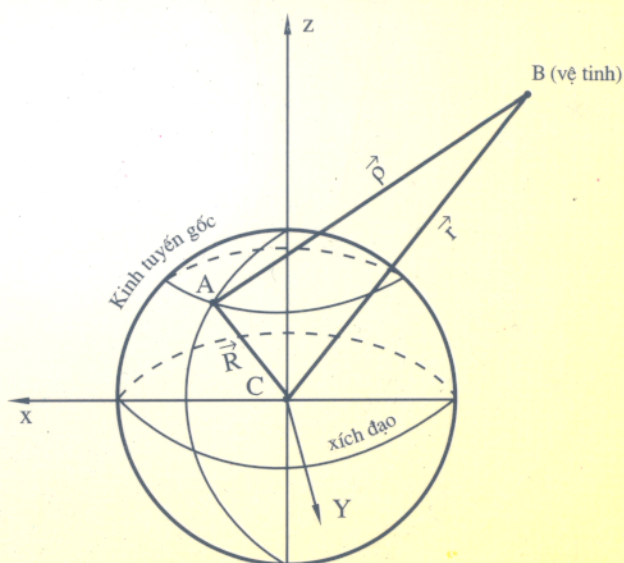


PGS.TS Phạm Văn Chuyên

TRẮC ĐỊA ĐẠI CƯƠNG



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

PGS.TS. Phạm Văn Chuyên

TRẮC - ĐỊA ĐẠI CƯƠNG

**NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI
HÀ NỘI-2002**

Chịu trách nhiệm xuất bản :

TS. NGUYỄN XUÂN THUỶ

Biên tập và sửa bài:

THÂN NGỌC ANH

Trình bày bìa:

VƯƠNG THẾ HÙNG

NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

80B TRẦN HUNG ĐẠO — HÀ NỘI

ĐT: 9423346 — 9423345

Fax: 8224784

In 1020 cuốn, khổ 14,5x20,5cm, tại Xưởng in Nhà xuất bản GTVT.

Giấy chấp nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số 125/XB-QLXB ngày 1/2/2002.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 12/2002.

LỜI NÓI ĐẦU

Nội dung sách gồm những vấn đề trắc địa cơ bản và cần thiết cho chương trình đào tạo một kỹ sư xây dựng, đó là: Định vị điểm; Định hướng đường thẳng; Bản đồ địa hình; Sử dụng bản đồ; Tính toán trắc địa; Đo góc; Đo dài; Đo cao; Lưới khống chế mặt bằng; Lưới khống chế độ cao; Đo vẽ bản đồ; Đo vẽ mặt cắt địa hình; Bố trí công trình; Đo vẽ hoàn công; Quan trắc biến dạng công trình; Ứng dụng trắc địa ảnh trong xây dựng công trình; Máy kinh vĩ và máy ni-vô.

Cuối mỗi chương đều có câu hỏi hướng dẫn học tập và một số bài tập thực hành.

Quyển sách này sẽ rất có ích cho sinh viên và giảng viên của các trường kỹ thuật xây dựng công trình cũng như các kỹ thuật viên hiện đang làm việc trong các lĩnh vực xây dựng cơ bản.

Chân thành cảm ơn các đồng nghiệp đã có những đóng góp cho cuốn sách này.

Xin trân trọng giới thiệu cùng bạn đọc.

Tác giả

MỞ ĐẦU

Trắc địa là một môn khoa học về đo đạc mặt đất để xác định hình dáng, kích thước Trái Đất, biểu diễn mặt đất thành bản đồ, đo đạc bố trí xây dựng các công trình.

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

Tuy cũng là một môn khoa học về Trái Đất nhưng đối tượng nghiên cứu của trắc địa khác với địa chất, cơ đất, v.v...

Trắc địa có liên quan chặt chẽ với toán học, vật lý, v.v...

Trắc địa là một môn khoa học phát sinh do nhu cầu của đời sống xã hội loài người. Trắc địa có vai trò quan trọng trong các ngành kinh tế quốc dân như nông nghiệp, lâm nghiệp, quốc phòng, v.v... "Bản đồ là con mắt của quân đội".

Trắc địa cần thiết trong tất cả các giai đoạn khảo sát, thiết kế, thi công, sử dụng công trình.

Ở giai đoạn khảo sát, thiết kế của công trình, công tác trắc địa đảm bảo cung cấp bản đồ và những số liệu cần thiết cho người 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 (và cả trong khi đang thi công), 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 công trình, kiểm nghiệm lại các số liệu, giả thiết, lý thuyết tính toán thiết kế, 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.

Trắc địa là một môn khoa học có từ lâu. Trên thế giới, khoa học trắc địa đã phát triển rất nhanh, rất hiện đại, nó đã được cơ giới hoá, tự động hoá rất nhiều. Ở Việt Nam, trong kháng chiến đã có Phòng bản đồ trực thuộc Bộ tổng tham mưu Bộ Quốc phòng. Năm 1959 Cục Đo đạc và bản đồ nhà nước đã được thành lập. Từ năm 1962 nước ta đã bắt đầu đào tạo các kỹ sư trắc địa. Hiện nay ở các bộ, các sở, các công trường hầu như đều có các bộ phận kỹ thuật trắc địa chuyên trách.

. Lựa chọn hệ quy chiếu và xây dựng hệ thống lưới khống chế Trắc địa là một việc hệ trọng đối với mọi quốc gia. Nó có cả ý nghĩa khoa học và ý nghĩa thực tiễn. Bởi vậy từ đầu thế kỷ XX ở nước ta, người Pháp đã lựa chọn ứng dụng elipxoit quy chiếu Clark, phép chiếu Bonne, điểm gốc tại cột cờ Hà Nội, xây dựng hệ thống lưới điểm toạ độ phủ trùm toàn Đông Dương. (giống Pháp).

Từ năm 1954, ở miền Nam nước ta, người Mỹ đã lựa chọn ứng dụng elipxoit quy chiếu Everret, phép chiếu UTM, điểm gốc tại Ấn Độ, xây dựng một lưới điểm toạ độ bằng phương pháp vô tuyến định vị (giống cả khu vực Nam Á và Đông Nam Á).

Từ năm 1954, Trung Quốc đã giúp miền Bắc nước ta phát triển công tác đo đạc, bản đồ, đã lựa chọn ứng dụng elipxoit quy chiếu Crasovski, phép chiếu Gau-sơ, điểm gốc tại đài thiên văn Puncôvô thuộc Liên Xô cũ, hệ toạ độ vuông góc phẳng Gauso-Criughe (giống với tất cả các nước thuộc khối xã hội chủ nghĩa cũ).

Từ năm 1975, Việt Nam được thống nhất, cả nước dùng một hệ quy chiếu thống nhất theo hệ của miền Bắc, như đã giới thiệu ở trên.

Vừa qua Thủ tướng Chính phủ đã quyết định ban hành hệ quy chiếu và hệ tọa độ trắc địa - bản đồ quốc gia VN.2000 . (có hiệu lực thi hành từ ngày 12-8-2000). Hệ này có những đặc điểm sau:

- Elipxoit quy chiếu WGS-84.
- Phép chiếu UTM, hệ tọa độ vuông góc phẳng UTM.
- Điểm gốc tọa độ là điểm gốc của lưới GPS cấp 0 tại Hà Nội (trong khuôn viên của viện Nghiên cứu Địa chính).

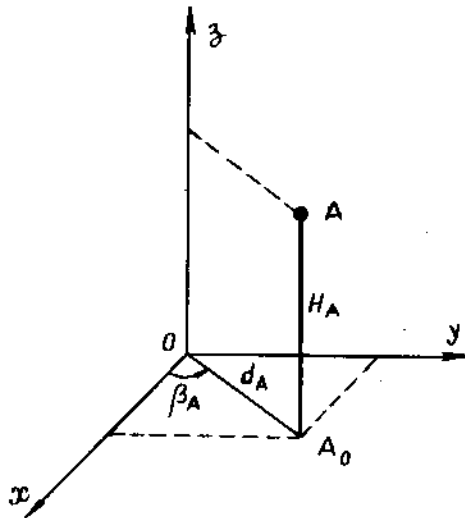
CHƯƠNG 1

ĐỊNH VỊ ĐIỂM

§1-1. KHÁI NIỆM

Đối tượng nghiên cứu của Trắc địa là mặt đất, suy cho đến cùng là đi nghiên cứu từng điểm A của nó. Trong không gian mỗi một điểm A có thể được xác định bởi ba yếu tố là:

Góc β_A , độ dài d_A , độ cao H_A , (hình 1.1). Do đó nội dung cụ thể của Trắc địa bao gồm:



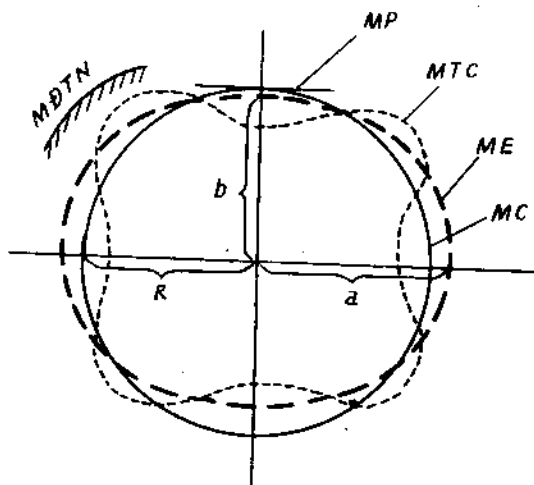
Hình 1.1

1/ Nghiên cứu thành lập các loại hệ toạ độ, các hệ thống điểm toạ độ quốc gia (lưới không chế trắc địa mặt bằng và độ cao) để xác định được từng điểm A trên mặt đất.

2/ Nghiên cứu cách đo đạc, cách biểu diễn, cách bố trí từng điểm A trên mặt đất

§1-2. MẶT THỦY CHUẨN VÀ HỆ THỐNG ĐỘ CAO

I. Mặt thủy chuẩn (gêôit) và độ cao



Hình 1.2

Độ cao là một trong ba yếu tố để định vị từng điểm trong không gian. Vậy độ cao là gì?

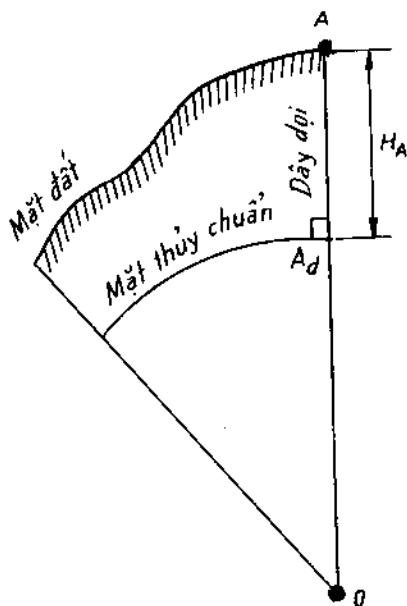
Bề mặt tự nhiên của Trái Đất có hình dạng rất phức tạp, bao gồm 29% là lục địa, có núi cao nhất gần 9km, còn lại 71% là mặt biển và đại dương, có đáy sâu nhất gần 11 km.

Hãy tưởng tượng: mặt nước biển trung bình yên tĩnh kéo dài xuyên qua các lục địa, hải đảo làm thành một mặt cong khép kín. Pháp tuyến của mặt này ở mỗi điểm bất kỳ luôn trùng với phương của dây dọi đi qua điểm ấy. Mặt này được gọi là *mặt thủy chuẩn* (mặt gêôit) (hình 1.2)

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

Mặt thuỷ chuẩn được dùng làm cơ sở để xác định độ cao của từng điểm thuộc mặt đất tự nhiên.

Độ cao của một điểm thuộc mặt đất tự nhiên là khoảng cách theo phương dây dọi kể từ điểm ấy đến mặt thuỷ chuẩn (hình 1.3).



Hình 1.3

Độ cao của điểm A được ký hiệu là H_A .

Nếu điểm A nằm trên (ngoài) mặt thuỷ chuẩn thì có độ cao dương: $H_A > 0$.

Nếu điểm A nằm dưới (trong) mặt thuỷ chuẩn thì có độ cao âm: $H_A < 0$.

II. Mặt thuỷ chuẩn quy ước và độ cao quy ước

Mặt thuỷ chuẩn (gêôit) có hình dạng rất phức tạp, không chính tắc. Bởi vậy người ta thường dùng mặt thuỷ chuẩn quy ước (mặt thuỷ chuẩn giả định).

Mặt thuỷ chuẩn quy ước là mặt được dùng làm cơ sở xác định độ cao của một điểm, nhưng nó không phải là mặt thuỷ chuẩn Gêôit, nó thường là một mặt chính tắc nào đó đã được nghiên cứu hoàn thiện trong toán học. Chẳng hạn như: mặt elipxoit tròn xoay, mặt cầu, mặt phẳng.

Trên phạm vi toàn thế giới người ta thường chọn mặt thuỷ chuẩn quy ước là *mặt elipxoit tròn xoay Trái Đất* (elip khối hai trục). Mặt này do hình elip quay quanh trục bé tạo thành. Theo WGS.84 mặt elipxoit tròn xoay Trái Đất có các kích thước như sau: (World Geodetic System 1984).

- Bán trục bé: b

- Bán trục lớn: $a = 6\,378\,137\text{m}$;

- Độ dẹt cực: $\alpha = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{298,257}$

Vì độ dẹt cực α bé, cho nên trong phạm vi một quốc gia nào đó người ta lại có thể chọn mặt thuỷ chuẩn quy ước là *mặt Địa cầu* với bán kính $R = 6\,371,11\text{ km}$.

Vì bán kính cầu R rất lớn, cho nên với một khu vực trong vòng 10km, người ta lại có thể chọn mặt thuỷ chuẩn quy ước là *mặt phẳng*.

Trong xây dựng dân dụng và công nghiệp người ta thường chọn mặt thuỷ chuẩn quy ước là mặt phẳng nền nhà tầng một.

Mặt thuỷ chuẩn quy ước cũng được dùng làm cơ sở để xác định độ cao của một điểm.

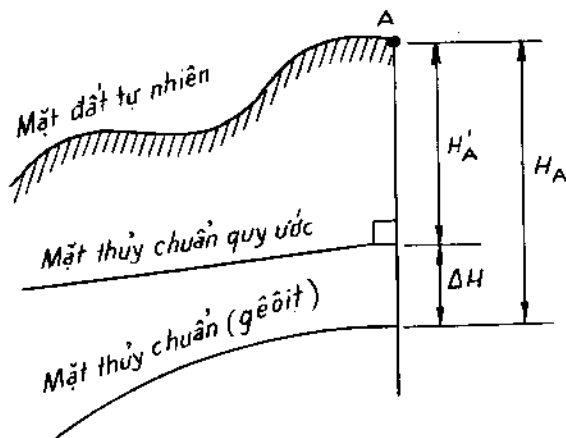
Độ cao quy ước (độ cao giả định) của một điểm là khoảng cách theo phương pháp tuyến kể từ điểm ấy đến mặt thuỷ chuẩn quy ước.

Độ cao quy ước của một điểm A được ký hiệu là: H'_A

Nếu điểm A nằm trên (ngoài) mặt thuỷ chuẩn quy ước thì có độ cao quy ước dương: $H'_A > 0$

Nếu điểm A nằm dưới (trong) mặt thuỷ chuẩn quy ước thì có độ cao quy ước âm: $H'_A < 0$.

