là:

$$f(s) = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

Nếu $\frac{f(s)}{L} \leq \frac{1}{1000} \div \frac{1}{3000}$ Thì ta tiến hành bình sai bằng cách điều chỉnh vào các số gia tọa độ tính toán một giá trị tỷ lệ với độ dài các cạnh, nghĩa là:

$$V\Delta_{X_{i-(i+1)}} = \frac{-f(x)}{L} S_i(i+1)$$

$$V\Delta_{Y_{i-(i+1)}} = \frac{-f(y)}{L} S_i(i+1)$$

Và các số gia tọa độ sau hiệu chỉnh sẽ là

$$\Delta'_{X_{i-(i+1)}} = \Delta_{X_{i-(i+1)}} + V\Delta_{X_{i-(i+1)}}$$

$$\Delta'_{Y_{i-(i+1)}} = \Delta_{Y_{i-(i+1)}} + V\Delta_{Y_{i-(i+1)}}$$

b5- Tính tọa độ các điểm đường chuyền:

Sau khi có các số gia tọa độ đã hiệu chỉnh ta tiếp tục tính tọa độ các điểm của đường chuyền, bắt đầu từ điểm A (điểm đầu) và tọa độ điểm sau bằng tọa độ điểm trước cộng với số gia tọa độ giữa chúng đã hiệu chỉnh

$$X_{i+1} = X_i + \Delta'_{X_{i-(i+1)}}$$

$$Y_{i+1} = Y_i + \Delta'_{Y_{i-(i+1)}}$$

↓ 6.4 LƯỚI KHÔNG CHẾ ĐỘ CAO

I- Định nghĩa

Lưới khống chế độ cao là tập hợp các điểm (các mốc) mà độ cao của chúng được xác định bằng đo cao hình học hoặc lượng giác.

- Các điểm của lưới khống chế độ cao được cố định trên mặt đất bằng các cọc mốc Trắc địa đảm bảo sự ổn định

Lưới được xây dựng dưới dạng đường chuyền kín, đường chuyền nối hay điểm nút

II- Phân cấp

Tùy theo quy mô và độ chính xác giảm dần, lưới khống chế độ cao được chia làm:

- Lưới khống chế độ cao Nhà nước
- Lưới độ cao kỹ thuật
- Lưới độ cao đo vẽ

1- Lưới khống chế độ cao Nhà nước

Lưới khống chế độ cao Nhà nước được xây dựng bằng phương pháp đo cao hình học và được chia làm 4 hạng : I, II, III, IV theo độ chính xác giảm dần.

Hạng I, II là cơ sở để xây dựng lưới hạng thấp hơn và phục vụ cho công tác nghiên cứu khoa học

Hạng III, IV được phát triển dựa vào hạng I, II làm cơ sở cho đo vẽ bản đồ địa hình các loại tỷ lệ và phục vụ cho xây dựng cơ bản.

Lưới khống chế độ cao Nhà nước được xây dựng độc lập với lưới khống chế mặt bằng Nhà nước.

Các chỉ tiêu lưới khống chế độ cao Nhà nước

Các chỉ tiêu kỹ thuật	Cấp lưới khống chế				Kỹ thuật V
	I	II	III	IV	
Chiều dài tia ngắm	50m	65m	75m	100m	150
Sai số khép cho phép (mm)	$3\sqrt{L}$	$5\sqrt{L}$	$10\sqrt{L}$	$20\sqrt{L}$	$50\sqrt{L}$
Sai số trung phương trên 1 km đường đo (mm)	0.50	0.84	1.68	6.68	16.0
Sai số trung phương của 1 trạm đo (mm)	0.15	0.30	0.60	3.0	8.0

2- Lưới độ cao kỹ thuật

Lưới độ cao kỹ thuật là lưới làm cơ sở về độ cao cho lưới độ cao đo vẽ, cơ sở phát triển lưới độ cao kỹ thuật là các điểm độ cao Nhà nước hạng I, II, III, IV.

Tuỳ theo điều kiện địa hình, lưới độ cao kỹ thuật có thể bố trí dưới dạng đường đơn nối giữa 2 điểm cấp cao hoặc hệ thống có một hay nhiều điểm nút, chiều dài tuyến độ cao kỹ thuật được quy định ở bảng. Độ cao các điểm xác định bằng phương pháp đo cao hình học hạng IV, V.

Các chỉ tiêu kỹ thuật lưới độ cao kỹ thuật

Dạng đường đo cao	Khoảng cao đều (m)		
	0.25	0.5	1-2-5
1- Đường đơn	2 km	8 km	16 km
2- Tuyến giữa gốc và điểm nút	1.5 km	6 km	12 km
3- Tuyến giữa hai điểm nút	1 km	4 km	8 km

3- Lưới độ cao đo vẽ

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

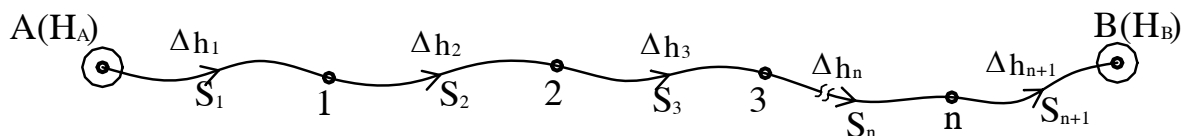
Ở vùng đồng bằng hoặc khi đo vẽ bản đồ tỷ lệ 1:500 độ cao lưới đo vẽ có thể xác định bằng cách đo độ cao theo hướng nằm ngang của máy kinh vĩ (Thủy chuẩn kinh vĩ) hoặc dùng máy thủy chuẩn.

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

III- Bình sai và tính toán đường chuyền độ cao (phương pháp đơn giản)

1- Đường chuyền nối (hở)

Giả sử cần xác định độ cao của một số điểm (n điểm) giữa hai điểm đã biết độ cao là A (H_A) và B (H_B). Người ta đã đo được độ chênh cao Δh_i giữa các điểm với độ dài đường đo tương ứng là S_i (hình 6-6). Hướng đo được tính theo chiều mũi tên.



(hình 6-6)

Theo lý thuyết:

$$H_1 = H_A + \Delta_{h1}$$

$$H_2 = H_1 + \Delta_{h2}$$

$$\dots\dots\dots$$

$$H_{n+1} = H_n + \Delta_{hn+1}$$

$$H_B = H_A + \sum \Delta_h$$

Từ đó ta có: $\sum \Delta_h^{lt} = H_B - H_A$

Mặt khác từ các giá trị đo ta có

$$\sum \Delta_h^{do} = \Delta_{h1} + \Delta_{h2} + \dots + \Delta_{hn+1}$$

- Sai số khép sẽ là

$$f_h = \sum \Delta_h^{do} - \sum \Delta_h^{lt}$$

- Bình sai, sai số khép kín cho phép bằng cách hiệu chỉnh vào các độ chênh cao Δ_h^{do} một giá trị tỷ lệ với chiều dài đoạn đo (Hoặc tỉ lệ với số trạm đo), nghĩa là.

$$V_{hi} = \frac{-f_h}{\sum S_i} S_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots)$$

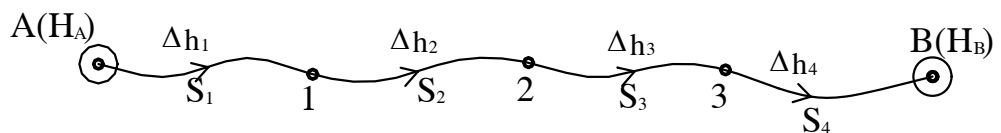
Ta có: $V_{h1} = \frac{-f_h}{\sum S_i} S_1; V_{h2} = \frac{-f_h}{\sum S_i} S_2$

Kiểm tra: $\sum V_{hi} = -f_h$

- Tính các độ chênh cao sau hiệu chỉnh: $\Delta_{hi}^{hc} = \Delta_{hi} + V_{hi}$

- Tính độ cao các điểm: $H_i = H_{i-1} + \Delta_{hi}^{hc}$

* Ví dụ: Đo tuyến Thủy chuẩn từ A - B ta có sơ đồ và số liệu sau (hình 6-7)



(hình 6-7)

$$\Delta_{h1} = +1^m.500 \quad S_1 = 4^{km}.5$$

$$\Delta_{h2} = -2^m.450 \quad S_2 = 5^{km}.0$$

$$\Delta_{h3} = -1^m.750 \quad S_3 = 8^{km}.0$$

$$\Delta_{h4} = -2^m.000 \quad S_4 = 7^{km}.5$$

Biết: $H_A = 20^m.500$; $H_B = 16^m.000$; $[f_h] = \pm 50\sqrt{L}$

Yêu cầu tính toán bình sai độ cao các điểm theo phương pháp gần đúng

Giải:

$$\begin{aligned}\text{Tính } \sum \Delta_h^{lt} &= H_B - H_A \\ &= 16^m.000 - 20^m.500 = -4^m.500\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tính } \sum \Delta_h^{do} &= \Delta_{h1} + \Delta_{h2} + \Delta_{h3} + \Delta_{h4} \\ &= +1.500 - 2.450 - 1.750 - 2000 = -4^m.700\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sai số khép chênh cao } f_{(h)} &= \sum \Delta_h^{do} - \sum \Delta_h^{lt} \\ &= -4.700 - (-4.500) = -0^m.200\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sai số khép chênh cao cho phép } [f_{(h)}] &= \pm 50\sqrt{25} = \pm 0^m.250 \\ (L = \sum S_i &= 4.5 + 5.0 + 8.0 + 7.5 = 25\text{km})\end{aligned}$$

và $f_{(h)} = |-0^m.200| < [f_{(h)}] = |0^m.250| \Rightarrow$ được phép điều chỉnh
- Số điều chỉnh

$$V_{hi} = \frac{-f_h}{L} S_i$$

$$V_{h1} = \frac{-(-200)}{25} * 4.5 = +36\text{mm}$$

$$V_{h2} = \frac{+200}{25} * 5.0 = +40$$

$$V_{h3} = \frac{+200}{25} * 8.0 = +64$$

$$V_{h4} = \frac{+200}{25} * 7.5 = 60$$

Kiểm tra:

$$\sum V_i = 36 + 40 + 64 + 60 = 200 = -f_h$$

Chênh cao sau hiệu chỉnh

$$\Delta'_{hi} = \Delta_{hi} + V_{hi}$$

$$\Delta'_{h1} = +1^m.500 + 36 = +1^m.536$$

$$\Delta'_{h2} = -2450 + 40 = -2^m.410$$

$$\Delta'_{h3} = -1750 + 64 = -1^m.686$$

$$\Delta'_{h4} = -2000 + 60 = -1^m.940$$

Tính độ cao các điểm

$$H_i = H_{i-1} + \Delta_h^{hc}$$

$$\begin{aligned}H_1 &= H_A + \Delta'_{h1} \\ &= 20.500 + 1.536 = 22^m.036\end{aligned}$$

$$H_2 = H_1 + \Delta'_{h2}$$

$$= 22.036 + (-2.410) = 19^m.626$$

$$H_3 = H_2 + \Delta'_{h3}$$

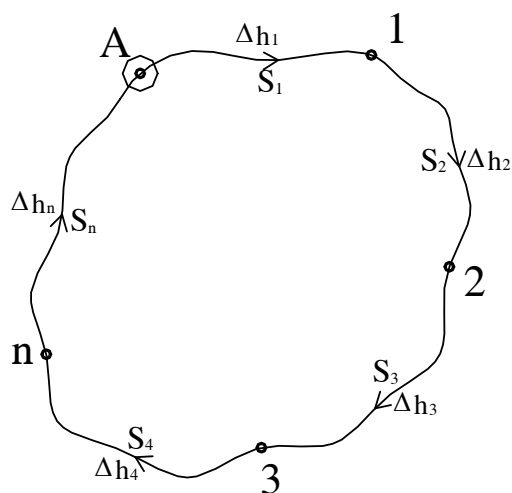
$$= 19.626 + (-1.686) = 17^m.940$$

Kiểm tra

$$H_B = H_3 + \Delta'_{h4} = 17.940 + (-1.940) = 16^m.000$$

2- Đường chuyền khép kín

Để xác định độ cao một số điểm (chẳng hạn n điểm) xuất phát từ một điểm A đã biết độ cao H_A và vòng khép lại tại A (Hình 6-8) người ta đo độ chênh cao Δ_h giữa các điểm.



