

BỘ XÂY DỰNG
TRƯỜNG CAO ĐẲNG XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH ĐÔ THỊ

GIÁO TRÌNH ĐO ĐẠC

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG



**BỘ XÂY DỰNG
TRƯỜNG CAO ĐẲNG XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH ĐÔ THỊ
TRẦN THỊ SINH - NGUYỄN CẢNH ANH TRÍ
ĐÀO NGỌC HỒNG VÂN**

GIÁO TRÌNH ĐO ĐẠC

**NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2011**

LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình “Đo đạc” được biên soạn dựa trên cơ sở đề cương chi tiết chương trình đào tạo hệ Cao đẳng và Trung cấp cho các ngành: Xây dựng Dân dụng Công nghiệp, Cấp thoát nước và một số ngành khác của Trường cao đẳng Xây dựng Công trình Đô thị.

Nội dung của giáo trình gồm 7 chương do các giảng viên (GV) thuộc bộ môn Trắc địa - Trường cao đẳng Xây dựng Công trình Đô thị biên soạn, cụ thể như sau:

GV Trần Thị Sinh biên soạn bài mở đầu và các chương 1, 2.

GV Nguyễn Cảnh Anh Trí biên soạn các chương 3, 5, 6.

GV Đào Ngọc Hồng Vân biên soạn các chương 4, 7.

Giáo trình được biên soạn với hy vọng là tài liệu học tập cho học sinh, sinh viên khối kỹ thuật cũng như là tài liệu tham khảo cho cán bộ, giáo viên trong quá trình nghiên cứu và giảng dạy.

Rất mong nhận được sự ủng hộ và đóng góp ý kiến của bạn đọc để giáo trình ngày càng được hoàn thiện hơn. Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về: Bộ môn Trắc địa - Khoa Kỹ thuật Đô thị - Trường cao đẳng Xây dựng Công trình Đô thị - Gia Lâm - Hà Nội.

Xin chân thành cảm ơn!

Hà Nội, ngày 10 tháng 10 năm 2010

Nhóm tác giả

Trần Thị Sinh

Nguyễn Cảnh Anh Trí

Đào Ngọc Hồng Vân

BÀI MỞ ĐẦU

1. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CỦA MÔN HỌC

Trắc địa là ngành khoa học nghiên cứu về hình dạng, kích thước trái đất, về phương pháp đo đạc và biểu diễn bề mặt trái đất dưới dạng bản đồ và số liệu.

Trắc địa là ngành khoa học phát sinh do nhu cầu của đời sống xã hội con người, nó có vai trò quan trọng trong các ngành nông - lâm nghiệp, xây dựng các công trình, trong nền kinh tế quốc dân và quốc phòng .v.v...

Thuật ngữ “Trắc địa” có nguồn gốc từ tiếng Hy Lạp cổ có nghĩa là "phân chia đất đai". Lịch sử khoa học trắc địa đã có từ lâu đời, từ ba nghìn năm trước công nguyên, việc phân chia và chiếm hữu đất đai đã hình thành ở Ai Cập. Hàng năm sau các đợt lũ lụt, người ta phải xác định lại ranh giới chiếm hữu đất, điều đó đã thúc đẩy con người sáng tạo ra các dụng cụ và phương pháp thích hợp để đo đạc. Có thể nói đó chính là điểm khởi đầu của khái niệm đo đất và là nền tảng của công tác đo đạc địa chính sau này. Đến thế kỷ thứ VI – trước công nguyên, người Hy Lạp đã đề ra thuyết trái đất là một khối cầu. Sau khi nhà bác học Galilê phát minh ra ống kính thiên văn, từ đó bắt đầu một kỷ nguyên mới về dụng cụ đo đạc trắc địa.

Trong quá trình phát triển ngành khoa học trắc địa đã được phân ra nhiều chuyên môn hẹp hơn như: trắc địa cao cấp, trắc địa phổ thông, trắc địa công trình, trắc địa ảnh, trắc địa bản đồ, địa chính trắc địa cao cấp v.v...

Trắc địa là ngành điều tra cơ bản, cung cấp tài liệu cho hầu hết các ngành kinh tế quốc dân và quốc phòng. Các số liệu trắc địa đóng vai trò rất quan trọng trong công tác nghiên cứu của các ngành khoa học về trái đất. Bản đồ địa hình, bản đồ địa chính và các loại bản đồ chuyên đề là tài liệu không thể thiếu trong các ngành kinh tế, kỹ thuật và quản lý nhà nước. Đối với lĩnh vực an ninh, quốc phòng, bản đồ là tài liệu cực kỳ quan trọng trong việc lập kế hoạch và chỉ huy tác chiến: "Bản đồ là con mắt của quân đội".

2. VAI TRÒ CỦA TRẮC ĐỊA TRONG XÂY DỰNG

Trong quá trình xây dựng các công trình, trắc địa cần thiết trong tất cả các giai đoạn khảo sát, thiết kế, thi công và sử dụng công trình.

Ở giai đoạn khảo sát phục vụ thiết kế công trình, công tác trắc địa đảm bảo cung cấp bản đồ và những số liệu cần thiết cho kỹ sư thiết kế.

Ở giai đoạn thi công công trình, công tác trắc địa đảm bảo cho việc bố trí các công trình ở ngoài hiện trường được chính xác, đúng như trong bản thiết kế. Khi xây dựng

xong từng phần hay toàn bộ công trình phải tiến hành đo vẽ hoàn công để xác định vị trí thực của công trình, đánh giá chất lượng thi công, làm tài liệu lưu trữ.

Ở giai đoạn sử dụng công trình, công tác trắc địa tiến hành theo dõi sự biến dạng của công trình (lún, nghiêng, dịch chuyển, v.v...) để đánh giá chất lượng thi công, kiểm nghiệm số liệu, đánh giá hiệu quả các giải pháp xây dựng, dự báo những diễn biến xấu có thể xảy ra để có biện pháp xử lý thích hợp.

3. NHIỆM VỤ VÀ ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

Hiện nay, ngành khoa học trắc địa đã phát triển rất nhanh, hiện đại, nó đã được cơ giới hóa và tự động hóa từ công tác đo đạc ngoại nghiệp cho đến xử lý số liệu nội nghiệp.

Như đã giới thiệu ở trên, trắc địa là ngành khoa học nghiên cứu phương pháp đo đạc và biểu diễn bề mặt trái đất dưới dạng bản đồ và số liệu. Có nghĩa là chuyển dữ liệu từ mặt cong của bề mặt trái đất lên mặt phẳng nằm ngang. Vì vậy, việc lựa chọn hệ quy chiếu và xây dựng lưới khống chế trắc địa là nhiệm vụ cơ bản của các nhà khoa học trắc địa.

Trong phạm vi của giáo trình, là ngành học cơ sở ngành phục vụ cho công tác xây dựng, nhiệm vụ và đối tượng nghiên cứu chủ yếu là:

- Định vị điểm trên bề mặt trái đất thông qua các hệ tọa độ thường dùng trong trắc địa
- Hệ quy chiếu, các phép chiếu. Khái niệm chung về bản đồ, bình đồ và phương pháp thể hiện đối tượng trên mặt đất lên bản đồ.
- Các khái niệm về trị đo và sai số đo. Các tiêu chuẩn đánh giá độ chính xác dây trị đo.
- Các khái niệm và các nguyên lý đo cơ bản: đo góc, đo dài và đo cao. Giới thiệu các máy móc, dụng cụ, phương pháp đo ngắm và xử lý kết quả đo.
- Lưới khống chế mặt bằng và độ cao.
- Nghiên cứu về công tác trắc địa trong xây dựng các công trình.

4. CÁC ĐƠN VỊ THƯỜNG DÙNG TRONG TRẮC ĐỊA

4.1. Đơn vị đo góc

Trong trắc địa sử dụng các hệ đơn vị đo góc: Radian, Độ và Grad

a) **Radian**: ký hiệu *rad*, là góc có đỉnh trùng với tâm cung tròn chắn một cung có chiều dài bằng bán kính.

Độ lớn của một góc sẽ bằng tỷ số giữa độ dài cung chắn bởi góc và bán kính của đường tròn đó.

Ví dụ: Chu vi đường tròn được tính theo công thức: $P = 2\pi R$, vậy góc ở tâm (góc tròn) chắn chiều dài cung bằng chu vi đường tròn có độ lớn là: $\frac{P}{R} = \frac{2\pi R}{R} = 2\pi^{rad}$.

b) **Độ**: ký hiệu ($^{\circ}$), là góc ở tâm đường tròn chắn một cung có chiều dài bằng $1/360$ chu vi đường tròn đó. Một độ chia thành 60 phút ($60'$), một phút chia thành 60 giây ($60''$). Như vậy: $1^{\circ} = 60' = 3600''$, một góc tròn có độ lớn 360° .

c) **Grad**: ký hiệu là (g), đó là góc ở tâm chắn một cung tròn có độ dài bằng $1/400$ chu vi đường tròn. Một grad chia thành 100 phút grad, một phút grad chia thành 100 giây grad, ký hiệu tương ứng là (c) và (cc)

Một góc tròn có độ lớn $400^g = 40\ 000^c = 4\ 000\ 000^{cc}$

4.2. Đơn vị đo dài – đo diện tích

Năm 1791 tổ chức đo lường quốc tế lấy đơn vị đo chiều dài trong hệ SI là mét với quy định: “*một mét là chiều dài ứng với 4.10^7 chiều dài của kinh tuyến đi qua Paris*” và chế tạo một thước chuẩn có độ dài 1m bằng thép không gỉ, có độ giãn nở rất nhỏ đặt ở Viện đo lường Paris.

Từ sau thế kỷ XIX, độ chính xác của thước chuẩn đã không còn đáp ứng được yêu cầu đo lường các phần tử vô cùng nhỏ. Vì thế, năm 1960 đã quy định lại đơn vị đo dài là: “*một mét là chiều dài bằng $1.650.763,73$ chiều dài bước sóng bức xạ trong chân không của nguyên tử Krypton – 86, tương đương với quỹ đạo chuyển dời của điện tử giữa hai mức năng lượng $2P_{10}$ và $5d_5$* ”.

Các ước số của mét: $1\text{m} = 10\text{decimet(dm)} = 10^2\text{centimet(cm)} = 10^3\text{milimet(mm)}$
 $= 10^6\text{micromet}(\mu\text{m}) = 10^9\text{nanomet(Nm)}$

Các bội số của mét:

1kilomet(km) = 10^3m

1hectomet(hm) = 10^2m

1decamet(dam) = 10m

Đơn vị đo diện tích thường dùng là mét vuông (m^2), km^2 , hecta(ha)

$1\text{km}^2 = 10^6\text{m}^2$

$1\text{ha} = 10^4\text{m}^2$

$1\text{Are (a)} = 10^2\text{m}^2$

Chương 1

NHỮNG KIẾN THỨC CƠ BẢN

§1.1. HÌNH DẠNG KÍCH THƯỚC TRÁI ĐẤT, CÁC HỆ QUY CHIẾU TOA ĐỘ VÀ ĐỘ CAO

1.1.1. Bề mặt tự nhiên của trái đất

Bề mặt tự nhiên của trái đất gồ ghề phức tạp có diện tích khoảng 510575.10^3 km^2 , trong đó đại dương chiếm 71,8% và lục địa chiếm 28,2%. Độ cao trung bình của lục địa so với mực nước biển là +875m, độ sâu trung bình của đáy đại dương khoảng -3800m, trong đó điểm cao nhất là đỉnh Chomolungma thuộc dãy Hymalaya cao 8848m, điểm sâu nhất là vũng Mariana thuộc phía Tây Thái Bình Dương có độ sâu khoảng -11000m. Bán kính trung bình của trái đất là 6371km.

1.1.2. Mặt thủy chuẩn (mặt Geoid) và hệ độ cao

Mặt thủy chuẩn (MTC) là mặt nước biển trung bình yên tĩnh kéo dài xuyên qua các lục địa hải đảo tạo thành một mặt cong khép kín. Pháp tuyến của mặt thủy chuẩn tại mỗi điểm bất kỳ luôn trùng với phương của đường dây dọi đi qua điểm ấy (hình 1.1).

Mỗi quốc gia đều xây dựng cho riêng mình một mặt chuẩn độ cao riêng gọi là mặt nước gốc. Ở Việt Nam mặt thủy chuẩn đi qua điểm gốc tại trạm nghiệm triều đảo Hòn Dấu - Đồ Sơn - Hải Phòng.

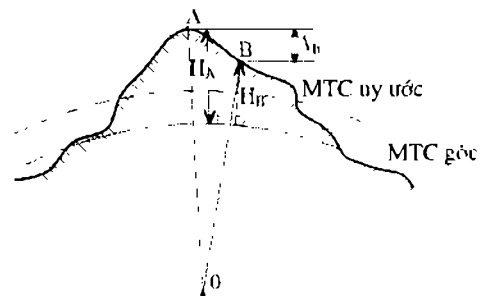
Mặt thủy chuẩn được sử dụng để làm cơ sở cho việc xác định độ cao của điểm bất kỳ thuộc bề mặt trái đất tự nhiên.

Độ cao của điểm A (H_A) bất kỳ trên mặt đất tự nhiên là khoảng cách từ điểm đó đến mặt thủy chuẩn theo phương của đường dây dọi. H_A còn được gọi là độ cao tuyệt đối của điểm A.

Nếu điểm A nằm trên mặt thủy chuẩn thì $H_A > 0$.

Nếu điểm A nằm dưới mặt thủy chuẩn thì $H_A < 0$

Trong trắc địa, mặt Geoid còn được coi là mặt vật lý, nó được xác định dựa trên cơ sở sự phân bố vật chất trong lớp vỏ trái đất. Do đó, việc xác định mặt Geoid là tương đối



Hình 1.1

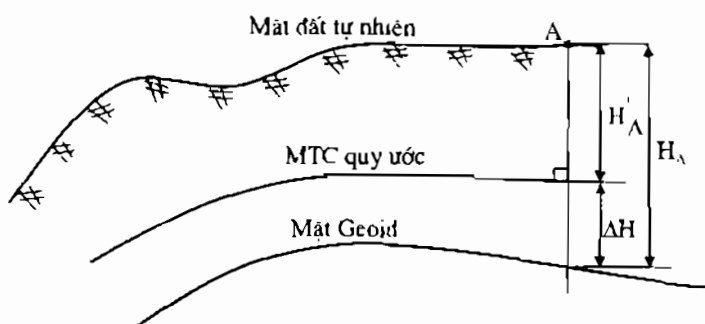
khó khăn và phức tạp, vì vậy trong thực tế người ta chỉ xác định được mặt Geoid gần đúng gọi là mặt thủy chuẩn quy ước.

Mặt thủy chuẩn quy ước là mặt được dùng làm cơ sở xác định độ cao của một điểm, nó thường là một mặt chính tắc nào đó đã được nghiên cứu hoàn thiện trong toán học. Tùy thuộc vào mục đích sử dụng mà mặt thủy chuẩn quy ước có thể là mặt elipxoid tròn xoay, mặt cầu hay mặt phẳng.

Trong xây dựng dân dụng và công nghiệp, người ta thường chọn mặt thủy chuẩn quy ước là mặt phẳng nền tảng một.

Độ cao quy ước (H'_A) là khoảng cách từ điểm ấy đến mặt thủy chuẩn quy ước theo phương pháp tuyến kẻ từ điểm ấy đến mặt thủy chuẩn quy ước. H'_A được gọi là độ cao tương đối của điểm A.

Giữa độ cao tuyệt đối và độ cao tương đối có mối quan hệ với nhau (hình 1.2) :



Hình 1.2

$$H_A = H'_A + \Delta H \quad (1.1)$$

Trong đó:

H_A - độ cao điểm A so với mặt thủy chuẩn gốc (mặt Geoid);

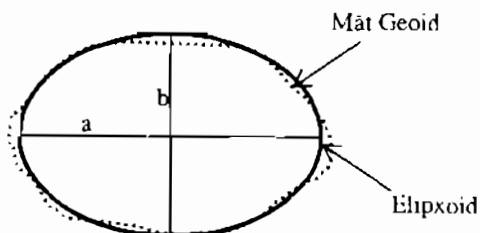
H'_A - độ cao điểm A so với mặt thủy chuẩn quy ước;

ΔH - độ chênh cao giữa mặt thủy chuẩn quy ước với mặt thủy chuẩn gốc.

1.1.3. Elipxoid trái đất

Để thuận tiện trong tính toán các số liệu trắc địa cần xây dựng một bề mặt toán học của trái đất, đó là Elipxoid trái đất có các tính chất sau:

- Tâm của Elipxoid trùng với tâm trái đất
- Thể tích của elipxoid bằng thể tích của Geoid
- Mặt phẳng xích đạo của Elipxoid trùng với mặt phẳng xích đạo của trái đất



Hình 1.3

- Tổng bình phương chênh cao giữa mặt Elipxoid trái đất với mặt Geoid là nhỏ nhất

- Tại mọi điểm trên bề mặt trái đất phương của pháp tuyến luôn vuông góc với Elipxoid.

Kích thước của Elipxoid được đặc trưng bởi bán trục lớn a , bán trục bé b và độ dẹt

$$\alpha = \frac{a-b}{a}$$

sử dụng.

Bảng 1.1

Tên Elipxoid	Năm	Bán trục lớn a (m)	Độ dẹt α
Everest	1830	6377296	1 : 300,8
Kraxovski	1940	6378245	1 : 298,3
WGS	1984	6378137	1 : 298,2

Ở Việt Nam, trước năm 1975 miền Bắc đã sử dụng số liệu Elipxoid chung của Kraxovski, còn miền Nam dùng số liệu Elipxoid của Everest. Hiện nay trên cơ sở số liệu của Elipxoid WGS – 84 cùng với số liệu đo đạc của mình chúng ta đã xây dựng Elipxoid thực dụng riêng. Nó làm cơ sở toán học của hệ tọa độ VN – 2000 thay cho hệ tọa độ HN - 72 đã sử dụng trước đây.

§1.2 CÁC HỆ TỌA ĐỘ THƯỜNG DÙNG TRONG TRẮC ĐỊA

1.2.1. Hệ tọa độ địa lý

Hệ tọa độ địa lý chọn trái đất là khối cầu, chọn tâm O của trái đất làm gốc tọa độ. Các mặt phẳng gốc được chọn là mặt phẳng kinh tuyến chứa kinh gốc Greenwich và mặt phẳng xích đạo.

Trong hệ tọa độ địa lý tọa độ của điểm A được biểu diễn thông qua độ kinh λ và độ vĩ φ (hình 1.4).

Độ kinh của điểm A (λ_A) là góc nhị diện hợp bởi mặt phẳng kinh tuyến gốc và mặt phẳng kinh tuyến đi qua điểm A . Độ kinh địa lý của điểm A được tính từ kinh tuyến gốc về hai phía Đông và Tây bán cầu, tương ứng gọi là độ kinh Đông và độ kinh Tây, thay đổi từ $0 - 180^\circ$.

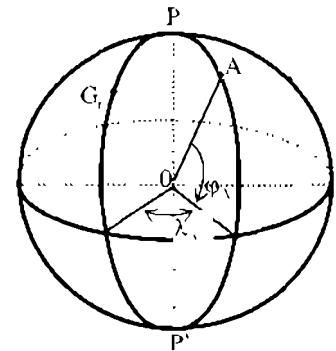
Độ vĩ của điểm A (φ_A) là góc hợp bởi pháp tuyến của mặt cầu đi qua điểm A với mặt phẳng xích đạo. Độ vĩ của điểm A được tính từ xích đạo về hai phía Bắc và Nam bán cầu, tương ứng gọi là độ vĩ Bắc và độ vĩ Nam, có giá trị thay đổi từ $0 - 90^\circ$.

Vị trí địa lý của Việt Nam nằm hoàn toàn ở phía Đông - Bắc bán cầu nên tất cả các điểm nằm trên lãnh thổ nước ta đều có giá trị độ kinh Đông và độ vĩ Bắc.

1.2.2. Phép chiếu Gauss - Hệ tọa độ vuông góc phẳng Gauss - Kruger

1. Phép chiếu Gauss

Là phép chiếu hình trụ ngang đồng góc được nhà toán học K.F.Gauss đề ra vào thế kỷ thứ XIX. Có thể sơ lược nội dung của phép chiếu như sau: Dọc theo kinh tuyến, Elipxoid trái đất được chia thành 60 múi bằng nhau, mỗi múi rộng 6° (hình 1.5).