III. Quan hệ giữa độ cao với độ cao quy ước



Hình 1.4

Giữa độ cao với độ cao quy ước có mối *quan hệ* với nhau (hình 1.4) theo công thức

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

trong đó:

H_A - độ cao của điểm A so với mặt thuỷ chuẩn (gêôit);

H'_A - độ cao quy ước của điểm A (so với mặt thuỷ chuẩn quy ước);

ΔH - độ chênh cao của mặt thuỷ chuẩn quy ước so với mặt thuỷ chuẩn gêôit.

+ Nếu mặt thủy chuẩn quy ước nằm trên mặt thủy chuẩn gêôit thì có độ chênh dương.

$$\Delta H > 0 .$$

+ Nếu mặt thủy chuẩn quy ước nằm dưới mặt thủy chuẩn gêôit thì có độ chênh âm.

$$\Delta H < 0 .$$

Khi chọn mặt thủy chuẩn quy ước là mặt elipxoit tròn xoay Trái Đất thì trên phạm vi toàn thế giới độ chênh ΔH giữa mặt elipxoit tròn xoay Trái Đất với mặt thủy chuẩn (gêôit) cũng không quá 150 mét, độ lệch giữa pháp tuyến của mặt elipxoit tròn xoay Trái Đất so với phương dây dọi trung bình từ 3 đến 4 giây (nhiều nhất là phút).

Độ cao của các điểm (đường đồng mức) được thể hiện trên các tờ bản đồ quốc gia chính là độ cao của chúng so với mặt thủy chuẩn (gêôit).

§1-3. HỆ TOẠ ĐỘ ĐỊA LÝ

Điểm A thuộc mặt đất tự nhiên sẽ được chiếu theo phương vuông góc (pháp tuyến) đến mặt elipxoit tròn xoay Trái Đất là A_0 .

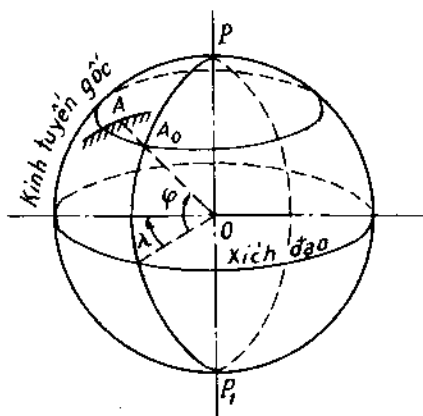
Giả sử rằng phương vuông góc (pháp tuyến) ở trên trùng với phương dây dọi và mặt elipxoit tròn xoay Trái Đất trùng với mặt thủy chuẩn (gêôit).

Như vậy $AA_0 = H_A$ chính là độ cao của điểm A. Nó là một trong ba yếu tố để định vị không gian điểm A. Còn hai yếu tố nữa xác định A_0 là gì? Hai yếu tố này sẽ được xác định trong hệ toạ độ địa lý (hình 1.5).

Gọi giao tuyến của mặt elipxoit tròn xoay Trái Đất với các mặt phẳng chứa trục PP_1 là các kinh tuyến. Kinh tuyến đi qua

đài thiên văn Grinuyt nước Anh được chọn làm kinh tuyến gốc. Mặt phẳng kinh tuyến gốc chia Trái Đất ra làm hai nửa là Đông và Tây bán cầu.

Gọi giao tuyến của mặt elipxoit tròn xoay Trái Đất với các mặt phẳng vuông góc của trục PP_1 là các vĩ tuyến. Vĩ tuyến nằm trên mặt phẳng chứa tâm O được gọi là xích đạo. Mặt phẳng xích đạo chia Trái Đất ra làm hai nửa là Bắc và Nam bán cầu.



Hình 1.5

Độ kinh địa lý của điểm A_0 là góc nhị diện λ hợp bởi mặt phẳng chứa kinh tuyến gốc với mặt phẳng chứa kinh tuyến qua A_0 . Độ kinh địa lý λ được tính từ kinh tuyến gốc về cả hai phía Đông và Tây bán cầu, tương ứng gọi là độ kinh Đông và độ kinh Tây, thay đổi từ 0° đến 180° .

Độ vĩ địa lý của điểm A_0 là góc nhọn φ giữa pháp tuyến của mặt elipxoit tròn xoay Trái Đất đi qua A_0 với mặt phẳng xích đạo. Độ vĩ địa lý φ được tính từ xích đạo về cả hai phía Bắc và Nam bán cầu, tương ứng gọi là độ vĩ Bắc và độ vĩ Nam, thay đổi từ 0° đến 90° .

Ví dụ toạ độ địa lý của điểm M là:

$$\varphi = 21^{\circ}02'15'' \text{ Bắc.}$$

$$\lambda = 105^{\circ}50'13'' \text{ Đông.}$$

Trên các tờ bản đồ, hệ thống toạ độ địa lý được thể hiện bằng những đoạn "đen", "trắng" cùng các con số ghi ở bốn góc khung mỗi tờ bản đồ ("thang" chia độ).

Hệ thống toạ độ địa lý có ưu điểm là thống nhất cho toàn bộ Trái Đất. Nhưng độ kinh, độ vĩ được tính bằng các đơn vị góc, mà giá trị độ dài ứng với các đơn vị góc ở những khu vực khác nhau trên bề mặt elipxoit tròn xoay lại khác nhau. Việc tính toán với toạ độ địa lý rất công kênh, phức tạp.

§1-4. HỆ TOẠ ĐỘ VUÔNG GÓC PHẪNG UTM - VN.2000

Đặt vấn đề:

Trong giai đoạn thiết kế và thi công của công trình, người kỹ sư xây dựng phải biết toạ độ (x, y) thiết kế của công trình là bao nhiêu rồi tiếp theo phải bố trí được công trình ở ngoài thực địa đúng như vị trí đã cho trong bản thiết kế. Mọi sai lầm có liên quan đến toạ độ (x, y), tức là có liên quan đến vị trí, kích thước của công trình, hoặc do thiết kế gây ra, hoặc do thi công gây ra đều làm cho xã hội phải gánh chịu tổn thất rất nặng nề, nghiêm trọng.

Trước hết cần thấy rằng khái niệm về toạ độ (x, y) có trên các tờ bản đồ địa hình quốc gia (trong trắc địa) khác với khái niệm thông thường trong toán học. Chẳng hạn: trong hệ toạ độ vuông góc phẳng Đề các (trong toán học) có trục x nằm ngang, trục y thẳng đứng. Nhưng trong hệ toạ độ vuông góc phẳng UTM-

VN2000 (trong trắc địa) lại có trục x thẳng đứng, trục y nằm ngang,...

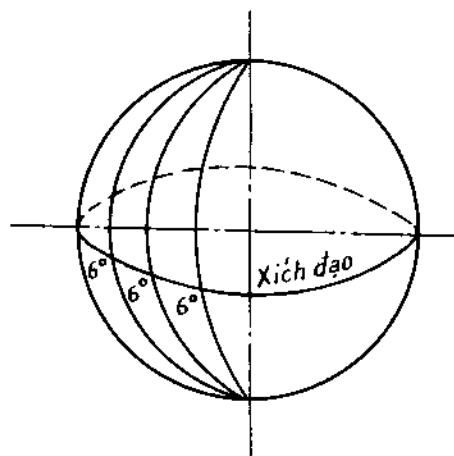
Trong ngành trắc địa - bản đồ trên thế giới và ngay cả ở Việt Nam, qua các thời kỳ khác nhau cũng đã từng tồn tại nhiều loại hệ tọa độ vuông góc phẳng khác nhau. Vào nửa cuối thế kỷ 20, Việt Nam chính thức sử dụng hệ tọa độ vuông góc phẳng Gau-sơ - Criu-ghe. Vừa qua, Thủ tướng chính phủ đã ban hành quyết định sử dụng hệ quy chiếu và hệ tọa độ quốc gia Việt Nam mới, có hiệu lực thi hành kể từ ngày 12 tháng 8 năm 2000. Dưới đây sẽ trình bày những vấn đề chủ yếu có liên quan đến hệ tọa độ vuông góc phẳng UTM - VN.2000 (Universal Transversal Mecators - Việt Nam 2000).

I. Phép chiếu bản đồ UTM

1- Các điểm A, B, C... ở trên mặt đất tự nhiên được chiếu theo phương pháp tuyến đến mặt elipxoit tròn xoay Trái Đất cho hình chiếu bằng tương ứng là A_0 , B_0 , C_0 , ... Muốn biểu diễn các hình chiếu A_0 , B_0 , C_0 ,... thuộc mặt elipxoit tròn xoay Trái Đất (cong) lên mặt phẳng tờ giấy thành bản đồ thì còn phải thông qua một phép chiếu bản đồ nữa. Có nhiều phép chiếu bản đồ khác nhau như: phép chiếu mặt phẳng, phép chiếu mặt nón, phép chiếu mặt trụ đứng, phép chiếu mặt trụ ngang Gau sơ, phép chiếu mặt trụ ngang UTM, v. v...

2- Phép chiếu bản đồ mặt trụ ngang UTM được minh họa như sau: mặt elipxoit tròn xoay Trái Đất được phân chia bởi các kinh tuyến thành những múi bằng nhau rộng 6" (hình 1.6). Các múi này được ghi số hiệu là $q = 1, 2, 3 \dots 59, 60$, kể từ kinh tuyến 180° đông, vòng hết tây sang đông bán cầu. Kinh tuyến 180° đông là giới hạn phía trái của múi thứ nhất. Mỗi một múi được

giới hạn bởi kinh tuyến phía trái L_t , kinh tuyến phía phải L_p , và có kinh tuyến giữa mũi (kinh tuyến trục) là L_o . Với lãnh thổ thuộc đông bán cầu (như Việt Nam chẳng hạn) thì các độ kinh này được xác định như sau:



Hình 1.6

$$\left. \begin{aligned} L_t &= 6^\circ \cdot (n - 1) \\ L_o &= 6^\circ \cdot n - 3^\circ \\ L_p &= 6^\circ \cdot n \\ n &= q - 30 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

trong đó:

n - số thứ tự mũi 6° tính từ kinh tuyến gốc (Grinuyt);

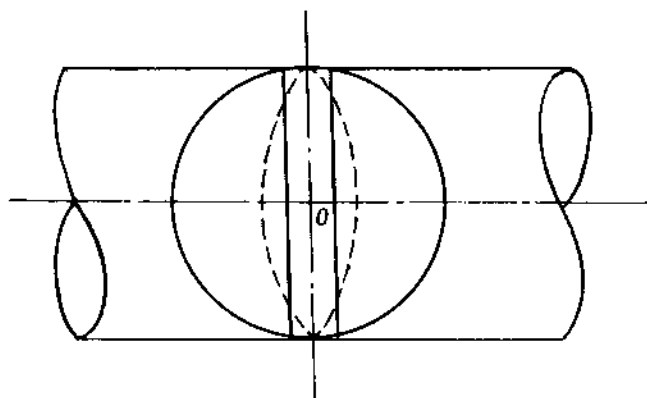
q - số hiệu mũi 6° tính từ kinh tuyến 180° đông vòng qua tây sang đông bán cầu.

Lãnh thổ Việt Nam thuộc ba mũi 6° là $q = 48, 49, 50$ (Bảng 1-1)

Bảng 1-1

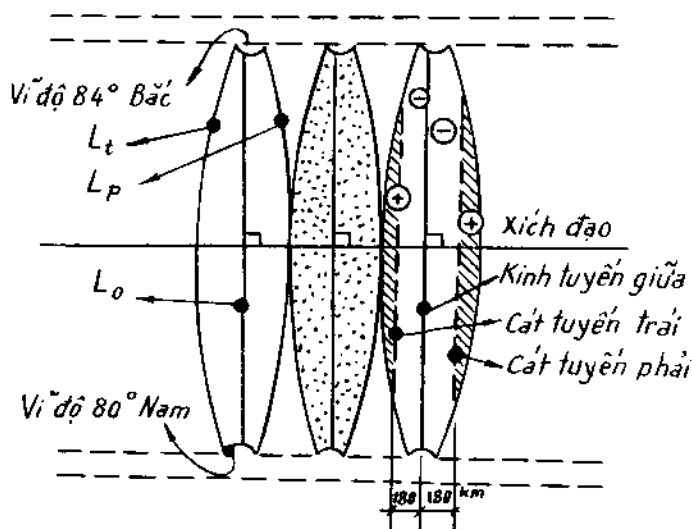
Số hiệu múi $6^\circ(q)$	Kinh tuyến biên trái (L_t)	Kinh tuyến giữa múi (L_g)	Kinh tuyến biên phải (L_p)
48	102°Đ	105°Đ	108°Đ
49	108°Đ	111°Đ	114°Đ
50	114°Đ	117°Đ	120°Đ

Dụng mặt trụ nằm ngang cắt elipxoit tròn xoay Trái Đất theo hai vòng cắt tuyến đối xứng nhau qua kinh tuyến giữa múi. Mỗi vòng cắt tuyến này cách đều kinh tuyến giữa múi 180 km (hình 1.7)

**Hình 1.7**

Lấy tâm O của elipxoit tròn xoay Trái đất làm tâm chiếu (đặt nguồn sáng điểm) để chiếu múi đang xét lên mặt trụ nằm ngang. Trong phạm vi mỗi múi cũng chỉ chiếu từ vĩ tuyến 80° Nam đến vĩ tuyến 84° Bắc thôi (Phần còn lại ở Nam cực, cũng

như phần còn lại ở Bắc cực sẽ được chiếu theo phương pháp khác). Vừa xoay, vừa đẩy elipxoit tròn xoay Trái Đất cho mũi liến kê đến cắt mặt trụ tương tự như trên, chiếu mũi này lên mặt trụ. Khai triển mặt trụ thành mặt phẳng (hình 1.8)



Hình 1.8

3- Hình chiếu của mỗi mũi có các đặc điểm sau:

a/ Bảo toàn về góc (đồng dạng).

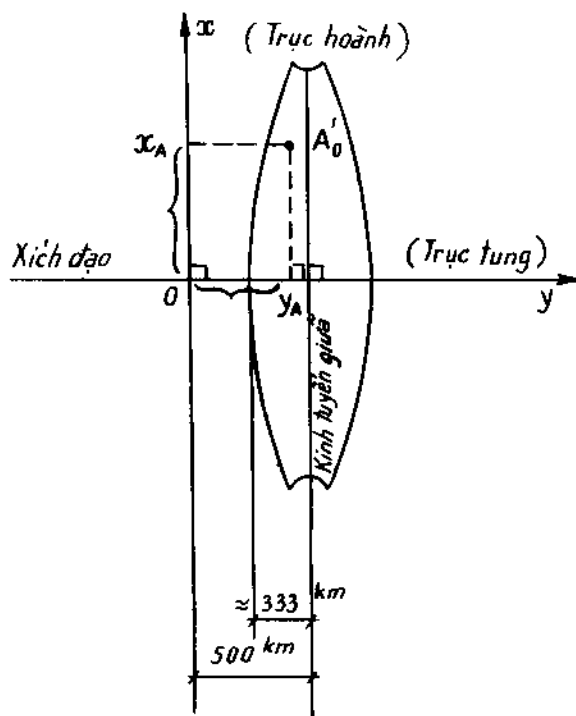
b/ Xích đạo thành đường thẳng nằm ngang. Kinh tuyến giữa mũi (trục) của mỗi mũi thành đường thẳng đứng và vuông góc với xích đạo.

c/ Chiều dài của hai cát tuyến bằng độ dài thật. Phần trong giữa hai cát tuyến có chiều dài bị co ngắn lại (biến dạng âm -).

Kinh tuyến giữa mũi bị co ngắn lại nhất, chỉ còn bằng 0,9996 chiều dài thật. Phần ngoài hai cát tuyến bị dãn dài ra (biến dạng dương +). Ở mép biên mũi chiều dài bị dãn nhiều nhất.