(hình 6-8)

Tuần tự các bước và cách tính toán hoàn toàn giống như đối với đường chuyền nối giữa hai điểm đã biết độ cao. Chỉ khác là ở đây. $\sum \Delta'_h = 0$

Chương VII

ĐO VẼ BẢN ĐỒ VÀ MẶT CẮT ĐỊA HÌNH

§ 7.1 KHÁI NIỆM

Thực chất của đo vẽ bản đồ địa hình là xác định vị trí tương quan của các đối tượng đo vẽ (các điểm đặc trưng của địa hình, địa vật) trên thực địa rồi dùng các kí hiệu bản đồ để biểu diễn chúng lên mặt phẳng tờ giấy theo một tỷ lệ nào đó.

Như vậy khi đo vẽ bản đồ địa hình cần phải dựa vào các điểm khống chế mặt bằng và khống chế độ cao nhà nước để tăng dày mật độ điểm khống chế bằng cách xây dựng lưới đo vẽ.

Đo vẽ bản đồ địa hình có thể tiến hành theo một số phương pháp sau:

- Phương pháp đo vẽ toàn đạc.
 - + Máy kinh vĩ
 - + Máy toàn đạc quang học
 - + Máy toàn đạc điện tử
- Phương pháp đo vẽ bàn đạc.
- Phương pháp đo vẽ bằng ảnh.
- Phương pháp đo vẽ tổng hợp.

Dù đo vẽ bằng phương pháp nào trên bản đồ địa hình (tỷ lệ lớn 1:5000÷1:500) cũng cần đảm bảo thể hiện các nội dung sau:

- Các điểm khống chế trắc địa.
- Biểu diễn địa vật: phải tuân theo đúng những kí hiệu quy ước bản đồ đo đạc và bản đồ nhà nước quy định.
- Biểu diễn địa hình: dùng phương pháp đường đồng mức.

Có nhiều phương pháp đo vẽ chi tiết: tọa độ vuông góc, giao hội góc, giao hội cạnh, tọa độ cực. Nhưng ngày nay phương pháp tọa độ cực hay được dùng hơn cả.

§ 7.2 ĐO VẼ BẢN ĐỒ THEO PHƯƠNG PHÁP TOÀN ĐẠC

Đo vẽ toàn đạc là đo vẽ địa hình bằng máy toàn đạc hay máy kinh vĩ theo phương pháp tọa độ cực.

Ưu điểm:

- Nhanh chóng.
- Không phụ thuộc nhiều vào thời tiết và điều kiện địa hình.

Nhược điểm:

- Công tác nội nghiệp và ngoại nghiệp tách rời nhau nên không kịp thời phát hiện những sai sót.
- Đo vẽ toàn đạc thường được ứng dụng ở nơi các phương pháp đo vẽ khác khó thực hiện.

1- Lưới khống chế đo vẽ

Là hệ thống các điểm được xác định tọa độ (mặt bằng) và độ cao, thông thường các điểm này đủ đảm bảo đo vẽ chi tiết.

Khi lập lưới khống chế đo vẽ bản đồ, phải căn cứ vào tỷ lệ đo vẽ để bố trí cho thích hợp.

Lưới tam giác nhỏ, đường chuyền kinh vĩ, giao hội bằng máy kinh vĩ dùng cho đo vẽ bản đồ tỷ lệ trung bình và lớn. Mỗi loại tỷ lệ bản đồ yêu cầu đo vẽ với độ chính xác khác nhau. Dựa vào tỷ lệ người ta chia bản đồ làm ba loại như sau:

- Bản đồ tỷ lệ lớn: gồm các tỷ lệ: 1:5000, 1:2000, 1:1000 và lớn hơn.
- Bản đồ tỷ lệ trung bình: gồm các tỷ lệ: 1:10000, 1:25000, 1:50.000 và 1:100.000
- Bản đồ tỷ lệ nhỏ: gồm các tỷ lệ nhỏ hơn 1:100.000

Yêu cầu đo vẽ bản đồ với các tỷ lệ khác nhau đều được quy định trong các quy phạm đo đạc.

2- Đo vẽ chi tiết

Đặt máy tại điểm khống chế, đo đạc các điểm đặc trưng của địa hình, địa vật (như cột điện, góc nhà, tim đường,...) những điểm đó gọi là điểm chi tiết.

a- Công tác chuẩn bị một trạm đo chi tiết

- Đặt máy vào điểm trạm đo (là điểm khống chế đo vẽ). Sau khi định tâm, cân bằng máy, xác định giá trị MO.
- Đo chiều cao máy (i) bằng thước hoặc mia.
- Định hướng ban đầu 00° về điểm khống chế lân cận (vị trí bản đồ trái).

b- Đo các yếu tố điểm chi tiết

- Người cầm mia: dựng mia lên điểm chi tiết cần đo

- Người đứng máy: quay máy đến ngắm mĩa đặt ở điểm chi tiết. Dùng phương pháp tọa độ một cực để đo điểm chi tiết:

- + Đọc số trên mĩa theo dây đo khoảng cách (kn)
- + Đọc số trên mĩa theo chỉ giữa (l)
- + Đọc số trên vành độ ngang.
- + Đọc số trên vành độ đứng.

- Báo cho người cầm mĩa đi sang điểm khác. Các số liệu đọc được phải ghi ngay vào sổ đo chi tiết. (bảng 7-1)

⇒ trích 1 trong sổ đo chi tiết.

Bảng 7-1

Ngày đo : Người đo: Thời tiết: Người ghi: Máy : NE-20S Người tính: Trạm đo: N _I Định hướng: N _{II} Độ cao đặt điểm máy: 10 ^m .000 Chiều cao máy: i = 1 ^m ,450 M0: 90 ⁰ .00'.00"									
Điểm ngắm	K _n (m)	Số đọc trên bàn độ		l (mm)	S (m)	V	Δ _h (m)	H (m)	Ghi chú
		Đứng	Ngang						
1	60.5	87 ⁰ 54'40"	10 ⁰ 20'20"	1450	60.420	+2 ⁰ 05'20"	+2.20	12.20	Cột điện
2	50.7	90.00.00	15.00.00	0925	50.700	0.00.00	+0.52	10.52	Địa hình
3	91.6	93.10.20	25.10.20	1142	91.319	-3.10.20	-4.76	5.24	Tim đường
4	88.5	89.20.00	27.00.00	1420	85.488	+0.40.00	+1.02	11.02	Góc nhà
5	87.0	91.00.20	30.20.00	1500	86.973	-1.00.20	-1.58	8.42	Góc nhà

Khoảng cách giữa các điểm mĩa không vượt quá quy định ở bảng (7-2)

Tỉ lệ đo vẽ	Khoảng cao đều (m)	Khoảng cách lớn nhất giữa các điểm mĩa (m)	Khoảng cách lớn nhất từ máy khi đo vẽ (m)	
			Địa hình	Địa vật
1:5000	0,5	60	250	150
	1,0	80	300	150
	2,0	100	350	150
	5,0	120	350	150
1:2000	0,5	40	200	100
	1,0	40	250	100
	2,0	50	250	100
1:1000	0,5	20	150	80
	1,0	30	200	80
1:500	0,5	15	100	60
	1,0	15	150	60

Để tránh trùng lặp hoặc bỏ sót cần phải phân vùng cho các trạm đo. Tuy nhiên giữa các trạm đo cần phải “đo chờm” để kiểm tra.

Cùng với công tác đọc số cần vẽ phác sơ đồ vị trí điểm khống chế, điểm chi tiết để tránh nhầm lẫn khi đo vẽ bản đồ.

Trước khi kết thúc trạm đo cần kiểm tra lại hướng ban đầu nếu lệch không quá $1/5$ là đạt yêu cầu.

3- Tính toán

Tính tọa độ và độ cao các điểm khống chế.

Tính khoảng cách nằm ngang từ máy đến điểm chi tiết.

$$d = kn \cos^2 v$$

Tính độ chênh cao của các điểm chi tiết so với trạm máy.

$$\Delta_h = \frac{1}{2} kn \sin 2v + i - l$$

Tính độ cao các điểm chi tiết.

$$H_{CT} = H_{TĐ} + \Delta_h$$

4- Vẽ bản đồ

- Vẽ lưới ô vuông: kẻ các ô vuông nhỏ kích thước 10cm x 10cm
- Chấm các điểm khống chế lên lưới ô vuông theo phương pháp tọa độ vuông góc.
- Chuyển các điểm chi tiết theo phương pháp tọa độ cực và vẽ đường đồng mức theo phương pháp ước lượng.
- Kiểm tra đánh giá độ chính xác bản đồ địa hình.
 - + Sai số vị trí địa vật cố định biểu thị trên bản đồ so với điểm khống chế gần nhất không lớn hơn 0.5mm (vùng quang đàng); 0.7mm (vùng rừng núi).
 - + Sai số biểu diễn dáng đất không vượt quá $1/4$ khoảng cao đều (vùng đồng bằng) và $1/3$ khoảng cao đều (vùng rừng núi).
 - + Số điểm chênh lệch không được lớn hơn 10% tổng số điểm kiểm tra.

§ 7.3 ĐO VẼ MẶT CẮT ĐỊA HÌNH

Để phục vụ cho thiết kế, thi công các công trình dạng tuyến: như đường sắt, đường ô tô, kênh mương, hệ thống đường dây tải điện, phải tiến hành đo vẽ mặt cắt địa hình.

Mặt cắt địa hình biểu diễn sự cao thấp của mặt đất tự nhiên dọc theo một tuyến nào đó.

Mặt cắt có 2 loại: mặt cắt dọc và mặt cắt ngang.

I- Mặt cắt dọc

1- Lập mặt cắt dọc

Để đo mặt cắt dọc trên mặt đất ta cần chọn một đường tim, sau này dùng để thiết kế tim công trình. Đường tim là một hệ thống đường gãy khúc có dạng như đường chuyền kinh vĩ, Nhưng những chỗ gãy khúc được bố trí những đoạn đường cong để phục vụ yêu cầu kỹ thuật.

Chọn đường tim rất quan trọng, nó ảnh hưởng đến độ chính xác và sự dễ dàng trong việc đo đạc cũng như việc bố trí công trình sau này. Bởi vậy khi lập đường tim phải tiến hành khảo sát từng phần, đặc biệt ở những nơi địa hình phức tạp.

Đường tim được lập như sau:

- Góc ngoặt đo bằng máy kinh vĩ.
- Độ dài đo bằng thước thép.