Hình 1.4

Các múi được đánh số thứ tự $n = 1, 2, \dots, 60$ kể từ kinh tuyến gốc vòng sang Đông bán cầu rồi vòng sang Tây bán cầu. Như vậy, kinh tuyến gốc Greenwich là giới hạn phía Tây của múi thứ nhất và là giới hạn phía Đông của múi thứ 60. Mỗi múi chiếu được chia làm hai phần đối xứng nhau qua kinh tuyến giữa (kinh tuyến trục). Độ kinh của kinh tuyến giữa (L_n) của múi chiếu phía Đông bán cầu được tính theo công thức:

$$L_n = 6^\circ \cdot n - 3^\circ \quad (1.2)$$

Để triển khai phép chiếu, ta dựng một hình trụ nằm ngang ngoài tiếp với trái đất theo kinh tuyến giữa của múi. Lấy tâm O làm tâm chiếu để chiếu múi này lên mặt trụ, lần lượt xoay cho mặt trụ tiếp xúc với kinh tuyến giữa của các múi chiếu tiếp theo và chiếu lên mặt trụ. Khai triển mặt trụ thành mặt phẳng sẽ thu được các múi chiếu trên mặt phẳng.

Các múi chiếu có đặc điểm:

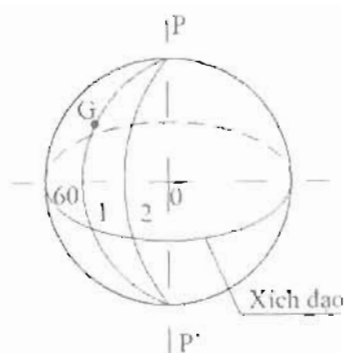
- Bảo toàn về góc.
- Xích đạo thành trục nằm ngang và chiều dài lớn hơn chiều dài thực.
- Kinh tuyến trục của mỗi múi thành đường thẳng đứng vuông góc với hình chiếu của đường xích đạo và có độ dài không bị biến dạng
- Những vùng càng gần kinh tuyến giữa càng ít bị biến dạng và ngược lại.
- Diện tích của múi chiếu trên mặt chiếu lớn hơn diện tích thực trên mặt đất.

2. Hệ tọa độ vuông góc Gauss - Kruger

Để xác định tọa độ điểm trong từng múi chiếu, trên mỗi múi chiếu Gauss thành lập một hệ trục tọa độ vuông góc phẳng.

Hệ tọa độ này nhận kinh tuyến trục của múi chiếu làm trục X, hướng Bắc là hướng dương của trục, hình chiếu của xích đạo là trục Y và hướng dương là hướng Đông. Giao điểm O của trục X và trục Y là gốc tọa độ (Hình 1.7).

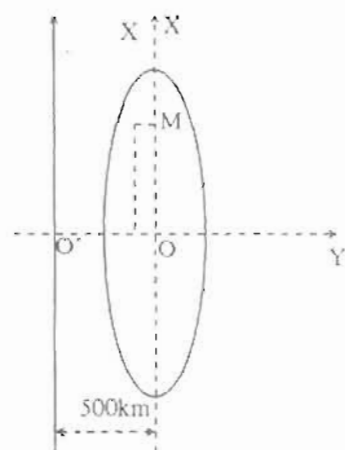
Lãnh thổ Việt Nam ở phía Đông - Bắc bán cầu nên tọa độ X luôn dương còn giá trị tọa độ Y có thể dương và cũng có thể âm. Để thuận tiện trong tính toán, tránh tọa độ Y có giá trị âm, trong thực tế sử dụng tịnh tiến trục X sang trái (Tây) 500km. Để giá trị tọa độ của mỗi điểm là duy nhất, người ta ghi thêm số thứ tự múi chiếu trước giá trị tọa độ Y của điểm đó.



Hình 1.5



Hình 1.6

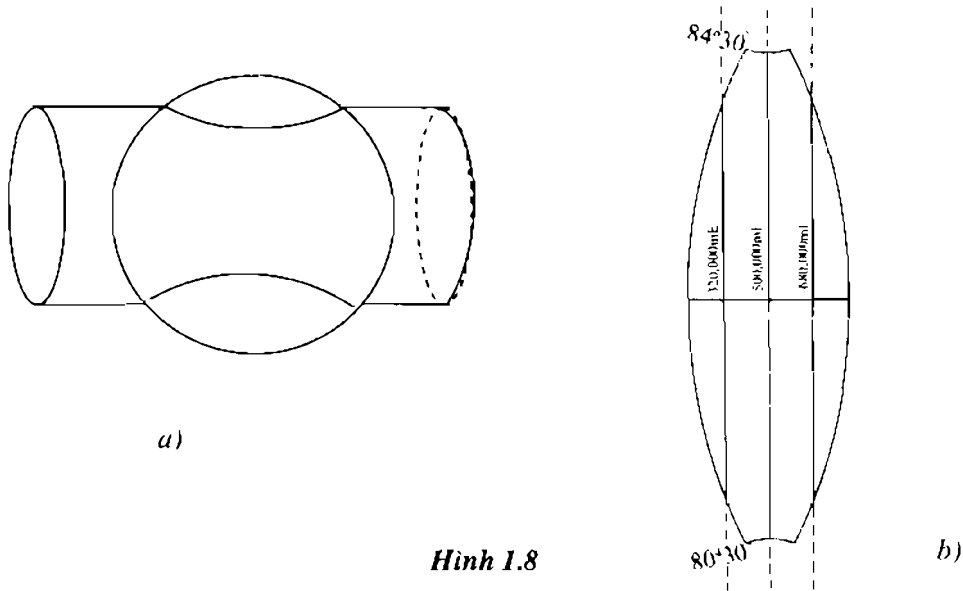


Hình 1.7

1.2.3. Phép chiếu UTM - Hệ tọa độ vuông góc UTM (Universal Transversal Mecators)

Về cơ bản, phép chiếu UTM giống phép chiếu Gauss, tuy nhiên để giảm độ biến dạng về chiều dài và diện tích trong phép chiếu UTM bán kính của hình trụ nhỏ hơn bán kính của trái đất, nó cắt mặt cầu theo hai đường cong đối xứng và cách kinh tuyến giữa khoảng $\pm 180\text{km}$. Dọc theo kinh tuyến chia trái đất thành 60 múi bằng nhau, mỗi múi rộng 6° và được đánh số thứ tự từ 1 đến 60 kể từ kinh tuyến 180° kinh Đông.

Phép chiếu UTM cũng là phép chiếu đồng góc, độ biến dạng về chiều dài và diện tích lớn nhất ở vùng giao nhau giữa xích đạo với kinh tuyến giữa và tại hai kinh tuyến biên.



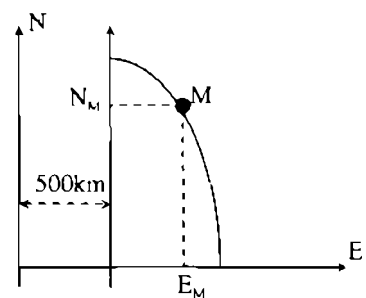
Hình 1.8

Trong phép chiếu UTM hình chiếu của kinh tuyến giữa và xích đạo là hai đường thẳng vuông góc với nhau và được chọn làm hệ trục tọa độ (hình 1.9).

Điểm M trong hệ tọa độ vuông góc phẳng UTM được thể hiện thông qua hoành độ E_M (East) và tung độ N_M (North).

Để tránh tọa độ $E_M < 0$, tính tiền trục ON sang phía tây 500km, nghĩa là $E' = E + 500\text{km}$.

Theo quyết định của TTCP, kể từ ngày 12/7/2000 để định vị các điểm trên lãnh thổ nước ta sử dụng hệ quy chiếu và hệ tọa độ VN – 2000. Hệ tọa độ VN – 2000 có Ellipsoid quy chiếu là Ellipsoid WGS-84, điểm gốc nằm trong khuôn viên Viện Nghiên cứu địa chính – Hà Nội.



Hình 1.9

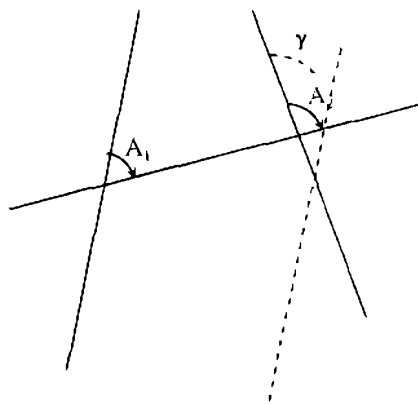
§1.3. ĐỊNH HƯỚNG ĐƯỜNG THẲNG

1.3.1. Định hướng đường thẳng

Định hướng đường thẳng là xác định hướng của đường thẳng đó với một hướng khác được chọn làm gốc.

Trong Trắc địa hướng gốc được chọn có thể là: hướng bắc của kinh tuyến thực, hướng bắc của kinh tuyến từ và hướng bắc của kinh tuyến giữa của múi chiếu. Tương ứng với các hướng gốc có các khái niệm về: góc phương vị thực, phương vị từ và phương vị toạ độ.

Góc phương vị thực (A): là góc hợp bởi hướng bắc của kinh tuyến thực với hướng đường thẳng theo chiều thuận kim đồng hồ. A có giá trị từ $0 \div 360^\circ$. Vì các kinh tuyến thực không song song nên tại mọi điểm khác nhau trên cùng đường thẳng góc phương vị thực là khác nhau một lượng bằng độ hội tụ kinh tuyến γ (hình 1.10).



Hình 1.10

$$A_2 = A_1 + \gamma \quad (1.3)$$

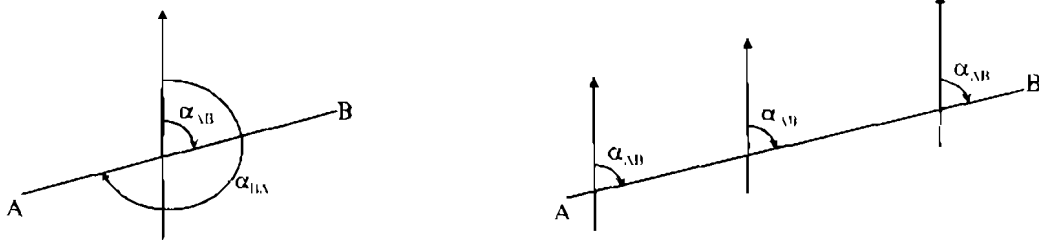
Góc phương vị từ (A₁): là góc hợp bởi hướng bắc của kinh tuyến từ với hướng đường thẳng theo chiều thuận kim đồng hồ. A₁ có giá trị từ $0 \div 360^\circ$

Vì các kinh tuyến từ không song song nên tại mọi điểm khác nhau trên cùng đường thẳng góc phương vị thực là khác nhau. Kinh tuyến từ được xác định dựa vào hướng chỉ của kim nam châm trên la bàn

Góc phương vị toạ độ (góc định hướng α_{AB}): là góc hợp bởi hướng Bắc của kinh tuyến trục (hướng dương của trục X) và có giá trị từ 0° đến 360° . Góc phương vị thuận và ngược chênh nhau 180° .

$$\alpha_{BA} = \alpha_{AB} + 180^\circ \quad (1.4)$$

Tại các điểm khác nhau trên cùng một đường thẳng góc phương vị toạ độ tại mọi điểm có giá trị bằng nhau (hình 1.11).

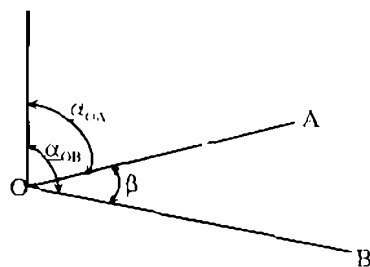


Hình 1.11

1.3.2. Mối liên hệ giữa góc định hướng (α) và góc bằng (β)

Khi biết góc định hướng của hai cạnh cùng xuất phát từ một điểm ta sẽ tính được góc bằng giữa hai cạnh đó: góc bằng hợp bởi hai tia sẽ bằng góc định hướng của tia phải trừ đi góc định hướng của tia trái (hình 1.12).

$$\beta = \alpha_{OA} - \alpha_{OB} \quad (1.5)$$

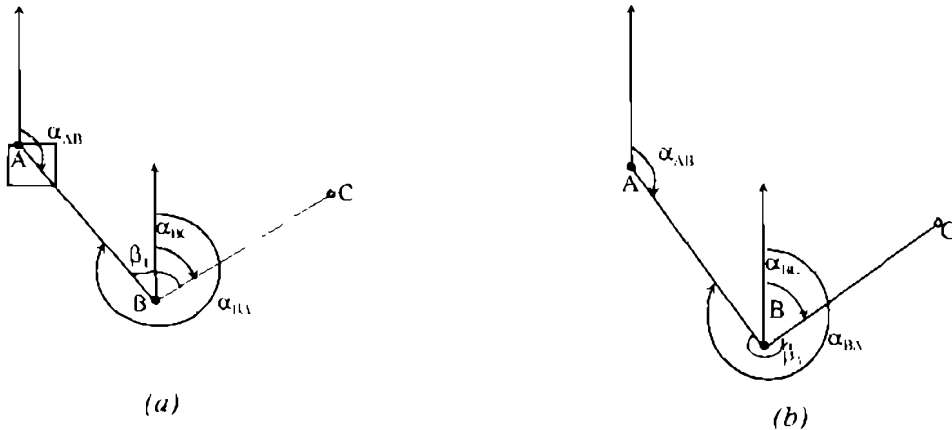


Hình 1.12

Khi biết góc định hướng của một cạnh và góc bằng kẹp giữa cạnh này và cạnh thứ hai thì ta sẽ tính được góc định hướng của cạnh tiếp đó.

Xét hai trường hợp tính góc định hướng trong một đường gấp khúc (hình 1.13)

Biết góc định hướng α_{AB} và đo góc bằng β_1 , hãy xác định α_{BC}



Hình 1.13

Trường hợp 1 (hình 1.13a): β_1 là góc đo bên trái:

$$\alpha_{BC} = \alpha_{AB} - 180^\circ + \hat{\beta}_1 \quad (1.6)$$

Trường hợp 2 (hình 1.13b): β_1 là góc đo bên phải:

$$\alpha_{BC} = \alpha_{AB} + 180^\circ - \hat{\beta}_1 \quad (1.7)$$

1.3.3. Hai bài toán tọa độ vuông góc

Trong trắc địa, để tính tọa độ các điểm, ta có dạng tính toán cơ bản sau:

1. Bài toán thuận

Biết tọa độ điểm A (x_A, y_A), khoảng cách S_{AB} và góc định hướng α_{AB} . Tìm tọa độ điểm B?

Chiếu các điểm A và B lên các trục tọa độ, hình chiếu của đoạn thẳng S_{AB} trên các trục tọa độ là Δx_{AB} và Δy_{AB} , được gọi là số gia tọa độ.

Từ hình 1.14 ta có:

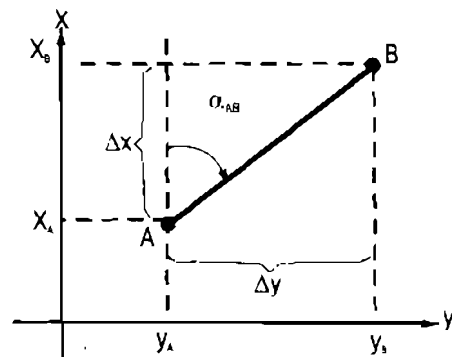
$$\begin{aligned} \Delta X_{AB} &= S_{AB} \cdot \cos \alpha_{AB} \\ \Delta Y_{AB} &= S_{AB} \cdot \sin \alpha_{AB} \end{aligned} \quad (1.8)$$

Bên cạnh đó:

$$\begin{aligned} X_B &= X_A + \Delta x_{AB} \\ Y_B &= Y_A + \Delta y_{AB} \end{aligned} \quad (1.9)$$

Thay (2.10) vào (2.11) ta được:

$$\begin{aligned} X_B &= X_A + S_{AB} \cdot \cos \alpha_{AB} \\ Y_B &= Y_A + S_{AB} \cdot \sin \alpha_{AB} \end{aligned} \quad (1.10)$$



Hình 1.14

Ví dụ 1.1:

Biết A(2540,806 m; 4132,530 m), $S_{AB} = 403,74$ m ; $\alpha_{AB} = 109^{\circ}53'42''$.

Hãy xác định tọa độ B?

Giải:

$$\Delta x = 403,74 \cdot \cos 109^{\circ}53'42'' = -137,392 \text{ m}; \Delta y = 403,74 \cdot \sin 109^{\circ}53'42'' = +379,644 \text{ m}.$$

$$x_B = 2540,800 \text{ m} + (-137,392) = 2403,414 \text{ m}.$$

$$y_B = 4132,530 \text{ m} + 379,644 = 4512,174 \text{ m}.$$

2. Bài toán nghịch

Cho biết tọa độ của điểm A(x_A, y_A) và điểm B(x_B, y_B). Tính góc phương vị tọa độ (α_{AB}) và chiều dài cạnh (S_{AB}) giữa 2 điểm đó?

Tính số gia tọa độ giữa hai điểm A và B được tính:

$$\Delta x_{AB} = x_B - x_A ; \Delta y_{AB} = y_B - y_A \quad (1.11)$$

Từ hình 1.14 ta có:

Khoảng cách giữa hai điểm A và B được tính theo công thức:

$$S_{AB} = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2} \quad (1.12)$$

Góc phương vị cạnh AB được tính theo công thức:

$$\operatorname{tg} \alpha_{AB} = \frac{\Delta y_{AB}}{\Delta x_{AB}} \quad (1.13)$$

Giải phương trình lượng giác này được nghiệm tổng quát:

$$\alpha_{AB} = \alpha_0 + k \cdot 180^{\circ}, \quad (k = 0, 1, 2, \dots) \quad (1.14)$$

Trong đó: α_0 là góc nhọn.

Căn cứ vào dấu của $\Delta x, \Delta y$ (bảng 1.2) tiến hành biện luận để tìm ra một góc phương vị α_{AB} cụ thể duy nhất.

Bảng 1.2

Δx	Δy	Giá trị α (từ ... đến ...)
+	+	$0^{\circ} \div 90^{\circ}$
-	+	$90^{\circ} \div 180^{\circ}$
-	-	$180^{\circ} \div 270^{\circ}$
+	-	$270^{\circ} \div 360^{\circ}$

§1.4. BẢN ĐỒ - BÌNH ĐỒ - MẶT CẮT ĐỊA HÌNH

1.4.1. Khái niệm

1. Bản đồ

Bản đồ hình ảnh thu nhỏ khái quát một phần rộng lớn bề mặt trái đất lên mặt phẳng nằm ngang theo một tỷ lệ nhất định thông qua phép chiếu bản đồ cùng các phương pháp biên tập khoa học.

Như vậy bản đồ là biểu thị một vùng đất rộng lớn nên khi tính chuyển phải tính đến ảnh hưởng của độ cong trái đất, đặc điểm biến dạng của phép chiếu hình, sử dụng thống nhất hệ toạ độ và độ cao nhà nước. Bản đồ thường có tỷ lệ nhỏ.

Theo mục đích sử dụng và phương pháp thành lập, bản đồ được chia làm hai loại: bản đồ địa lý chung và bản đồ chuyên môn.

Bản đồ địa lý chung: Bản đồ địa lý khái quát, bản đồ địa hình khái quát, bản đồ địa hình tỷ lệ lớn .v.v.

Bản đồ chuyên môn: Bản đồ du lịch, bản đồ địa chính, bản đồ công nghiệp, bản đồ phân vùng kinh tế. v.v...

2. Bình đồ

Bình đồ là hình ảnh thu nhỏ của một phần nhỏ hẹp trên bề mặt trái đất lên mặt phẳng nằm ngang theo một tỷ lệ nhất định và thông qua phép chiếu hình đơn giản. Khi đo vẽ bình đồ, khu vực đo vẽ được coi là phẳng không tính đến ảnh hưởng độ cong trái đất.

Vì bán kính trái đất rất lớn, do vậy trong phạm vi giới hạn khoảng 10km thì bề mặt trái đất được coi là phẳng.

Bình đồ thường có tỷ lệ lớn.

3. Mặt cắt địa hình

Mặt cắt địa hình là giao tuyến giữa mặt đất tự nhiên với một cát thẳng đứng (lát cắt) theo một hướng đã biết. Hay nói cách khác, mặt cắt địa hình là hình chiếu của bề mặt địa hình lên mặt phẳng thẳng đứng theo một tỷ lệ nhất định.

Mặt cắt địa hình được ứng dụng chủ yếu trong trắc địa công trình. Tùy thuộc vào đặc điểm công trình mà mặt cắt địa hình có hai dạng:

- Mặt cắt dọc là khi lát cắt song song hoặc trùng với tim công trình
- Mặt cắt ngang là khi lát cắt vuông góc với tim công trình

Mặt cắt địa hình thường có tỷ lệ lớn.