II. Hệ toạ độ vuông góc phẳng UTM - VN2000

Nhờ phép chiếu bản đồ UTM mỗi một điểm A_0 thuộc mặt elipxoit tròn xoay Trái Đất sẽ cho một điểm tương ứng A'_0 ở trên mặt phẳng. Vị trí điểm A'_0 được xác định bằng cách trong mỗi múi sẽ thành lập một hệ thống toạ độ vuông góc phẳng UTM như sau: (hình 1.9a).



Hình 1.9a

1/ Hình chiếu của xích đạo được chọn làm trục tung y , hướng sang phải là chiều dương (+).

2/ Hình chiếu của kinh tuyến giữa múi được tịnh tiến song song sang bên trái 500 km (tại vị nửa múi chỗ rộng nhất

≈ 333 km), rồi được chọn làm trục hoành x , hướng lên Bắc cực là chiều dương (+).

3/ Giao điểm của hai trục trên là gốc tọa độ O .

4/ Để xác định vị trí các điểm trên bề mặt Trái Đất một cách đơn trị, người ta quy định phải ghi số hiệu (q) của múi trước mỗi tung độ (y). Giữa chúng (q và y) được ngăn cách với nhau bởi dấu chấm (.).

Việc thành lập hệ tọa độ vuông góc phẳng như trên tạo cho mọi điểm thuộc lãnh thổ Việt Nam (ở Bắc bán cầu) đều có tọa độ (x, y) luôn luôn dương.

Ví dụ:

$$A'_{60} \begin{cases} x = 2\,273\,000,000\text{m} . \\ y = 48.523\,456,123\text{m} . \end{cases}$$

Có nghĩa là:

- Điểm A'_{60} , cách xích đạo $2\,273\,000,000\text{m}$ (khoảng cách đứng).
- Điểm A'_{60} , thuộc múi chiếu 6° có số hiệu là $q = 48$.
- Điểm A'_{60} , cách trục x là $523\,456,123\text{m}$ (khoảng cách ngang).

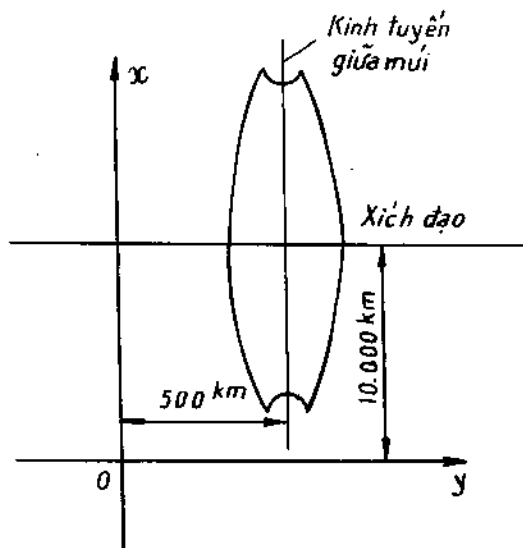
Để thuận tiện cho sử dụng, trên bản đồ người ta kẻ lưới tọa độ gồm các ô vuông được tạo bởi các đường thẳng song song với hình chiếu của kinh tuyến giữa múi và của xích đạo.

Việc tính toán với tọa độ vuông góc phẳng thuận tiện, đơn giản hơn nhiều so với tính toán trong hệ tọa độ địa lý.

Ghi chú: Với các nước ở Nam bán cầu muốn có tọa độ x, y của các điểm lãnh thổ đều dương thì hệ tọa độ vuông góc phẳng trong từng múi chiếu được thành lập như sau: (hình 1.9b)

- Hình chiếu của xích đạo được tịnh tiến xuống dưới (phía nam) 10.000 km rồi được chọn làm trục tung y , hướng sang phải là chiều dương.

- Hình chiếu của kinh tuyến giữa mũi được tịnh tiến sang trái (phía tây) 500km, rồi được chọn làm trục hoành x, hướng lên Bắc cực là chiều dương.
- Giao nhau của hai đường tịnh tiến trên là gốc tọa độ O.



Hình 1.9b

§1-5. HỆ THỐNG ĐỊNH VỊ TOÀN CẦU GPS

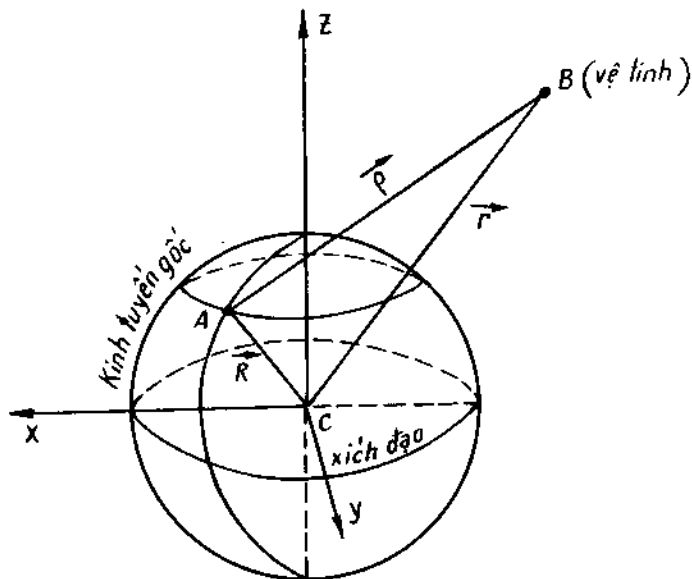
I. Giới thiệu hệ thống định vị toàn cầu GPS

Xác định vị trí của từng điểm trên mặt đất là một trong những đối tượng nghiên cứu của Trắc địa. Công nghệ hiện đại nhất ngày nay để làm việc này chính là hệ thống định vị toàn cầu GPS. Hệ thống này được Bộ quốc phòng Mỹ thiết kế và triển khai từ năm 1973, hiện đang sử dụng rộng rãi trên thế giới. Kỹ thuật định vị GPS được cục Đo đạc và bản đồ Nhà nước (nay là tổng cục địa chính) đưa vào Việt Nam từ năm 1990 và đã được

sử dụng có hiệu quả trong lĩnh vực đo đạc bản đồ. Sắp tới GPS còn được sử dụng sang nhiều ngành khác (GPS = Global Positioning System).

II. Hệ toạ độ địa tâm CXYZ

Giả sử A là một điểm trên mặt đất (hình 1.10)



Hình 1.10

Muốn xác định vị trí không gian của điểm A, người ta thành lập hệ toạ độ địa tâm CXYZ như sau:

- Gốc là tâm của Trái Đất (C).
- Trục CZ trùng với trục bé (quay, đứng) của Trái Đất. Hướng lên cực Bắc là chiều dương.
- Trục CX là giao tuyến giữa mặt phẳng kinh tuyến gốc với mặt phẳng xích đạo, hướng từ tâm ra kinh tuyến gốc là chiều dương.

- Trục CY nằm trong mặt phẳng xích đạo, nó vuông góc với trục CX, hướng từ tâm Trái Đất ra phía Đông bán cầu là chiều dương.

Ba trục trên vuông góc với nhau từng đôi một.

III. Cơ sở toán học để xác định vị trí điểm theo hệ thống định vị toàn cầu GPS

Vị trí không gian của điểm A hoàn toàn được xác định bởi ba thành phần tọa độ vuông góc là X_A, Y_A, Z_A . Nhưng làm thế nào để xác định được ba yếu tố X_A, Y_A, Z_A này?

Giả sử 1: Có một điểm B trong không gian vũ trụ (ví dụ B là một vệ tinh nhân tạo) đã biết tọa độ vuông góc của nó vào thời điểm T là (X_B, Y_B, Z_B) .

Giả sử 2: Bằng một cách nào đó người ta đo được ρ là khoảng cách từ A đến B tại thời điểm T.

Gọi $\vec{R} = \overrightarrow{CA}$ là véc tơ định vị điểm A (mặt đất).

Tại thời điểm T sẽ có mô hình toán học tương ứng là:

$$R(X_A, Y_A, Z_A, T) \quad (1-4)$$

Gọi $\vec{r} = \overrightarrow{CB}$ là véc tơ định vị điểm B (vệ tinh).

Tại thời điểm T sẽ có mô hình toán học tương ứng là:

$$r(X_B, Y_B, Z_B, T) \quad (1-5)$$

Gọi $\vec{\rho} = \overrightarrow{AB}$ là véc tơ cự ly từ A đến B.

Theo phép toán véc tơ có:

$$\vec{\rho} = \vec{r} - \vec{R} \quad (1-6)$$

Từ đó có cự ly ρ (là khoảng cách từ điểm A đến vệ tinh B):

$$\rho = \|\vec{r} - \vec{R}\| \quad (1-7)$$

Từ (1-4) nhận thấy muốn định vị được A thì phải xác định được bốn yếu tố là: X_A, Y_A, Z_A, T . Muốn vậy phải tìm được bốn phương trình. Bởi thế tại thời điểm T nào đó sẽ suy rộng ra như sau:

Giả sử 1' (mở rộng): Đồng thời ta có bốn điểm B, chẳng hạn là bốn vệ tinh trong vũ trụ, ký hiệu là: B_1, B_2, B_3, B_4 , mà vị trí của chúng đã biết vào thời điểm T.

Giả sử 2' (mở rộng): Bằng cách nào đó lại đo được bốn khoảng cách (cự ly) $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4$ từ A đến bốn vệ tinh tương ứng B_1, B_2, B_3, B_4 tại thời điểm T.

Từ đó có bốn phương trình là:

$$\left. \begin{aligned} \rho_1 &= \|\bar{r}_1 - \bar{R}\|; \\ \rho_2 &= \|\bar{r}_2 - \bar{R}\|; \\ \rho_3 &= \|\bar{r}_3 - \bar{R}\|; \\ \rho_4 &= \|\bar{r}_4 - \bar{R}\|. \end{aligned} \right\} \quad (1-8)$$

Hoặc là tương ứng với bốn mô hình toán học sau:

$$\left. \begin{aligned} \Phi_1(X_A, Y_A, Z_A, T); \\ \Phi_2(X_A, Y_A, Z_A, T); \\ \Phi_3(X_A, Y_A, Z_A, T); \\ \Phi_4(X_A, Y_A, Z_A, T); \end{aligned} \right\} \quad (1-9)$$

Từ bốn mô hình toán học (1-9) sẽ tìm được bốn yếu tố chính là bốn thành phần tọa độ định vị điểm A trong không gian ở vào thời điểm T nào đó: X_A, Y_A, Z_A, T .

IV. Cấu tạo của hệ thống định vị toàn cầu GPS

Trong thực tế tại điểm A được đặt máy đo GPS (máy thu GPS) (bộ phận thứ hai), còn các điểm B_i chính là các vệ tinh nhân tạo bay quanh Trái Đất (bộ phận thứ nhất).

1/ *Bộ phận thứ nhất*: bao gồm các vệ tinh nhân tạo bay quanh Trái Đất, chúng hoạt động theo sự chỉ huy của con người thông qua các trạm điều khiển tại mặt đất.

a/ *Phần vũ trụ*: có 28 vệ tinh làm việc và dự phòng. Chúng được xếp trên sáu mặt phẳng quỹ đạo nghiêng 55° so với mặt phẳng xích đạo. Mỗi quỹ đạo của vệ tinh là một vòng tròn với độ cao danh nghĩa là 20183 km. Khoảng thời gian cần thiết để vệ tinh bay quanh một quỹ đạo là 12 giờ hằng tinh (bằng một nửa thời gian tự quay quanh mình của Trái Đất). Các vệ tinh được sắp xếp đảm bảo sao cho vào một thời điểm bất kỳ, tại một trạm đo nào đó cũng quan sát được bốn vệ tinh một cách thuận tiện. Mỗi vệ tinh phát ra hai tần số vô tuyến phục vụ mục đích định vị là L_1 trên tần số 1575,42 MHz và L_2 trên tần số 1227,6 MHz. Các tần số sóng mang và công việc điều biến được điều khiển bởi những đồng hồ nguyên tử đặt trên vệ tinh.

b/ *Phần điều khiển*: đặt trên mặt đất sẽ hiển thị sự hoạt động của các vệ tinh, xác định quỹ đạo của chúng, xử lý các đồng hồ nguyên tử, truyền mệnh lệnh lên các vệ tinh.

2/ *Bộ phận thứ hai*: là các máy đo GPS bao gồm phần cứng và phần mềm.

a/ *Phần cứng*: gồm có ăng ten và bộ tiến khuếch đại, nguồn tần số vô tuyến (RF), bộ vi xử lý, đầu thu, bộ điều khiển, màn hiển thị, thiết bị ghi, nguồn năng lượng.

b/ *Phần mềm*: gồm có những chương trình tính dùng để xử lý dữ liệu cụ thể, chuyển đổi những kết quả đo thành những thông tin định vị hoặc dẫn đường đi cho các phương tiện chuyển động.

Các máy đo GPS (máy thu GPS) sẽ thu và theo dõi các mã hoặc pha của các sóng mang (hoặc cả hai), đồng thời tiếp nhận các thông điệp phát tín. Bằng cách so sánh tín hiệu đến từ vệ tinh với bản sao của mã phát được ghi trong máy thu, người ta

có thể xác định được cự ly đến vệ tinh (khoảng cách từ máy đo GPS đến vệ tinh). Nếu các cự ly đến bốn vệ tinh được liên kết với các thông số quỹ đạo thì máy thu có thể xác định được ba giá trị toạ độ địa tâm của điểm (X_A , Y_A , Z_A). Cự ly thứ tư để tính toán hiệu chỉnh đồng hồ trên máy thu (T).

V. Ưu điểm của hệ thống định vị toàn cầu GPS

Hệ thống định vị toàn cầu GPS có các ưu điểm sau đây:

- 1/ Cho phép định vị điểm thống nhất trong toàn cầu.
- 2/ Cho phép định vị điểm vào bất kỳ lúc nào trong suốt 24 giờ của ngày đêm.
- 3/ Cho phép định vị điểm trong mọi thời tiết.
- 4/ Cho phép định vị điểm mục tiêu tĩnh và điểm mục tiêu di động đặt trên các phương tiện giao thông (ô tô chạy trên mặt đất, tàu thuỷ chạy trên biển, máy bay bay trên không).
- 5/ Độ chính xác định vị cao, nhanh chóng, không đắt tiền.
- 6/ Hệ thống định vị toàn cầu GPS được ứng dụng rất rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau: trắc địa, bản đồ, quốc phòng, an ninh tình báo, giao thông vận tải, xây dựng, địa vật lý, địa chất, địa lý, hải dương học, thám hiểm không gian, quản trị thông tin, lâm nghiệp, nông nghiệp, du lịch, v.v. ..

HƯỚNG DẪN HỌC TẬP CHƯƠNG I

1-1. Khái niệm về định vị điểm

- 1 - Đối tượng nghiên cứu của "Trắc địa" là gì?
- 2 - Tại sao nói suy cho đến cùng nghiên cứu mặt đất là nghiên cứu từng điểm của nó?
- 3 - Vị trí không gian của mỗi điểm có thể được xác định bởi mấy yếu tố? Đó là những yếu tố nào? Vẽ hình minh hoạ?

1-2. Mặt thuỷ chuẩn (gêôit)

- 1- Mặt thuỷ chuẩn là gì? (định nghĩa)
- 2 - Đặc tính vật lý và đặc tính hình học của mặt thuỷ chuẩn (gêôit) như thế nào?
- 3 - Việt Nam chọn gốc của mặt thuỷ chuẩn ở đâu?
- 4 - Mặt thuỷ chuẩn được dùng để làm gì? (ý nghĩa).
- 5 - Độ cao của một điểm A thuộc mặt đất là gì? (định nghĩa).
Ký hiệu? Vẽ hình minh hoạ?
- 6 - Quy ước về dấu của độ cao một điểm như thế nào?
- 7 - Về mặt hình học: mặt thuỷ chuẩn (gêôit) có thể biểu diễn được bằng phương trình toán học chính xác không?