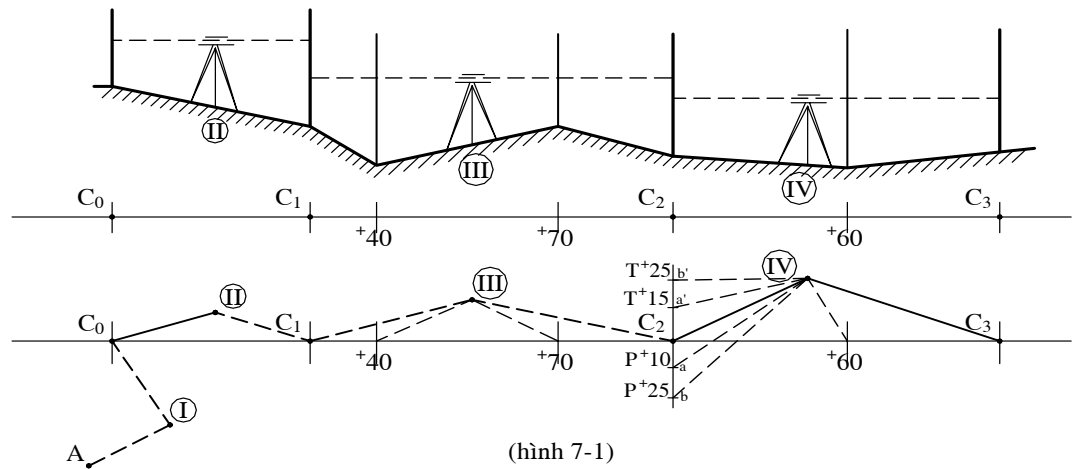
Trên đường tim cứ cách 100m lại đóng một cọc chính ký hiệu là C (C_0 ; C_1 ; C_2 ; C_n) cách 1000^m đóng một cọc ký hiệu là cọc K.

Dọc theo đường tim, nơi địa hình thay đổi, đóng cọc phụ (cọc cộng). Phải đo khoảng cách từ cọc phụ tới cọc chính, cũng như khoảng cách từ đỉnh góc ngoặt tới cọc chính

Khi bố trí cọc, cần có bản phác họa đường tim. Trên bản phác họa ghi chú đường giao thông, sông, suối, rừng ... hai bên đường tim.

2- Đo độ cao

Sau khi lập xong đường tim, dùng máy thủy chuẩn và mia, đo cao các cọc trên đường tim theo phương pháp đo cao từ giữa. Tùy theo yêu cầu có thể dùng độ cao nhà nước, có thể cho độ cao giả định của cọc đầu tiên trên đường tim (hình 7-1), chỉ rõ cách tiến hành đo thủy chuẩn theo phương pháp từ giữa trên đường tim.



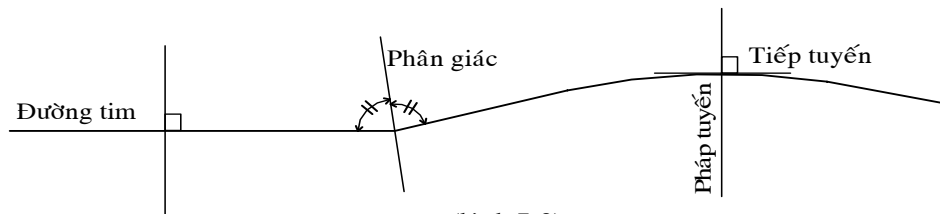
Đặt máy tại trạm I. Chuyển độ cao từ mốc A đến trạm C_0 là cọc đầu tiên của đường tim. Sau đó đo độ cao các cọc trên đường tim, tại mỗi trạm đặt máy đo cọc chính xong tiến hành đo luôn cọc phụ.

II- Mặt cắt ngang

1- Lập mặt cắt ngang

- Kết quả đo mặt cắt dọc không đủ đáp ứng yêu cầu thiết kế, để phục vụ công tác thiết kế cần đo mặt cắt ngang đường tim.

Mặt cắt ngang là mặt thẳng góc với đường tim (khi đường tim là một đường thẳng) là đường phân giác (khi đường tim gãy khúc); là đường pháp tuyến (khi đường tim là đoạn cong)



Mặt cắt ngang cần chọn nơi mặt đất điển hình để biểu thị chung cho một đoạn đường tim nào đó, bởi vậy một đường tim có thể có rất nhiều mặt cắt ngang.

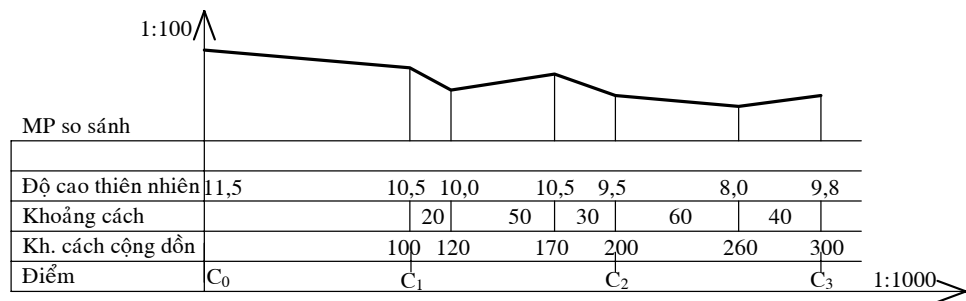
- Bề rộng mặt cắt ngang tùy theo yêu cầu mà đo vẽ. Thường mỗi bên rộng $25^m.0$. Theo hướng mặt cắt ngang, chọn nơi dáng đất thay đổi để đóng cọc và đo khoảng cách giữa 2 cọc đó.

2- Đo độ cao

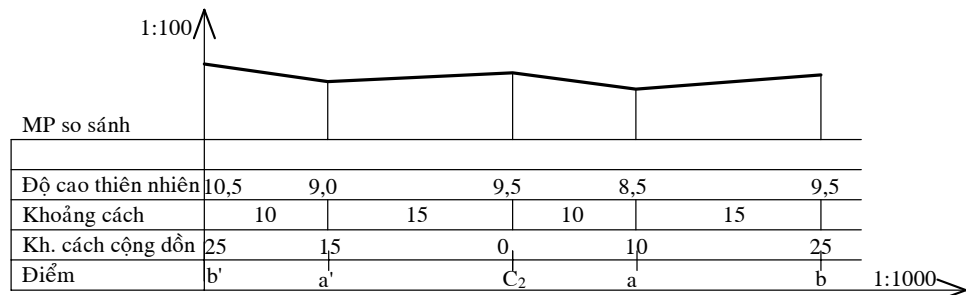
Dùng phương pháp đo tọa độ để đo và tìm độ cao các điểm trên mặt cắt ngang. Dựa vào độ cao các điểm đã biết C_0 ($C_0; C_1; C_2; C_n$)

III- Phương pháp vẽ mặt cắt dọc và mặt cắt ngang

- Trên số liệu đo đạc ta tính độ cao các điểm xong, tiến hành đo vẽ mặt cắt (hình 7-3)
- Thường chọn tỷ lệ đứng lớn gấp 10 lần tỷ lệ ngang (chẳng hạn tỷ lệ ngang $\frac{1}{2000} \rightarrow$ tỷ lệ đứng $\frac{1}{200}$)
- Để thuận tiện sử dụng thường chọn độ cao quy ước của bản vẽ (mặt phẳng so sánh hay còn gọi đường chân trời) sao cho điểm thấp nhất trên mặt cắt cũng cao hơn nó $8 \div 10$ cm.
- Ghi các số liệu lên dải tương ứng.
- Dựng lưới mặt cắt địa hình- vẽ mặt cắt.



MẶT CẮT DỌC



MẶT CẮT NGANG QUA C2

(Hình 7-3)

Chương VIII CÔNG TÁC BỐ TRÍ CÔNG TRÌNH

§8.1 KHÁI NIỆM

Việc xác định vị trí mặt bằng và độ cao của từng phần hoặc toàn bộ công trình ở ngoài thực địa theo đúng thiết kế gọi là bố trí công trình. Công tác bố trí công trình ngược lại với công tác đo vẽ.

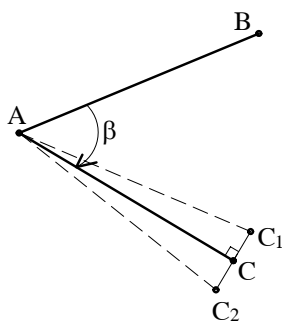
Thực chất của công tác bố trí công trình là bố trí các điểm đặc trưng của công trình trong không gian. Do đó nội dung của công tác bố trí công trình cũng là bố trí các yếu tố cơ bản: bố trí góc bằng, bố trí đoạn thẳng, bố trí độ cao.

Bố trí công trình cũng tuân theo nguyên tắc từ tổng quát đến chi tiết và tiến hành theo trình tự:

- Lập mạng lưới thi công với độ chính xác thường yêu cầu cao hơn so với lưới khống chế đo vẽ.
- Bố trí các trục cơ bản của công trình.
- Dựa vào các trục cơ bản, bố trí các điểm chi tiết đặc trưng của công trình. Trong bố trí công trình, độ chính xác yêu cầu tăng dần từ khống chế đến bố trí chi tiết.

§8.2 BỐ TRÍ CÁC YẾU TỐ CƠ BẢN

1- Bố trí góc bằng



(hình 8-1)

Khi đo góc $\beta = \beta_{AC}$ ở ngoài thực địa đã có 3 điểm B, A, C (một điểm A và 2 hướng AB, AC).

Khi bố trí: ở ngoài thực địa mới chỉ có 2 điểm A, B (một đỉnh A và một hướng AB). Biết giá trị thiết kế là β_0 . Hãy tìm vị trí C ở ngoài thực địa sao cho $BAC = \beta_0$

Cách bố trí: Đặt máy kinh vĩ tại A. Định hướng theo AB mở 1 góc β_0 về phía cần bố trí, theo hướng này cố

định được hướng C_1 ngoài thực địa.

Đào kính thao tác tương tự như

trên ta được C_2 ở ngoài thực địa.

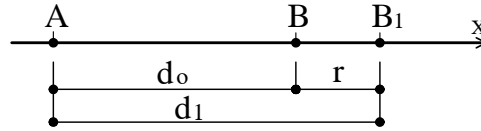
Cố định C cách đều C_1 và C_2 .

Góc BAC là góc cần bố trí (hình 8-1)

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.



(hình 8-2)

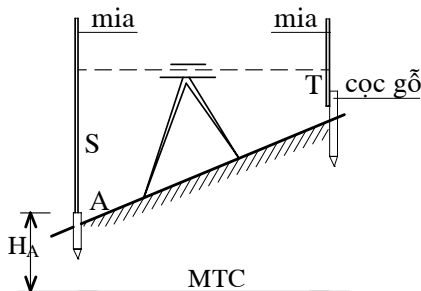
Cách bố trí:

- 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).

3- Bố trí độ cao



hi đo: Độ cao của điểm B thì ở ngoài thực địa đã có điểm B. Dựa vào độ cao đã biết H_A của điểm A đã có ở ngoài thực địa, dùng máy đo để tìm chênh cao giữa 2 điểm đó là $\Delta_{hAB} = S - T$.

Tính được độ cao điểm B là $H_B = H_A + \Delta_{hAB}$.

Khi bố trí độ cao ở ngoài thực địa mới chỉ có điểm A và độ cao của nó là H_A .

(hình 8-3)

Biết độ cao của điểm B thiết kế $H_B = H_{TK}$ (H_{TK} là độ cao thiết kế). Hãy tìm điểm B ấy ở ngoài thực địa.