4. Tỷ lệ bản đồ:

Ký hiệu: $\frac{1}{M}$

Trong đó:

- Phân tử số: là đơn vị
- Mẫu số: thường là những số tròn trăm, tròn nghìn để chỉ địa vật ngoài thực địa bị thu nhỏ đi bao nhiêu lần để đưa lên bản đồ

Tỷ lệ bản đồ là một hư số, không có thứ nguyên.

Phân loại tỷ lệ bản đồ:

Tùy theo mức độ thu nhỏ (tỷ lệ) của bản đồ người ta chia ra:

Bản đồ tỷ lệ nhỏ: $\frac{1}{500000}, \dots, \frac{1}{1000000}, \dots$

Bản đồ tỷ lệ vừa: $\frac{1}{100000}, \frac{1}{50000}, \frac{1}{25000}, \frac{1}{10000}$

Bản đồ tỷ lệ lớn: $\frac{1}{5000}, \frac{1}{2000}, \frac{1}{1000}, \frac{1}{500}, \dots$

1.4.2. Số hiệu tờ bản đồ

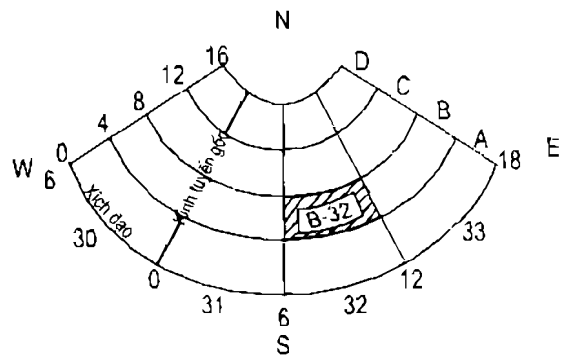
1. Khái niệm

Vì kích thước của tờ bản đồ là có giới hạn, để biểu thị một vùng đất rộng lớn phải có nhiều mảnh ghép lại. Như vậy có nghĩa là phải chia nhỏ tờ bản đồ có kích thước quá lớn thành các mảnh bản đồ có kích thước nhỏ hơn để quản lý.

Để thuận tiện cho việc đo vẽ, biên tập và sử dụng bản đồ các khu vực của bề mặt trái đất được biểu diễn theo từng tờ riêng biệt. Mỗi tờ bản đồ được giới hạn bởi những kinh tuyến và vĩ tuyến tạo nên các hình thang cong có kích thước tùy thuộc vào tỷ lệ của nó.

2. Số hiệu mảnh bản đồ 1 : 1000 000

Theo kinh tuyến trái đất được chia thành 60 cột bằng nhau có bề rộng mỗi cột là 6", được đánh số thứ tự từ 1 đến 60 kể từ kinh tuyến có giá trị độ kinh là 180° kinh Đông vòng sang Tây bán cầu rồi về Đông. Số thứ tự trong phép chiếu Gauss và trong phép chiếu UTM lệch nhau là 30.



Hình 1.15

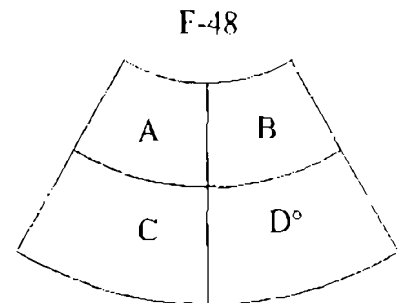
Theo vĩ tuyến, trái đất được chia thành các hàng rộng 4", mỗi hàng được đặt tên theo các chữ cái Latinh in hoa A, B, C, ... kể từ xích đạo về hai phía Bắc và Nam bán cầu.

Mỗi ô đất giao nhau của hàng và cột trên sẽ biểu diễn thành một mảnh bản đồ có tỷ lệ 1 : 1000 000, và số hiệu của của tờ bản đồ này gồm hàng và cột tương ứng. Tờ bản đồ có tỷ lệ 1 : 1000 000 là cơ sở để chia mảnh và ghi số hiệu cho các tờ bản đồ có tỷ lệ lớn hơn.

Ví dụ 1.2: Mảnh bản đồ tỷ lệ 1:1000 000 trên hình 1.15 mang số hiệu B-32; kích thước mỗi mảnh bản đồ $\Delta\lambda = 6''$, $\Delta\varphi = 4''$.

3. Bản đồ tỷ lệ 1: 500 000

Mỗi mảnh bản đồ tỷ lệ 1:1000 000 được chia thành $2 \times 2 = 4$ mảnh bản đồ tỷ lệ 1:500 000 và được ký hiệu bằng các chữ cái Latinh in hoa theo



Hình 1.16

thứ tự từ trái sang phải và từ trên xuống dưới. Kích thước của mảnh bản đồ tỷ lệ 1:500000 là: $\Delta\lambda \times \Delta\varphi = 3'' \times 2''$.

Ví dụ 1.3: Mảnh bản đồ tỷ lệ 1:500 000 có Thủ đô Hà Nội mang số hiệu F-48-D (hình 1.16).

Nguyên tắc chia mảnh và đánh số các mảnh bản đồ các loại tỷ lệ được trình bày cụ thể trong bảng 1.3, bảng 1.4.

Bảng 1.3

Tỷ lệ bản đồ	Số mảnh trên tờ 1:1 000 000	Kích thước		Ký hiệu mảnh cuối cùng
		$\Delta\lambda$	$\Delta\varphi$	
1 : 500 000	$2 \times 2 = 4$	3''	2''	F - 48 - D
1 : 200 000	$6 \times 6 = 36$	1''	40'	F - 48 - XXXVI
1 : 100 000	12×12	30'	20'	F - 48 - 144

Bảng 1.4

Tỷ lệ bản đồ	Số mảnh trên tờ 1:100 000	Kích thước		Ký hiệu mảnh cuối cùng
		$\Delta\lambda$	$\Delta\varphi$	
1 : 50 000	$2 \times 2 = 4$	15'	10'	F - 48 - 144-D
1 : 25 000	$4 \times 4 = 16$	7'30''	5'	F - 48 - 144-D-d
1 : 10 000	12×12	3'5''	2'30''	F - 48 - 144-d-4

§1.5. BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH

1.5.1. Khái niệm

Bản đồ địa hình là bản đồ trên đó thể hiện lưới khống chế trắc địa, các yếu tố địa vật và địa hình.

Lưới khống chế trắc địa: là tập hợp các điểm được chọn và đánh dấu mốc cố định ngoài thực địa, các điểm này được đo nối với nhau tạo thành mạng lưới. Các điểm khống chế trắc địa đã có tọa độ và độ cao xác định

Các yếu tố địa vật: thể hiện tất cả các vật thể tồn tại trên bề mặt trái đất

Các yếu tố địa hình: thể hiện dáng đất, biểu diễn độ lồi lõm cao thấp khác nhau của bề mặt trái đất.

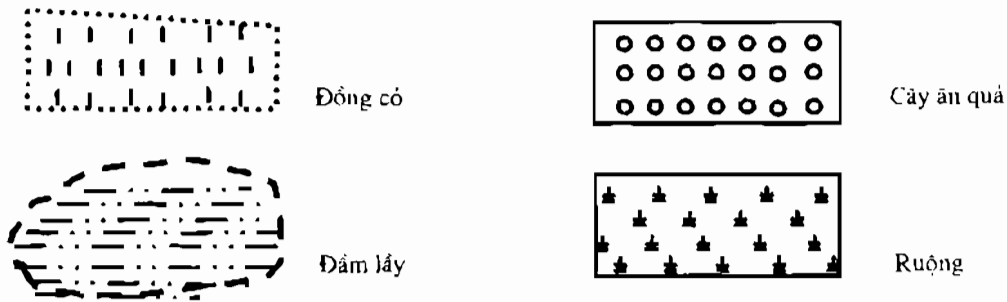
1.5.2. Các phương pháp biểu diễn địa vật - địa hình trên bản đồ

1. Biểu diễn địa vật

Địa vật thường được biểu diễn theo hệ thống ký hiệu quy ước do tổng cục đo đạc bản đồ nhà nước quy định và được chia thành các nhóm: biểu diễn theo tỷ lệ, tỉn tỷ lệ và kết hợp.

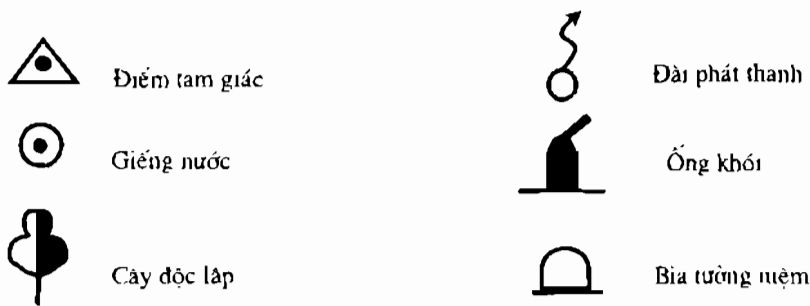
a) *Biểu diễn địa vật theo tỷ lệ:* đối với những địa vật có hình dáng, kích thước rõ ràng và có diện tích lớn như rừng cây, vùng dân cư, ao hồ, sinh lầy, làng mạc, đồng cỏ vườn

cây..... kí hiệu vẽ theo tỷ lệ thường biểu diễn trên bản đồ bằng những đường nét thể hiện chu vi bên ngoài vùng mà địa vật biểu diễn cân phủ lên mặt đất (hình 1.17).



Hình 1.17

b) *Biểu diễn địa vật không theo tỷ lệ*: đối với địa vật có kích thước nhỏ mà theo tỷ lệ bản đồ không thể hiện được như các điểm không chế, cây độc lập, giếng nước, nhà thờ, tượng đài, đài phát thanh, đình chùa, ... thì dùng các ký hiệu để biểu thị. Các ký hiệu này đã được quy định bởi Tổng cục đo đạc và bản đồ nhà nước (hình 1.18).



Hình 1.18

c) *Với những công trình dạng tuyến* : như sông suối, đường giao thông, biên giới .v.v người ta kết hợp hai cách biểu diễn trên, chiều dài biểu diễn phi tỷ lệ còn chiều rộng biểu diễn theo tỷ lệ (hình 1.19).



Hình 1.19

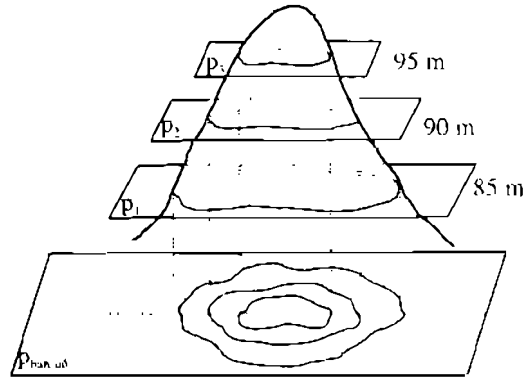
2. Biểu diễn địa hình

Địa hình là hình dáng cao thấp khác nhau của mặt đất tự nhiên. Có nhiều phương pháp biểu diễn địa hình: tô màu, ghi số, đường đồng mức...

a) *Phương pháp tô màu*: dùng màu sắc và độ đậm nhạt để biểu diễn địa hình. Thông thường đồi núi được biểu diễn bằng màu nâu, hệ thống thủy văn sông, suối, biển... biểu

diện bằng màu lam. Núi càng cao, sông càng sâu màu càng đậm. Địa hình tiếp giáp với hai loại trên là đồng bằng thường được biểu diễn bằng màu xanh lá mạ. Do đó, khi nhìn vào bản đồ người ta cảm nhận được sự cao thấp của các khu vực.

b) *Phương pháp ghi độ cao theo điểm:*
 Người ta ghi trực tiếp độ cao của các điểm đặc trưng địa hình lên bản đồ. Ưu điểm của phương pháp này là cho biết chính xác độ cao điểm, của khu vực cần nghiên cứu.

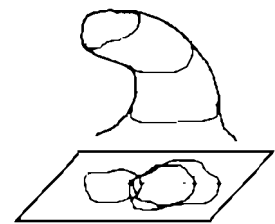


Hình 1.20

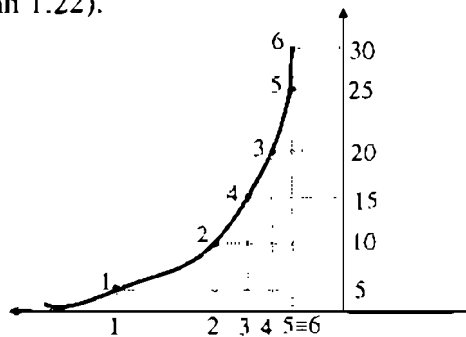
c) *Phương pháp đường đồng mức:* Đường đồng mức là đường cong nối liền các điểm có cùng độ cao ở trên mặt đất tự nhiên. Về thực chất, đường đồng mức là giao tuyến giữa các mặt phẳng song song với mặt thủy chuẩn với mặt đất tự nhiên (hình 1.20).

Các đặc tính của đường đồng mức:

- Các điểm nằm trên cùng một đường đồng mức thì có cùng một độ cao.
- Đường đồng mức là đường cong liên tục và khép kín và chỉ bị gián đoạn ở mép biên tờ bản đồ
- Các đường đồng mức không cắt nhau, trừ trường hợp đặc biệt của địa hình như: địa hình yên ngựa, mỏm núi hàm ếch, ... (hình 1.21)
- Chênh lệch độ cao giữa hai đường đồng mức liền kề nhau gọi là khoảng cao đều (ký hiệu là E).
- Ở vùng đất thoải các đường đồng mức cách xa nhau. Ở vùng đất dốc các đường đồng mức xích lại gần nhau. Ở vách đứng các đường đồng mức trùng nhau (hình 1.22).



Hình 1.21



Hình 1.22

§1.6. SỬ DỤNG BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH

Bản đồ địa hình tỷ lệ lớn rất cần thiết cho việc khảo sát phục vụ cho bước lập dự án công trình. Trước khi ra thực địa, cần có bình đồ của khu vực cần xây dựng công trình

để xác định sơ bộ về vị trí địa lý, điều kiện địa hình, giao thông .v.v. của khu đo để đưa ra phương án thiết kế và thi công tối ưu.

Cụ thể: khi có bản đồ địa hình cần xác định được các yếu tố tọa độ vuông góc của một điểm (X Y), độ cao H của điểm đó và diện tích của đối tượng khép kín.

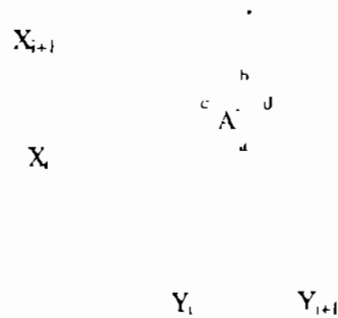
1.6.1. Xác định tọa độ vuông góc phẳng của điểm

Giả sử có tờ bản đồ địa hình tỷ lệ: $\frac{1}{M}$, trên tờ bản đồ có hệ thống lưới ô vuông với các tọa độ chẵn ở các cạnh của lưới. Cần xác định tọa độ điểm A bất kỳ nằm trong lưới ô vuông ta làm như sau: qua A kẻ hai đường vuông góc đến các cạnh ô vuông chứa điểm A đó. Dùng compa đo và thước để xác định chiều dài các đoạn thẳng a, b, c, d. (hình 1.23). Tọa độ vuông góc của điểm a được tính theo công thức:

$$\begin{aligned} X_A &= X_i + M.a = X_{i+1} - M.b \\ Y_A &= Y_i + M.c = Y_{i+1} - M.d \end{aligned} \quad (1.15)$$

Trong đó :

- M là mẫu số tỷ lệ bản đồ;
- (x_i,y_i) là tọa độ cạnh ô lưới ở phía dưới và bên trái điểm A;
- (x_{i+1}, y_{i+1}) là tọa độ cạnh ô lưới ở phía trên và bên phải điểm A;
- a, b, c, d khoảng cách từ điểm a tới các cạnh ô lưới, đo được ở trên bản đồ;
- M.a, M.b, M.c, M.d: khoảng cách thực ngoài thực địa từ điểm a đến các cạnh ô lưới.



Hình 1.23

1.6.2. Xác định chiều dài

Dùng compa và thước milimet đo chiều dài đoạn thẳng trên bản đồ rồi nhân với mẫu số tỷ lệ bản đồ ta được chiều dài thực của đoạn thẳng ngoài thực địa.

$$S_{td} = M.s_{bd} \quad (1.16)$$

Trong đó:

- S_{td} - chiều dài đoạn thẳng ngoài thực địa;
- s_{bd} - chiều dài đo được trên bản đồ;
- M - mẫu số tỷ lệ bản đồ.

1.6.3. Xác định diện tích

1. Phương pháp hình học

Khi hình cần xác định diện tích là một đa giác thì ta chia hình ra làm nhiều hình đơn giản. Đo các yếu tố cần thiết để tính diện tích của từng hình đơn giản, sau đó cộng lại ta được diện tích của hình đa giác cần tìm.

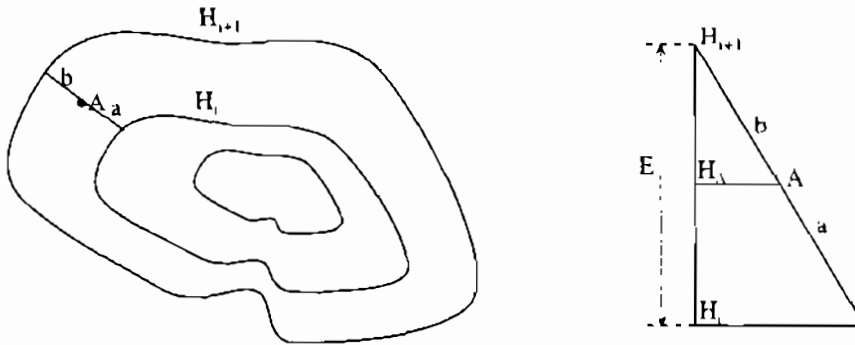
2. Phương pháp cơ học: dùng máy đo diện tích

Phương pháp này được áp dụng khi chu vi của hình có hình dạng bất kỳ.

Cấu tạo của máy đo diện tích gồm có các bộ phận: cánh tay đòn cực, cánh tay đòn quay, bánh xe quay và bộ phận đồng bộ.

Nguyên lý làm việc của máy đo diện tích tương tự như công tơ mét của xe máy.

1.6.4. Xác định độ cao của điểm bất kỳ trên bản đồ



Hình 1.24

Đường đồng mức là đường nối liền các điểm có cùng độ cao tạo thành đường cong liên tục và khép kín. Để xác định độ cao điểm bất kỳ trên bản đồ, trước hết phải xác định được nhãn của các đường đồng mức cái và khoảng cao đều (hình 1.24).

Giả sử cần xác định độ cao điểm A bất kỳ nằm giữa hai đường đồng mức liên tiếp có độ cao là H_i và H_{i+1} . Qua A kẻ đường thẳng ngắn nhất nối hai đường đồng mức. Dùng compa và thước đo được các đoạn thẳng a và b rồi tính độ cao của điểm a theo công thức sau:

$$H_A = H_i + \frac{a}{(a+b)} \cdot E = H_{i+1} - \frac{b}{(a+b)} \cdot E \quad (1.17)$$

Trong đó: E là khoảng cao đều.

ÔN TẬP CHƯƠNG 1

1.1. Elipxoid trái đất là gì? Trong xây dựng thường dùng hệ độ cao nào? Hiện nay, Việt Nam dùng hệ quy chiếu nào để thành lập hệ tọa độ VN-2000?

1.2. Trong xây dựng thường dùng hệ độ cao nào?

1.3. Hãy nêu cơ sở để thành lập hệ tọa độ địa lý, hệ tọa độ vuông góc phẳng? Phép chiếu Gauss và phép chiếu UTM giống và khác nhau như thế nào?

1.4. Thế nào là góc phương vị thực, góc phương vị từ và góc phương vị tọa độ?

1.5. Trình bày cách chia mảnh và đánh số tờ bản đồ có phiên hiệu: F-48-D, F-48-144-c, F-48-96?

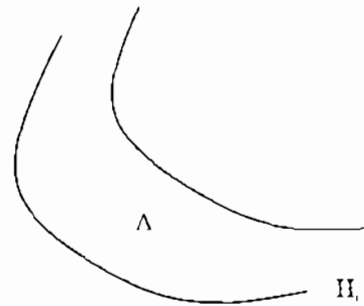
1.6. Hãy xác định giá trị độ kinh địa lý giới hạn bên trái, bên phải, độ vĩ địa lý giới hạn bên dưới, bên trên của các tờ bản đồ có phiên hiệu sau: E-49, G-50-50, G-50-50-d?

1.7. Hãy xác định phiên hiệu các tờ bản đồ ở phía Tây-Bắc, Đông-Nam của các tờ bản đồ có phiên hiệu sau: F-48, F-47-E, F-48-D, F-48-96-d?