1-3. Mặt thuỷ chuẩn qui ước (mặt thuỷ chuẩn giả định).

- 1- Mặt thuỷ chuẩn qui ước là gì? (định nghĩa)
- 2- Mặt thuỷ chuẩn qui ước thường được chọn là những mặt nào? Vẽ hình minh hoạ?
- 3- Về mặt hình học các mặt thuỷ chuẩn qui ước đều có đặc điểm chung gì?
- 4- Mặt thuỷ chuẩn qui ước được dùng để làm gì? (ý nghĩa)
- 5 - Độ cao qui ước (độ cao giả định) của một điểm là gì? (định nghĩa): Ký hiệu? Vẽ hình minh hoạ?
- 6- Qui ước về dấu của độ cao qui ước của một điểm như thế nào?

1-4. Trên phạm vi nào người ta thường chọn mặt thuỷ chuẩn qui ước là mặt elipxoit tròn xoay Trái Đất? Tại sao? Kích thước của mặt này được đặc trưng bởi những yếu tố nào?

1-5. Trong phạm vi nào người ta chọn mặt thuỷ chuẩn qui ước là mặt Địa cầu? Tại sao? Kích thước của mặt này?

1-6. Trong phạm vi nào người ta chọn mặt thuỷ chuẩn qui ước là mặt phẳng? Tại sao?

1-7. Trong xây dựng dân dụng và công nghiệp người ta thường chọn mặt thủy chuẩn qui ước như thế nào? Tại sao?

1-8. Quan hệ giữa độ cao với độ cao qui ước của cùng một điểm:

1- Vẽ hình minh họa quan hệ giữa độ cao với độ cao qui ước của cùng một điểm A thuộc mặt đất?

2- Viết công thức biểu thị tương quan giữa độ cao H_A với độ cao qui ước H'_A của cùng một điểm A thuộc mặt đất? Giải thích các đại lượng trong công thức ấy?

3- Qui ước về dấu của độ chênh ΔH giữa mặt thủy chuẩn qui ước với mặt thủy chuẩn (gêôit) như thế nào?

1-9. Trên các tờ bản đồ địa hình quốc gia Việt Nam, độ cao của một điểm địa hình được thể hiện thế nào? Bản chất của độ cao ấy là gì?

1-10. Phân biệt những khái niệm sau và vẽ hình minh họa:

1- Giao tuyến giữa mặt phẳng thẳng đứng chứa trục bé (trục quay) với mặt elipxoit tròn xoay Trái Đất là đường gì? Kích thước của chúng có như nhau không?

2 - Kinh tuyến là gì?

3 - Kinh tuyến gốc là gì?

4 - Mặt phẳng kinh tuyến gốc là gì?

5 - Đông bán cầu? Tây bán cầu? Việt Nam thuộc bán cầu nào?

1-11. Phân biệt những khái niệm sau và vẽ hình minh họa:

1 - Giao tuyến giữa mặt phẳng nằm ngang vuông góc với trục bé (trục quay) và mặt elipxoit tròn xoay Trái Đất là đường gì? Kích thước của chúng có như nhau không?

2 - Vĩ tuyến là gì?

3 - Xích đạo là gì?

4 - Mặt phẳng xích đạo là gì?

5 - Bắc bán cầu? Nam bán cầu? Việt Nam thuộc bán cầu nào?

1-12. Trong hệ toạ độ địa lý, mỗi một điểm A thuộc mặt đất sẽ được:

1- Chiếu theo phương nào?

2 - Chiếu đến mặt nào? (mặt qui chiếu là mặt nào?)

3 - Mặt phẳng nào là gốc để tính độ vĩ của một điểm?

4 - Mặt phẳng nào là gốc để tính độ kinh của một điểm?

5 - Định nghĩa độ vĩ φ_A ?

6 - Định nghĩa độ kinh λ_A ?

7 - Vẽ hình minh hoạ?

8 - Ưu điểm của hệ toạ độ địa lý là gì?

9 - Khuyết điểm của hệ toạ độ địa lý là gì?

10 - Trên các tờ bản đồ quốc gia các yếu tố độ vĩ, độ kinh được thể hiện như thế nào?

1-13. Phép chiếu bản đồ UTM:

1- Mỗi một điểm A_0 thuộc mặt elipxoit tròn xoay Trái Đất (cong) muốn được biểu diễn lên mặt phẳng tờ bản đồ là A'_0 thì còn phải thông qua phép chiếu gì?

2 - Kể tên các phép chiếu bản đồ?

3 - Tại sao mặt elipxoit tròn xoay Trái Đất còn được gọi là "mặt qui chiếu"?

1-14. Nội dung của phép chiếu bản đồ UTM được minh hoạ như thế nào? (vẽ hình minh hoạ).

1 - Phân múi 6° thế nào?

2 - Số hiệu (q) của múi 6° ?

3 - Số thứ tự (n) của múi 6° ? Quan hệ giữa q với n (ở Đông bán cầu)

- 4 - Kinh tuyến mép biên trái của múi 6"? (ở Đông bán cầu):
- 5 - Kinh tuyến mép biên phải của múi 6"? (ở Đông bán cầu)
- 6 - Kinh tuyến giữa múi 6"? (ở Đông bán cầu).
- 7 - Lãnh thổ Việt Nam thuộc những múi 6° nào?
- 8 - Mặt trụ nằm ngang cắt múi 6° thế nào?
- 9 - Cách chiếu một múi?
- 10 - Làm thế nào để chiếu được múi liền kề?
- 11 - Khai triển mặt trụ thế nào? Kết quả được gì?

1-15. Mỗi một múi chiếu UTM có những đặc điểm gì?

- 1 - Về góc.
- 2 - Hình chiếu của các đường đặc biệt thế nào? (xích đạo? Kinh tuyến giữa múi?)
- 3 - Độ biến dạng ở những phần khác nhau của múi chiếu có đặc điểm cụ thể như thế nào?

1-16. Trong hệ tọa độ vuông góc phẳng UTM - VN2000:

- 1- Trục tung Oy là gì? Chiều dương của nó?
- 2 - Trục hoành Ox là gì? Chiều dương của nó?
- 3 - Góc tọa độ O là gì?
- 4 - Hoành độ x_A là khoảng cách ngang hay đứng và được tính từ đâu đến đâu?
- 5 - Tung độ y_A là khoảng cách ngang hay đứng và được tính từ đâu đến đâu?
- 6 - Tại sao trước mỗi tung độ y_A người ta phải ghi cả số hiệu (q) của múi chiếu 6"? Giữa chúng (q và y) được ngăn cách với nhau bởi dấu gì?
- 7 - Vẽ hình minh họa?
- 8 - Ưu điểm của hệ tọa độ vuông góc phẳng UTM - VN2000?

9 - Khuyết điểm của hệ tọa độ vuông góc phẳng UTM - VN.2000?

10 - Cách thể hiện hệ tọa độ vuông góc phẳng UTM - VN.2000 trên các tờ bản đồ quốc gia như thế nào?

1-17. Trong hệ tọa độ vuông góc phẳng UTM (trong trắc địa) người ta đã chọn trục tung Oy, trục hoành Ox, gốc O như thế nào?

Giải thích tại sao lại chọn như vậy? Có bao nhiêu hệ tọa độ vuông góc phẳng UTM? So sánh phân biệt hệ tọa độ vuông góc phẳng UTM với hệ tọa độ vuông góc phẳng Đề các (trong toán học)?

1-18. Trong trắc địa:

1 - Mặt thủy chuẩn để làm gì?

2 - Mặt qui chiếu elipxoit tròn xoay Trái Đất để làm gì?

3 - Mặt nào là chuẩn để xác định độ cao của một điểm?

4 - Mặt nào là chuẩn để xác định vị trí mặt bằng (φ , λ) của một điểm?

5 - Mặt quy chiếu mặt bằng và mặt chuẩn xác định độ cao của một điểm có trùng nhau không? Khi nào thì chúng trùng nhau?

1-19. Hệ tọa độ địa tâm: CXYZ.

1 - Góc C là gì?

2 - Trục CZ là gì? Chiều dương (+) của nó?

3 - Trục CX là gì? Chiều dương (+) của nó?

4 - Trục CY là gì? Chiều dương (+) của nó?

5 - Vẽ hình minh họa?

6 - Ưu điểm của hệ tọa độ địa tâm?

7 - Công dụng của hệ tọa độ địa tâm?

1-20. Hệ thống định vị toàn cầu GPS:

1 - Kỹ thuật hiện đại nhất để định vị điểm trên mặt đất là gì?

2 - Trình bày cơ sở toán học để định vị điểm A trên mặt đất theo hệ thống định vị toàn cầu GPS như thế nào? Vẽ hình minh họa?

3 - Cấu tạo của hệ thống định vị toàn cầu GPS?

Tại sao các vệ tinh nhân tạo bay trong vũ trụ phải được bố trí sao cho vào một thời điểm T bất kỳ ở tại một vị trí nào đó trên mặt đất cũng phải nhìn rõ một cách thuận lợi đến 4 vệ tinh?

4 - Những ưu điểm của kỹ thuật định vị điểm theo hệ thống định vị toàn cầu GPS?

1-21. Cho biết toạ độ địa lý của điểm A như sau:

$$\begin{cases} \varphi_A = 21^\circ 02' 15'' \cdot B \\ \lambda_A = 105^\circ 50' 18'' \cdot D \end{cases}$$

Hãy chỉ rõ ý nghĩa của từng chữ và số là thế nào?(ghi chú giải vào cột 3 trong bảng 1-1).

Bảng 1-1

Số TT	Ký hiệu	Chú giải?
1	φ_A.....	.....
2	$21^\circ 02' 15''$.....	.....
3	B.....	.....
4	λ_A.....	.....
5	$105^\circ 50' 18''$.....	.....
6	D.....	.....

1-22. Cho biết toạ độ vuông góc phẳng UTM-VN2000 của điểm A như sau:

$$\begin{cases} x_A = 2\,743\,123,45\text{m} \\ y_A = 48.413\,567,89\text{m} \end{cases}$$

Hãy chỉ rõ ý nghĩa của từng chữ, số và dấu là thế nào?
(ghi chú giải vào cột 3 trong bảng 1-2).

Bảng 1-2

STT	Ký hiệu	Chú giải?
1	x_A.....	.....
2	2743 123,45 m.....	.....
3	y_A.....	.....
4	48.....	.....
5	Dấu chấm (.).....	.....
6	413 567,89 m.....	.....

1-23. Cho biết tọa độ vuông góc phẳng UTM - VN2000 của điểm B như sau:

$$\begin{cases} x_B = 2\,619\,834,12 \text{ m} . \\ y_B = 48.421\,321.56 \text{ m} . \end{cases}$$

1/ Điểm B này nằm ở nửa mũi phía đông hay nửa mũi phía tây so với kinh tuyến giữa của mũi?

2/ Điểm B này cách kinh tuyến giữa của mũi bao xa?

3/ Điểm B này thuộc mũi chiếu có số hiệu bao nhiêu? (q)

4/ Kinh tuyến giữa của mũi này có độ kinh bao nhiêu? (L_0)

5/ Kinh tuyến giới hạn phía trái (tây) của mũi này có độ kinh bao nhiêu? (L_1).

6/ Kinh tuyến giới hạn phía phải (đông) của mũi này có độ kinh bao nhiêu? (L_n).

1-24. Ký hiệu như sau:

- A: Thuộc mặt đất tự nhiên.

- A_0 : Thuộc mặt elipxoit tròn xoay Trái Đất.
- A'_0 : Thuộc tờ bản đồ (Hà Nội).

1/ Cho trước A. Làm thế nào để có A_0 và A'_0 ?

2/ Những yếu tố nào để xác định A_0 ?

3/ Những yếu tố nào để xác định A'_0 ?

4/ Những yếu tố nào để xác định A?

1-25. Cho biết toạ độ địa lý của điểm E như sau:

$$\begin{cases} \varphi_E = 20^\circ 17' 23'' \text{.B.} \\ \lambda_E = 105^\circ 52' 12'' \text{.Đ.} \end{cases}$$

Hãy điền vào cột 2 trong bảng 1-3 dưới đây những chữ hoặc số phù hợp với lời chú giải tương ứng ghi trong cột 3 của bảng.

Bảng 1-3

S TT	Chữ hay số?	Chú giải
1		Điểm E nằm ở đông bán cầu.
2		Ký hiệu chỉ độ vĩ của điểm E.
3		Góc phẳng của nhị diện tạo bởi mặt phẳng kinh tuyến gốc (Luân đôn - Anh) với mặt phẳng kinh tuyến chứa điểm E.
4		Điểm E nằm ở bắc bán cầu.
5		Ký hiệu chỉ độ kinh của điểm E.
6		Góc giữa đường pháp tuyến của mặt elipxôit tròn xoay Trái Đất đi qua E với mặt phẳng xích đạo.

1-26. Cho biết toạ độ vuông góc phẳng UTM - VN2000 của điểm F như sau:

$$\begin{cases} x_F = 2\,691\,324,45 \text{ m.} \\ y_F = 48.424\,875,62 \text{ m.} \end{cases}$$

Hãy điền vào cột 2 trong bảng 1-4 dưới đây những chữ, số hay dấu phù hợp với lời chú giải tương ứng ghi trong cột 3 của bảng.

Bảng 1-4

S TT	Chữ, số, dấu?	Chú giải
1		Ký hiệu chỉ hoành độ của điểm F.
2		Ký hiệu chỉ tung độ của điểm F.
3		Khoảng cách (đúng) từ điểm F đến xích đạo
4		Khoảng cách (ngang) từ điểm F đến trục toạ độ ox (kinh tuyến giữa đã được chuyển dời sang trái (tây) 500 km).
5		Điểm F thuộc múi chiếu loại 6° có số hiệu q = 48 (Số hiệu của múi chiếu UTM).
6		Dấu ngăn cách giữa số hiệu của múi chiếu UTM loại 6° với tung độ của điểm F.

CHƯƠNG 2

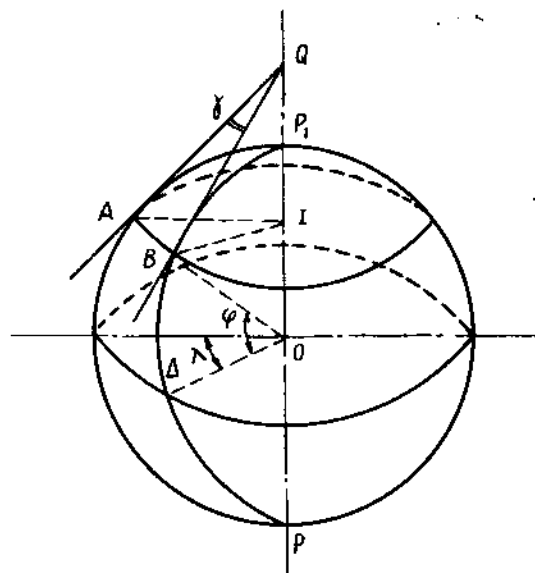
ĐỊNH HƯỚNG ĐƯỜNG THẲNG³

§2-1. GÓC HỘI TỤ KINH TUYẾN γ

Định hướng một đường nào đó là xác định góc hợp bởi đường đó với một đường khác đã được chọn làm gốc.

Trong trắc địa, hướng gốc được chọn có thể là: kinh tuyến thực, kinh tuyến từ, kinh tuyến trục của múi. Tương ứng có các khái niệm: góc phương vị thực, góc phương vị từ, góc định hướng.