Cách bố trí: Đặt máy thủy chuẩn cách đều A và B đọc số theo chỉ giữa trên mĩa dựng ở A ta có S. Tính độ cao tia ngắm

$$H_{máy} = H_A + S$$

Tính số đọc cần thiết T của mĩa dựng ở B

$$T = H_{máy} - H_B$$

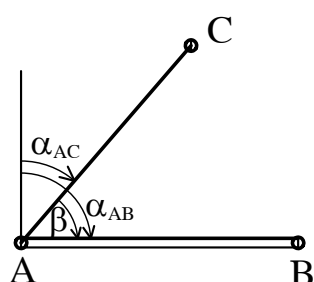
Sau khi tính được giá trị T thì người đứng máy ra hiệu người dựng mĩa ở B nâng mĩa lên hay hạ mĩa xuống đến khi nào thấy "chỉ giữa" cắt đúng giá trị T trên mĩa. Khi đó ra hiệu đánh dấu điểm chân mĩa, đó chính là $H_B = H_{TK}$ cần bố trí (hình 8-3)

§8.3 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 một cực



(hình 8-4)

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

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

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

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

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

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

Ví dụ 1: biết tọa độ không chế trắc địa:

$$A \left| \begin{array}{l} X_A = +12.583\text{m} \\ Y_A = -62.396\text{m} \end{array} \right.$$

$$B \left| \begin{array}{l} X_B = +10.000\text{m} \\ Y_B = +20.000\text{m} \end{array} \right.$$

và tọa độ thiết kế là

$$C \left| \begin{array}{l} X_C = +37.423\text{m} \\ Y_C = -56.229\text{m} \end{array} \right.$$

Hãy tính toán số liệu cần thiết và trình bày cụ thể cách bố trí điểm C theo phương pháp tọa độ độc cực từ cực A và hướng gốc A_{AB} (hình 8-4).

Giải:

Tính toán số liệu cần thiết:

$$+ r_{AC} = \arctg \frac{|Y_C - Y_A|}{|X_C - X_A|} = \arctg \frac{|-56.229 - (-62.396)|}{|+37.423 - (+12.583)|}$$

$$r_{AC} = \arctg \frac{|+6.167|}{|+24.840|} = 13^{\circ}56'34''$$

Vì Δ_y dương

$$\Delta_x \text{ dương} \Rightarrow \alpha_{AC} = r_{AC} = 13^{\circ}56'34''$$

$$+ r_{AB} = \arctg \frac{|Y_B - Y_A|}{|X_B - X_A|} = \arctg \frac{|(+20.000 - (-62.396))|}{|(+10.000) - (12.283)|}$$

$$= \arctg \frac{|+82.396|}{|-2.583|} = 88^{\circ}12'16''$$

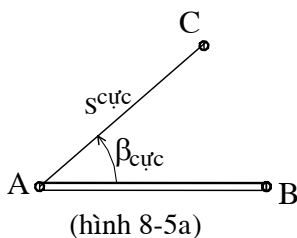
Vì Δ_y dương

$$\Delta_x \text{ âm} \Rightarrow \alpha_{AB} = 180^{\circ} - 88^{\circ}12'16'' = 91^{\circ}47'44''$$

$$\Rightarrow \beta_{\text{cực}} = \alpha_{AB} - \alpha_{AC} = 91^{\circ}47'44'' - 13^{\circ}56'34'' = 77^{\circ}51'10''$$

$$\begin{aligned} S_{\text{cực}} &= S_{AC} = \sqrt{(X_C - X_A)^2 + (Y_C - Y_A)^2} \\ &= \sqrt{(37.423 - 12.583)^2 + [(-56.229) - (-62.396)]^2} \\ &= \sqrt{24.840^2 + 6.167^2} = 25^m.594 \end{aligned}$$

Cách bố trí:



Đặt máy kinh vĩ tại A. Định tâm cân bằng. Định hướng theo AB quay máy ngược chiều kim đồng hồ mở 1 góc

$$\beta_{\text{cực}} = 77^{\circ}51'10''$$

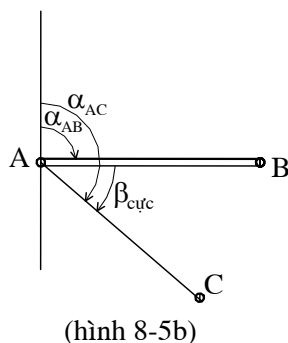
Trên hướng này dùng thước thép đo 1 khoảng

$S_{\text{cực}} = 25\text{m}.594$ ta được điểm C cần bố trí (hình 8-5a)

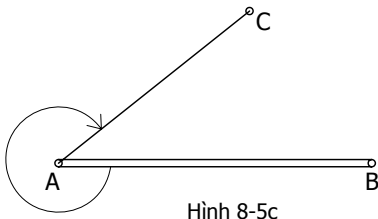
Nếu theo sơ đồ (hình 8-5b) ta có:

$$\beta_{\text{cực}} = \alpha_{AC} - \alpha_{AB} = (13^{\circ}56'34'' + 360^{\circ}) - 91^{\circ}47'44'' = 282^{\circ}08'50''$$

$$S_{\text{cực}} = 25^m.594$$



Cách bố trí: Đặt máy kinh vĩ tại A định tâm cân bằng. Định hướng theo AB quay máy thuận chiều kim đồng hồ mở 1 góc $\beta_{\text{cực}} = 282^{\circ}08'50''$. Trên hướng này dùng thước thép đo 1

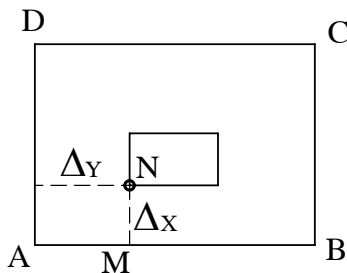


khoảng $S_{\text{curc}} = 25\text{m}.594$ ta được điểm C cần bố trí (hình 8-5c)

dùng thước thép đo 1 khoảng $S_{\text{curc}} = 25\text{m}.594$ ta được điểm C cần bố trí (hình 8-5b)

b- Phương pháp tọa độ vuông góc

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 Δ_X, Δ_Y (hình 5-6)



(hình 8-6)

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° . Trên hướng này đo một đoạn $MN = \Delta_X$ ta có điểm N.

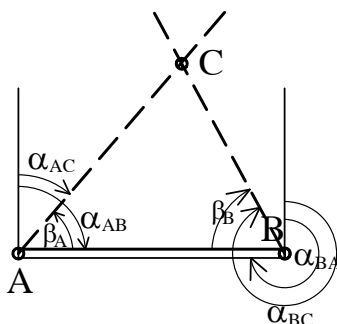
2- Phương pháp giao hội

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 giao hội β_A, β_B .



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

$$\alpha_{AC} = \arctg \left| \frac{Y_C - Y_A}{X_C - X_A} \right| \rightarrow \beta_A = \alpha_{AB} - \alpha_{AC}$$

(hình 8-7)

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

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

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

- *Cách bố trí:* Đặt 2 máy kinh vĩ ở A và B định tâm, cân bằng, định hướng theo cạnh không chế AB. Tương ứng đặt các góc β_A, β_B . Giao điểm của 2 hướng ngắm trên là điểm C cần tìm.

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 đăng.

- *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)

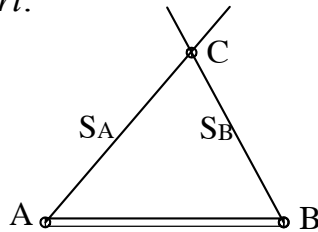
Tính toán:

Tính những số liệu cần thiết cho bố trí là các bán kính giao hội S_A, S_B .

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

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

- *Cách bố trí:*



(hình 8-8)

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.

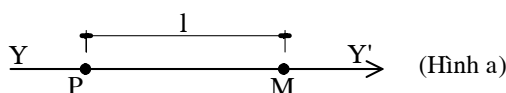
3- Phương pháp đơn giản

Trong những công trường nhỏ, có ít công trình người ta không thiết lập “mạng lưới thi công” nữa.

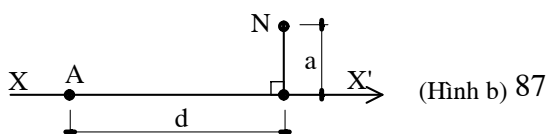
Người ta dựa vào những điểm cơ sở trắc địa, những điểm đặc biệt của địa hình, địa vật mà tìm và cho những mối quan hệ giữa điểm thiết kế và những điểm có sẵn ấy.

- Mối quan hệ này được biểu thị bằng những cạnh:

Ví dụ: Tìm $M \in yy'$ cách $P \in yy'$ một đoạn = l (hình a)



(Hình a)



(Hình b) 87

- Hoặc mối quan hệ này thể hiện bằng những đoạn thẳng vuông góc. Điểm N cần xác định. $A \in xx'$ đã biết. a, d là khoảng cách thiết kế đã có. (hình b)

- Hoặc mỗi quan hệ này thể hiện bởi “góc bằng” và đoạn thẳng: điểm Q cần xác định. Điểm $B \in zz'$ đã biết. Góc bằng β và khoảng cách S thiết kế đã cho (hình c)

a- Xác định vị trí các điểm

- *Vị trí mặt bằng*: Dùng máy kinh vĩ để “bố trí góc bằng” và thước thép để “bố trí đoạn thẳng”. Để tránh bớt sai số tích lũy thì bố trí những điểm chính trước, từ các điểm chính phát triển điểm phụ. Nghĩa là đi từ đại cương đến chi tiết.

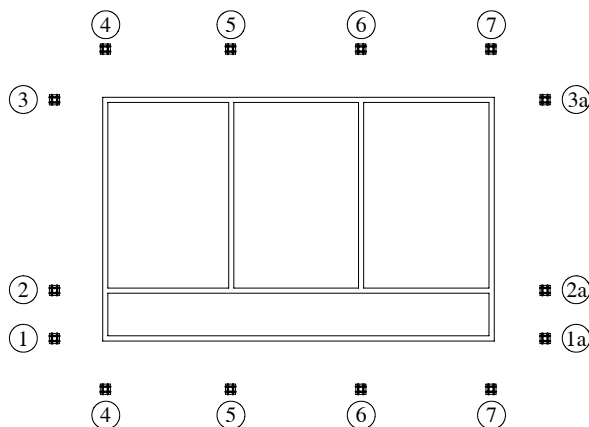
Các điểm xác định xong phải được kiểm tra lại tùy theo yêu cầu độ chính xác của công trình. Thông thường sai số về góc (nếu có) $1 \div 2'$, sai số về chiều dài (nếu có) $1 - 2^{cm}$.

- *Vị trí độ cao*. Dùng máy và mia thuỷ chuẩn dựa vào mốc độ cao có sẵn gần khu vực xây dựng để dẫn độ cao đến một số mốc tạm thời theo phương pháp đo cao hình học. Mốc tạm thời phải đặt ngoài phạm vi công trình và phải được bảo vệ trong suốt quá trình xây dựng.

Dựa vào mốc tạm thời dùng phương pháp đo toạ để “bố trí độ cao” cho các điểm.

Đối với công trình không có gì đặc biệt sai số về độ cao $\leq \pm 3mm$.