1.8. Nêu khái niệm bản đồ địa hình? Hãy trình bày các cách thể hiện địa vật lên bản đồ?

1.9. Thế nào là đường đồng mức? Đường đồng mức được dùng để làm gì? Nêu các đặc điểm của đường đồng mức?

1.10. Hãy xác định độ cao của điểm A (H_A) dựa vào vào độ cao hai đường đồng mức liền kề A (hình 1.25). Biết $H_1 = 10,000\text{m}$, khoảng cao đều $E = 1,0\text{m}$.



Hình 1.25

1.11. Hãy xác định tọa độ điểm J, biết tọa độ điểm I(2500; 25000)m, góc phương vị $\alpha_{IJ} = 125^{\circ}18'24''$, khoảng cách từ I đến J: $S_{IJ} = 250,896\text{m}$?

1.12. Cho biết tọa độ các điểm: M(1520,000; 1648,000)m; N(1820,328; 1750,246)m; I(1500,000; 1700,000)m; K(1488,868; 1548,932)m; L(1678,898; 1520,486)m.

Hãy xác định:

1. Chiều dài các cạnh: S_{MN} , S_{MI} , S_{MK} , S_{ML} ?

2. Các góc phương vị: α_{MN} , α_{MI} , α_{MK} , α_{ML} ?

1.13. Làm thế nào để xác định tọa độ, độ cao của điểm bất kỳ trên bản đồ?

1.14. Khi thể hiện độ cao trên bản đồ có phụ thuộc vào tỷ lệ bản đồ không? Tại sao?

Biết tọa độ các đỉnh tam giác ABC là:

$$A \begin{cases} X_A = 224,17\text{m} \\ Y_A = 111,32\text{m} \end{cases} ; B \begin{cases} X_B = 517,34\text{m} \\ Y_B = 403,55\text{m} \end{cases} ; C \begin{cases} X_C = 121,74\text{m} \\ Y_C = 603,81\text{m} \end{cases}$$

Hãy tính:

1. Chiều dài của các cạnh tam giác?

2. Các góc trong của tam giác đó?

1.16. Chuyển đổi các góc sau đây:

1. Từ "độ-phút-giây" sang "radian":

a. $40^{\circ}30'42''$; b. $160^{\circ}54'54''$; c. $15^{\circ}30'42''$; d. $300^{\circ}54'54''$

2. Từ "radian" sang "độ-phút-giây":

a. $3,00^{\text{rad}}$; b. $0,90^{\text{rad}}$; c. $6,00^{\text{rad}}$; d. $1,750^{\text{rad}}$

Hãy xác định độ dài thực địa S_0 của các đoạn thẳng nếu như ta đo được các đoạn thẳng đó trên bản đồ s_{bd} ứng với tỷ lệ 1: M trong bảng 1.5.

Bảng 1.5

STT	Tỷ lệ	s_{bd} (mm)
1	1:5000	122,5
2	1:2000	55,5
3	1:1000	125,0
4	1:500	120,5

Chương 2

TÍNH TOÁN TRẮC ĐỊA

§2.1. TRỊ ĐO - SAI SỐ ĐO. PHÂN LOẠI SAI SỐ

2.1.1. Trị đo và sai số đo

Muốn biết giá trị một đại lượng nào đó như chiều dài một đoạn thẳng hay độ lớn của một góc, phải thực hiện một phép đo. Phép đo là phép so sánh đại lượng cần đo với một đại lượng khác được chọn làm đơn vị. Kết quả của phép đo là một trị đo. Giá trị của đại lượng đo là bội số của đơn vị đo.

Vì phép đo là tổ hợp của nhiều yếu tố như người đo, dụng cụ đo và môi trường đo, do đó hầu hết các trị đo đều tồn tại sai số.

Sai số đo (A) là độ lệch giữa trị đo (x) và trị thực (X) của đại lượng cần đo.

$$A = x - X \quad (2.1)$$

2.1.1. Phân loại sai số

Các nguyên nhân gây sai số là các đối tượng tham gia để thực hiện phép đo: con người, dụng cụ máy móc đo đạc và môi trường đo.

Theo quy luật xuất hiện, sai số đo được chia thành các loại: sai số thô (sai lầm), sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên.

1. Sai số thô

Sai số này chủ yếu là do sự nhầm lẫn hay do thiếu thận trọng lúc đo hay lúc tính kết quả đo sinh ra. Ví dụ khi đo đọc số sai, đưa sai số liệu vào máy tính, ... Sai số thô thường có kết quả rất lớn và rất dễ phát hiện nếu tiến hành đo hay tính kiểm tra

2. Sai số hệ thống

Sai số hệ thống là sai số sinh ra do những nguyên nhân xác định, tác động đến kết quả đo theo những quy luật nhất định về trị số cũng như dấu. Sai số hệ thống được lặp đi lặp lại trong tất cả các lần đo. Nguyên nhân gây ra sai số hệ thống có thể là do tật của người đo, máy móc và các dụng cụ đo chưa được hiệu chỉnh hoặc do môi trường thay đổi.

Ví dụ 2.1: Khi dùng thước 20m để đo một đoạn thẳng, nhưng khi kiểm nghiệm lại thước thì thấy tại thời điểm đo chiều dài của thước là 20,001m. Như vậy, trong kết quả mỗi lần đặt thước có chứa sai số là 1mm. Vậy 1mm là sai số hệ thống

3. Sai số ngẫu nhiên

Giả sử vạch chia nhỏ nhất trên dụng cụ đo là milimet thì sai số đọc thước ở phân ước lượng nhỏ hơn milimet là sai số ngẫu nhiên.

Sai số ngẫu nhiên là những sai số mà trị số và đặc điểm ảnh hưởng của nó đến mỗi kết quả đo đạc là không rõ ràng. Sai số ngẫu nhiên được tạo nên từ các nguồn nguyên nhân thay đổi, có thể có quy luật hay không có quy luật xuất hiện nhưng không xác định được quy luật về giá trị.

Sai số ngẫu nhiên có một số tính chất sau:

- Đặc tính giới hạn: trong điều kiện cụ thể, trị số tuyệt đối của sai số ngẫu nhiên không vượt quá một giới hạn nhất định.

- Đặc tính tập trung: Khi thực hiện phép đo nhiều lần của cùng một đại lượng dễ nhận thấy hầu hết các số đo sẽ chụm quanh trị thực, có nghĩa là những sai số ngẫu nhiên có trị số tuyệt đối nhỏ xuất hiện nhiều hơn những sai số có trị số tuyệt đối lớn hơn.

- Đặc tính đối xứng: Sai số ngẫu nhiên dương và âm với trị số tuyệt đối bé có số lần xuất hiện bằng nhau

- Đặc tính bù trừ: Khi số lần đo tiến tới vô cùng thì số trung bình cộng của các sai số đo đạc ngẫu nhiên của cùng một đại lượng sẽ tiến tới 0

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\Delta_1 + \Delta_2 + \dots + \Delta_n}{n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{[\Delta]}{n} = 0 \quad (2.2)$$

§2.2. CÁC TIÊU CHUẨN ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC DÂY TRỊ ĐO

Giả sử có dây trị đo nhiều lần của cùng một đại lượng : L_1, L_2, \dots, L_n , trị thực của đại lượng đó là X .

Khi đó xác định được các sai số đo tương ứng:

$$\Delta_i = x_i - X \quad \text{với } i = 1 \div n \quad (2.3)$$

Để đánh giá độ chính xác của dây trị đo trên dựa vào các tiêu chuẩn: sai số trung bình, sai số trung phương và sai số trung phương tương đối.

2.2.1. Sai số trung bình

Sai số trung bình được tính theo công thức

$$\bar{\Delta} = \frac{|\Delta_1| + |\Delta_2| + \dots + |\Delta_n|}{n} = \frac{[|\Delta|]}{n} \quad (2.4)$$

Trong đó:

Δ_i - được tính theo công thức (2.3);

n - số lần đo;

$[|\Delta|]$ - tổng Gauss: tổng các số hạng có cùng chỉ số.

Tuy nhiên, dùng sai số trung bình trong nhiều trường hợp chưa đánh giá được chính xác độ tin cậy của dây trị đo vì nó chưa phản ánh được sự biến động của sai số ngẫu nhiên.

Ví dụ 2.2: Xét hai dãy số khi cùng đo góc β với hai điều kiện đo khác nhau. Dãy thứ nhất có các sai số đo $-5''$, $-3''$, $+7''$ và $+1''$; dãy thứ hai : $+5''$, $-4''$, $-3''$ và $+4''$.

Theo (2.4) ta tính được:

$$\theta_1 = \frac{|-5| + |-3| + |7| + |1|}{4} = 4''$$

$$\theta_2 = \frac{|5| + |-4| + |-3| + |4|}{4} = 4''$$

2.2.1. Sai số trung phương

Nhận thấy rằng sai số trung bình θ mới chỉ phản ánh được một đặc điểm của các sai số về giá trị tuyệt đối mà chưa phản ánh được mức độ dao động của các sai số. Để thấy rõ hơn đặc điểm dao động của sai số nhà toán học Gauss đã dùng tiêu chuẩn căn bậc hai của trị trung bình của tổng bình phương các sai số độc lập gọi tắt là sai số trung phương, ký hiệu là m .

Sai số trung phương m được tính theo công thức

$$m = \pm \sqrt{\frac{\Delta_1 \cdot \Delta_1 + \Delta_2 \cdot \Delta_2 + \dots + \Delta_n \cdot \Delta_n}{n}} = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}} \quad (2.5)$$

Áp dụng công thức (2.5) để đánh giá độ chính xác hai dãy trị đo trong ví dụ 2.2 được các kết quả:

$$m_1 = \pm \sqrt{\frac{25 + 9 + 49 + 1}{4}} = \pm 4''58$$

$$m_2 = \pm \sqrt{\frac{25 + 16 + 9 + 16}{4}} = \pm 4''06$$

Như vậy, có thể kết luận là dãy trị đo thứ hai có điều kiện đo tốt hơn dãy trị đo thứ nhất.

Thông thường khi tiến hành đo các đại lượng chúng ta chưa biết được giá trị thực của đại lượng cần đo nên không thể tính được sai số đo theo công thức (2.3) và như vậy không thể đánh giá độ chính xác dãy trị đo theo (2.5). Trong trường hợp này sử dụng công thức Bessel để tính sai số trung phương của dãy trị đo đó.

Gọi x_0 là trị trung bình cộng của n lần đo của cùng một đại lượng: $x_0 = \frac{[l]}{n}$, v_i là sai số xác suất nhất của trị đo thứ i , ta có:

$$v_i = l_i - x_0 \quad (2.6)$$

Lúc này sai số trung phương được tính theo công thức:

$$m = \pm \sqrt{\frac{v_1 \cdot v_1 + v_2 \cdot v_2 + \dots + v_n \cdot v_n}{(n-1)}} = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{(n-1)}} \quad (2.7)$$

Công thức (2.7) được nhà Thiên văn – Trắc địa Bessel (1784-1846) người Đức đề xuất để đánh giá độ chính xác dãy trị đo nên được gọi là công thức Bessel.

Ví dụ 2.3: Đo chiều dài của một đoạn thẳng 5 lần được kết quả trong bảng 2.1. Tính sai số trung phương đo dài?

Bảng 2.1

N ^o	S (m)
1	256,654
2	256,680
3	256,650
4	256,646
5	256,660

- Tính số trung bình cộng:

$$\bar{S} = \frac{[S]}{5} = 256,658 \text{ m}$$

- Tính các sai số xác suất:

$$v_i = S_i - \bar{S} \quad (2.8)$$

Kết quả tính toán thể hiện trong bảng 2.2

Bảng 2.2

N ^o	S (m)	\bar{S} (m)	v_i (mm)	v_i^2
1	256,654	256,658	-4	16
2	256,680	256,658	+22	484
3	256,650	256,658	-8	64
4	256,646	256,658	-12	144
5	256,660	256,658	+2	4
[...]				712

- Áp dụng công thức (2.7):

$$m = \pm \sqrt{\frac{712}{5-1}} = \pm 13,3 \text{ mm}$$

2.2.3. Sai số tương đối

Các tiêu chuẩn đánh giá độ chính xác đã nêu ở trên: θ , m đều là sai số tuyệt đối, nhưng trong một số trường hợp để phản ánh rõ hơn mức độ chính xác của các kết quả đo người ta dùng sai số tương đối. Sai số tương đối ($1/T$) là tỷ số giữa sai số tuyệt đối với giá trị của đại lượng cần đo:

$$\frac{1}{T} = \frac{m_L}{L} \quad (2.9)$$

2.2.4. Sai số giới hạn

Trong lý thuyết sai số người ta đã chứng minh được nếu tiến hành đo một đại lượng nào đó trong những điều kiện như nhau tới 1000 lần thì sau khi tính sai số trung phương của các kết quả đo theo công thức (2-7) và làm thống kê sẽ thấy:

Có 320 sai số đo có giá trị tuyệt đối lớn hơn 1m, 50 sai số đo có giá trị tuyệt đối lớn hơn 2m, 3 sai số đo có giá trị tuyệt đối lớn hơn 3m.

Như vậy, các trường hợp có sai số đo có trị tuyệt đối lớn hơn 3 lần sai số trung phương là rất hạn hữu. Bởi thế, trong trắc địa người ta quy định lấy 3 lần sai số trung phương (3m) làm sai số giới hạn cho dãy đo có cùng điều kiện và gọi là sai số giới hạn hay là sai số cho phép và ký hiệu là: $A_{ph} = 3m$.

§2.3 SAI SỐ TRUNG PHƯƠNG CỦA HÀM CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐO

Các đại lượng đo trong Trắc địa hầu hết là các đại lượng đo gián tiếp, có nghĩa là đại lượng đó được biểu diễn dưới dạng hàm của các đại lượng đo trực tiếp.

Như đã giới thiệu ở trên, hầu hết các đại lượng đo đều tồn tại sai số, vậy vấn đề đặt ra ở đây là xác định sai số của hàm các đại lượng đo như thế nào.

Giả sử có các đại lượng đo độc lập L_1, L_2, \dots, L_n và có các sai số trung phương tương ứng m_1, m_2, \dots, m_n .

Nếu hàm F phụ thuộc vào các đại lượng đo L_i ($i = 1 \div n$):

$$F = f(L_1, L_2, \dots, L_n) \quad (2.10)$$

Khi đó sai số trung phương của hàm F (m_F) được tính theo công thức:

$$m_F = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial L_1}\right)^2 \cdot m_1^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial L_2}\right)^2 \cdot m_2^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial L_n}\right)^2 \cdot m_n^2} \quad (2.11)$$

Trong đó:

$$\left(\frac{\partial f}{\partial L_i}\right)^2 \quad (i = 1 \div n) \text{ là đạo hàm riêng phần của hàm } F \text{ đối với từng biến số } L_i \text{ (} i = 1 \div n \text{)}.$$

Ví dụ 2.4: Để xác định chiều dài đoạn AB người ta chia thành ba đoạn đo lần lượt được các kết quả: $S_1 = 250,368\text{m}$, $S_2 = 280,254\text{m}$, $S_3 = 265,500\text{m}$ với các sai số trung phương tương ứng: $m_1 = +12\text{mm}$, $m_2 = \pm 15\text{mm}$, $m_3 = +10\text{mm}$. Hãy tính chiều dài đoạn thẳng AB và sai số trung phương xác định chiều dài đó?

Gọi chiều dài đoạn AB là S : $S = S_1 + S_2 + S_3 = 796\text{m}$

Áp dụng công thức (2.11) để tính sai số trung phương chiều dài đoạn AB (m_S):

$$m_S = \sqrt{\left(\frac{\partial S}{\partial S_1}\right)^2 \cdot m_1^2 + \left(\frac{\partial S}{\partial S_2}\right)^2 \cdot m_2^2 + \left(\frac{\partial S}{\partial S_3}\right)^2 \cdot m_3^2}$$

Ta có:

$$\left(\frac{\partial S}{\partial S_1}\right) = 1 \left(\frac{\partial S}{\partial S_1}\right) = 1$$

$$\left(\frac{\partial S}{\partial S_1}\right) = 1$$

$$m_s = \pm \sqrt{(1)^2 \cdot (\pm 12)^2 + (1)^2 \cdot (\pm 15)^2 + (1)^2 \cdot (\pm 10)^2} = \pm 21,7\text{mm}$$

ÔN TẬP CHƯƠNG 2

2.1. Nêu khái niệm phép đo? Trị đo? Sai số đo?

2.2. Nêu các nguyên nhân gây sai số đo? Phân loại sai số?

2.3. Viết công thức tính toán và phân tích ý nghĩa của từng loại tiêu chuẩn đánh giá độ chính xác đo đạc sau đây:

2.4. Sai số trung bình (θ)

1. Sai số trung phương (m)

2. Sai số trung phương tương đối ($\frac{1}{T}$)

2.5. Sai số trung bình (θ)

1. Sai số trung phương (m)

2. Sai số trung phương tương đối ($\frac{1}{T}$)

2.6. Viết công thức tính sai số trung phương tương đối của một hàm số các đại lượng đo độc lập (m_F)? Giải thích các đại lượng?

2.7. Tại một trạm đo cạnh S_{AB} 5 lần được các giá trị trong bảng 2.3

Bảng 2.3

N ^o	S (m)
1	256,654
2	256,680
3	256,650
4	256,646
5	256,660

Hãy tính:

1. Giá trị trung bình (\bar{S})?

2. Sai số trung phương (m) của kết quả đo đạc?

3. Sai số trung phương tương đối (1/T) của đoạn thẳng trung bình?

2.8. Trong tam giác ABC, đo được: $\hat{A} = 75^{\circ} 15' 24''$, $\hat{B} = 45^{\circ} 36' 36''$ với các sai số trung phương tương ứng: $m_A = \pm 10''$, $m_B = \pm 12''$.

Hãy tính:

1. Giá trị góc \hat{C} trong tam giác ABC ?
2. Sai số trung phương xác định góc C (m_C)?

2.9. Dùng thước thép thường để đo diện tích lô đất hình chữ nhật được: chiều dài: $a = 100,00\text{m}$, chiều rộng: $b = 40,000\text{m}$ với sai số tương đối đo dài là $1/2000$.

Hãy tính:

1. Diện tích của lô đất (S)?
2. Sai số trung phương xác định diện tích lô đất ấy (m_S)?
3. Sai số trung phương tương đối xác định diện tích lô đất ấy?

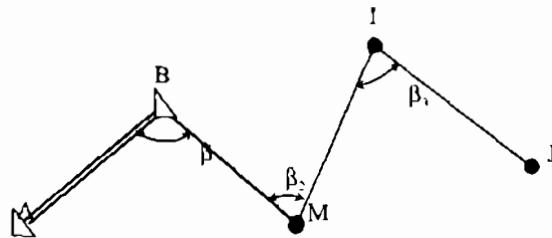
2.10. Tại một trạm đo bằng máy kinh vĩ đặt tại điểm A đo được các số liệu như sau: góc nghiêng $v = -1^{\circ} 30' 54''$, $m_v = \pm 30''$; chiều cao điểm ngắm trên mia dựng tại B : 1,150m; số đọc chỉ trên : 1950, số đọc chỉ dưới : 0450 (giả thiết số đọc trên mia không tồn tại sai số)

Hãy tính:

1. Khoảng cách nằm ngang d_{AB} (cho $m_d = \pm 1,5\text{cm}$) ?
2. Độ cao điểm B (H_B) ?
3. Sai số trung phương xác định độ cao điểm b (m_{hb})?

Biết: $H_A = 5,658\text{m}$; hệ số đo xa: $k = 100$; chiều cao máy: 1,58m

2.11. Cho sơ đồ như hình 2.1: A(1000, 1000) (m), B(1350, 1260) (m)



Hình 2.1

Đo các góc: $\beta_1 = 89^{\circ} 0' 00''$, $\beta_2 = 76^{\circ} 52' 48''$, $\beta_3 = 69^{\circ} 29' 54''$,

Với các sai số trung phương tương ứng: $m_{\beta_1} = m_{\beta_2} = m_{\beta_3} = \pm 15''$

Hãy tính:

1. Các góc định hướng: α_{BM} , α_{MI} , α_{IJ} ?
2. Sai số trung phương các góc phương vị: $m_{\alpha_{BM}}$, $m_{\alpha_{MI}}$ và $m_{\alpha_{IJ}}$?
3. Tính toạ độ điểm M? Biết $S_{BM} = 245.648\text{m}$.