Các kinh tuyến không song song với nhau, chúng đồng quy ở hai cực. Tính chất này được đặc trưng bởi một đại lượng là góc *hội tụ kinh tuyến* γ (hình 2.1).



Hình 2.1

Góc hội tụ kinh tuyến γ được xác định theo công thức.

$$\gamma = \Delta\lambda \cdot \sin \varphi . \quad (2-1)$$

trong đó:

$\Delta\lambda$ - hiệu số độ kinh của các kinh tuyến đi qua điểm đầu và điểm cuối của đường cho trước;

φ - độ vĩ của điểm giữa trên đường cho trước.

Nhận xét:

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

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

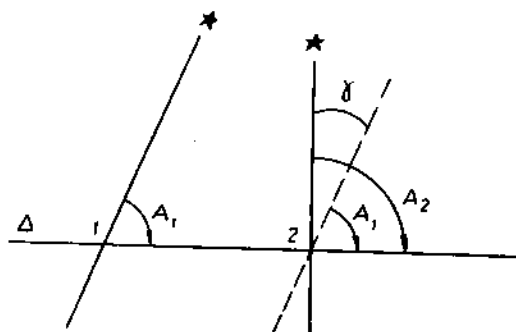
§2-2. GÓC PHƯƠNG VỊ THỰC A

Khi chọn hướng gốc là kinh tuyến thực, ta có khái niệm góc phương vị thực A.

Kinh tuyến thực (hay kinh tuyến địa lý) là giao tuyến của mặt elipxoit tròn xoay Trái Đất với mặt phẳng đi qua trục quay của Trái Đất (trục bé).

Hướng của kinh tuyến thực có thể được xác định từ các kết quả quan sát thiên văn.

Góc phương vị thực A của một đường ở tại một điểm là góc phẳng tính từ phương Bắc của kinh tuyến thực đi qua điểm đó, theo chiều quay của kim đồng hồ đến hướng của đường đã cho. Nó có giá trị từ 0° đến 360° (hình 2.2).



Hình.2.2

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

$$A_2 = A_1 + \gamma . \quad (2-2)$$

§2-3. GÓC ĐỊNH HƯỚNG α

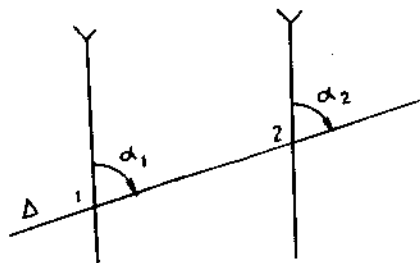
Nếu chọn hướng góc là kinh tuyến trục (giữa) của mỗi múi ta có khái niệm góc định hướng.

Góc định hướng α của một đường ở trên mặt phẳng là góc giữa các hình chiếu của kinh tuyến trục và hướng của đường thẳng đó ở trên mặt phẳng, nó được tính từ phương Bắc của kinh tuyến trục đến hướng của đường ấy theo chiều quay của kim đồng hồ và có giá trị từ 0° đến 360° (hình 2.3).

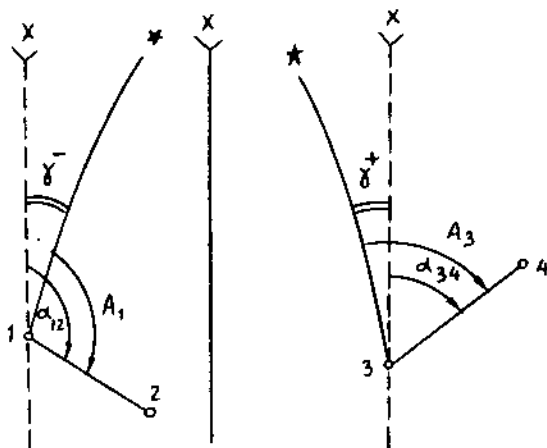
Khác với góc phương vị thực A , góc định hướng α ở tại các điểm khác nhau của cùng một đường Δ đều có giá trị không đổi:

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \dots \quad (2-3)$$

Đặc điểm này làm cho việc sử dụng góc định hướng trở nên thuận tiện.



Hình.2.3

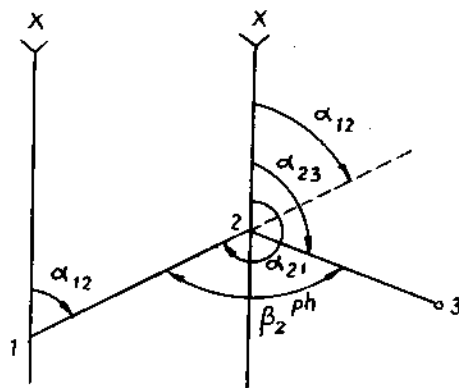


Hình.2.4

Sự liên hệ giữa góc định hướng α với góc phương vị thực A được minh họa trên hình 2.4. Nếu góc hội tụ kinh tuyến tại các điểm nằm ở phía Đông (phải) kinh tuyến trục được gán cho dấu dương "+", còn góc hội tụ kinh tuyến tại các điểm nằm ở phía Tây (trái) kinh tuyến trục được gán cho dấu âm "-", thì góc định hướng α sẽ luôn bằng hiệu đại số giữa các góc phương vị thực A và góc hội tụ kinh tuyến γ tại điểm đang xét so với kinh tuyến trục của mũi, nghĩa là:

$$\alpha = A - \gamma . \quad (2-4)$$

Sự liên hệ giữa góc định hướng α với các góc bằng β trong một đường gấp khúc được minh họa trên hình 2.5.



Hình 2.5

Góc định hướng của cạnh sau α_{23} bằng góc định hướng của cạnh trước α_{12} cộng với 180° trừ đi góc bằng bên phải tạo bởi cạnh trước và cạnh sau β_2^{ph} .

$$\alpha_{23} = \alpha_{12} + 180^\circ - \beta_2^{ph} . \quad (2-5)$$

Trường hợp đặc biệt có sự liên hệ giữa góc định hướng ngược với góc định hướng thuận của cùng một cạnh: (hình 2.5).

$$\alpha_{21} = \alpha_{12} + 180^\circ . \quad (2-6)$$

Nghĩa là góc định hướng ngược α_{21} bằng góc định hướng thuận α_{12} (của cùng một cạnh) cộng với 180° .

Sự liên hệ giữa góc bằng β với góc định hướng α (hình 2-5):

$$\beta_2^{ph} = \alpha_{21} - \alpha_{23} . \quad (2-7)$$

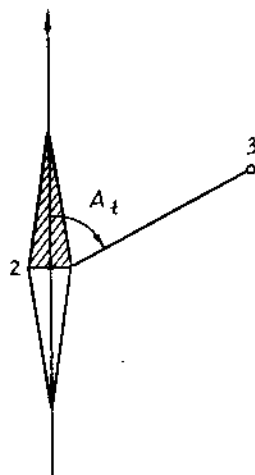
§2-4. GÓC PHƯƠNG VỊ TỪ A_t

Nếu chọn hướng gốc là kinh tuyến từ ta có khái niệm góc phương vị từ.

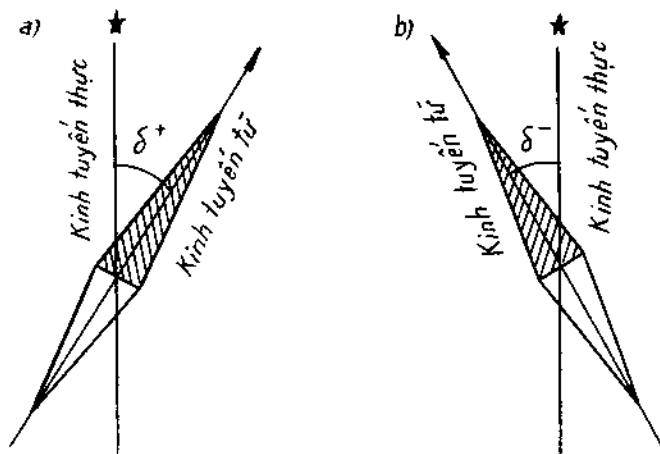
Kinh tuyến từ là hướng chỉ của kim nam châm trên địa bàn đặt tại điểm đã cho.

Góc phương vị từ A_t là góc phẳng tính từ phương Bắc của kinh tuyến từ đến hướng của đường đã cho theo chiều quay của kim đồng hồ, nó có giá trị từ 0° đến 360° (hình 2.6).

Tại mỗi điểm cho trước, kinh tuyến từ thường không trùng với hướng của kinh tuyến thực, mà tạo thành một góc δ . Góc δ này được gọi là độ lệch từ (hình 2.7).



Hình 2.6

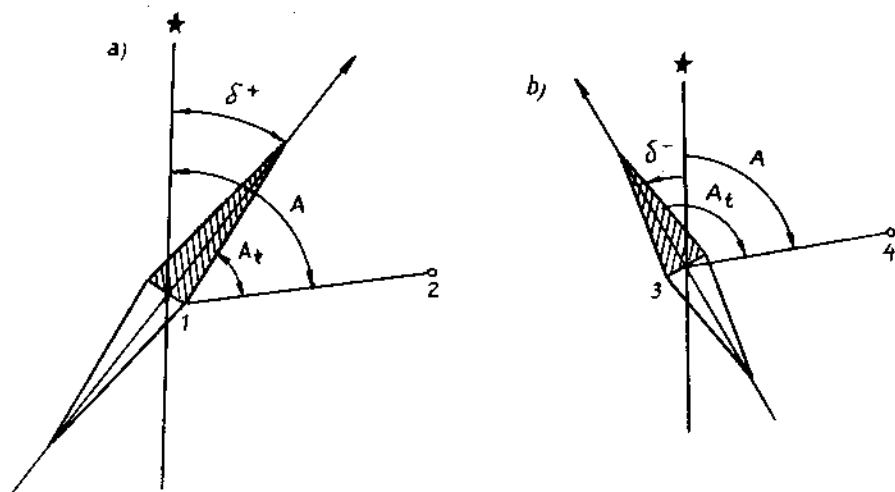


Hình 2.7

Nếu đầu bắc của kim nam châm lệch về phía Tây so với đầu bắc của kinh tuyến thực thì góc δ được gọi là độ lệch từ Tây và người ta gán cho nó dấu âm "-" (hình 2.7b), còn nếu kim lệch về phía Đông thì góc δ được gọi là độ lệch từ Đông và được gán cho dấu dương "+". Tại một điểm cho trước nếu biết phương của kim nam châm và độ lệch từ của nó, ta có thể xác định được phương của kinh tuyến thực.

Tại mỗi điểm cho trước, góc phương vị thực A sẽ bằng tổng đại số của góc phương vị từ A_t và góc lệch từ δ của kim nam châm (hình 2.8):

$$A = A_t + \delta \quad (2-8)$$



Hình 2.8

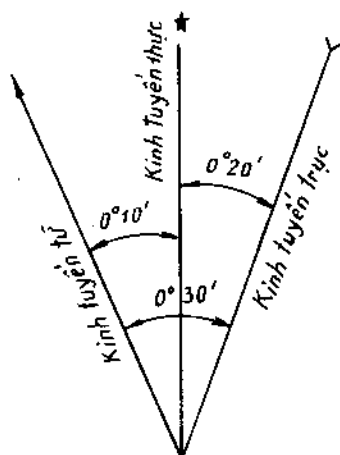
Độ lệch từ δ của kim nam châm thay đổi theo không gian và thời gian. Độ lệch từ δ của kim nam châm tại các điểm khác nhau trên bề mặt Trái Đất cũng khác nhau.

Độ lệch từ δ có thể lên tới vài chục độ, thậm chí ở vùng dị thường có thể lên tới 180° .

Độ lệch từ δ của kim nam châm thay đổi theo thời gian. Lượng biến đổi theo thế kỷ với chu kỳ 500 năm có thể chênh lệch tới $22,5^\circ$ so với giá trị trung bình. Lượng biến đổi của δ trong vòng một ngày đêm có thể đạt tới $1''$, còn trung bình là $\pm 15'$.

Tóm lại, việc định hướng các đường theo kinh tuyến từ tuy đơn giản nhưng độ chính xác đạt được tương đối thấp. Bởi vậy chỉ được phép áp dụng khi đo vẽ các vùng bé nhỏ thôi.

Giữa các góc phương vị thực A , góc định hướng α và góc phương vị từ A_t có mối quan hệ với nhau. Trên mỗi tờ bản đồ người ta đều cho biết những số liệu cần thiết liên quan ấy (hình 2.9).



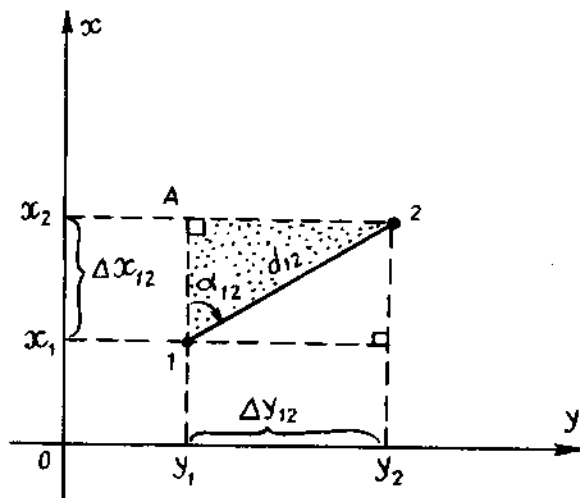
Hình 2.9

§2-5. QUAN HỆ GIỮA ĐIỂM VỚI ĐOẠN THẲNG VÀ GÓC ĐỊNH HƯỚNG

Các yếu tố: toạ độ của điểm, chiều dài của một đoạn thẳng và góc định hướng của một đường thẳng có quan hệ với nhau thông qua hai bài toán trắc địa cơ bản sau đây:

I. Bài toán thuận: tính tọa độ của một điểm?

Cho biết tọa độ của điểm 1 là (x_1, y_1) , khoảng cách bằng giữa điểm 1 với điểm 2 là d_{12} , góc định hướng của đường thẳng 12 là α_{12} . Hãy tính tọa độ (x_2, y_2) của điểm 2? (hình 2.10).



Hình 2.10

Chiếu các điểm 1 và 2 lên các trục tọa độ.

Hình chiếu của đoạn thẳng d_{12} trên các trục tọa độ là Δx_{12} và Δy_{12} .

Từ tam giác vuông 1A2 có:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x_{12} &= d_{12} \cdot \cos \alpha_{12} \\ \Delta y_{12} &= d_{12} \cdot \sin \alpha_{12} \end{aligned} \right\} \quad (2-9)$$

Dấu của Δx , Δy phụ thuộc vào α .

Cuối cùng được:

$$\left. \begin{aligned} x_2 &= x_1 + d_{12} \cdot \cos \alpha_{12} \\ y_2 &= y_1 + d_{12} \cdot \sin \alpha_{12} \end{aligned} \right\} \quad (2-10)$$

Thường gặp bài toán thuận khi tính toán toạ độ điểm không chế trắc địa.

Ví dụ 2-1.

Cho biết toạ độ của điểm 1 là $x_1 = 500,00\text{m}$; $y_1 = 600,00\text{m}$; khoảng cách từ điểm 1 đến điểm 2 là $d_{12} = 123,45\text{m}$; góc định hướng của cạnh 12 là $\alpha_{12} = 121^\circ 30' 00''$.

Hãy tính toạ độ của điểm 2?