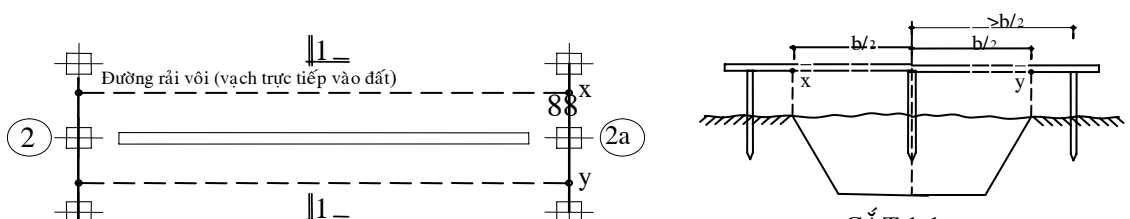
b- Công tác đóng cọc lên ngựa



- *Đóng cọc chính*: Khi xác định vị trí mặt bằng ta đóng những cọc chính, các cọc này (1, 2, 3, ...) phải thể hiện ra ngoài tạo thành một vành đai bao quanh công trình và cách tim móng một khoảng bằng bề rộng b của hố móng cần đào (đối với mặt đất rắn chắc) hoặc bằng $(1,5 \div 2)b$ đối với đất dễ sụt lở.

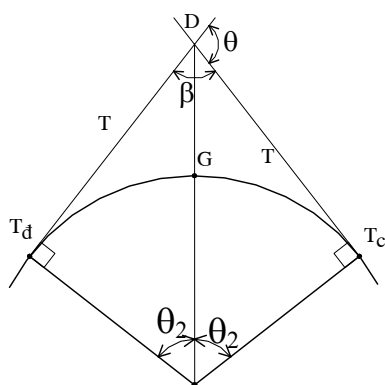
- *Đóng cọc phụ*: Móng đã giác xong, trước khi khởi công đào móng ta phải tiến hành công tác “lên ngựa”. Nghĩa là đóng thêm những cọc phụ và vạch lên mặt đất mép hố móng (vạch trực tiếp xuống đất hoặc rải vôi) để sau này theo hướng đó tiến hành đào móng.

Công tác này tiến hành lần lượt cho từng tim trục.



§ 8.4 BỐ TRÍ ĐƯỜNG CONG TRÒN

1- Khái niệm



(hình 8-11)

- Khi xác định các công trình dạng tuyến (kênh mương, đường sá) ở những nơi tuyến đổi hướng cần bố trí đường cong để nối các đoạn thẳng của tuyến với nhau.
- Một đường tròn được xác định nếu biết điểm T_d , G , T_c ba điểm này gọi là 3 điểm chính của đường cong tròn.
- Để đảm bảo thi công đường cong tròn chính xác người ta bố trí một số điểm nằm trên đường cong đó. Các điểm này gọi là điểm phụ, khoảng cách giữa các điểm phụ tùy thuộc vào tính chất của công trình (5-20)m.

2- Bố trí các điểm chính của đường cong tròn

a- Các tham số

- Bán kính R theo số liệu thiết kế.
- Góc ngoặt θ . Đo trực tiếp ngoài thực địa.
- Độ dài tiếp tuyến $T = T_dD = T_cD = R \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}$
- Độ dài phân giác $P = DG = R \left(\sec \frac{\theta}{2} - 1 \right)$

$$\text{Trong đó: } \sec \frac{\theta}{2} = \frac{1}{\cos \frac{\theta}{2}}$$

- Độ dài đường cong tròn $k = \frac{\pi R \theta}{180^\circ}$

b- Cách bố trí

- Đặt máy kinh vĩ tại D . định hướng về cạnh chứa điểm T_d . Theo hướng này bố trí đoạn thẳng T . đóng cọc mốc được T_d .

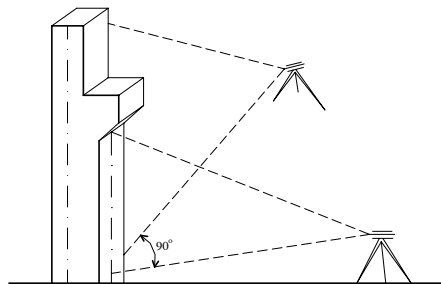
- Mở góc bằng $\frac{\beta}{2}$, ($\beta = 180^\circ - \theta$) theo hướng ống kính đặt đoạn thẳng P, đóng cọc mốc xác định được điểm P.
- Mở tiếp góc bằng $\frac{\beta}{2}$. Trên hướng này đặt đoạn thẳng T xác định được đoạn thẳng T_c.

§ 8.5 CÔNG TÁC TRẮC ĐỊA PHỤC VỤ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH

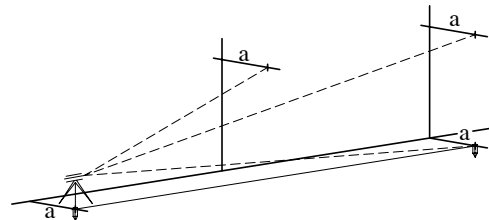
1- Chỉnh cột thẳng đứng

Trong quá trình đóng móng cọc, lắp dựng cột nhà cần thiết phải chỉnh các cột vào vị trí thẳng đứng.

- Khi cột không cao, đổ bê tông tại chỗ thì có thể dùng dây dọi hoặc ni vô đứng.
- Khi yêu cầu độ chính xác cao hơn người ta thường sử dụng 2 máy kinh vĩ vuông góc nhau để chỉnh cột theo 2 hướng. Tim cột được đánh dấu ở 2 đầu chân và đỉnh. Khi lắp ta cần chỉnh cho 2 điểm đánh dấu tim cùng nằm trên một mặt phẳng thẳng đứng. (hình 8-12a)



(hình 8-12a)



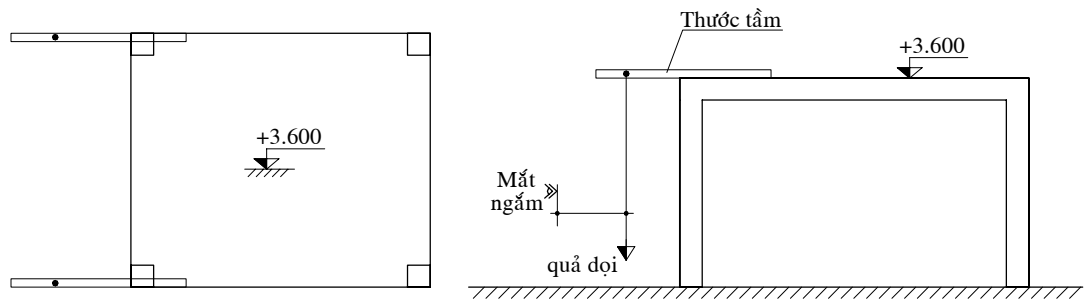
(hình 8-12b)

Trường hợp cột được lắp thành hàng. Ngoài việc chỉnh cột thẳng đứng, cần kiểm tra sự thẳng hàng của cột. Lúc đó dùng mia ngang để “kéo dài” trục một đoạn a. (hình 8-12b).

2- Chuyển trục và độ cao lên cao

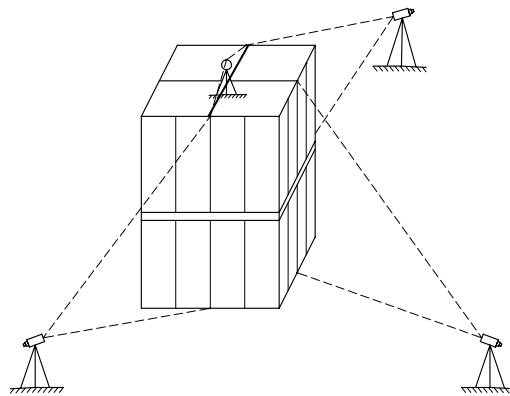
a- Chuyển trục lên cao

Đối với nhà ≤ 4 tầng thì công đổ bê tông tại chỗ: dùng phương pháp dây dọi. (hình 8-13)



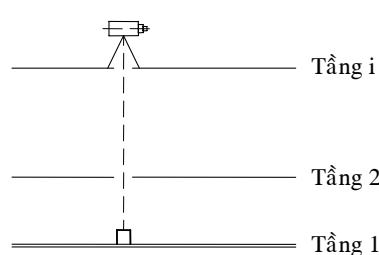
(hình 8-13)

Với các công trình ≤ 10 tầng dùng máy kinh vĩ để chuyển trục (hình 8-14).
 Nếu diện thi công cho phép: đặt máy kinh vĩ trên hai hướng vuông góc dùng phương pháp chiếu thẳng đứng.

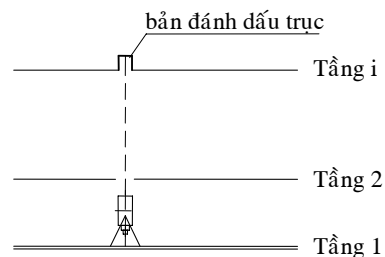


Hình 8-14

-Trường hợp xây chèn không thể đặt máy ngoài công trình được có thể sử dụng định tâm quang học của máy kinh vĩ. Muốn vậy trên phương thẳng đứng của điểm trục cần chuyển chừa ra một lỗ sàn 20x20cm và tiến hành định tâm máy theo mốc. (hình 8-15a).



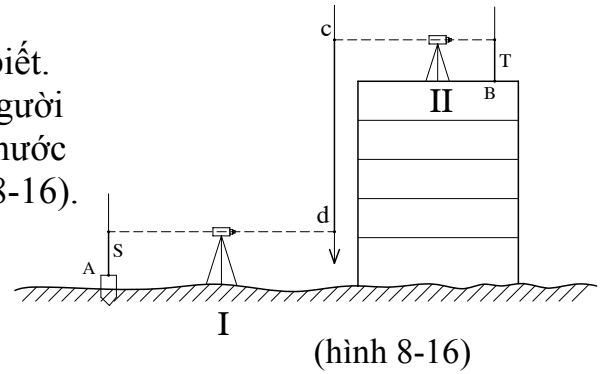
(hình 8-15a)



(hình 8-15b)

Đối với nhà > 10 tầng và công trình tương đương người ta phải dùng máy chiếu thiên đỉnh quang học hoặc laser (hình 8-15b).

b- Chuyển độ cao lên cao:
 Xuất phát từ độ cao một điểm A đã biết.
 Để chuyển các độ cao lên tầng cao người ta sử dụng máy thủy chuẩn, mia và thước thép treo đầu “0” về phía trên (hình 8-16).



- Máy I đặt dưới đất đọc được trị số theo chỉ giữa trên mia là S, trên thước thép là d.
- Máy II đặt trên sàn đọc được trị số theo chỉ giữa trên mia là T, trên thước thép là C theo hình vẽ ta có:

$$H_B = H_A + S - (d - C) - T$$

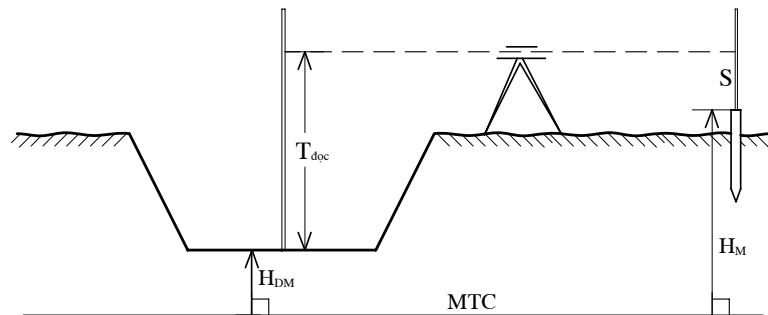
H_B : Là độ cao cần tìm

Sau khi có H_B tìm được đem so sánh với độ cao điểm B thiết kế (H_B^{TK})

3- Chuyển độ cao và trực xuống móng công trình

a- Chuyển độ cao xuống móng

* Trường hợp móng nông



(hình 8-17)

Ta dùng một máy thủy chuẩn đặt trên bờ, một mia dựng ở cọc mốc đọc được trị số trên mia là S. Một mia chạy dọc theo trục móng đã đào (hình 8-17).