Chương 3 ĐO ĐẶC CƠ BẢN

§3.1. ĐO GÓC

3.1.1. Khái niệm về đo góc

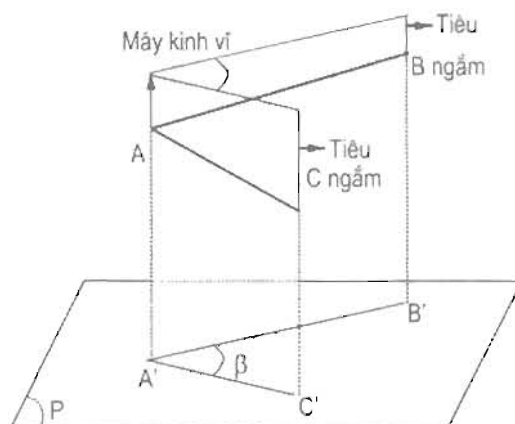
Trong trắc địa, khi đo góc ngoài thực địa là đo góc bằng và góc đứng.

Góc bằng là góc nhị diện hợp bởi hai mặt phẳng thẳng đứng chứa 2 hướng ngắm. Góc bằng có giá trị từ $0'' \div 360''$. Góc bằng thường ký hiệu là β .

Góc đứng (góc nghiêng) là góc tạo bởi hướng ngắm và hình chiếu của nó lên mặt phẳng nằm ngang. Góc đứng có giá trị từ $0 \div \pm 90''$. Góc đứng thường được ký hiệu là v .

1. Nguyên lý đo góc bằng

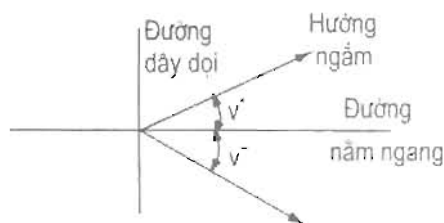
Giả sử ta phải đo góc bằng giữa hai hướng AB và AC; A, B, C có cao độ khác nhau. Đo góc bằng giữa hai hướng AB và AC không phải là đo góc BAC mà là đo hình chiếu vuông góc của nó trên mặt phẳng nằm ngang, nghĩa là cần xác định góc $B'A'C' = \beta$ (hình 3.1).



Hình 3.1

2. Nguyên lý đo góc đứng

Theo khái niệm không gian về góc của một đường thẳng và mặt phẳng thì góc đứng là góc tạo bởi hướng ngắm và hình chiếu của nó lên mặt phẳng nằm ngang (hình 3.2). Nếu góc đứng của hướng ngắm nằm trên mặt phẳng nằm ngang thì góc đứng dương. Ngược lại, hướng ngắm nằm dưới mặt phẳng nằm ngang thì góc đứng âm.



Hình 3.2

3.1.2 Máy kinh vĩ

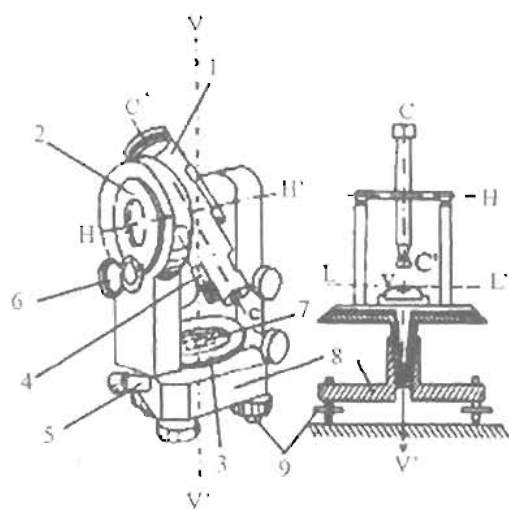
1. Công dụng và phân loại máy đo góc

Máy kinh vĩ là dụng cụ dùng để đo góc bằng, góc đứng, ngoài ra còn đo được chiều dài và độ chênh cao theo phương pháp đo cao lượng giác.

Nếu phân loại máy kinh vĩ theo đặc điểm cấu tạo bản độ thì có máy kinh vĩ kim loại, máy kinh vĩ quang học và máy kinh vĩ điện tử. Nếu phân loại theo độ chính xác thì có máy kinh vĩ chính xác, máy có độ chính xác trung bình, và máy có độ chính xác thấp.

2. Cấu tạo máy kinh vĩ

Các bộ phận cơ bản của máy kinh vĩ trình bày ở hình 3.3 gồm:



- (1)- Ống kính ngắm;
 - (2)- Bàn độ đứng;
 - (3)- Bàn độ ngang;
 - (4)- Ống kính hiển vi đọc số;
 - (5)- Ốc hãm và vi động bàn độ ngang;
 - (6)- Gương lấy ánh sáng;
 - (7)- Ống thủy dài bàn độ ngang;
 - (8)- Đế máy;
 - (9)- Ốc cân đế máy;
- CC- Trục ngắm của ống kính;
HH'-Trục quay của ống kính;
VV'- Trục quay của máy kinh vĩ;
LL'- Trục của ống thủy dài;

Hình 3.3

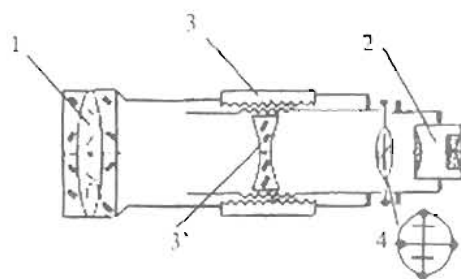
a) Ống kính ngắm

Ống kính ngắm máy kinh vĩ cấu tạo bởi các bộ phận như hình 3.4:

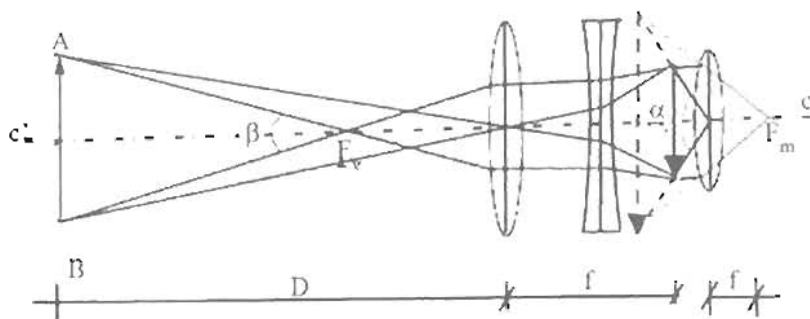
- Kính vật (1) và kính mắt (2) là những thấu kính hội tụ kết hợp với nhau tạo thành hệ kính hiển vi.

- Hệ điều quang gồm ốc điều quang (3) và kính điều quang 3'. Khi vận ốc điều quang, kính điều quang sẽ di chuyển trong ống kính, nhờ đó làm thay đổi vị trí ảnh thật ab so với kính vật.

Khi ảnh ab trùng với mặt phẳng màng dây chữ thập (4) sẽ cho ảnh ảo a'b' ngược chiều với vật nhưng được phóng đại lên nhiều lần. Màng dây chữ thập (4) là một tấm kính mỏng trên có khắc lưới chỉ mảnh dùng làm chuẩn khi đo ngắm. Lưới chỉ chữ thập gồm hai chỉ cơ bản là chỉ đứng và chỉ ngang cắt nhau dạng chữ thập; ngoài ra còn có chỉ trên và dưới dùng để đo khoảng cách.



Hình 3.4



Hình 3.5

Ống kính máy kính vĩ đặc trưng bởi một số chỉ tiêu kỹ thuật sau:

- Độ phóng đại của ống kính :

$$V = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{f_v}{f_m} \quad (3.1)$$

Trong đó: α - góc nhìn vật qua ống kính;

β - góc nhìn vật bằng mắt thường;

f_v - tiêu cự kính vật;

f_m - tiêu cự kính mắt.

- Trường ngắm ống kính đặc trưng bởi góc kẹp ε giữa hai đường thẳng xuất phát từ quang tâm kính vật tới hai đầu đường kính màng dây chữ thập.

$$\varepsilon = \frac{d \cdot \rho''}{f_v} \quad (3.2)$$

Trong đó: d - đường kính màng dây chữ thập;

f_v - tiêu cự kính vật.

- Độ chính xác ống kính :

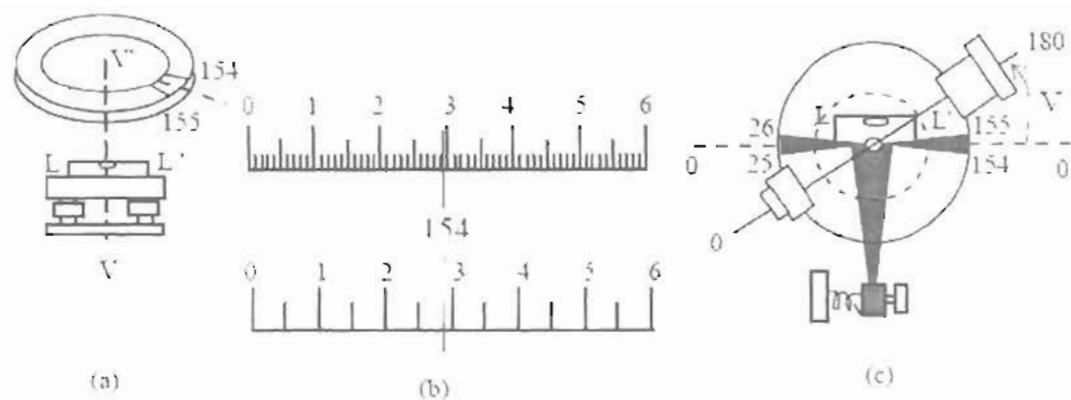
$$m_v = \pm \frac{60''}{V} \quad (3.3)$$

b) Bàn độ và bộ phận đọc số

Bàn độ ngang của máy kính vĩ có cấu tạo là một đĩa tròn làm bằng thủy tinh trong suốt, có đường kính từ 6cm đến 25cm. Tùy theo là máy quang học hay điện tử và cách chia vạch và đọc số bàn độ có khác nhau.

Đối với máy kính vĩ quang học, trên mặt bàn độ thường được chia thành 360 khoảng, mỗi khoảng ứng với 1°. Dùng kính hiển vi phóng to khoảng chia 1° rồi đưa vào đó một tấm kính mỏng trên khắc vạch chuẩn hoặc thang số đọc. Tùy theo độ chính xác của máy mà thang vạch chuẩn được chia vạch khác nhau (hình 3.6).

Vì chức năng của bàn độ ngang là đo góc bằng, nên nó được liên kết với ống thủy dài có trục LL' vuông góc với trục quay VV' của máy kính vĩ (hình 3.6a). Trong một vòng đo vị trí bàn độ ngang phải thực sự cố định.



Hình 3.6

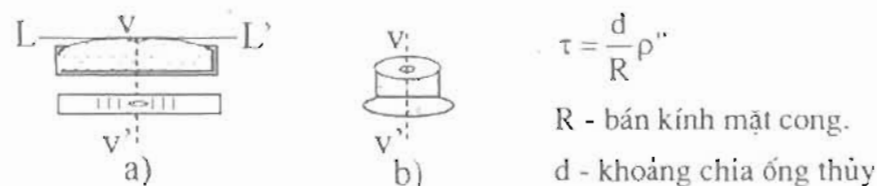
Khác với bàn độ ngang, bàn độ đứng gắn liền và cùng quay theo ống kính ngắm. Để cân bằng vạch chuẩn đọc số hoặc vạch "0" trên thang đọc số, một số loại máy kinh vĩ dùng ống thủy dài và vít nghiêng (hình 3.6c), còn các loại máy kinh vĩ hiện đại dùng bộ cân bằng tự động bằng hệ con lắc quang học hoặc bộ cân bằng điện tử. Hai đầu đường kính nằm ngang của bàn độ đứng máy kinh vĩ được khắc vạch tương ứng với trị số 0" - 0" hoặc 0" - 180" hoặc 90" - 270"; bởi vậy khi trục ngắm ống kính nằm ngang và thang đọc số được cân bằng thì đường kính trên phải trùng với vạch "0" của thang đọc số. Trị số của hai đầu đường kính trong trường hợp này gọi là số đọc ban đầu MO lý thuyết. Nếu điều kiện trên không đảm bảo sẽ dẫn đến sai số số đọc ban đầu và số đọc có sai số đó gọi là MO thực tế.

c) Bộ phận cân bằng và chiều điểm

Bộ phận cân bằng gồm ống thủy, các ốc cân để máy, chân máy, vít nghiêng.

Ống thủy dùng để đưa đường thẳng, mặt phẳng về nằm ngang hoặc thẳng đứng. Có hai loại ống thủy là: ống thủy dài và ống thủy tròn (hình 3.7).

Ống thủy dài (hình 3.7a) cấu tạo bởi một ống thủy tinh hình trụ nằm ngang, mặt trên là mặt cong có bán kính tương đối lớn. Trong ống thủy tinh đã hút chân không người ta đổ đầy chất lỏng có độ nhớt thấp (ete) và để chừa lại một khoảng không khí nhỏ gọi là bọt thủy. Đối xứng qua điểm cao nhất trên mặt cong, có những vạch khắc cách đều nhau gọi là khoảng chia ống thủy. Độ chính xác ống thủy đặc trưng bởi góc ở tâm τ .



Hình 3.7

Ống thủy tròn (hình 3.7b) cấu tạo bởi ống thủy tinh hình trụ đứng có mặt trên là mặt cầu, sau khi hút chân không người ta cũng đổ đầy ete và chỉ để lại một bọt khí nhỏ gọi là

bọt nước ống thủy. Điểm cao nhất trên mặt cầu được đánh dấu bởi hai vòng tròn đồng tâm, đường thẳng đứng qua điểm cao nhất là trục ống thủy. Khi bọt nước ống thủy ở điểm cao nhất thì trục của ống thủy sẽ thẳng đứng. Ống thủy tròn có độ chính xác không cao, dùng để cân bằng sơ bộ máy.

Bộ phận chiếu điểm: có thể chiếu điểm bằng dọi hoặc bộ phận định tâm quang học như hình 3.8.



Hình 3.8

3. Kiểm nghiệm máy kinh vĩ

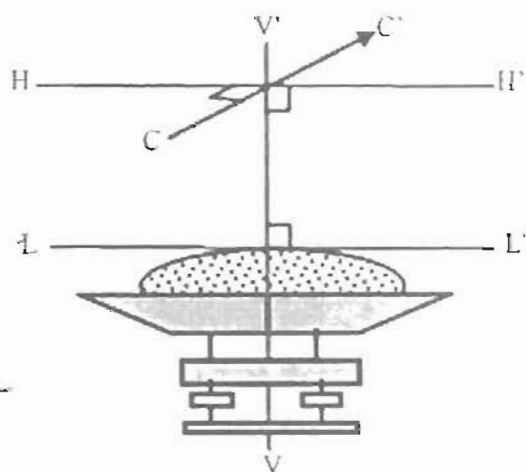
Việc kiểm nghiệm và điều chỉnh máy nhằm mục đích đảm bảo các điều kiện hình học của các hệ trục (hình 3.9):

- Trục của ống thủy dài trên bàn độ ngang LL' phải vuông góc trục quay của máy kinh vĩ VV' .

- Chỉ đứng của màng dây chữ thập phải thẳng đứng.

- Trục ngắm CC' của ống kính ngắm máy kinh vĩ phải vuông góc với trục quay HH' của nó (2C).

- Trục quay HH' của ống kính ngắm phải vuông góc với trục quay VV' của máy kinh vĩ.

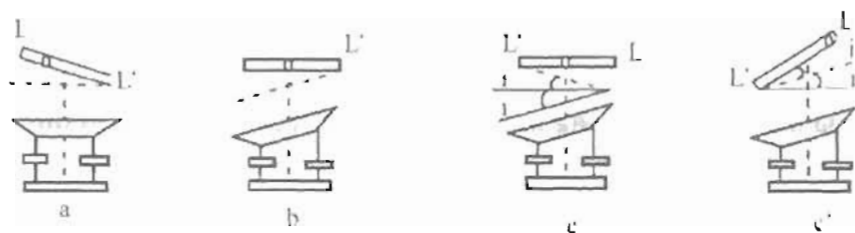


Hình 3.9

Trong phạm vi của giáo trình chỉ giới thiệu một số công tác kiểm nghiệm máy kinh vĩ cơ bản nhất:

a) *Trục ống thủy dài trên bàn độ ngang phải vuông góc với trục quay của máy*

Việc kiểm nghiệm được tiến hành theo trình tự: đầu tiên ta quay bộ phận ngắm sao cho trục ống thủy dài trên bàn độ ngang song song với đường nối hai ốc cân bất kỳ của đế máy, điều chỉnh hai ốc cân này đưa bọt thủy vào giữa ống. Tiếp đó quay bộ phận ngắm 180° , nếu bọt thủy vẫn ở giữa, hoặc độ lệch nhỏ hơn một khoảng chia ống thủy thì có thể coi điều kiện này đảm bảo, còn lệch quá một khoảng chia thì phải điều chỉnh lại ống thủy dài (hình 3.10c, c').



Hình 3.10

b) Kiểm nghiệm màng dây chữ thập

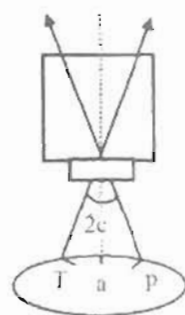
Một trong những cách đơn giản là treo một dây dọi mảnh ở nơi kín gió. Máy kinh vĩ cần kiểm nghiệm đặt cách dây dọi chừng 20m. Sau khi cân bằng máy tiến hành ngắm chuẩn dây dọi, nếu chỉ đứng của màng dây chữ thập trùng với dây dọi thì điều kiện này đạt yêu cầu, nếu không trùng thì phải chỉnh lại màng dây chữ thập.

c) Kiểm nghiệm điều kiện trục ngắm vuông góc với trục quay của ống kính ngắm (2C)

Trục ngắm của ống kính máy kinh vĩ là đường thẳng nối quang tâm kính vật, tâm màng dây chữ thập và quang tâm kính mắt. Nếu trục ngắm có sai số thì khi ngắm cùng một mục tiêu ở hai vị trí bàn độ chúng sẽ lệch nhau một góc ký hiệu là 2C (hình 3.11).

$$2C = T - (P \pm 180^\circ) \quad (3.4)$$

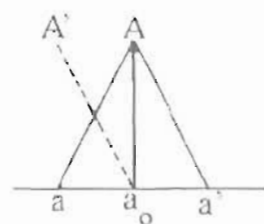
Để kiểm nghiệm điều kiện trục ngắm ta chọn một mục tiêu A rõ nét, cách xa máy và có góc đứng không quá 5°. Đầu tiên ở vị trí bàn độ trái, sau khi cân bằng máy ta tiến hành ngắm chuẩn mục tiêu A, đọc số bàn độ ngang được số đọc ký hiệu là T. Sau đó thực hiện tương tự đối với vị trí bàn độ phải được số đọc ký hiệu P. Thay giá trị T và P vào công thức (3.4) để tính 2C. Nếu giá trị này nhỏ hơn hai lần độ chính xác của bộ phận đọc số thì coi như điều kiện trục ngắm đảm bảo, nếu không thì phải chỉnh lại màng dây chữ thập.



Hình 3.11

d) Kiểm nghiệm điều kiện trục quay của ống kính vuông góc với trục quay của máy

Nếu hai ổ trục quay của ống kính ngắm không cùng nằm trên một mặt phẳng ngang sẽ làm cho trục quay ống kính không vuông góc với trục quay của máy. Để kiểm nghiệm điều kiện này, trên một bức tường cần đánh dấu một điểm A cao hơn mặt phẳng ngang ống kính chừng 30" ~ 50". Máy kinh vĩ đặt cách tường 20m. Sau khi cân bằng máy, tiến hành chiếu điểm A xuống mặt phẳng ngang ở vị trí bàn độ trái và phải, đánh dấu được hai điểm tương ứng là a và a'. Nếu thấy đoạn aa' lớn hơn chiều rộng cặp chỉ đúng song song của màng dây chữ thập thì phải điều chỉnh lại trục quay ống kính.

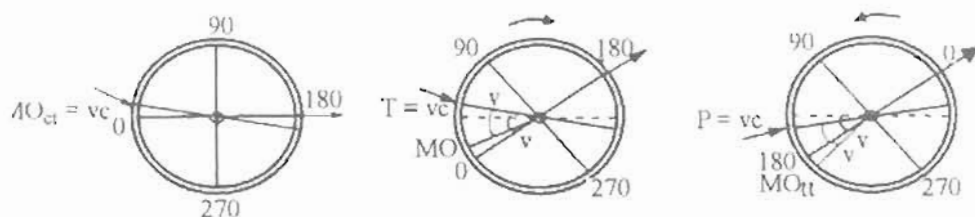


Hình 3.12

e) Kiểm nghiệm số đọc ban đầu MO

Nếu trục ngắm ống kính ngắm nằm ngang và thang đọc số cân bằng mà đường kính nằm ngang của bàn độ đứng không trùng với vạch "0" của thang đọc số thì sẽ gây ra sai số số đọc ban đầu MO (hình 3.13). Từ hình 3.13 ta có công thức tính MO:

$$MO = \frac{T_V + P_V \pm k}{2} \quad (3.5)$$



Hình 3.13

Trong đó: k là hệ số tùy thuộc vào cách khắc vạch bàn độ đứng.