Toạ độ của điểm 2 là:

$$\begin{aligned}x_2 &= x_1 + d_{12} \cdot \cos \alpha_{12} \\&= 500,00\text{m} + 123,45\text{m} \times \cos 121^\circ 30' 00'' \\&= 500,00\text{m} + 123,45\text{m} \times (-0,522498).\end{aligned}$$

$$x_2 = 435,498\text{m}.$$

$$\begin{aligned}y_2 &= y_1 + d_{12} \cdot \sin \alpha_{12} \\&= 600,00\text{m} + 123,45\text{m} \times \sin 121^\circ 30' 00'' \\&= 600,00\text{m} + 123,45\text{m} \times (+0,852640).\end{aligned}$$

$$y_2 = 705,258\text{m}.$$

II. Bài toán ngược: tính đoạn thẳng? tính góc định hướng?

Cho biết toạ độ của điểm 1 là (x_1, y_1) và điểm 2 là (x_2, y_2) . Tính đoạn thẳng d_{12} và góc định hướng của nó α_{12} ? (hình 2.10).

Đoạn thẳng d_{12} chính là cạnh huyền của tam giác vuông với các cạnh vuông Δx_{12} và Δy_{12} , được tính theo công thức sau:

$$d_{12} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}. \quad (2.11)$$

Góc định hướng α_{12} được tính từ tam giác vuông 1A2:

$$\operatorname{tg} \alpha_{12} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{\Delta y_{12}}{\Delta x_{12}} = \dots \quad (2.12)$$

Giải phương trình lượng giác cơ bản trên sẽ tìm được nghiệm tổng quát là:

$$\alpha_{12} = \alpha_0 + k \times 180^\circ .$$

trong đó:

α_0 là góc nhọn;

$k = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$

Căn cứ vào dấu của Δy và Δx , tiến hành biện luận để tìm ra một góc định hướng α_{12} cụ thể duy nhất (bảng 2-1).

Bảng 2-1

Dấu Δx	Dấu Δy	Giá trị α
+	+	$0^\circ \div 90^\circ$
-	+	$90^\circ \div 180^\circ$
-	-	$180^\circ \div 270^\circ$
+	-	$270^\circ \div 360^\circ$

Thường gặp bài toán ngược khi tính toán những số liệu cần thiết để bố trí công trình.

Ví dụ 2-2.

Cho biết toạ độ của điểm 1 là $x_1 = 500,00\text{m}$; $y_1 = 200,00\text{m}$; toạ độ của điểm 2 là $x_2 = 312,34\text{m}$; $y_2 = 413,45\text{m}$. Hãy tính khoảng cách d_{12} và góc định hướng α_{12} của cạnh 12:

Chiều dài cạnh 12 là d_{12} :

$$\begin{aligned} d_{12} &= \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} . \\ &= \sqrt{(312,34\text{m} - 500,00\text{m})^2 + (413,45 - 200,00)^2} \\ d_{12} &= 284,21\text{m} . \end{aligned}$$

Góc định hướng của cạnh 12 là α_{12} .

$$\begin{aligned}\operatorname{tg}\alpha_{12} &= \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \\ &= \frac{413,45\text{m} - 200,00\text{m}}{312,34\text{m} - 500,00\text{m}} \\ &= \frac{+ 213,45\text{m}}{- 187,66\text{m}} \\ &= - 1,137429\end{aligned}$$

$$\alpha_{12} = - 48^\circ 40' 44'' + k \cdot 180^\circ$$

Tại vì: $\Delta y > 0, \Delta x < 0$.

Do đó: $90^\circ < \alpha < 180^\circ$.

Cho nên: $k = 1$.

Vậy là: $\alpha_{12} = -48^\circ 40' 44'' + 1 \times 180^\circ$

$$\alpha_{12} = 131^\circ 19' 16''.$$

HƯỚNG DẪN HỌC TẬP CHƯƠNG 2

2.1. Định hướng đường thẳng là gì? Trong trắc địa thường chọn hướng gốc như thế nào? Góc hội tụ kinh tuyến γ và ý nghĩa của nó?

2.2. Góc phương vị thực:

a) Kinh tuyến thực là gì? Nó được xác định theo phương pháp nào?

b) Định nghĩa góc phương vị thực (A)?

c) Đặc điểm của góc phương vị thực?

2.3. Góc phương vị từ:

a) Kinh tuyến từ là gì? Nó được xác định như thế nào?

b) Định nghĩa góc phương vị từ (A_s)?

c) Đặc điểm của góc phương vị từ?

2.4. Góc định hướng:

a) Kinh tuyến giữa của múi?

b) Định nghĩa góc định hướng (α)?

c) Đặc điểm của góc định hướng?

2.5. Viết công thức biểu thị mối quan hệ giữa góc định hướng (α) với góc bằng (β) trong một đường gấp khúc? Giải thích rõ từng đại lượng trong công thức ấy? Vẽ hình minh họa?

2.6. Viết công thức biểu thị mối tương quan giữa góc phương vị thực (A) với góc phương vị từ (A_t)? Giải thích rõ từng đại lượng trong công thức ấy? Vẽ hình minh họa?

2.7. Viết công thức biểu thị mối tương quan giữa góc định hướng (α) với góc phương vị từ (A_t)? Giải thích rõ từng đại lượng trong công thức ấy? Vẽ hình minh họa?

2.8. Viết công thức biểu thị mối tương quan giữa góc phương vị thực (A) với góc định hướng (α)? Giải thích rõ từng đại lượng trong công thức ấy? Vẽ hình minh họa?

2.9. So sánh, phân biệt hệ toạ độ vuông góc phẳng UTM-VN2000 (trong trắc địa) với hệ toạ độ vuông góc phẳng Đêcac (trong toán học)?

Tại sao các công thức lượng giác được thành lập trong hệ toạ độ vuông góc phẳng Đêcac (trong toán học) vẫn áp dụng được trong hệ toạ độ vuông góc phẳng UTM-VN2000 (trong trắc địa)?

2.10. Cho một đường gấp khúc 1-2-3. Biết góc định hướng của cạnh 1-2 là $\alpha_{12} = 49^\circ 27' 15''$, góc bằng mé phải tại đỉnh 2 là $\beta_2^p = 265^\circ 27' 45''$. Tính góc định hướng của cạnh 2-3 là α_{23} ?

2.11. Cho một đường gấp khúc 4-5-6. Biết góc định hướng của cạnh 4-5 là $\alpha_{45} = 261^\circ 12' 30''$, góc bằng mé phải tại đỉnh 5 là $\beta_5^p = 43^\circ 18' 45''$. Tính góc định hướng của cạnh 5-6 là α_{56} ?

2.12. Cho một đường gấp khúc 7-8-9. Biết góc định hướng của cạnh 7-8 là $\alpha_{78} = 43^\circ 19' 30''$, góc bằng mé trái tại đỉnh 8 là $\beta_8^l = 92^\circ 33' 45''$. Tính góc định hướng của cạnh 8-9 là α_{89} ?

2.13. Biết góc phương vị từ của đường thẳng CD là $A_t = 61^\circ 32'$, độ lệch từ của kim nam châm là $\delta = -10'$. Xác định góc phương vị thực (A) của đường thẳng CD? Vẽ hình minh hoạ?

2.14. Biết góc định hướng của đường thẳng EF là $\alpha_{EF} = 63^\circ 36'$, độ gần kinh tuyến $\gamma = -11'$. Xác định góc phương vị thực (A) của đường thẳng EF? Vẽ hình minh hoạ?

1.15. Biết góc phương vị từ của đường thẳng MN là $A_t = 65^\circ 38'$, độ gần kinh tuyến $\gamma = -14'$, độ lệch từ $\delta = -15'$. Xác định góc định hướng của đường thẳng MN? Vẽ hình minh hoạ?

2.16. Biết góc định hướng của cạnh AB là $\alpha_{AB} = 131^\circ 23' 45''$. Xác định góc định hướng của cạnh BA là α_{BA} ? Vẽ hình minh hoạ?

2.17. Biết góc định hướng của cạnh CD là $\alpha_{CD} = 222^\circ 33' 45''$. Xác định góc định hướng của cạnh DC là α_{DC} ? Vẽ hình minh hoạ?

2-18. Trong tam giác ABC biết góc định hướng của cạnh AB là $\alpha_{AB} = 212^\circ 31' 00''$, góc định hướng của cạnh AC là: $\alpha_{AC} = 156^\circ 40' 30''$. Hãy tính góc bằng $\widehat{BAC}$ (góc A trong tam giác ABC)?

2-19. Bài toán thuận: Yếu tố cho trước? Yếu tố cần tính? Công thức tính? Phạm vi áp dụng?

2-20. Bài toán ngược: Yếu tố cho trước? Yếu tố cần tính? Công thức tính? Biện luận? Phạm vi áp dụng?

2-21. Cho biết toạ độ của điểm C là:

$$C \begin{cases} x_c = 498,75 \text{ m} \\ y_c = 107,23 \text{ m} \end{cases}$$

Chiều dài cạnh CD là: $d = 213,45 \text{ m}$

Góc định hướng của cạnh CD là: $\alpha = 137^\circ 32' 30''$

Tính toạ độ của điểm D?

2-22. Cho biết toạ độ của các điểm E, F là:

$$E \begin{cases} x_E = 511,24 \text{ m} \\ y_E = 112,31 \text{ m} \end{cases} ; \quad F \begin{cases} x_F = 197,54 \text{ m} \\ y_F = 613,71 \text{ m} \end{cases}$$

Tính chiều dài cạnh EF và góc định hướng của cạnh EF?

2-23. Biết toạ độ các đỉnh tam giác ABC là:

$$A \begin{cases} x_A = 224,17 \text{ m} \\ y_A = 111,32 \text{ m} \end{cases} ; \quad B \begin{cases} x_B = 517,34 \text{ m} \\ y_B = 403,55 \text{ m} \end{cases} ; \quad C \begin{cases} x_C = 121,74 \text{ m} \\ y_C = 603,81 \text{ m} \end{cases} .$$

Tính các góc trong của tam giác ấy?

CHƯƠNG 3

BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH

§3-1. PHÂN LOẠI BẢN ĐỒ

Một trong những thành quả của công tác trắc địa là bình đồ và bản đồ.

Hình vẽ thu nhỏ và đồng dạng trên giấy các hình chiếu bằng của những phần mặt đất không lớn (không kể đến độ cong Trái đất) được gọi là bình đồ. Hình vẽ thu nhỏ trên giấy các hình chiếu bằng của những phần mặt đất rộng lớn có kể đến sự biến dạng do ảnh hưởng độ cong Trái Đất theo một quy luật toán học nào đó được gọi là bản đồ.

Bình đồ có tỷ lệ không đổi, duy nhất ở mọi nơi. Bản đồ có tỷ lệ thay đổi ở những phần khác nhau của nó. Thường thì dọc theo một kinh tuyến hay một vĩ tuyến nào đó sẽ được chọn làm cơ sở để thành lập bản đồ dọc theo đó thì tỷ lệ là không đổi, tỷ lệ của các hướng đó được gọi là tỷ lệ chính. Tỷ lệ tại các phần còn lại của bản đồ sẽ khác với tỷ lệ chính và được gọi là tỷ lệ riêng. Đó là điểm khác nhau giữa bình đồ và bản đồ. Tuy vậy giữa bình đồ và bản đồ đều có một điểm chung giống nhau: chúng đều là hình vẽ thu nhỏ trên giấy các hình chiếu bằng của mặt đất. Vì thế trong những phạm vi cho phép, để đơn giản ta sẽ không phân biệt tên gọi bình đồ với bản đồ nữa và sẽ gọi chung là bản đồ.

Tùy theo mục đích sử dụng và nội dung biểu diễn bản đồ được chia ra làm: bản đồ hành chính, bản đồ giáo học, bản đồ thổ nhưỡng, bản đồ địa hình, v. v...

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

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

- Bản đồ tỷ lệ nhỏ: $\frac{1}{250\,000}$, ..., $\frac{1}{1\,000\,000}$, ...

- Bản đồ tỷ lệ vừa:

$$\frac{1}{100\,000}, \frac{1}{50\,000}, \frac{1}{25\,000}, \frac{1}{10\,000}$$

- Bản đồ tỷ lệ lớn:

$$\frac{1}{5\,000}, \frac{1}{2\,000}, \frac{1}{1\,000}, \frac{1}{500}$$

§3-2. TỶ LỆ BẢN ĐỒ

I. Tỷ lệ bản đồ

Kích thước Trái Đất rất lớn, bởi vậy khi biểu diễn mặt đất lên giấy thành bản đồ ta không thể biểu diễn lớn như thật được, mà phải thu nhỏ lại theo một tỷ lệ nào đó.

Tỷ lệ bản đồ ($1/M$) là một phân số, tử số là đơn vị, còn mẫu số thường là những số tròn trăm, tròn nghìn. Mẫu số chỉ rõ các đoạn thẳng nằm ngang ở ngoài thực địa khi biểu diễn lên bản đồ đã bị thu nhỏ đi bao nhiêu lần.

Ví dụ: $\frac{1}{M} = \frac{1}{1\,000}, \frac{1}{2\,000}, \dots$

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

Trên giấy (bản đồ) bằng mắt thường ta chỉ có thể phân biệt được hai điểm cách nhau gần nhất là 0,1 mm. Bởi vậy ta gọi khoảng cách nằm ngang ở ngoài thực địa tương ứng với 0,1 mm ở trên bản đồ là độ chính xác theo tỷ lệ.

Nếu biết tỷ lệ bản đồ là $1/M$ thì ta tính được khoảng cách nằm ngang bé nhất ở ngoài thực địa $d_{\min}$ có thể biểu diễn được lên bản đồ này là:

$$d_{\min} = 0,1 \text{ mm } M. \quad (3-1)$$

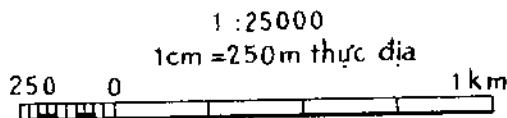
Ngược lại, nếu biết trước khoảng cách nằm ngang bé nhất ở ngoài thực địa cần phải biểu diễn lên bản đồ thì ta có thể xác định được tỷ lệ bản đồ $1/M$ cần thiết là:

$$\frac{1}{M} = \frac{0,1 \text{ mm}}{d_{\min}} \quad (3-2)$$

Nhận thấy rằng nếu tỷ lệ bản đồ càng lớn thì mức độ biểu diễn địa vật, địa hình càng đầy đủ, chi tiết và chính xác.

II. Thước tỷ lệ thẳng

Để thuận tiện cho công việc người ta chế tạo ra thước tỷ lệ thẳng (hình 3.1).



Hình 3.1

Thước tỷ lệ thẳng là đồ giải tương ứng với một tỷ lệ số nào đó thuộc một hệ đơn vị chiều dài nào đó. Thông thường trên một

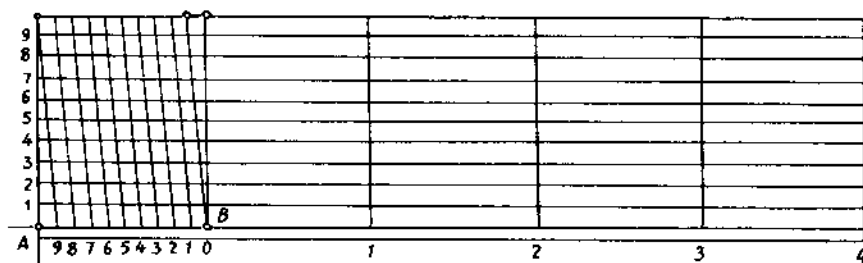
đường thẳng người ta đặt hàng loạt các đoạn thẳng có cùng chiều dài, chẳng hạn 2 cm.