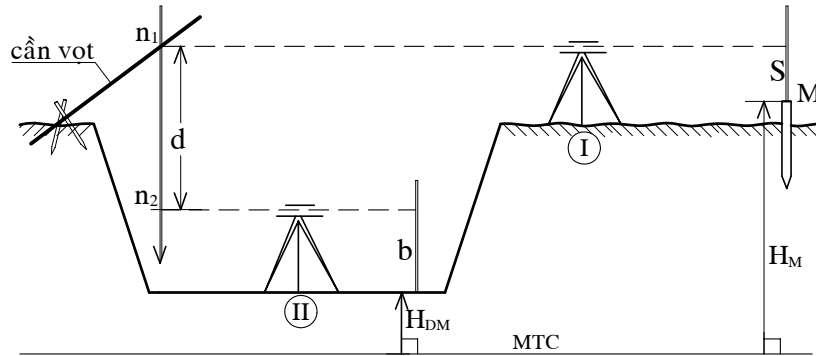
Theo hình vẽ ta có $T_{tính} = S + h_{CM}$ (Trong đó: h_{CM} là bề sâu chôn móng)

Sau khi có được $T_{tính}$ người dựng mia chạy dọc trục móng để kiểm tra.

- Nếu số đọc theo chỉ giữa trên mia bằng giá trị $T_{tính}$ thì độ sâu móng đã đào đủ.
- Nếu số đọc $T_{đọc} < T_{tính}$ thì móng đào còn nông
- Nếu số đọc $T_{đọc} > T_{tính}$ thì móng đào sâu quá độ sâu thiết kế

*** Trường hợp móng sâu và rộng**

Dùng 2 máy thủy chuẩn, 2 mìa thủy chuẩn và thước thép (hình 8-18). Một máy và một mìa đặt trên bờ, một máy và một mìa đặt xuống dưới móng.



Thước thép đặt vào “cần vọt” và đầu “0” của thước ở phía trên. Đầu dưới treo một quả dọi để thước được căng.

Tiến hành đo thủy chuẩn ta có:

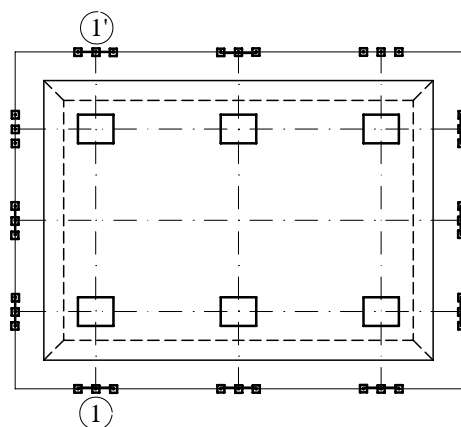
- Máy I đọc trị số theo chỉ giữa trên mìa là S, trên thước thép là n_1 .
- Máy II đọc trị số theo chỉ giữa trên mìa là b, trên thước thép là n_2 .

$$H_{DM} = (H_M + S) - d - b$$

(Trong đó: $d = n_2 - n_1$)

Có H_{DM} : (H_{DM} độ cao đáy móng) so sánh với H_{DM} đã thiết kế để biết móng đã đào đúng độ sâu thiết kế chưa.

b- Chuyển trục xuống móng



(hình 8-19)

Các trục của công trình được chuyển xuống đáy móng nhờ các dây thép căng theo các trục và quả dọi hoặc sử dụng máy kinh vĩ (hình 8-19).

Dựa vào các cọc chính đã có ở 2 đầu một trục (chẳng hạn cọc 1-1). Đặt máy một trong hai cọc đó (chẳng hạn cọc 1) định tâm, cân bằng, định hướng theo 1-1. Khóa chuyển động ngang của máy dùng phương pháp chiếu thẳng đứng để chuyển trục xuống hố móng. Công việc này cũng được tiến hành lần lượt cho từng tim trục.

4- Tính khối lượng đất san nền

Có 2 phương pháp tính:

- Phương pháp tính bằng lưới ô vuông: áp dụng khi khu đất rộng.

- Phương pháp tính bằng mặt cắt: áp dụng khi khu đất là dạng tuyến.

a- Tính thể tích bằng lưới ô vuông

- Kẻ các ô vuông trên bản đồ có cạnh $a = 2 \div 4\text{cm}$ (phụ thuộc địa hình, tỷ lệ bản đồ, yêu cầu độ chính xác).

- Tìm độ cao các đỉnh ô vuông từ bản đồ ghi vào các đỉnh ô gọi là độ cao đen ký hiệu (H_d).

- Xác định độ cao thiết kế- ký hiệu (H_{TK}).

Khi yêu cầu san phẳng với điều kiện khối lượng đất đào và đắp bằng nhau thì độ cao thiết kế (còn được gọi là độ cao đò) được tính theo công thức.

Bước 1:

$$\text{Tính } H_{TK} = \frac{\Sigma H_d^I + 2\Sigma H_d^{II} + 3\Sigma H_d^{III} + 4\Sigma H_d^{IV}}{4.n}$$

$$= H_0 + \frac{\Sigma \varepsilon_d^I + 2\Sigma \varepsilon_d^{II} + 3\Sigma \varepsilon_d^{III} + 4\Sigma \varepsilon_d^{IV}}{4n}$$

Trong đó: ΣH_d^I : tổng độ cao đen của đỉnh chỉ thuộc 1 ô vuông.

ΣH_d^{II} : 2 ô vuông.

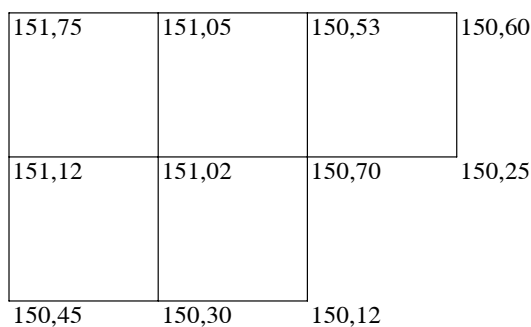
ΣH_d^{III} : 3 ô vuông.

ΣH_d^{IV} : 4 ô vuông.

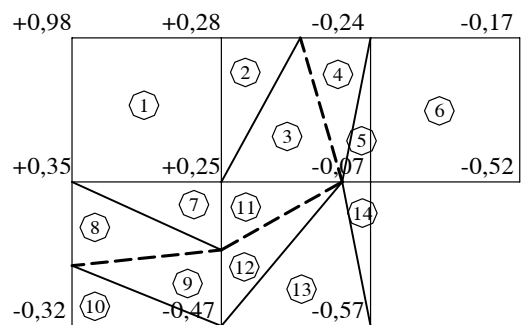
H_0 : Độ cao gần đúng.

$$\varepsilon_i = H_i - H_0$$

n : Là số ô vuông.



(hình 8-20a)



(hình 8-20b)

Theo ví dụ trên ta có thể tính như sau (với $H_0 = 150^m.20$) (hình 8-20a)

$H_{TK} =$

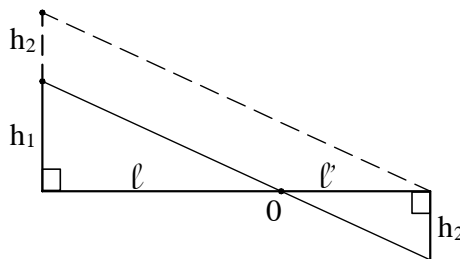
$$= 50.20 + \frac{(1.55 + 0.40 + 0.05 + 0.00 + 0.25) + 2(0.85 + 0.33 + 0.10 + 0.92) + 3(0.50) + 4(0.82)}{4 \times 5}$$

$$= 150^m.77$$

Bước 2: Tính chiều cao công tác (đào, đắp) tại từng đỉnh theo công thức

$$h = H_d - H_{TK}$$
và ghi vào các đỉnh ô (hình 8-20b)

Bước 3: Xác định đường quy trình (đường ranh giới giữa đào và đắp)
Xét các cạnh ô vuông có chiều cao công tác ở 2 đỉnh khác dấu nhau:
Tính các đoạn theo công thức (hình 8-21)



(hình 8-21)

$$\frac{|h_1|}{l} = \frac{|h_1| + |h_2|}{l + l'}$$

$$l = \frac{a|h_1|}{|h_1| + |h_2|}$$

Trong đó: h_1, h_2 là chiều cao công tác tại 2 đỉnh kề nhau.
 a là cạnh ô vuông.

Ví dụ: Xác định điểm "0" trên cạnh $C_2 - C_3$. Ta có thể tính đoạn l từ C_2 đến điểm "0" là

$$l = \frac{20^m \times 0.28}{0.28 + 0.24} \approx 10^m.8$$

Nội tất cả các điểm "0" được tính theo cách trên ta có đường "quy trình".

Bước 4: Tính toán khối lượng đất đào đắp.

Khối lượng đất được tính riêng cho phần đào và phần đắp

+ Với các ô vuông nguyên thì khối lượng đất là

$$V = a^2 \cdot \frac{\sum h_i}{4} \quad (i = 1, 2, 3, 4)$$

a : cạnh ô vuông

+ Nếu các ô lẻ ta thường chia ra tam giác để tính khối lượng theo công thức

$$V = S \cdot \frac{\sum h_i}{3} \quad i = 1, 2, 3$$

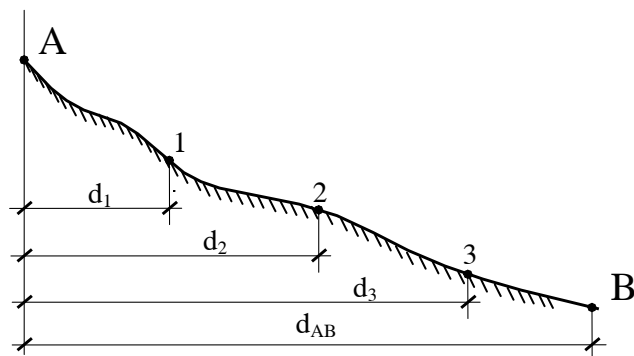
S : diện tích của một tam giác

Với ví dụ trên ta có kết quả tính ở bảng:

Hình số	Diện tích (m ²)	h (m)	Khối lượng (m ³)	
			Đào (+)	Đắp (-)

1	400.0	+0.46	184.0	
2	108.0	+0.18	19.4	
3	156.0	+0.08	12.0	
4	92.0	-0.08		7.4
5	44.0	-0.10		4.4
6	400.0	-0.25		100.0
7	69.0	+0.20	13.8	
8	104.0	+0.12	12.5	
9	131.0	-0.16		21.0
10	96.0	-0.26		25.0
11	53.8	+0.08	43.0	
12	102.2	-0.16		16.4
13	200.0	-0.85		70.0
14	44.0	-0.21		9.2
Σ	2000.0		246.4	253.4

5- Bố trí đoạn thẳng có độ dốc theo thiết kế



(hình 8-22)

- Giả sử cần bố trí đoạn thẳng AB có độ dài d với độ dốc $i\%$ theo thiết kế.
- Chia đoạn thẳng AB thành n đoạn nhỏ, mỗi đoạn có chiều dài d_i . Đặt các cọc trung gian 1,2,3...