Ví dụ 3.1: Máy Theo020, Dalhta, Redta, TC800, T100, T30 có k = 180; máy 2T30, 2T5, 2T5K có k = 0.

Để kiểm nghiệm MO, chọn một mục tiêu A rõ nét cách xa máy. Ở vị trí bàn độ thuận và ngược, ngắm chuẩn mục tiêu A bằng chỉ giữa nằm ngang của màng dây chữ thập và đọc số trên bàn độ đứng, được hai số đọc tương ứng là T_V và P_V . Thay hai giá trị này vào công thức (3.5) để tính MO. Cần chú ý rằng, trước khi đọc số trên bàn độ đứng thì đều phải cân bằng vạch chỉ tiêu hoặc vạch 0 của thang đọc số bàn độ đứng.

3.1.3. Phương pháp đo góc bằng

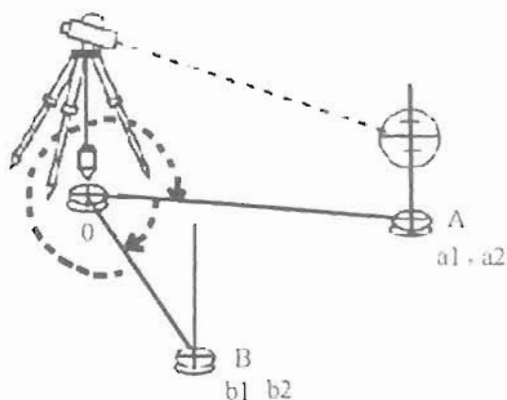
Tùy theo số hướng tại một trạm đo mà ta có thể áp dụng các phương pháp đo góc khác nhau như đo đơn, đo lặp, đo toàn vòng, đo tổ hợp. Giáo trình này chỉ trình bày hai phương pháp đo góc cơ bản đó là đo đơn và đo toàn vòng.

1. Đo góc bằng theo phương pháp đo đơn

Phương pháp đo đơn áp dụng cho các trạm đo chỉ có hai hướng (một góc riêng biệt) và được áp dụng nhiều khi đo góc bằng trong các đường chuyển đa giác. Một vòng đo theo phương pháp đo đơn gồm nửa vòng đo thuận và nửa vòng nghịch. Giả sử đo góc bằng tại đỉnh O hợp bởi hướng ngắm OA và OB (hình 3.14), trình tự đo được thực hiện như sau:

a) Đặt máy và dựng tiêu

Dựng tiêu ngắm tại điểm A và B; đặt máy kinh vĩ tại đỉnh O và tiến hành định tâm, cân bằng, định hướng.



Hình 3.14

Định tâm là thao tác để chiếu đỉnh góc cần đo trên mặt đất theo phương đường dây dọi sao cho trùng với tâm bàn độ ngang của máy kinh vĩ. Việc định tâm được thực hiện bằng dây dọi hoặc bộ phận định tâm quang học. Để định tâm bằng dây dọi, ta phải mắc dọi vào đầu trục quay VV' của máy kinh vĩ. Điều chỉnh ba chân máy sao cho đầu quả dọi đi qua đỉnh góc cần đo. Khi định tâm quang học, trước tiên ta điều chỉnh chân máy hoặc ốc cân để máy sao cho tâm vòng tròn bộ định tâm quang học trùng với đỉnh góc đo. Sau đó cân bằng máy bằng ba ốc cân máy, các thao tác này được lặp lại cho đến khi đỉnh góc đo ở trong vòng tròn. Tiếp theo ta cân bằng máy bằng ba ốc cân để máy, nếu sau khi cân bằng mà đỉnh góc lệch khỏi vòng tròn thì mở ốc nổi, xô dịch đế máy cho trùng lại và tiến hành cân bằng lại máy là được.

Cân bằng máy là thao tác để điều chỉnh cho mặt phẳng bàn độ ngang nằm ngang. Thực hiện cân bằng nhờ ống thủy tròn (sơ bộ), ống thủy dài (chính xác), các ốc cân để máy và chân máy.

Khi cân bằng, đầu tiên quay bộ phận ngắm sao cho trục ống thủy dài bàn độ ngang song song với đường nối hai ốc cân bất kỳ, điều chỉnh hai ốc cân này đưa bọt thủy vào giữa ống. Sau đó quay bộ phận ngắm đi 90° , điều chỉnh ốc cân thứ ba để bọt thủy vào giữa ống. Các thao tác này được lặp lại cho đến khi bọt thủy không lệch khỏi vị trí giữa ống quá một phần khoảng ống thủy là được (hình 3.15).



Hình 3.15

Định hướng: để nâng cao độ chính xác đo góc và giảm sai số do khắc vạch bàn độ không đều, khi đo góc ta phải đo nhiều vòng và giữa các vòng hướng khởi đầu cần đặt lệch nhau một lượng bằng $180^\circ/n$ (n là số vòng đo). Việc làm này được gọi là định hướng máy kinh vĩ. Việc định hướng thực hiện nhờ ốc điều chỉnh bàn độ ngang.

b) Tiến hành đo

Một vòng đo góc bằng theo phương pháp đo đơn gồm nửa vòng đo thuận và nửa vòng đo ngược.

- Nửa vòng đo thuận: Bàn độ đứng đặt bên trái hướng ngắm, ngắm chuẩn tiêu ngắm A, đọc số trên vành độ ngang được số đọc ký hiệu a_1 . Quay bộ phận ngắm thuận chiều kim đồng hồ, ngắm chuẩn tiêu ngắm B, đọc số trên bàn độ ngang được số đọc ký hiệu là b_1 . Như vậy ta đã hoàn thành nửa vòng đo thuận, trị số góc nửa vòng thuận $\beta_1 = b_1 - a_1$.

- Nửa vòng đo ngược: kết thúc nửa vòng đo thuận ống kính đang trên hướng OB, thực hiện đảo ống kính và quay máy ngắm lại tiêu ngắm B; đọc số trên bàn độ ngang được số

đọc b_2 . Máy quay ngược chiều kim đồng hồ ngắm tiêu ngắm A, đọc số trên bàn độ ngang được số đọc a_2 . Góc nửa vòng đo nghịch $\beta_p = b_2 - a_2$; nếu độ lệch trị số góc giữa hai nửa vòng đo nằm trong giới hạn cho phép thì trị số góc tại vòng đo này là:

$$\beta_{1v} = \frac{\beta_1 + \beta_p}{2}$$

Ví dụ 3.2: Ở bảng 3.1 là kết quả đo góc bằng theo phương pháp đo đơn được ghi vào sổ đo.

Bảng 3.1

Vòng đo	Trạm đo	Điểm ngắm	Vị trí bàn độ	Số đọc bàn độ ngang	Góc kẹp		
					Nửa vòng đo	Một vòng đo	Trung bình
1	0	A	T	00°00'00''	35°16'24''		
		B	T	35°16'24''		35°16'18''	
		B	P	215°16'30''	35°16'12''		
		A	P	180°00'18''			

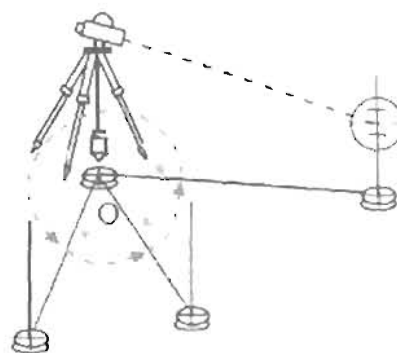
Một số lưu ý khi đo góc bằng theo phương pháp đo đơn:

- Trong một vòng đo không được thay đổi núm vi động bàn độ ngang.
- Trong suốt quá trình đo máy luôn quay thuận chiều kim đồng hồ để hạn chế sai số do bàn độ ngang bị kéo theo bộ phận ngắm.

2. Đo góc bằng theo phương pháp toàn vòng

Phương pháp đo góc toàn vòng áp dụng cho các trạm đo góc bằng có từ 3 hướng trở lên, phương pháp này được ứng dụng nhiều khi đo góc trong lưới giải tích, lưới đường chuyển, lưới tam giác hạng II, lưới tam giác hạng III.

Một vòng đo theo phương pháp này cũng gồm nửa vòng đo thuận và nửa vòng đo ngược. Giả sử cần đo góc bằng tại trạm O có ba hướng là OA, OB, OC (hình 3.16). Để đo, trước tiên cần đặt máy kinh vĩ vào trạm O và thực hiện định tâm, cân bằng, định hướng tương tự như phương pháp đo đơn; sau đó tiến hành đo góc theo trình tự:



Hình 3.16

- Nửa vòng đo thuận: bàn độ đứng đặt bên trái hướng ngắm. Trước tiên ngắm chuẩn tiêu ngắm A, rồi lần lượt các tiêu ngắm ở các điểm B, C và A theo chiều kim đồng hồ; mỗi hướng đo đều tiến hành đọc số bàn độ ngang và ghi giá trị vào sổ đo góc.

- Nửa vòng đo ngược: kết thúc nửa vòng đo thuận thì ống kính đang ngắm về hướng OA. Tiến hành đảo ống kính và quay máy ngắm và đọc số lại hướng này; sau đó quay

bộ phận ngắm ngược chiều kim đồng hồ lần lượt ngắm các tiêu trên hướng OC, OB và OA. Ở mỗi hướng đều đọc số bàn độ ngang và ghi trị số các hướng đo vào sổ đo góc bằng (bảng 3.2). Giá trị trung bình của từng hướng = $\frac{(T+P) \pm 180^\circ}{2}$.

Bảng 3.2. Sổ đo góc bằng theo phương pháp toàn vòng

Vòng đo	Trạm đo	Điểm ngắm	VT BĐ	Số đọc bàn độ ngang	2C	Trị số hướng TB	V _i	Trị số hướng Hiệu chỉnh	Góc kẹp	TB
1	O	A	T	00°00'06"		00°00'03"	0	00°00'03"		
		P		180°00'00"	+6"				51°12'19"	
		B	T	51°12'30'		51°12'27'	-5"	51°12'22"		
		P		231°12'24"	+6"				31°14'37"	
		C	T	82°27'12'		82°27'09'	-10"	82°26'59"		
		P		262°27'06"	+6"				277°33'04"	
		A	T	00°00'24"		00°00'18"	-15"	00°00'03"		
		P		180°00'12"	+12"					
					+15"	-5"				

Để hiệu chỉnh sai số khác vạch bàn độ cần đo nhiều vòng đo, trị số hướng khởi đầu mỗi vòng đo đặt lệch một lượng $180^\circ/n$ (n là số vòng đo). Biến động $2c \leq 2t$; sai số khép vòng $f_v \leq 2t$ với "t" là độ chính xác của bộ phận đọc số.

3. Các nguồn sai số chủ yếu trong đo góc bằng

Khi đo góc, mỗi lần ngắm chuẩn mục tiêu ở một hướng sẽ mắc phải sai số ngắm m_v và sai số đọc số m_o , hai sai số này được xác định bởi:

$$m_v = \pm \frac{60''}{V}; m_o = 0,15t \quad (3.6)$$

Trong đó: v - độ phóng đại ống kính;

t - độ chính xác của bộ phận đọc số của máy kinh vĩ.

Như vậy sai số trung phương đo trên một hướng với một lần đo sẽ là :

$$m_d = \sqrt{m_v^2 + m_o^2} \quad (3.7)$$

Tổng hợp các nguồn sai số trên một hướng đo gồm: sai số do máy m_1 , sai số do lệch tâm máy m_2 , sai số do lệch tâm tiêu m_3 , sai số do m_d và sai số do ảnh hưởng của môi trường m_s . Với sai số do định tâm máy và tiêu ngắm được xác định bởi công thức (3.8).

$$\Delta_\delta = e_m \cdot \rho'' \left(\frac{1}{s_A} + \frac{1}{s_B} \right); \delta = e_t \cdot \rho'' \frac{1}{s} \quad (3.8)$$

Trong đó:

e_m và e_t tương ứng là khoảng lệch tâm theo chiều dài của máy và tiêu ngắm;

S - khoảng cách từ máy tới mia;

ρ'' - hệ số chuyển đổi từ đơn vị radian sang đơn vị giây, $\rho'' = 206265$.

3.1.4. Đo góc đứng

Giả sử cần đo góc đứng v của hướng ngắm OA (hình 3.17).

Để đo, trước tiên đặt và cân bằng máy kinh vĩ đặt tại điểm O. Sau đó ngắm chuẩn điểm A ở cả vị trí bàn độ thuận và ngược; ví dụ đọc số trên bàn độ đứng được hai số đọc tương ứng là:

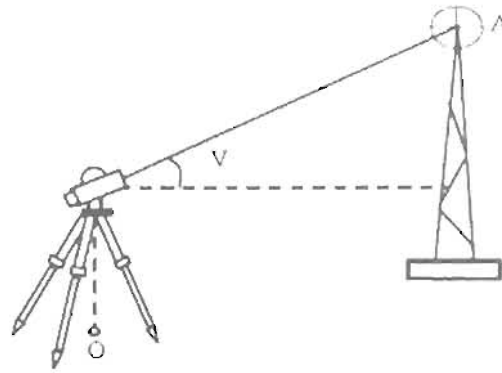
$T_v = 6^\circ 27' 12''$; $P_v = 353^\circ 32' 18''$. Từ hai số đọc này trước tiên ta tính sai số vạch chỉ tiêu MO:

$$MO = \frac{T_v + P_v - 360}{2} = -15''$$

Sau đó V được tính theo công thức:

$$V = T_v - MO = 6^\circ 27' 27''.$$

Ngoài các nguồn sai số do máy kinh vĩ như đã trình bày trong phần đo góc bằng, khi đo góc đứng cần lưu ý thêm sai số MO, sai số bộ phận tự động cân bằng bàn độ đứng, sai số chiết quang đứng, ...



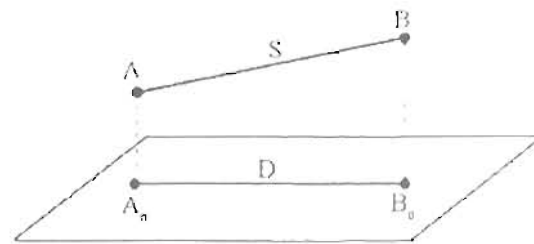
Hình 3.17

§3.2 ĐO DÀI

3.2.1. Nguyên lý đo dài

Độ dài là một trong ba đại lượng để xác định vị trí không gian của các điểm trên mặt đất, nó là một yếu tố cơ bản trong trắc địa.

Giả sử A và B nằm ở những độ cao khác nhau trên mặt đất. Do mặt đất nghiêng nên khoảng cách AB là khoảng cách nghiêng và ký hiệu là S. Khi chiếu hai điểm này xuống mặt phẳng nằm ngang P_0 theo phương đường dây dọi sẽ được hình chiếu tương ứng của chúng là A_0 và B_0 , khoảng cách A_0B_0 là khoảng cách ngang và ký hiệu là D (hình 3.18).



Hình 3.18

Độ dài một đoạn thẳng có thể được đo trực tiếp hoặc gián tiếp. Đo dài trực tiếp là phép đo trong đó dụng cụ đo được đặt trực tiếp liên tiếp trên đoạn thẳng cần đo, từ số liệu và dụng cụ đo sẽ xác định được độ dài đoạn thẳng. Trong thực tế thường áp dụng phương pháp đo dài trực tiếp bằng thước thép. Đo dài gián tiếp là phép đo để xác định một số đại lượng dùng tính độ dài của đoạn thẳng cần xác định. Có nhiều phương pháp

đo dài gián tiếp như: đo dài bằng máy quang học, đo dài bằng các loại máy đo dài điện tử, đo bằng công nghệ GPS,...

3.2.2. Đo dài trực tiếp bằng thước thép

1. Dụng cụ đo

Thước thép thường: là loại thước có độ dài 5m, 10m, 20m, 30m hoặc 50m; trên thước có giá trị khoảng chia nhỏ nhất khác nhau: dm, cm, mm. Thước được bảo vệ trong hộp sắt có tay quay dùng để thu hồi thước sau khi đo.

Trước khi đo phải kiểm nghiệm thước để biết chiều dài thật của nó. Kiểm nghiệm thước là đem chiều dài của nó so sánh với một thước tiêu chuẩn khác có chiều dài rất chính xác biết trước.

Bộ que sắt để đánh dấu đoạn đo, sào tiêu, máy kinh vĩ để dóng hướng và thước đo góc nghiêng đơn giản để xác định độ nghiêng mặt đất (hình 3.19).

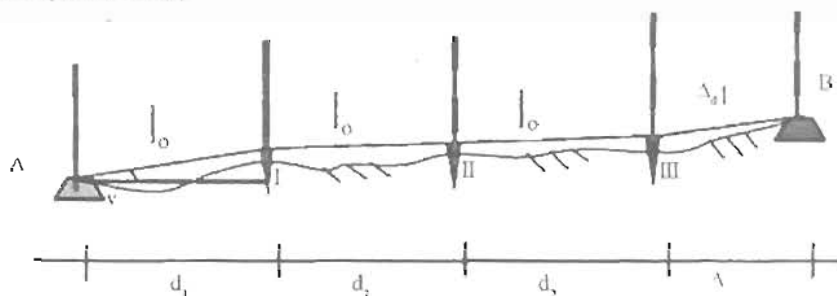


Hình 3.19

2. Dóng hướng đường đo

Dóng hướng đường đo: khi đo chiều dài một đoạn thẳng thông thường phải đặt thước nhiều lần trên đường đo, để hai đầu thước luôn nằm trên hướng đo thì phải thực hiện dóng hướng. *Dóng hướng đường đo là việc xác định một số điểm nằm trên hướng đường thẳng nối điểm đầu và điểm cuối của đoạn thẳng cần đo.*

Có thể dóng hướng đường đo bằng mắt. Khi cần chính xác hơn ta dóng hướng đường đo bằng máy kinh vĩ. Trước tiên cần đặt sào tiêu tại điểm đầu A và điểm cuối B của đoạn thẳng cần đo; một người đứng cách A vài mét trên hướng AB kéo dài, dùng mắt điều chỉnh cho sào tiêu của người thứ 2 trùng với tim AB tại các vị trí trung gian trên đường tuyến đo (hình 3.20).



Hình 3.20

3. Phương pháp đo

Để đo chiều dài cạnh AB, một người dùng que sắt giữ chặt đầu "O" của thước trùng với tâm điểm A, người thứ hai kéo căng thước trên tim đường đo theo sự điều chỉnh của người dóng hướng và dùng que sắt cắm vào vạch cuối cùng của thước ta được điểm I. Sau đó nhả que sắt tại A, hai người cùng tiến về phía B. Khi người cầm đầu "O" của thước tới điểm I thì công việc đo được lặp lại như trên và cứ tiếp tục như vậy cho đến đoạn cuối cùng. Số que sắt người đi sau thu được chính là số lần đặt thước, chiều dài cạnh đo được tính theo công thức:

$$D = \sum_1^n d_i + \Delta_d \quad (3.9)$$

Trong đó: $d = l \cos v_i + \Delta l_k$ chiều dài nằm ngang của thước đo;

l_n - chiều dài thước đo;

v_i - góc nghiêng mặt đất tại các đoạn đo;

Δl_k - số hiệu chỉnh đo sai số của thước đo;

Δ_d - đoạn lẻ cuối của cạnh đo.

Tùy theo yêu cầu độ chính xác mà ta có thể đo từ B về A, trị số cạnh đo là trị trung bình của lần đo đi và đo về nếu độ chênh của chúng nhỏ hơn sai số cho phép.

4. Các nguồn sai số chủ yếu khi đo dài trực tiếp bằng thước

- Sai số do chiều dài danh nghĩa ghi trên thước không đúng với chiều dài thực tế lúc kiểm nghiệm.

- Sai số do định tuyến sai.

- Sai số do đo chênh cao các đầu cọc sai.

- Sai số do đo nhiệt độ sai.

- Ngoài ra còn có sai số thước võng và lực kéo thước không đúng với lực kéo lúc kiểm nghiệm.

3.2.3. Đo dài gián tiếp bằng máy trắc địa và mia

Phương pháp được xây dựng trên cơ sở mối quan hệ toán học giữa góc thị sai φ không đổi và cạnh đáy l thay đổi tỷ lệ thuận với độ dài cần đo. Để có thể đo dài bằng phương pháp này thì màng dây chữ thập của máy kinh vĩ (hay máy thủy bình) còn cần tạo thêm hai chỉ ngang đối xứng qua chỉ ngang cơ bản để tạo góc thị sai (hình 3.21).