Mỗi đoạn này gọi là đoạn cơ sở của tỷ lệ. Từ trái sang phải theo chiều tăng dần bắt đầu từ đoạn cơ sở thứ hai ta ghi chiều dài ở ngoài thực địa tương ứng với các đoạn cơ sở. Còn đoạn cơ sở thứ nhất ở mút trái lại chia thành 10 phần bằng nhau.

Độ chính xác thực tế của thước tỷ lệ thẳng là $\pm 0,5$ mm, (tương ứng với $0,02 \div 0,03$ đoạn cơ sở của tỷ lệ).

III. Thước tỷ lệ xiên

Để thuận tiện và chính xác hơn cho công việc, người ta chế tạo ra thước tỷ lệ xiên (hình 3.2).



Hình 3.2

Trên một đường thẳng đặt một số đoạn thẳng bằng nhau (chẳng hạn 2cm) gọi là đoạn cơ sở, tại đầu các đoạn cơ sở dựng các đường thẳng vuông góc với cùng một độ cao. Các đoạn thẳng vuông góc được chia ra $m = 10$ phần bằng nhau. Qua các điểm chia trên đoạn thẳng vuông góc kẻ các đường thẳng song song. Đoạn cơ sở ngoài cùng bên trái AB được chia ra $n = 10$ phần bằng nhau, trong phạm vi đoạn này kẻ các đường xiên. Theo định lý Talet ta tìm được đoạn bé nhất ở trên thước tỷ lệ xiên là t (độ chính xác của thước tỷ lệ xiên):

$$t = \frac{AB}{n.m} = \frac{AB}{10.10} = \frac{AB}{100} = \frac{20\text{ mm}}{100} = 0,2\text{ mm}.$$

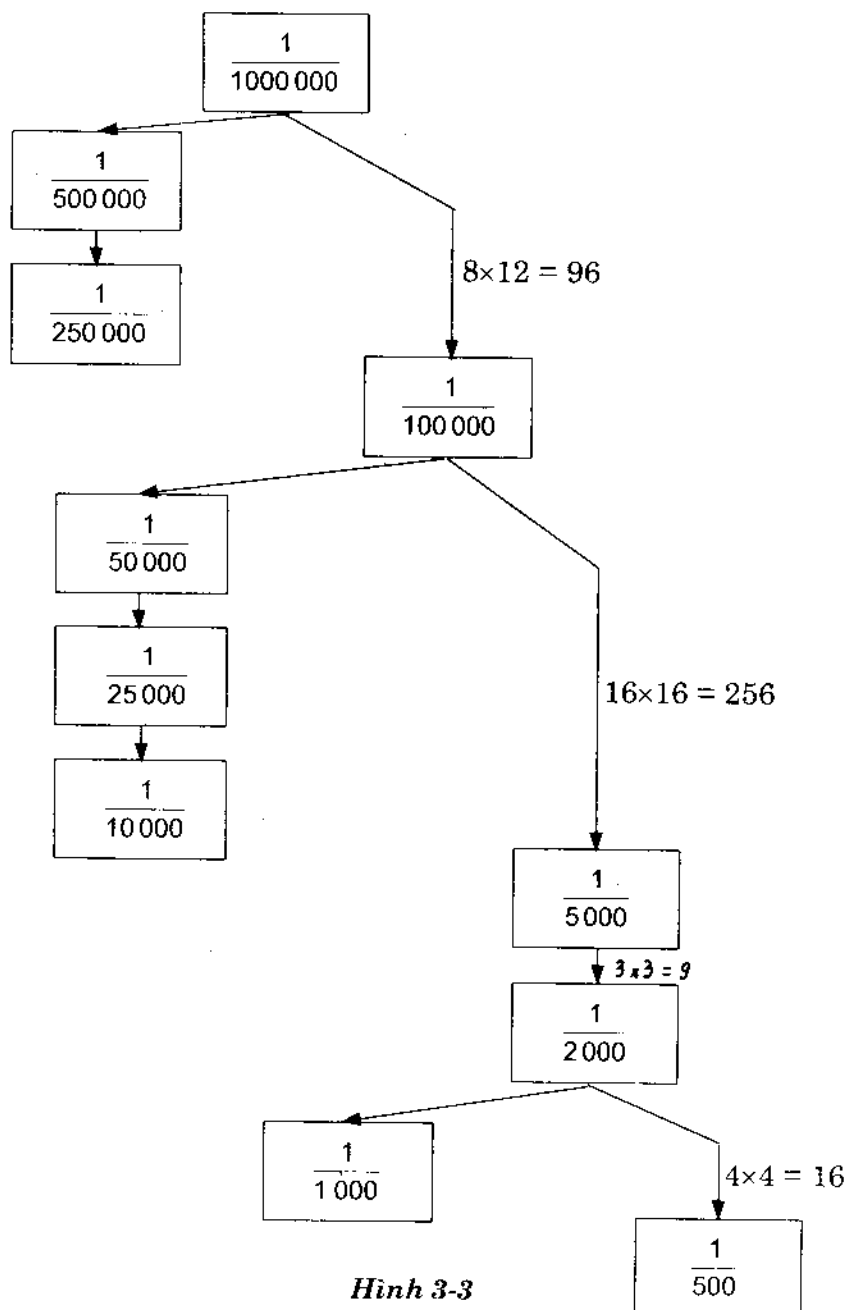
§3-3 PHIÊN HIỆU BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH VIỆT NAM KIỂU UTM- VN.2000

I. Phiên hiệu bản đồ địa hình Việt Nam kiểu UTM -VN.2000

Đặt vấn đề: ở giai đoạn khảo sát và thiết kế công trình, người kỹ sư xây dựng phải biết sử dụng bản đồ để thu thập được những số liệu cần thiết và thiết kế được công trình trên tờ bản đồ một cách hợp lý. Muốn vậy người kỹ sư phải hiểu được tất cả mọi ký hiệu có trên bản đồ, trong đó có phiên hiệu bản đồ. Thí dụ khi người kỹ sư thiết kế chọn tuyến một con đường đã dẫn đến mép biên của tờ bản đồ hiện có; bây giờ người kỹ sư cần phải có một tờ bản đồ khác giáp biên với nó để chọn tuyến tiếp tục. Khi đó người kỹ sư phải chỉ ra được phiên hiệu của tờ bản đồ mà mình đang cần để thư viện cung cấp được kịp thời. Vậy phiên hiệu bản đồ địa hình là gì?

. Để thuận tiện cho giao dịch thì mỗi một tờ bản đồ phải có một phiên hiệu (số hiệu, tên gọi, danh pháp, mã số). Phiên hiệu bản đồ phải tuân theo một qui luật nhất định sao cho từ phiên hiệu của tờ bản đồ đã cho có thể suy ra vị trí, kích thước, tỷ lệ của nó, suy ra phiên hiệu của các tờ bản đồ giáp biên với nó...

. Trên thế giới và ngay cả ở Việt Nam cũng đã từng tồn tại nhiều kiểu đặt phiên hiệu bản đồ khác nhau. Dưới đây chỉ trình bày về phiên hiệu bản đồ địa hình kiểu VN-2000, đã được Chính phủ ta ban hành và có hiệu lực thi hành kể từ ngày 12-8-2000, chúng được biểu diễn theo sơ đồ sau: (hình 3-3)



Hình 3-3

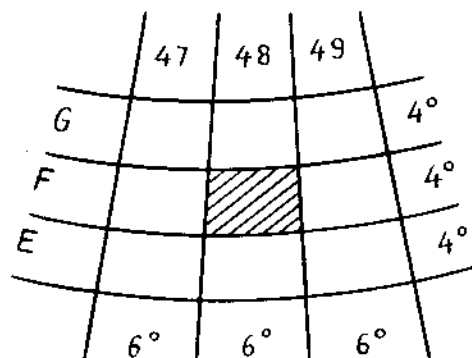
1/ *Phiên hiệu mảnh bản đồ địa hình tỷ lệ $\frac{1}{1000000}$*

(chuẩn quốc tế)

Theo vĩ tuyến Trái Đất được chia ra làm các hàng rộng 4° , mỗi hàng được đặt tên bằng chữ cái in La tinh: A, B, C..., kể từ xích đạo về hai phía cực Bắc, Nam.

Theo kinh tuyến Trái Đất được chia ra làm các cột rộng $6''$, mỗi cột được đặt tên bằng các chữ số Ả Rập là q = 1, 2, 3, ..., 59, 60 kể từ kinh độ 180° đông, vòng hết tây rồi sang đông bán cầu.

Mỗi một ô đất (hình 3.4) giao nhau giữa hàng và cột ở trên sẽ được biểu diễn thành một tờ bản đồ tỷ lệ $\frac{1}{1000000}$, phiên hiệu của tờ bản đồ này gồm có hàng và cột tương ứng. Thí dụ tờ bản đồ $\frac{1}{1000000}$ có chứa thủ đô Hà Nội là F - 48.



Hình 3.4

Tờ bản đồ tỷ lệ $\frac{1}{1000000}$ là cơ sở để phân mảnh và ghi phiên

hiệu cho các tờ bản đồ tỷ lệ lớn hơn theo nguyên tắc sau đây: giới hạn của các tờ bản đồ đều là các kinh tuyến và vĩ tuyến, kích thước của các tờ bản đồ phải thuận tiện cho sử dụng và xuất bản (chẳng hạn 50 x 50cm), mỗi mảnh bản đồ tỷ lệ $\frac{1}{1000000}$ phải

được chia ra làm số nguyên lần các tờ bản đồ tỷ lệ lớn hơn, phiên hiệu của các tờ bản đồ tỷ lệ lớn hơn này phải bao gồm cả số hiệu của tờ bản đồ tỷ lệ tương ứng đã phân chia ra nó và tên của ô con nhất định. Giữa các chữ và số đều có dấu gạch ngang ngăn cách.

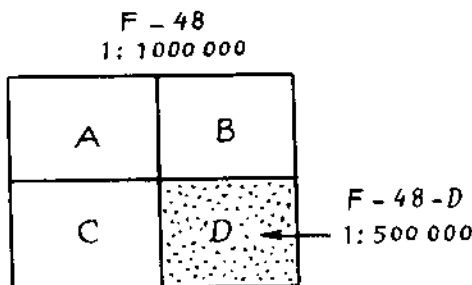
2/ *Phiên hiệu mảnh bản đồ địa hình tỷ lệ $\frac{1}{500000}$ kiểu*

Việt Nam 2000.

Mỗi mảnh bản đồ tỷ lệ $\frac{1}{1000000}$ được chia ra thành $2 \times 2 = 4$

mảnh bản đồ tỷ lệ $\frac{1}{500000}$, mỗi mảnh con này có kích thước $2^\circ \times 3^\circ$

với tên gọi là các chữ cái in hoa: A, B, C, D theo thứ tự từ trái sang phải, từ trên xuống dưới (hình 3.5).



Hình 3.5

Thí dụ mảnh bản đồ $\frac{1}{500\,000}$ có phiên hiệu F - 48 - D.

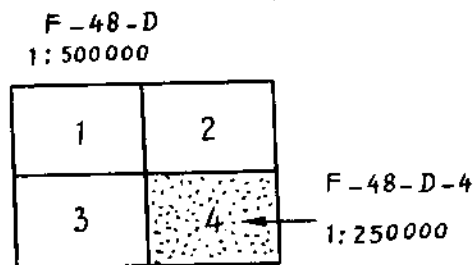
3/ Phiên hiệu mảnh bản đồ địa hình tỷ lệ $\frac{1}{250\,000}$ kiểu

Việt Nam 2000

Mỗi mảnh bản đồ tỷ lệ $\frac{1}{500\,000}$ được chia ra thành $2 \times 2 = 4$

mảnh bản đồ tỷ lệ $\frac{1}{250\,000}$,

mỗi mảnh con này có kích thước $1^\circ \times 1^\circ 30'$ với tên gọi là các chữ số Ả Rập: 1, 2, 3, 4 theo thứ tự từ trái sang phải, từ trên xuống dưới, (hình 3.6).



Thí dụ mảnh bản đồ $\frac{1}{250\,000}$ có phiên hiệu

Hình 3.6

F - 48 - D - 4.

4/ Phiên hiệu mảnh bản đồ địa hình tỷ lệ $\frac{1}{100\,000}$ kiểu

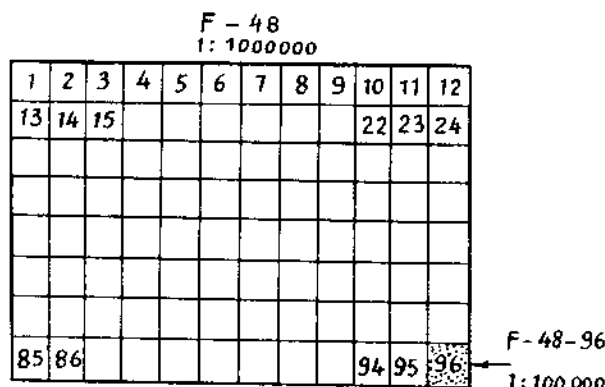
Việt Nam 2000

Mỗi mảnh bản đồ tỷ lệ $\frac{1}{1\,000\,000}$ được chia ra thành $8 \times 12 = 96$

mảnh bản đồ tỷ lệ $\frac{1}{100\,000}$ mỗi mảnh con này có kích thước

$30' \times 30'$ với tên gọi là các chữ số Ả Rập từ 1 đến 96, theo thứ tự từ trái sang phải, từ trên xuống dưới (hình 3.7).

Thí dụ mảnh bản đồ $\frac{1}{100\,000}$ có phiên hiệu là: F - 48 - 96.

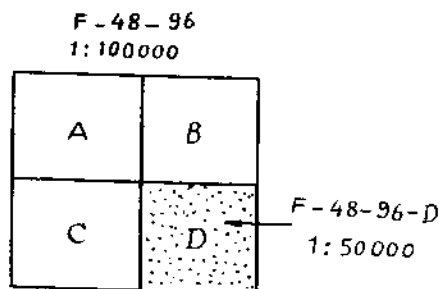


Hình 3.7

5/ Phiên hiệu mảnh bản đồ địa hình tỷ lệ $\frac{1}{50\,000}$ kiểu

Việt Nam 2000

Mỗi mảnh bản đồ tỷ lệ $\frac{1}{100\,000}$ được chia ra thành $2 \times 2 = 4$ mảnh bản đồ tỷ lệ $\frac{1}{50\,000}$, mỗi mảnh con này có kích thước $15' \times 15'$ với tên gọi là các chữ cái La tinh in hoa A, B, C, D theo thứ tự từ trái sang phải, từ trên xuống dưới (hình 3.8)



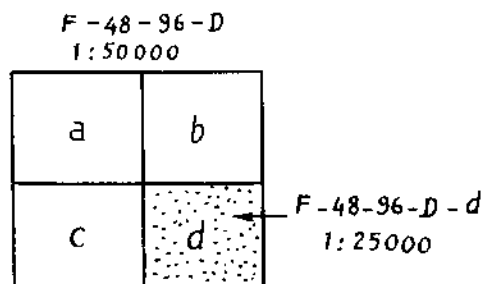
Hình 3.8

Thí dụ mảnh bản đồ $\frac{1}{50\,000}$ có phiên hiệu là F-48-96-D

6/ Phiên hiệu mảnh bản đồ địa hình tỷ lệ $\frac{1}{25000}$ kiểu

Việt Nam 2000.