- Tính độ cao thiết kế của các cọc H^{do} là

$$H_1^{do} = H_A + d_1 \cdot i$$

$$H_2^{do} = H_A + d_2 \cdot i$$

$$H_n^{do} = H_A + d_n \cdot i$$

$$H_B = H_A + d \cdot i$$

Dùng máy thủy chuẩn xác định độ cao

các đỉnh cọc được H_i^d

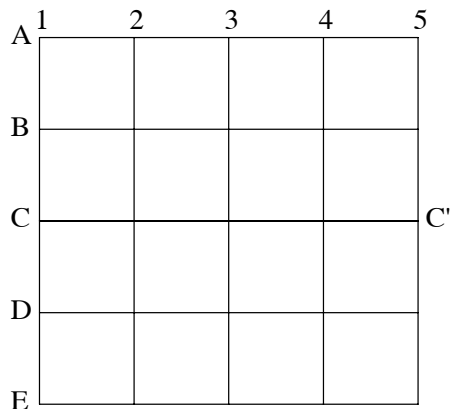
Chiều cao công tác ở các cọc h : $h = H^{do} - H^d$

Quy ước:

+Nếu $h > 0$ từ đỉnh cọc đo lên cao một đoạn h được điểm thiết kế.

+Nếu $h < 0$ từ đỉnh cọc đo xuống thấp 1 đoạn h được điểm thiết kế.

6- Bố trí mặt phẳng có độ dốc theo thiết kế



(hình 8-23)

Giả sử cần bố trí mặt phẳng P có độ dốc i theo thiết kế.

Chọn ở 2 đường thẳng vuông góc AE và CC' sao cho AE theo mặt phẳng nằm ngang có cùng độ cao (max hay min) còn CC' là đường dốc nhất (độ dốc i)

Chia mặt phẳng P thành những ô vuông như hình vẽ các đỉnh của lưới ô vuông được đóng cọc làm mốc. Tính độ cao thiết kế (H^{do}) của các đỉnh còn độ cao đen (H^d) được xác định bằng cao đạc ô vuông

Chiều cao công tác tại các đỉnh ô vuông $h = H^{do} - H^d$

Quy ước:

+ Nếu $h > 0$ từ đỉnh cọc đo lên cao một đoạn h được điểm thiết kế.

+ Nếu $h < 0$ từ đỉnh cọc đo xuống thấp một đoạn h được điểm thiết kế.

§ 8.6 ĐO VẼ HOÀN CÔNG

Thế nào là đo vẽ hoàn công: Đo đạc xác định vị trí, kích thước, hình dạng của từng phần hay toàn phần công trình sau khi xây dựng xong ở ngoài thực địa và biểu diễn lên bản vẽ làm như vậy gọi là đo vẽ hoàn công.

Mục đích của đo vẽ hoàn công là: Xác định tọa độ, độ cao, kích thước thực của công trình vừa xây dựng xong.

- Đối với bản vẽ hoàn công từng phần: Nó là cơ sở để giải quyết mọi vấn đề trong quá trình xây dựng như tổ chức biện pháp khắc phục những hiện tượng sai hỏng, bố trí những công trình mới không vi phạm công trình cũ đã có, nhất là khi xây dựng các công trình ngầm.

- Đối với bản vẽ hoàn công toàn phần: Nó là cơ sở để giải quyết những nhiệm vụ kỹ thuật khác nhau trong quá trình khai thác, sửa chữa, mở rộng công trình...

Thời gian đo vẽ:

- Trong quá trình xây dựng, sau khi kết thúc từng giai đoạn công việc cần phải đo vẽ hoàn công từng phần (móng, từng tầng nhà).

- Khi xây dựng xong công trình cần đo đạc lập bản vẽ hoàn công toàn phần

Cơ sở đo vẽ hoàn công: Khi đo hoàn công phải dựa vào các điểm khống chế trắc địa (mặt bằng, độ cao). Nếu công trình riêng biệt có thể dựa vào các trục móng và hệ thống độ cao mốc thi công.

Nguyên tắc: Về nguyên tắc tất cả các số liệu ghi trên bản vẽ thiết kế đều được xác định lại trên thực tế và phản ánh vào bản vẽ để trong dấu ngoặc đơn. Trong đó cần chú ý các trường hợp sau:

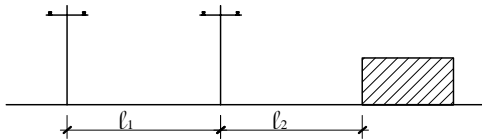
a- Đối với công trình ngầm



(hình 8-24)

Đo vẽ trước khi lắp đất, ngoài xác định các điểm đặc trưng còn phải xác định độ cao đáy móng công trình (hình 8-24)

b- Hệ thống đường dây dẫn

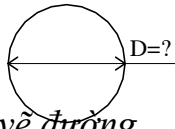


(hình 8-25)

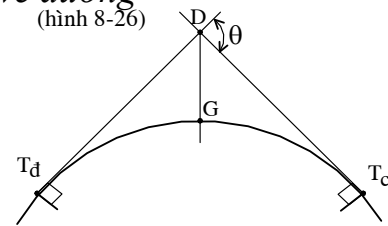
Đo khoảng cách giữa các trục cột, độ cao các dầm, xà ngang, khoảng cách đến các công trình gần đó (hình 8-25)

c- Công trình dạng tròn

Phải xác định tọa độ tâm và bán kính(hình 8-26)



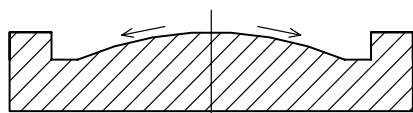
d- Đo vẽ đường



(hình 8-27)

Xác định các yếu tố của đường cong, đo nối tất cả các đỉnh góc ngoặt đến lưới khống chế trắc địa, vị trí giao nhau của hệ thống đường. (hình 8-27)

e- Đo vẽ quy hoạch mặt đứng



(hình 8-28)

Đo cao bề mặt và các điểm đặc trưng, độ cao vỉa hè, chỗ giao nhau, nơi thay đổi độ dốc mặt đường, đáy rãnh thoát nước, nắp giếng ... (hình 8-28)

Trên cơ sở đo vẽ lập bình đồ hoàn công, trên đó biểu diễn các điểm khống chế trắc địa. các công trình dân dụng và công nghiệp, hệ thống đường sá; công trình ngầm, đường điện trên không và dưới đất và các địa vật khác thể hiện trên bản vẽ như đối với vẽ bản đồ địa hình.

Chương IX QUAN TRẮC BIẾN DẠNG CÔNG TRÌNH

1- Khái niệm

- Biến dạng thực chất là chuyển vị không gian của các điểm trên công trình qua một chu kỳ thời gian.

- Vì ta không thể quan trắc hết được tất cả các điểm của công trình nên cần thiết phải chọn một số điểm có khả năng bị chuyển vị rất nhiều (các điểm trên cột đối với nhà khung chịu lực). Những điểm này được gọi là điểm quan trắc.
- Để xác định vị trí các điểm quan trắc người ta phải đo nối chúng với một hệ thống điểm được cố định kiên cố gọi là các “mốc chuẩn”, các mốc chuẩn này được định kỳ đo kiểm tra. Từ hệ thống mốc này và các kết quả đo tính được tọa độ các điểm quan trắc.

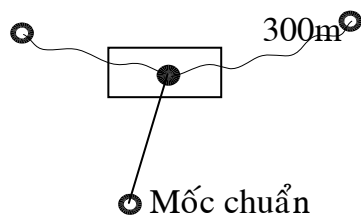
Công tác quan trắc biến dạng được tiến hành với độ chính xác đo đạc rất cao. Do vậy chỉ những người có chuyên môn cao về trắc địa mới tiến hành được công việc này.

Để đơn giản người ta chia chuyển vị của các điểm quan trắc thành 2 thành phần:

- Chuyển vị thẳng đứng: gọi là lún, được xác định bằng đo cao hình học (tương đương với đo cao hình học hạng II nhà nước)
- Chuyển vị mặt bằng: gọi tắt là chuyển vị, được xác định bằng các tọa độ X, Y và xác định bằng đo góc và đo dài.

2- Quan trắc lún

a- Mốc gốc (mốc chuẩn)

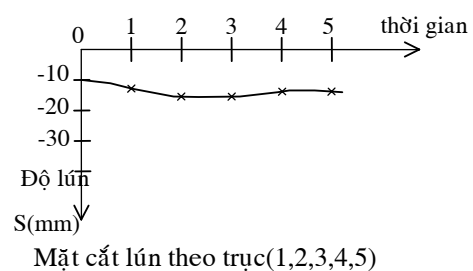
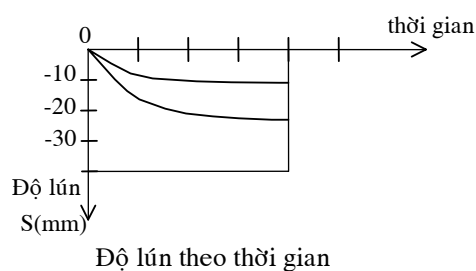


Ít nhất phải có 3 mốc được bố trí gần công trình nhưng phải nằm ngoài phạm vi ảnh hưởng lún của công trình. Mốc gốc có thể chôn ở dưới đất, gắn trên tường các công trình kiên cố khác đã được xây dựng từ lâu.

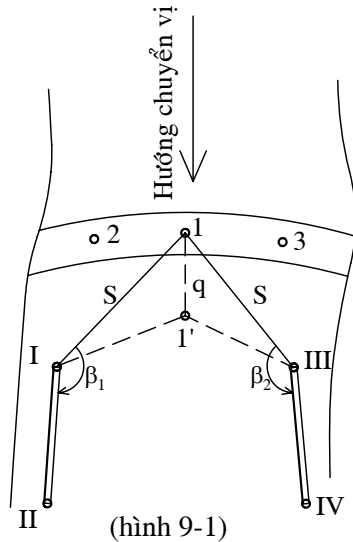
b- *Mốc lún*: được đặt vòng quanh đỉnh móng công trình, dưới chân cột hay tường chịu lực, ở những điểm thay đổi kết cấu.

c- Chu kỳ quan trắc:

- Chu kỳ quan trắc đầu tiên bắt đầu sau khi xây lắp xong móng công trình (gọi là chu kỳ 0)
- Trong giai đoạn xây dựng các lần đo được tiến hành khi công trình có bước nhảy về tải trọng, đặc biệt khi công trình đạt được 25%, 50%, 75%, 100%.
- Trong giai đoạn sử dụng công trình chu kỳ đo có thể là tháng, quý, nửa năm.....việc quan trắc lún phát triển cho đến khi độ lún trong 3 chu kỳ liên tiếp không thay đổi khi đó mới kết thúc.



3- Quan trắc chuyển vị



- Dưới tác dụng của các thành phần ngoại lực tác động vào công trình, công trình có thể bị dịch chuyển đi theo phương nằm ngang (hình 9-1)

- Muốn quan trắc độ dịch chuyển của công trình ta đo xác định tọa độ (mặt bằng) của một số điểm đặc trưng trên công trình vào các thời điểm khác nhau theo các phương pháp: hướng chuẩn, đo góc, Δ , đường chuyền ở đây ta xét phương pháp giao hội góc.

- Đặt các mốc góc I, II, III, IV ngoài phạm vi ảnh hưởng của công trình tạo thành một số hướng góc.

- Đặt các mốc dịch chuyển 1, 2, 3 ở trên công trình.

- Đo góc bằng β_i hợp với các hướng gốc và hướng ngắm đến các mốc đo dịch chuyển theo từng chu kỳ. Đoạn dịch chuyển q được tính theo công thức.

$$q = \frac{\Delta''_{\beta} \cdot S}{\zeta''}$$

Δ''_{β} : là hiệu số góc đo giữa chu kỳ đang xét với chu kỳ 0.