1. Trường hợp ống kính nằm ngang

Từ hình 3.21, ta có

$$D = \delta + f_v + D'$$

$$D = \frac{vt}{2} \text{ hoặc } D = \frac{n \cdot \lambda}{2} \quad (3.15)$$

Trong đó:

v - vận tốc truyền sóng trong không khí;

t - thời gian truyền sóng điện từ trên hai lần khoảng cách cần đo.

Phương pháp này hiện đại, đo nhanh, cạnh đo có thể rất dài và cho độ chính xác cao.

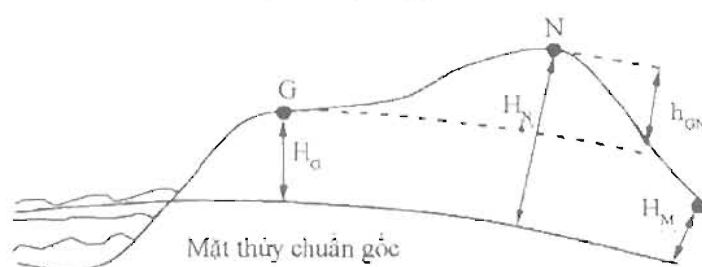
§3.3. ĐO CAO

3.3.1. Khái niệm đo cao

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.

Từ mặt thủy chuẩn gốc xác định được độ cao trung bình của điểm G là H_G . Tiến hành đo chênh cao h_{GN} của điểm "G" so với các điểm "N" cần xác định độ cao, ta sẽ xác định được độ cao của điểm này (hình 3.24):

$$H_N = H_G + h_{GN} \quad (3.16)$$



Hình 3.24

Vậy thực chất đo độ cao là đo chênh cao giữa điểm đã biết độ cao với điểm cần xác định độ cao. Có thể có bốn phương pháp đo cao là: đo cao hình học, đo cao lượng giác, đo cao thủy tĩnh và đo cao áp kế. Trong phạm vi giáo trình này chỉ nghiên cứu đo cao hình học và đo cao lượng giác.

1. Đo cao hình học:

Dựa vào tia ngắm nằm ngang của một loại máy thủy chuẩn (thủy bình), để đo độ chênh lệch giữa hai điểm. Đây là phương pháp đơn giản nhưng đạt được độ chính xác cao và được dùng nhiều trong công tác đo cao.

2. Đo cao lượng giác:

Là nguyên lý đo dựa trên cơ sở tia ngắm nghiêng của máy kinh vĩ. Nếu biết khoảng cách nằm ngang giữa hai điểm, dùng công thức lượng giác sẽ tính ra được chênh cao. Phương pháp này cho độ chính xác thấp hơn đo cao hình học, song nó rất tiện lợi khi đo cao ở những vùng có địa hình phức tạp.

3.3.2. Máy thủy chuẩn và mìa

1. Máy thủy chuẩn (còn gọi là máy thủy bình, máy nivo, ...)

a) Công dụng và phân loại máy thủy chuẩn

Máy thủy chuẩn dùng để đo cao hình học, ngoài ra máy có thể đo được khoảng cách và một số máy còn có thể đo được góc bằng với độ chính xác thấp nếu như có gắn bàn độ ngang.

Máy thủy chuẩn có thể được phân loại theo nguyên lý hoạt động của bộ phận cân bằng ở trong máy. Nếu dùng tay cân bằng để đưa trục ngắm về nằm ngang gọi là máy thủy chuẩn cơ, nếu máy có bộ phận tự động cân bằng trục ngắm nằm ngang gọi là máy thủy chuẩn tự động. Các máy thủy chuẩn hiện đại có bộ cân bằng điện tử hoặc máy thủy chuẩn kỹ thuật số.

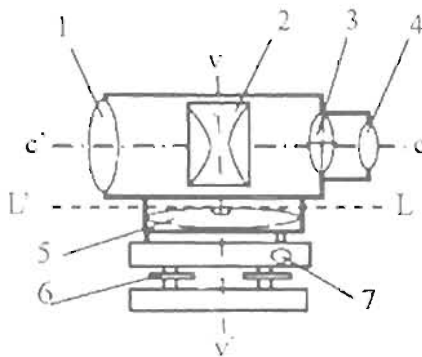
Máy thủy chuẩn cũng có thể phân loại theo độ chính xác đo cao mà nó có thể đạt được, phân loại theo cách này có: máy thủy chuẩn có độ chính xác cao là những loại máy cho phép đo cao hạng I và hạng II với sai số trung phương $m_h = \pm 0,5\text{mm}/1\text{km}$; loại máy có độ chính xác trung bình dùng để đo độ cao hạng III, hạng IV với $m_h = \pm 3\text{mm}/1\text{km}$ và máy thủy chuẩn kỹ thuật $m_h = \pm 10\text{mm}/1\text{km}$ dùng để tăng dày độ cao lưới không chế cấp thấp.

b) Cấu tạo

Máy thủy chuẩn cấu tạo bởi ba bộ phận chính: bộ phận ngắm, bộ phận cân bằng và bộ phận cố định.

- Bộ phận ngắm: máy thủy chuẩn được cấu tạo bởi nhiều bộ phận, nhưng quan trọng nhất là ống kính (hình 3.25). Nhìn chung ống kính máy thủy chuẩn có cấu tạo tương tự như ống kính máy kinh vĩ, tuy nhiên có ba điểm khác sau:

- + Độ phóng đại ống kính máy thủy chuẩn thường lớn hơn máy kinh vĩ.
- + Ống kính máy thủy chuẩn không có bàn độ đứng.
- + Trục ngắm ống kính máy thủy chuẩn luôn được đưa về phương nằm ngang.



Hình 3.25

- (1)- Kính vật ; (2)- Hệ điều quang
- (3)- Màng dây chữ thập;
- (4)- Kính mắt ; (5)- Ống thủy;
- (6)- Ốc cân để máy; (7)- Vít nghiêng; CC'- Trục ngắm ống kính; LL'- Trục ống thủy dài; VV'- Trục quay của máy thủy chuẩn

Bộ phận cân bằng: tùy theo loại máy mà bộ phận cân bằng có thể là cân bằng thủ công nhờ vít nghiêng và ống thủy dài hoặc cân bằng tự động.

- *Bộ phận cân bằng của máy thủy chuẩn cơ:* các máy thủy chuẩn cơ được cân bằng nhờ vít nghiêng và ống thủy dài. Cấu tạo máy thủy chuẩn cân bằng bằng vít nghiêng và ống thủy dài được mô tả ở hình 3.25. Có hai đặc điểm của loại máy này là:

+ Trục ngắm của ống kính CC' không gắn cố định với trục đứng VV', chính vì thế khi điều chỉnh vít nghiêng thì trục ngắm CC' của ống kính có thể quay được những góc nhỏ trong mặt phẳng thẳng đứng chứa trục CC'.

+ Ống thủy dài có trục LL' được gắn cố định và song song với trục ngắm CC' của ống kính.

Khi cân bằng máy thủy chuẩn loại này, trước tiên người ta cân bằng sơ bộ bằng ống thủy tròn, sau đó cân bằng chính xác máy bằng cách điều chỉnh vít nghiêng để đưa bọt nước ống thủy dài vào giữa thì trục ngắm sẽ nằm ngang.

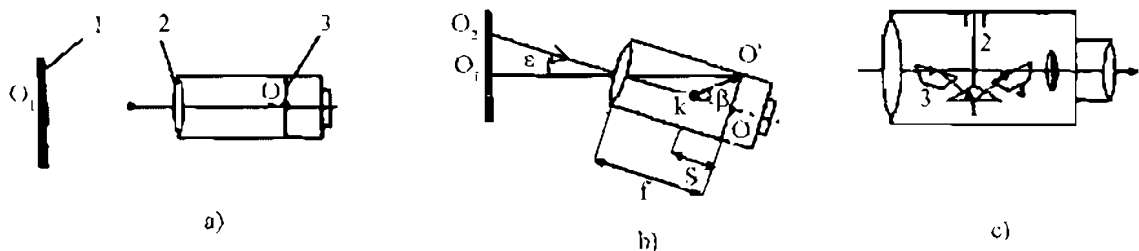
- *Bộ phận cân bằng của máy thủy chuẩn tự động:* nguyên lý chung của hệ cân bằng tự động là tính tự cân bằng của con lắc khi treo nó ở trạng thái tự do. Hình 3.26a là trường hợp ống kính nằm ngang, số đọc O_1 ở trên mìa (1) sẽ qua quang tâm kính vật (2) cho ảnh trùng với tâm màng dây chữ thập O . Ở hình 3.26b là trường hợp ống kính bị nghiêng một góc nhỏ ϵ , khi đó số đọc O_1 được tạo ảnh tại O' còn tâm O màng dây chữ thập sẽ trùng với số đọc O_2 trên mìa. Điều đó có nghĩa tâm màng dây chữ thập đã dịch chuyển khỏi trục nằm ngang một đoạn OO' . Nhiệm vụ của bộ cân bằng tự động là làm cho O trùng với O' . Từ hình 3.26 ta có:

$$OO' = f.tg\epsilon = s.tg\beta \text{ vì } \epsilon \text{ và } \beta \text{ nhỏ nên } f.\epsilon = s.\beta \quad (3.17)$$

Như vậy, để O trùng với O' thì tâm màng dây chữ thập phải dịch chuyển một lượng $f.\epsilon$ và mối quan hệ giữa các đại lượng nên f, ϵ, s, β phải được xác định bởi hệ số cân bằng k :

$$k = \frac{\beta}{BC} = \frac{f}{s} \quad (3.18)$$

các máy thủy chuẩn tự động có k từ 0,4 đến 6.



Hình 3.26

Hình 3.26c mô tả bộ cân bằng tự động nhờ con lắc lăng kính tiêu biểu. Hệ này gồm một lăng kính tam giác (1) treo bằng sợi dây kim loại mảnh (2) đóng vai trò con lắc, còn hai lăng kính tứ giác (3), (4) được gắn cố định. Vị trí các lăng kính thỏa mãn mối tương quan (3.18) và có $k = 6$.

c) Kiểm nghiệm máy thủy chuẩn

Các điều kiện hình học của máy thủy chuẩn bao gồm:

- (1) Trục ống thủy dài LL' phải vuông góc với trục quay VV' của máy thủy chuẩn;
- (2) Chỉ ngang dây chữ thập phải nằm ngang;
- (3) Trục ngắm ống kính CC' phải song song với trục ống thủy dài LL';
- (4) Trục ngắm ống kính và trục ống thủy dài phải nằm trên hai mặt phẳng thẳng đứng song song với nhau (điều kiện giao chéo);
- (5) Độ ổn định của bộ phận cân bằng tự động.

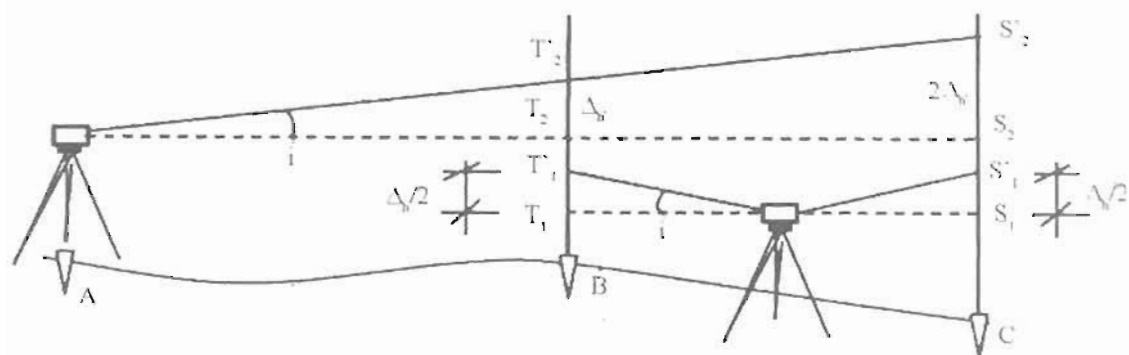
c1. Trục ống thủy dài LL' phải vuông góc với trục quay VV' của máy thủy chuẩn

Điều kiện này chỉ có ở những máy không có bộ phận cân bằng tự động. Phương pháp kiểm nghiệm tương tự như máy kinh vĩ, tuy nhiên cần lưu ý:

- Vít nghiêng đặt ở vị trí trung bình trước khi kiểm nghiệm;
- Khi điều chỉnh trục ống thủy thì nửa khoảng lệch còn lại sẽ được khử nốt bằng điều chỉnh vít nghiêng thay vì phải điều chỉnh bằng hai ốc giá ống thủy;
- Khi điều chỉnh xong trục ống thủy, cần đánh dấu vị trí vít nghiêng và chỉnh bọt thủy tròn cho phù hợp với ống thủy dài.

c2. Kiểm nghiệm điều kiện chỉ của màn dây chữ : kiểm nghiệm như máy kinh vĩ.

c3. Kiểm nghiệm điều kiện trục ngắm máy thủy chuẩn



Hình 3.27

Để kiểm nghiệm điều kiện này, trên một khu đất đóng ba cọc A, B, C cách đều nhau 20m (hình 3.27). Đầu tiên đặt máy thủy chuẩn chính giữa đoạn BC, mia đặt tại B và C. Sau khi cân bằng máy tiến hành đọc số trên mia B và C; giả sử trục ngắm nằm ngang ($i = 0$) thì số đọc trên hai mia tương ứng là S_1 và T_1 , nếu trục ngắm sai ($i \neq 0$) thì số đọc

trên mĩa B và C tương ứng là T'_1 và S'_1 . Sau đó chuyển máy về A, thực hiện tương tự như trên ta sẽ có cặp số đọc tương ứng là T_2, S_2 và T'_2, S'_2 . Từ đó ta lần lượt tính:

- Trị số chênh cao h_{BC} khi $i = 0$ là:

$$h_{BC} = S_1 - T_1 = S_2 - T_2 \quad (3.19)$$

- Trị số chênh cao h_{BC} khi $i \neq 0$ và máy đặt chính giữa BC là:

$$h_{BC} = (S'_1 - \Delta_h / 2) = (T'_1 - \Delta_h / 2) = S'_1 - T'_1 \quad (3.20)$$

Công thức (3.20) cho thấy, mặc dù máy có sai số trục ngắm ($i \neq 0$) nhưng nếu máy đặt chính giữa hai mĩa thì kết quả chênh cao sẽ loại trừ được sai số góc i .

- Trị số chênh cao h_{BC} khi $i \neq 0$ và máy đặt tại A là:

$$h_{BC} = (S'_2 - \Delta_h) = (T'_2 - 2\Delta_h) = S'_2 - T'_2 + \Delta_h$$

Sai số Δ_h do ảnh hưởng của trục ngắm sai là:

$$\Delta_h = (S'_1 - T'_1) - (S'_2 - T'_2)$$

Sai số trục ngắm là:
$$i = \frac{\Delta h}{s} \rho'' \quad (3.21)$$

Trong đó : $s = AB$.

Đối với độ cao từ hạng III trở xuống quy phạm quy định $i > 10''$ thì phải hiệu chỉnh lại góc i .

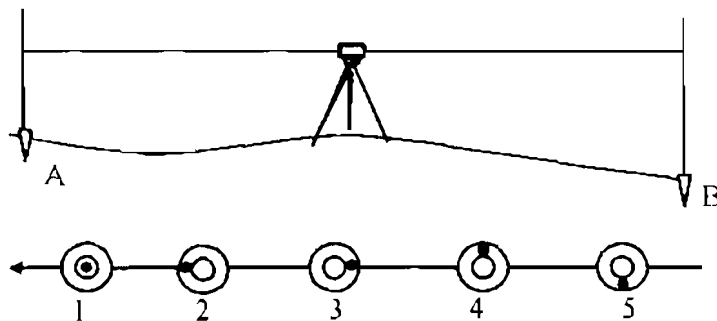
c4. Kiểm nghiệm điều kiện giao chéo

Đặt máy thủy chuẩn đặt sao cho đường nối hai ốc cân để máy hướng về mĩa. Cân máy để trục ống thủy dài nằm ngang, đọc số trên mĩa và ghi nhớ số đọc này

Vặn ốc cân còn lại để nghiêng ống kính qua trái và qua phải, quá trình nghiêng ống kính cần điều chỉnh sao cho số đọc trên mĩa không đổi, đồng thời luôn quan sát bọt nước ống thủy. Nếu vị trí bọt nước không đổi, hoặc chỉ di chuyển về phía một đầu ống thì điều kiện này đạt yêu cầu.

c5. Kiểm nghiệm sai số của bộ phận cân bằng tự động

Cố định hai cọc A và B trên mặt đất, đặt máy thủy chuẩn tự động chính giữa AB. Tiến hành xác định chênh cao h_{AB} nằm ở vị trí bọt nước của ống thủy tròn trên máy như hình 3.28.



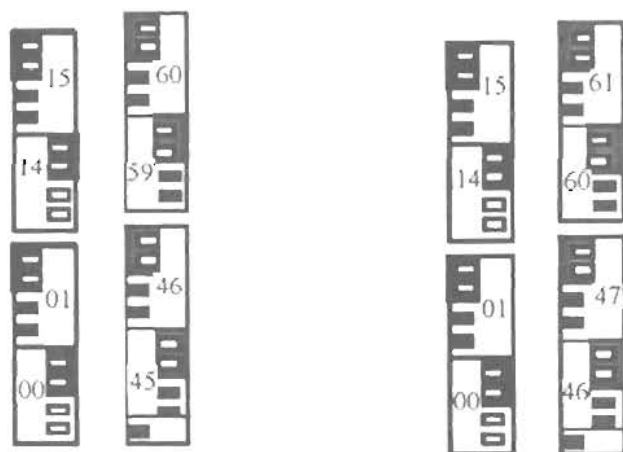
Hình 3.28

Ở vị trí 1 điều chỉnh cho bọt nước vào giữa ống; những vị trí còn bọt nước lệch khỏi điểm giữa ống thủy khoảng 2mm qua trái, qua phải, lên trên, xuống dưới. Kết quả đo chênh cao h_{AB} ở bốn vị trí sau so sánh với vị trí 1. Nếu chênh lệch không vượt quá 1mm thì điều kiện này đảm bảo.

2. Mía thủy chuẩn

a) Cấu tạo mía thủy chuẩn

Mía thủy chuẩn thực chất là một thước dài làm bằng gỗ hoặc kim loại. Trên mía chia vạch cả hai mặt, mặt mía ghi số bằng sơn đen gọi là mặt đen và mặt đỏ số ghi bằng sơn đỏ. Thông thường vạch chia nhỏ nhất trên mía là 1cm và ghi số ở những vạch dm. Trong những khoảng chia dm có một chữ "E" liên kết 5cm để thuận tiện cho đọc số (hình 3.29).



Hình 3.29

Trong đo cao hình học quy định phải sử dụng cặp mía để đo. Mặt đen của một cặp mía thủy chuẩn đều có trị số để mía bằng "0" và được chia vạch giống hệt nhau. Mặt đỏ và mặt đen của mỗi mía có trị số để mía lệch nhau một lượng, gọi lượng đó là hằng số mía; hiệu hằng số hai mía gọi là hằng số cặp mía, trị số hằng số cặp mía bằng 100mm.

b) Kiểm nghiệm mía thủy chuẩn

Nội dung kiểm nghiệm của mía thủy chuẩn bao gồm: kiểm nghiệm giá trị các vạch khắc trên mía, kiểm nghiệm hằng số mía và hằng số cặp mía:

- Kiểm nghiệm vạch khắc trên mía ta dùng thước thép đo trực tiếp các khoảng dm, m và toàn bộ chiều dài mía.
- Kiểm nghiệm hằng số mía: trên mặt đất đóng một cọc chắc chắn, dựng mía cân kiểm nghiệm trên đầu cọc. Máy thủy chuẩn đã kiểm nghiệm đặt cách cọc này chừng 20m, sau khi cân bằng máy ta tiến hành đọc số chỉ giữa trên mía ở cả mặt đen và mặt đỏ. Hiệu số đọc mặt đen và mặt đỏ chính là hằng số mía. Hằng số mía được xác định vài lần rồi lấy trung bình. Lấy hiệu hằng số hai mía ta được hằng số cặp mía.