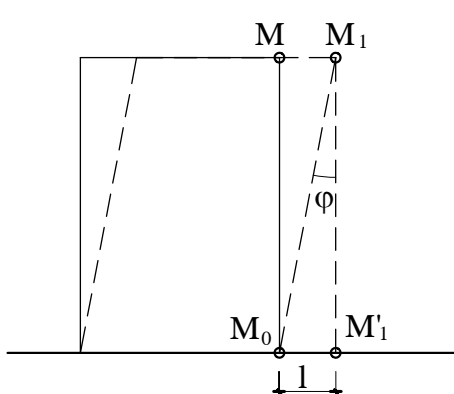
S: khoảng cách từ máy đến điểm đo dịch chuyển.

Để kiểm tra có thể đo cả góc β_2 ở phía bờ bên kia.

Phương pháp này ưu điểm là áp dụng được với công trình có dạng bất kỳ, việc tính toán đơn giản.

4- Quan trắc nghiêng

Những công trình cao như ống khói, tháp nước, tháp vô tuyến truyền hình khi lún không đều thì chúng bị nghiêng. Độ nghiêng của công trình có thể được đặc trưng bởi góc nghiêng φ hay độ lệch tâm l (hình 9-2)



$$\sin \varphi = \frac{l}{H}$$

H : chiều cao công trình.

$l = M_0 M'_1$ là đoạn dịch chuyển

Tùy thuộc vào độ cao, hình dáng, kích thước của công trình, độ nghiêng có thể được xác định bằng nhiều phương pháp.

a- Phương pháp chiếu thẳng đứng

Với những công trình có chiều cao $H \leq 15m$ ta dùng dây dọi để chiếu điểm. Đoạn l được đo trực tiếp bằng thước thép.

Với những công trình cao dùng máy chiếu quang học hoặc Lazer

b- Phương pháp đo góc bằng (phương pháp giao hội góc)

Phương pháp này thường được áp dụng để xác định độ nghiêng của các công trình cao có dạng tháp.

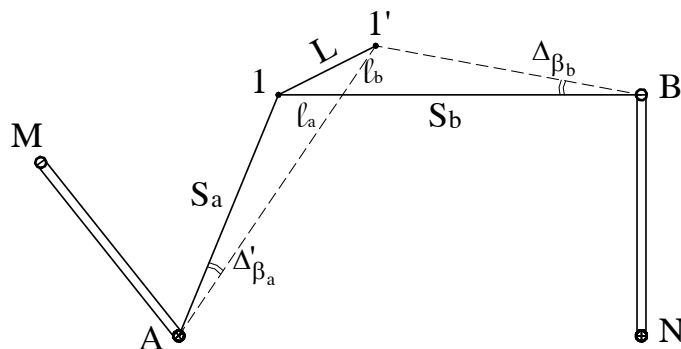
Điểm 1 nằm ở đỉnh công trình. Bố trí các điểm góc A, B, M, N ở gần công trình, trong đó cố gắng đặt A và B sao cho hướng A-1 và B-1 có dạng trục giao từ đó ta tính được đoạn nghiêng l thành phần thứ nhất ở một chu kỳ nào đó là

$$l_a = \frac{S_a \times \Delta_\beta''}{\zeta''}$$

Trong đó:

S_a : là khoảng cách nằm ngang của đoạn thẳng từ A đến chân điểm 1

Δ_β'' : là hiệu số góc bằng giữa góc đo được ở chu kỳ bất kỳ với góc đo ở lần đầu .



(hình 8-29)

Tương tự như vậy khi đặt máy kinh vĩ tại điểm B ta xác định được đoạn nghiêng l thành phần thứ 2 là:

$$l_b = \frac{S_b \cdot \Delta_\beta''}{\zeta''}$$

Đoạn nghiêng toàn phần L xác định ở một chu kỳ nào đó là

$$L = \sqrt{l_a^2 + l_b^2}$$

và giá trị góc nghiêng φ được tính theo biểu thức

$$\varphi'' = \frac{l}{H} \times \zeta''$$

Độ chính xác của phương pháp này phụ thuộc vào độ chính xác đo góc bằng và đo khoảng cách S.

NGUYÊN TẮC BẢO QUẢN MÁY VÀ DỤNG CỤ ĐO

I- Nguyên tắc chung

Máy đo đạc (máy kinh vĩ, thủy chuẩn) là một loại dụng cụ đo chính xác và phức tạp, nó đòi hỏi phải được bảo quản và giữ gìn cẩn thận, trước khi đem một chiếc máy mới ra sử dụng phải nghiên cứu thật kỹ bản thuyết minh, kỹ thuật, để nắm vững cấu tạo máy, đặc điểm sử dụng, các phương pháp kiểm tra và hiệu chỉnh cũng như các quy tắc bảo quản và bảo dưỡng chủ yếu.

II- Nguyên tắc bảo quản máy trong quá trình sử dụng

Trong khi đo, không nên để ánh nắng chiếu vào làm nóng máy nhất là khi đo cần độ chính xác cao.

Phải giữ cho máy không bị mưa làm ướt vì nước mưa khi ngấm vào các chi tiết bên trong có thể làm cho chúng bị rỉ, làm cho các chi tiết quang học bị bẩn và bị đố mờ hôi, dẫn đến máy bị hỏng trong một thời gian dài. Trong trường hợp máy bị mưa làm ướt thì phải đưa ngay máy vào trong nhà để hong khô, rồi lau bằng vải mềm. Không được để máy gần các nguồn nhiệt để sấy, vì sự hong nóng một chiều và đột ngột có thể gây nên những biến dạng lớn của các chi tiết, làm cho các cụm quang học bong ra, các chi tiết bị xô lệch đi với nhau.

Khi di chuyển máy từ một nơi lạnh đến một nơi ấm hơn, các bề mặt quang học của máy có hiện tượng bị đố mờ hôi, còn khi đã khô thì để lại những vạch lốm đốm. Ngoài ra sự thay đổi của nhiệt độ môi trường xung quanh cũng có thể làm cho các chi tiết bị biến dạng. Chính vì thế mà phải đặt máy vào trong hòm trước khi di chuyển máy đến những nơi có điều kiện nhiệt độ khác. Còn khi vừa chuyển đến những nơi mới thì chưa được mở hòm máy ra vội mà phải sau 30 đến 40 phút mới được mở lấy máy ra (để như vậy cho máy thích nghi dần với nhiệt độ)

Chỉ cho phép di chuyển máy ở vị trí làm việc (để máy ở phía dưới). Trước khi đem máy đi phải kiểm tra thật cẩn thận xem máy đã được cài chắc trong hòm chưa.

Về mùa đông bề mặt bên ngoài của các kính mắt hay bị phủ hơi nước xuất phát từ hơi thở của người quan sát. Trong trường hợp này chỉ cho phép dùng khăn vải khô và sạch để lau (tuyệt đối không được dùng các ngón tay để lau).

Còn về mùa hè thì trong không khí có nhiều bụi. Để làm sạch bụi bám trên bề mặt bên ngoài của các chi tiết quang học, trước tiên nên dùng một luồng không khí để thổi hoặc dùng chổi lông nhỏ và mềm được làm bằng lông sóc để chải. Chỉ sau khi đã làm sạch hết bụi và các hạt cát nhỏ mới được dùng vải để lau. Phải hết sức thận trọng đối với các mặt kính đã được khử phản xạ trong máy kinh vĩ, vì màng khử phản xạ trên mặt kính có độ bền cơ học không lớn lắm, nó dễ bị hỏng trong khi lau rửa.

Đồ xong phải lau chùi máy kinh vĩ thật cẩn thận rồi cất vào hòm máy phải bảo quản máy nơi khô ráo có nhiệt độ từ +5 đến 30⁰C. Trong đó có kê các giá để máy và giá 3 chân. Các giá này không được kê dọc theo các tường ngoài và gần dây lò nóng. Khi cất vào trong hòm và đặt lên giá phải để máy ở vị trí làm việc. Không được để chất kiềm và axit ở nơi bảo quản máy.

MỤC LỤC

NỘI DUNG	Trang
LỜI NÓI ĐẦU	1
Chương I: KHÁI NIỆM CHUNG	
↓ 1.1 Đối tượng môn học	2
↓ 1.2 Hệ quy chiếu trong Trắc địa	3
↓ 1.3 Hệ tọa độ vuông góc phẳng trắc địa	6
↓ 1.4 Hệ thống định vị toàn cầu (GPS)	8
↓ 1.5 Khái niệm về định hướng đường thẳng và góc định hướng α	9
↓ 1.6 Quan hệ giữa điểm với đoạn thẳng và góc định hướng α	11
↓ 1.7 Bản đồ địa hình	13
Chương II: TÍNH TOÁN TRẮC ĐỊA	
Chương III: ĐO GÓC	
↓ 3.1 Khái niệm	21
↓ 3.2 Máy kinh vĩ	22
↓ 3.3 Đo góc bằng.	27
↓ 3.4 Đo góc đứng.	34
Chương IV: ĐO DÀI	
↓ 4.1 Khái niệm	35
↓ 4.2 Xác định đường thẳng.	37
↓ 4.3 Đo độ dài	41
Chương V: ĐO CAO	
↓ 5.1 Khái niệm	43
↓ 5.2 Máy và mia thủy chuẩn	45
↓ 5.3 Các phương pháp đo độ cao	46
Chương VI: LƯỚI KHỔNG CHẾ TRẮC ĐỊA	
↓ 6.1 Khái niệm	56
↓ 6.2 Lưới khống chế mặt bằng (tọa độ)	57
↓ 6.3 Đường chuyền kinh vĩ	58

⇓ 6.4	Lưới khống chế độ cao	70
Chương VII: ĐO VẼ BẢN ĐỒ VÀ MẶT CẮT ĐỊA HÌNH		
⇓ 7.1	Khái niệm	75
⇓ 7.2	Đo vẽ bản đồ theo phương pháp toàn đạc	76
⇓ 7.3	Đo vẽ mặt cắt địa hình.	79
Chương VIII: CÔNG TÁC BỐ TRÍ CÔNG TRÌNH		
⇓ 8.1	Khái niệm	82
⇓ 8.2	Bố trí các yếu tố cơ bản.	82
⇓ 8.3	Các phương pháp bố trí điểm mặt bằng	83
⇓ 8.4	Bố trí đường cong tròn	89
⇓ 8.5	Công tác trắc địa phục vụ xây dựng công trình	90
⇓ 8.6	Đo vẽ hoàn công	97
Chương IX: QUAN TRẮC BIẾN DẠNG CÔNG TRÌNH NGUYÊN TẮC BẢO QUẢN MÁY VÀ DỤNG CỤ ĐO		98
		102

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Một số loại máy kinh vĩ thường dùng:

Nhà xuất bản CNKT AI-ZA-KHAROP.

2. Bài giảng trắc địa: Trường đại học Kiến trúc Hà Nội (1994)

3. Trắc địa: PGS-PTS Phạm Văn Chuyên. Nhà xuất bản KHKT năm 1999.

4. Trắc địa và bản đồ kỹ thuật số trong xây dựng: TS Nguyễn Thế Thân

TS Nguyễn Thạc Dũng - Nhà xuất bản giáo dục năm 2000

5. Trắc địa đại cương: Trần Văn Quảng - Nhà xuất bản Xây dựng năm 2001.

6. Quy phạm đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ: 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500.

Cục Đo đạc và Bản đồ nhà nước – Hà Nội 1976.

7. Sổ tay trắc địa: Tổng cục Địa chất