3.3.3. Các phương pháp đo cao

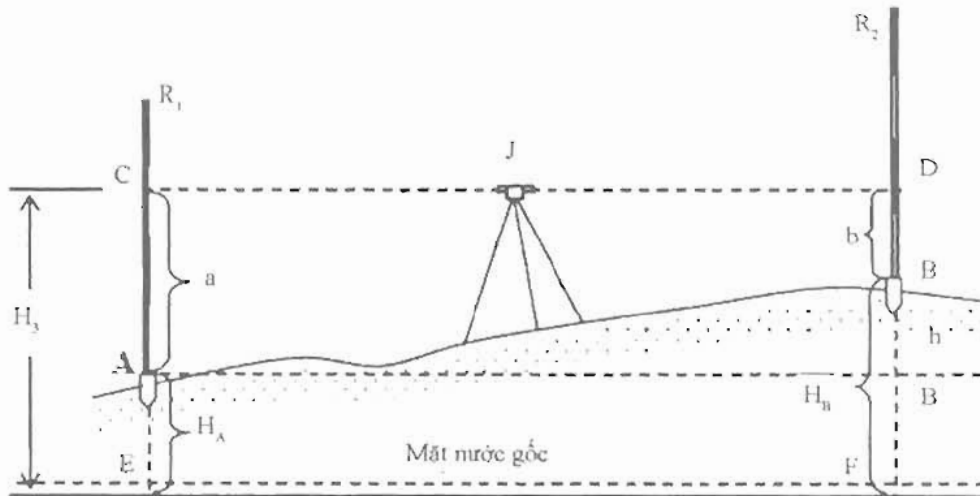
1. Đo cao hình học

a) Đo cao hình học từ giữa

Áp dụng đối với địa hình tương đối bằng phẳng, tầm ngắm thông hướng tốt.

Phương pháp đo cao hình học từ giữa được tiến hành như sau:

- Dụng mìa thẳng đứng ở hai điểm A và B, ở đây hướng đo từ A đến B cho nên gọi mìa A là "mìa sau" (mìa ở sau hướng đi tới) và mìa B là "mìa trước".
- Đặt máy đo cao (máy thủy chuẩn) ở khoảng giữa hai mìa sao cho đường ngắm từ máy đến A và đến B gần bằng nhau, không cần đặt ngay trên đường thẳng qua AB (hình 3.30).
- Quay ống kính ngắm mìa đặt ở A, đưa trục ngắm của ống kính vào vị trí nằm ngang, đọc trên mìa số đọc a gọi là số đọc sau (số đọc trên mìa sau).
- Tương tự, quay ống kính ngắm mìa đặt ở B, đọc trên mìa số đọc b gọi là số đọc trước (số đọc trên mìa trước).



Hình 3.30

Từ hình 3.30 ta thấy:

$$h = a - b \quad (3.22)$$

h gọi là độ chênh cao của điểm B đối với điểm A. Nghĩa là chênh cao giữa hai điểm trước và sau bằng số đọc mìa sau trừ đi số đọc mìa trước. Khi điểm trước B cao hơn điểm sau A thì chênh cao h có dấu dương và ngược lại, điểm trước B thấp hơn điểm sau A thì h mang dấu âm.

Độ cao của điểm B được tính từ độ cao của điểm A theo công thức:

$$H_B = H_A + h \quad (3.23)$$

b) Đo cao hình học phía trước (từ một phía)

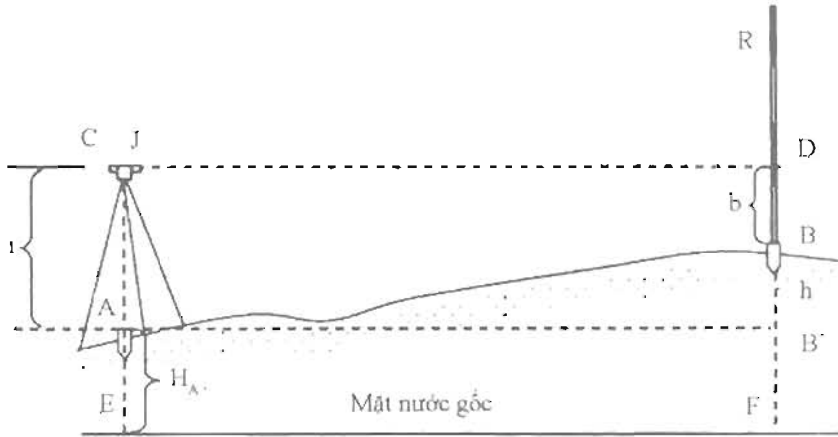
Áp dụng khi khoảng cách giữa hai điểm quá gần, đặt 2 mìa sẽ khó nhìn thấy.

Đặt máy thủy chuẩn sao cho tâm máy nằm trên cùng đường thẳng dây dọi (đường thẳng đứng) với điểm A (hình 3.31).

Đưa trục ngắm của ống kính vào vị trí nằm ngang, đo chiều cao i của máy và đọc trên mia dựng thẳng đứng ở B số đọc b . Từ hình 3.31, ta có:

$$h_{AB} = i - b \quad (3.24)$$

Trong đó h_{AB} là chênh cao của điểm B đối với điểm A.



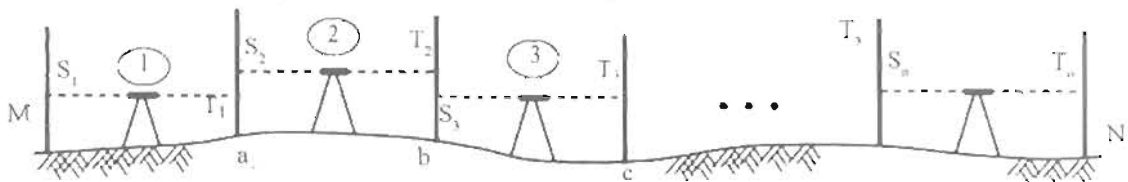
Hình 3.31

Chiều cao máy có thể đo bằng mia hoặc bằng thước thép. Nếu điểm trước B cao hơn điểm sau A thì chênh cao h mang dấu dương và ngược lại, h mang dấu âm.

c) Đo chênh cao giữa hai điểm ở xa nhau

Do tầm nhìn của ống kính bị hạn chế, nên khoảng cách giữa máy và mia tại một trạm đo cũng hạn chế, trong khi đó khoảng cách từ mốc đã biết độ cao tới mốc cần tìm độ cao thường cách xa nhau hoặc chênh cao giữa chúng quá lớn (độ dốc lớn) cần phải bố trí nhiều trạm máy liên tiếp, như hình 3.32.

M là mốc đã biết độ cao, N là mốc cần tìm độ cao, M và N là hai mốc cách xa nhau.



Hình 3.32

Từ hình 3.32, ta có:

$$h_1 = S_1 - T_1$$

$$h_2 = S_2 - T_2$$

$$h_3 = S_3 - T_3$$

.....

$$h_n = S_n - T_n$$

Chênh cao giữa hai mốc M và N được tính theo công thức:

$$h = h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n = \sum_{i=1}^n h_i \quad (3.25)$$

Vậy độ cao của mốc N cần tìm là:

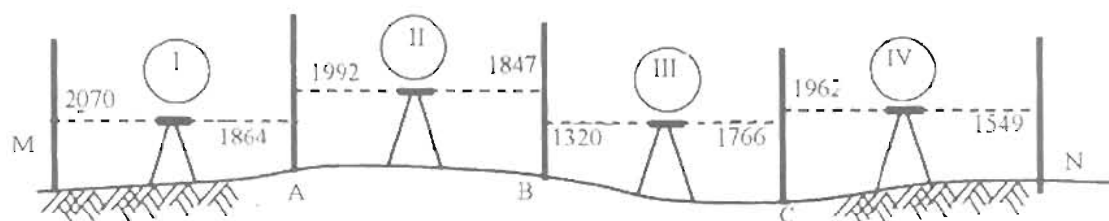
$$H_N = H_M + h \quad (3.26)$$

Thực chất của phép đo này là chuyển độ cao từ mốc M qua các điểm trung gian a, b, c, ... về mốc N. Tại trạm đo 1, mia A dựng trên mốc M, còn mia B dựng trên mốc trung gian a. Sau khi đo xong trạm 1, chuyển máy sang trạm 2 thì mia B vẫn dựng trên a như cũ và trở thành mia sau, còn mia A chuyển sang mốc trung gian b, và trở thành mia trước. Khi hoàn thành trạm đo 2 thì mới được chuyển mia B, ... Đến trạm cuối cùng thứ n thì mia trước phải dựng trên mốc N. Các mốc trung gian phải được giữ nguyên vị trí trong quá trình đo trạm trước và trạm sau nó, nếu vì lý do nào đó trong khi chuyển trạm máy mà mốc trung gian bị xô dịch thì phải hủy bỏ toàn bộ kết quả đo từ trạm đầu và phải đo lại từ mốc cố định M.

Các mốc trung gian chỉ được sử dụng trong quá trình đo, chúng chỉ cần tồn tại tạm thời trong một thời gian ngắn, nên thường dùng đế mia làm các mốc trung gian này, khi dựng mia trên các đế mia trung gian này cần nhẹ nhàng, tránh va chạm mạnh làm đế mia bị xô dịch hoặc bị lún sẽ ảnh hưởng đến độ chính xác kết quả đo.

Để giảm bớt ảnh hưởng của một số sai số tác động lên kết quả đo thủy chuẩn (tức là đo chênh cao) người cầm mia trước phải ước lượng chọn vị trí đặt mia sao cho khoảng cách từ máy tới mia trước xấp xỉ bằng khoảng cách từ máy tới mia sau.

Toàn bộ số đọc mia phải được ghi vào "Sổ đo thủy chuẩn" bằng chữ số rõ ràng, không tẩy xóa. Nếu viết nhầm phải gạch bỏ và ghi số đọc đúng lên phía trên, việc tính số được thực hiện ngay trên thực địa. Sau đây là mẫu "Sổ đo thủy chuẩn" đơn giản.



Hình 3.33. Sơ đồ các trạm đo

SỔ ĐO THỦY CHUẨN (Bảng 2-4)

Ngày đo:

Người đo:

Bắt đầu ... kết thúc...

Người ghi tính số:

Từ mốc M tới mốc N

Người kiểm tra:

Bảng 3.3

Trạm đo	Tên Mốc	Số đo mia (mm)		Khoảng cách (m)		Chênh cao h(m)	Độ cao H(m)
		Sau	Trước	Mia sau	Mia trước		
I	M	2070		80.2	85.6	+ 0,206	20.407
II	A	1992	1864	110.7	108.3	+0,145	
III	B	1320	1847	97.6	98.7	-0,446	
IV	C N	1962	1766 1549	116.2	119.1	+0,413	
				404,7	411,7	+0,318	

2. Những sai số ảnh hưởng đến kết quả đo cao hình học

- Sai số do một số điều kiện hình học chính của máy không đảm bảo gây ra: như trục ống kính và ống thủy chưa thật song song. Khi đo phải hạn chế tầm ngắm từ máy đến mia, hạn chế độ chênh lệch tầm ngắm trước, sau (đặt máy cách đều hai mia).

- Sai số do máy và mia bị trôi lún hoặc xô dịch trong khi đo.
- Sai số do mia bị cong và không đúng kích thước, đế mia bị mòn.
- Sai số do mia dựng không thẳng đứng.
- Sai số do ảnh hưởng độ cong của quả đất và chiết quang.
- Sai số do người đọc số trên mia không chính xác.

3. Phương pháp đo cao lượng giác

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 và nhanh, ở những vùng có địa hình phức tạp và yêu cầu độ chính xác không cao ta sẽ áp dụng phương pháp đo cao lượng giác.

Khi khoảng cách $AB = D \leq 400\text{m}$ thì chênh cao giữa hai điểm A, B tính theo công thức:

$$h_{AB} = D \cdot \text{tg}v + i - l_v \quad (3.27a)$$

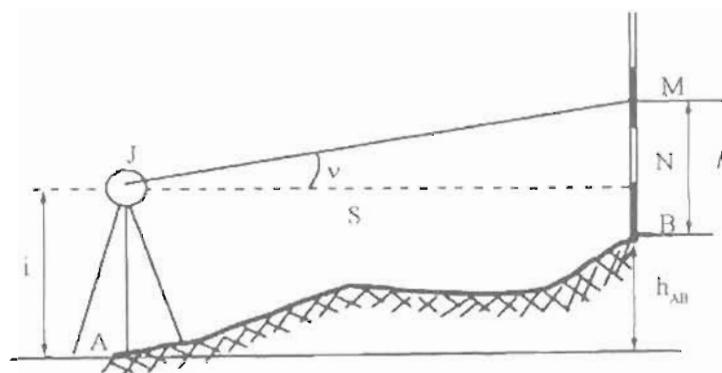
Trong đó:

- D - khoảng cách ngang từ máy tới mia;
- v - góc nghiêng của trục ngắm ứng với độ cao điểm ngắm l_v ;
- i - chiều cao máy.

Khi khoảng cách $AB = D > 400\text{m}$ thì chênh cao giữa hai điểm A, B tính theo công thức hiệu chỉnh độ cong trái đất và chiết quang:

$$h_{AB} = D \cdot \text{tg}v + i - l_v + 0,43 \frac{D^2}{R} \quad (3.27b)$$

R là bán kính Trái đất.



Hình 3.34

Độ chính xác đo cao lượng giác được xác định theo công thức 3.28 (bỏ qua sai số đo chiều cao máy và chiều cao tiêu), nếu không có biện pháp nâng cao độ chính xác đo đạc thì phương pháp này có sai số $\pm 1 \text{ cm}/100 \text{ m}$.

$$m_h^2 = m_{D, \text{tg}}^2 2V + (D^2 / \cos^4 V) (m_v / \rho'')^2 \quad (3.28)$$

Ví dụ 3.3: Cách ghi số và tính toán đo cao lượng giác:

MẪU SỐ ĐO ĐƯỜNG CHUYỂN ĐO CAO LƯỢNG GIÁC

Loại máy: Theo 010A - Số máy: ... Từ điểm: A đến điểm C Ngày đo: Bắt đầu: ... Kết thúc: ...	Trạm máy B Thời tiết: Người đo: Người ghi: Người kiểm tra:
---	--

Bảng 3.4

Số liệu trạm đo		Mia sau A		Mia trước C		
		Lần đo 1	Lần đo 2	Lần đo 1	Lần đo 2	
Khoảng cách	Chỉ trên	2382	2581	2310	2520	
	Chỉ dưới	0821	1020	0883	1082	
Khoảng cách ngang $S = K \cdot l \cdot \cos^2 V$		156.1	156.1	143.6	143.6	
Đo góc đứng V	Bàn độ trái	Số đọc lần 1	90°42'0	90°38'4	88°32'4	88°27'2
		Số đọc lần 1	90°43'0	90°38'5	88°32'5	88°27'2
		Trung bình	90°43'0	90°38'4	88°32'4	88°27'2
Đo góc đứng V	Bàn độ phải	Số đọc lần 1	269°18'0	269°22'2	271°28'4	271°33'2
		Số đọc lần 1	269°18'0	269°22'3	271°28'4	271°33'2
		Trung bình	269°18'0	269°22'2	271°28'4	271°33'2
Sai số M0		+0'5	+0'3	+0'2	+0'2	
Góc đứng V		-0'42'5	-0'43'1	-1'28'2	-1'33'0	
S.tgV (m)		-1.929	-1.728	+3.638	+3.888	
Độ cao mục tiêu l (m)		1.60	1.80	1.60	1.80	
Chiều cao máy i (m)		1.50	1.50	1.50	1.50	
Chênh cao $h = S \cdot \text{tg} V + i - l$ (m)		-2.03	-2.03	+3.58	+3.59	
Chênh cao trung bình (m)		-2.03		+3.58		

ÔN TẬP CHƯƠNG 3

3.1. Các đại lượng đo cơ bản trong trắc địa gồm có các đại lượng nào? Nêu một vài ứng dụng của các đại lượng đo đó trong xây dựng?

3.2. Nêu cấu tạo vỏ ngoài của máy kinh vĩ, máy thủy chuẩn và mia?

3.3. Nêu khái niệm góc bằng, góc đứng? Vẽ hình minh họa?

3.4. Nêu tính năng sử dụng của các bộ phận trong máy kinh vĩ quang học 3T5-KP?

3.5. Tại sao phải đo góc ? Có mấy phương pháp đo góc bằng ? Hãy nêu nội dung của phương pháp đo góc đơn?

3.6. Tại một trạm đo góc bằng theo phương pháp đo cung được số liệu bảng 3.5:

Bảng 3.5

Trạm đo	Tiêu ngắm	Nửa vòng đo thuận	Nửa vòng đo nghịch
O	A	48°36' 54"	228° 37' 12"
	B	150°28' 48"	330° 29' 00"

Hãy tính:

1. Sai số 2C tại mỗi vị trí tiêu ngắm?
2. Giá trị góc nửa vòng đo thuận (β_1)?
3. Giá trị góc nửa vòng đo nghịch (β_2)?
4. Giá trị góc β đo được?

3.7. Phương pháp đo lặp và phương pháp đo góc toàn vòng có các đặc điểm nào giống và khác nhau? Trong xây dựng thường ứng dụng phương pháp đo lặp trong các trường hợp nào?

3.8. Nêu các nguyên nhân gây sai số trong đo góc ?

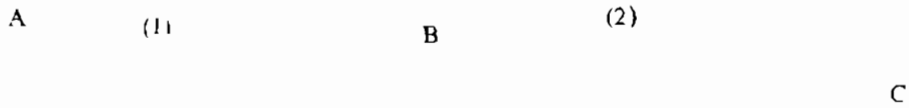
3.9. Trong công tác đo dài, có nhất thiết phải giống hướng đường thẳng trước khi đo không? Tại sao?

3.10. Tại sao phải đo dài? Hãy trình bày phương pháp đo dài bằng thước thép? Nêu các nguyên nhân gây ra sai số và những biện pháp khắc phục, hạn chế chúng?

3.11. Tại sao phải đo cao? Thực chất của công tác đo cao?

3.12. Ưu, nhược điểm của phương pháp đo cao hình học và phương pháp đo cao lượng giác?

3.13. Dùng máy thủy chuẩn dẫn độ cao từ A qua B đến C được số liệu như bảng 3.6:



Hình 3.35

Bảng 3.6

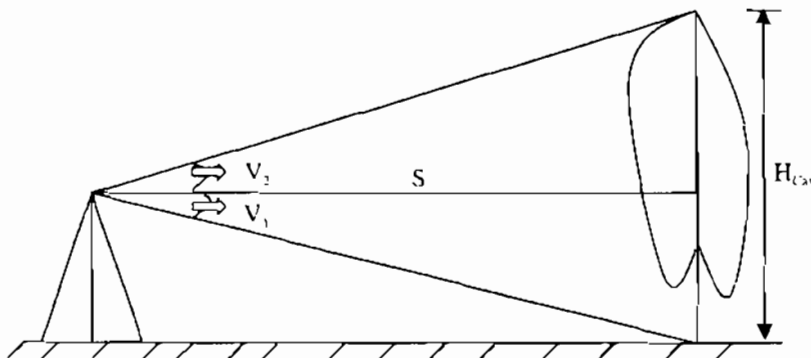
Trạm đo	Mia sau		Mia trước	
	Chỉ trên (a1)	Chỉ giữa (S)	Chỉ trên (a2)	Chỉ giữa (T)
	Chỉ dưới (b1)		Chỉ dưới (b2)	
1	1824	1382	1628	
	0936		0728	
2	1506	1246	1720	1470
	0982		1218	

Hãy tính:

1. Chiều dài dẫn thủy chuẩn A - B - C ?
2. Độ cao điểm B và điểm C ? Biết: Độ cao điểm A: $H_A = 5.654\text{m}$.

3.14. Muốn xác định chiều cao H của một cây (hình 3.36) người ta đo khoảng cách ngang từ máy đến cây là $S = 95,50\text{m}$ và các góc đứng là: $v_1 = -0^\circ 54'$, $v_2 = +5^\circ 30'$.

Hãy tính chiều cao của cây đó ($H_{\text{cây}}$) ?



Hình 3.36

3.15. Gọi A là điểm đặt máy, B là điểm dựng mia của một trạm đo cao lượng giác sau khi đo xong ta được các số liệu như sau: hệ số máy đo xa là 100, khoảng cách trên mia chắn giữa hai tia sáng đi qua hai vạch đo xa là 110cm, góc nghiêng $v = 06''30' 00''$, chiều cao điểm ngắm trên mia là 210cm, chiều cao máy 160cm.

Hãy xác định độ cao điểm B (H_B) khi biết điểm A có độ cao là: $H_A = 6,5\text{m}$.

3.16. Tại một trạm đo bằng máy kinh vĩ đặt tại điểm A đo được các số liệu như sau: góc nghiêng $v = -0^\circ30'54''$, chiều cao điểm ngắm trên mia dựng tại B : 1,600m; số đọc chỉ trên: 1950, số đọc chỉ dưới: 1250.

Tính:

1- Khoảng cách từ A đến B?

2- Độ cao điểm B?

Biết: $H_A = 5,658\text{m}$; hệ số đo xa: $K = 100$; chiều cao máy: 1,58m.