Mỗi mảnh bản đồ tỷ lệ 1/50 000 được chia ra thành $2 \times 2 = 4$ mảnh bản đồ tỷ lệ $\frac{1}{25000}$, mỗi mảnh con này có kích thước $7'30'' \times 7'30''$ với tên gọi là các chữ cái La tinh thường: a, b, c, d theo thứ tự từ trái sang phải, từ trên xuống dưới (hình 3.9)

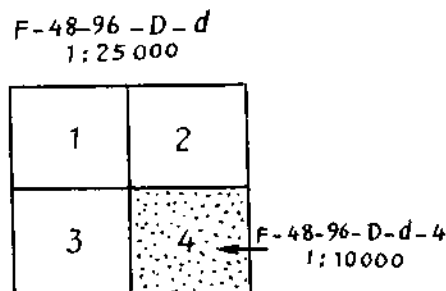


Hình 3.9

Thí dụ mảnh bản đồ $\frac{1}{25000}$ có phiên hiệu là F-48-96-D-d.

7/ Phiên hiệu mảnh bản đồ địa hình tỷ lệ $\frac{1}{10000}$ kiểu Việt Nam 2000

Mỗi mảnh bản đồ tỷ lệ $\frac{1}{25000}$ được chia ra thành

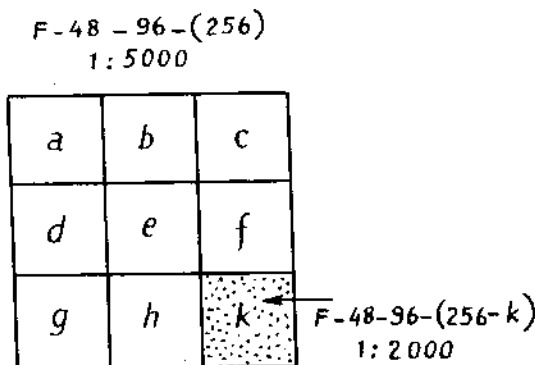


Hình 3.10

Mỗi mảnh bản đồ tỷ lệ $\frac{1}{100\,000}$ được chia thành $16 \times 16 = 256$ mảnh bản đồ tỷ lệ $1/5000$, mỗi mảnh con này có kích thước $1'52,5" \times 1'52,5"$ với tên gọi là các chữ số Ả Rập từ 1, 2, 3 đến 256 theo thứ tự từ trên xuống dưới, nhưng được ghi ở trong ngoặc đơn (hình 3.11).

Thí dụ mảnh bản đồ $\frac{1}{5000}$ có phiên hiệu là F-48-96-(256).

9/ Phiên hiệu mảnh bản đồ địa hình tỷ lệ $\frac{1}{2000}$ kiểu Việt Nam 2000



Hình 3.12

Mỗi mảnh bản đồ tỷ lệ $\frac{1}{5000}$ được chia ra thành $3 \times 3 = 9$ mảnh bản đồ tỷ lệ $\frac{1}{2000}$, mỗi mảnh con này có kích thước $37,5" \times 37,5"$, với tên gọi là các chữ thường La tinh a, b, c, d, e, f, g, h, k theo thứ tự từ trái sang phải, từ trên xuống dưới, nhưng cũng được ghi ở trong ngoặc đơn (hình 3.12).

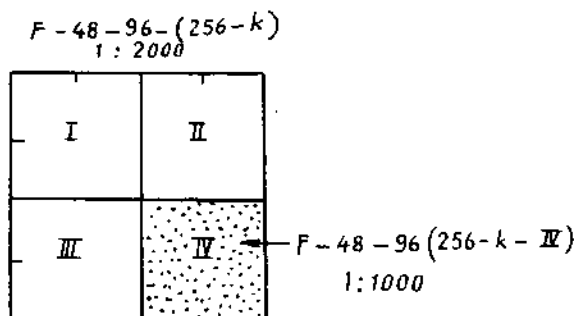
Thí dụ mảnh bản đồ $\frac{1}{2000}$ có phiên hiệu là F-48-96 - (256 - k)

10/ Phiên hiệu mảnh bản đồ địa hình tỷ lệ $\frac{1}{1000}$ kiểu Việt Nam 2000

Mỗi mảnh bản đồ tỷ lệ $\frac{1}{2000}$ được chia ra thành $2 \times 2 = 4$

mảnh bản đồ tỷ lệ $\frac{1}{1000}$, mỗi mảnh con này có tên gọi là chữ số

La mã I, II, III, IV theo thứ tự từ trái sang phải, từ trên xuống dưới, nhưng cũng được ghi ở trong ngoặc đơn (hình 3.13)



Hình 3.13

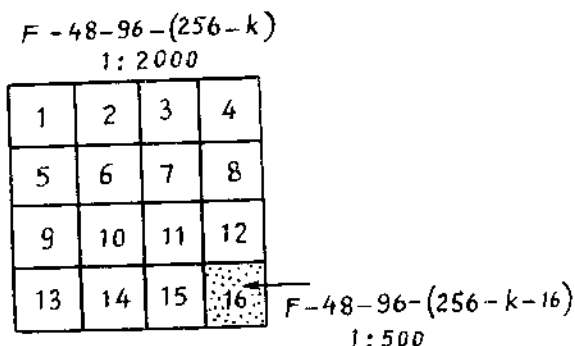
Thí dụ mảnh bản đồ $\frac{1}{1000}$ có phiên hiệu là F - 48-96 - (256-k-IV).

11/ Phiên hiệu mảnh bản đồ địa hình tỷ lệ $\frac{1}{500}$ kiểu Việt Nam 2000

Mỗi mảnh bản đồ tỷ lệ $\frac{1}{2000}$ được chia ra thành $4 \times 4 = 16$

mảnh bản đồ tỷ lệ $\frac{1}{500}$, mỗi mảnh con này có tên gọi là chữ số

Ả Rập từ 1 đến 16, theo thứ tự từ trái sang phải, từ trên xuống dưới, nhưng cũng được ghi ở trong ngoặc đơn (hình 3.14).



Hình 3.14

Thí dụ mảnh bản đồ $\frac{1}{500}$ có phiên hiệu là: F-48-96-(256 - k - 16).

Quá trình đặt phiên hiệu bản đồ đã nói ở trên được tóm tắt trong bảng (3-1).

Bảng 3-1

S T T	Tỷ lệ mảnh bị chia	Cách chia (hàng × cột = số lượng mảnh con)	Kích thước mảnh con	Tên mảnh con được chia ra	Tỷ lệ mảnh con	Ví dụ phiên hiệu "mảnh cuối cùng"
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	Trái đất	$\Delta\varphi, \Delta\lambda$	$4^\circ \times 6^\circ$	A, B, C, (hàng) 1, 2, 3, (cột)	1:1 000 000	F-48
2	1:1 000 000	$2 \times 2 = 4$	$2^\circ \times 3^\circ$	A, B, C, D	1:500 000	F-48-D
3	1:500 000	$2 \times 2 = 4$	$1^\circ \times 1^\circ 30'$	1, 2, 3, 4	1:250 000	F-48-D-4
4	1:1 000 000	$8 \times 12 = 96$	$30' \times 30'$	1, 2, 3, ..., 96	1:100 000	F-48-96
5	1:100 000	$2 \times 2 = 4$	$15' \times 15'$	A, B, C, D	1:50 000	F-48-96-D
6	1:50 000	$2 \times 2 = 4$	$7'30'' \times 7'30''$	a, b, c, d	1:25 000	F-48-96-D-d

Bảng 3-1 tiếp theo

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
7	1:25 000	2 x 2=4	3'45" x 3'45"	1, 2, 3, 4	1:10 000	F-48-96-D-d-4
8	1:100 000	16x16=256	1'52,5" x 1'52,5"	(1, 2, 3,..., 256)	1:5 000	F-48-96-(256).
9	1:5 000	3x3=9	37,5" x 37,5"	(a, b, c, d, e, f, g, h, k)	1:2 000	F-48-96-(256-k)
10	1:2 000	2x2=4		(I, II, III, IV)	1:1 000	F-48-96-(256-k-IV)
11	1:2 000	4x4=16		(1, 2, 3,...,16)	1:500	F-48-96-(256-k-16).

Ghi chú:

Bản đồ địa hình tỷ lệ lớn 1:1000 và 1:500 chỉ được thành lập cho các khu vực nhỏ, có thể được thiết kế hệ thống phân mảnh và đặt phiên hiệu mảnh phù hợp cho từng trường hợp cụ thể.

II. Phiên hiệu bản đồ kiểu UTM quốc tế

Nhà nước ta quy định rằng: bên cạnh phiên hiệu bản đồ địa hình Việt Nam còn có viết ở trong ngoặc đơn phần ghi chú là phiên hiệu bản đồ kiểu UTM quốc tế tương ứng với cỡ chữ bằng 2/3 cỡ chữ của phiên hiệu hiện hành. Vậy phiên hiệu bản đồ kiểu UTM quốc tế là gì?

1/ *Phiên hiệu bản đồ kiểu UTM quốc tế tỷ lệ 1/1 000 000.*

Phiên hiệu bản đồ kiểu UTM quốc tế tỷ lệ 1/1 000 000 gồm có (hình 3.15):

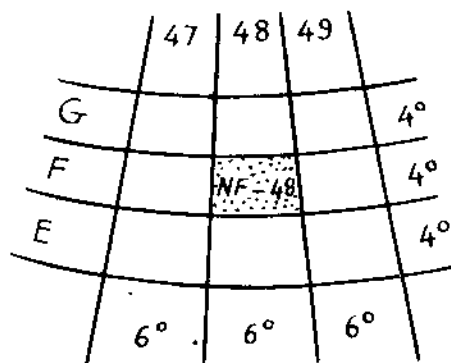
- Chữ N chỉ Bắc bán cầu. (Chữ S chỉ Nam bán cầu).

Chữ cái in La tinh (A, B, C,...) chỉ hàng rộng 4° theo vĩ tuyến.

- Dấu gạch ngang

- Chữ số Ả Rập (1, 2, 3,...) chỉ ký hiệu múi (cột) rộng 6° theo kinh tuyến.

Thí dụ: (NF - 48).



Hình 3.15

2/ Phiên hiệu bản đồ kiểu UTM quốc tế tỷ lệ 1/500 000

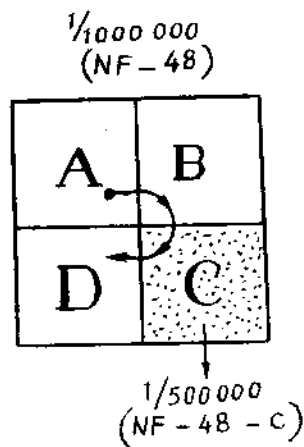
Mỗi mảnh bản đồ tỷ lệ 1/1 000 000 chia thành bốn mảnh bản đồ tỷ lệ 1/500 000, mỗi mảnh con này có tên là A, B, C, D được ghi theo chiều kim đồng hồ, bắt đầu kể từ góc tây bắc (hình 3.16).

Phiên hiệu bản đồ tỷ lệ 1/500 000 gồm có:

- Phiên hiệu bản đồ tỷ lệ 1/1 000 000 bị phân chia

- Dấu gạch ngang
- Tên mảnh con (A, B, C, D).

Thí dụ: NF - 48 - C (Hình 3.16).



Hình 3.16

3/ Phiên hiệu bản đồ kiểu UTM quốc tế tỷ lệ 1/250 000

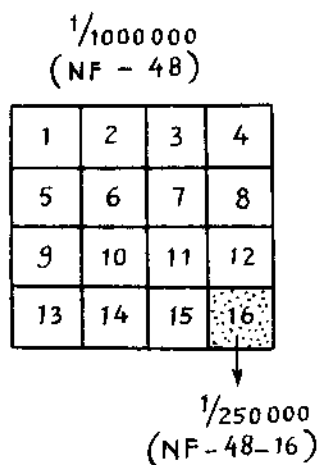
Mỗi mảnh bản đồ tỷ lệ 1/1000 000 được chia ra thành 16 mảnh bản đồ tỷ lệ 1/250 000, mỗi mảnh con này có tên là chữ số

Ả Rập từ 1 đến 16, theo thứ tự từ trái sang phải, từ trên xuống dưới (hình 3.17).

Phiên hiệu bản đồ tỷ lệ 1/250 000 gồm có:

- Phiên hiệu bản đồ tỷ lệ 1/1000 000 bị phân chia.
- Dấu gạch ngang.
- Tên mảnh con (1, 2, 3,..., 16)

Thí dụ: NF-48-16 (Hình 3.17).

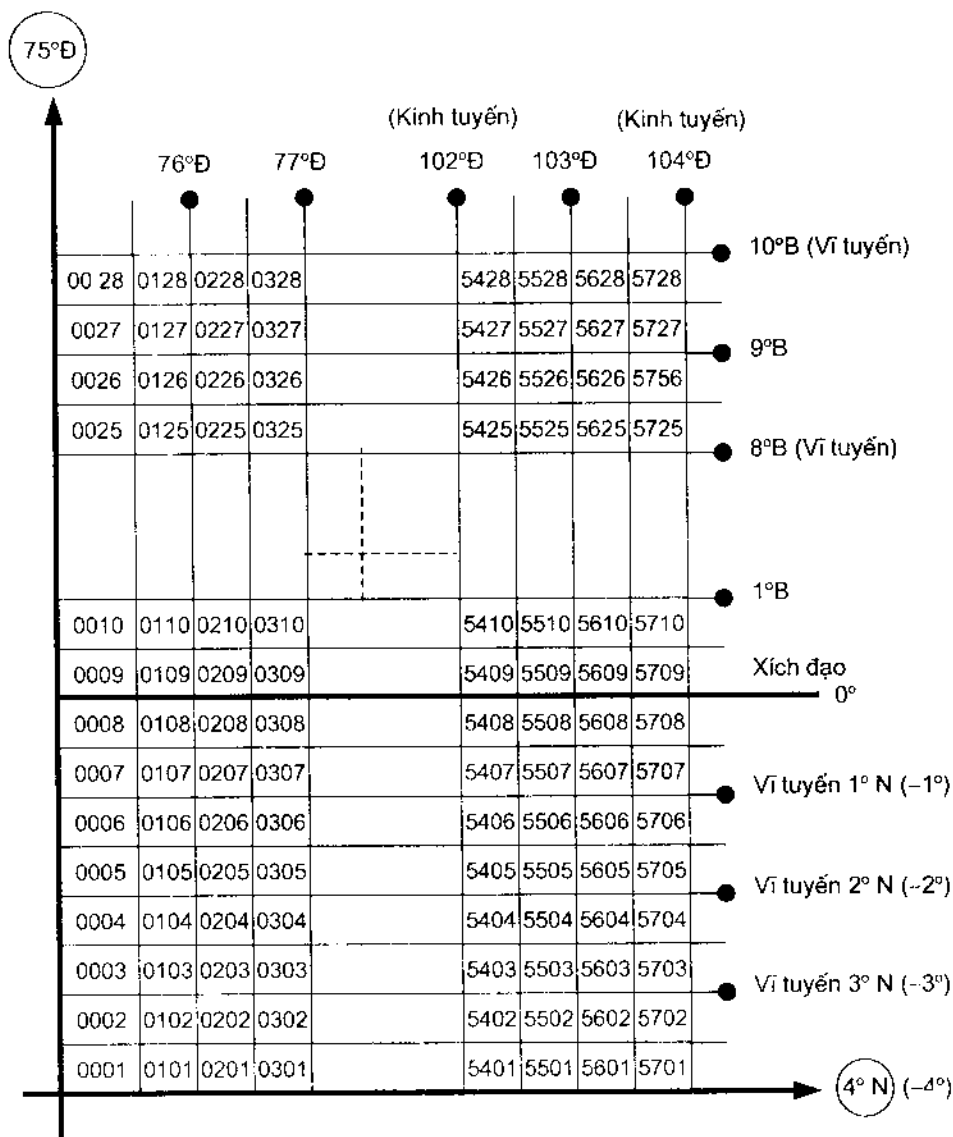


Hình 3.17

4/ Phiên hiệu bản đồ kiểu UTM quốc tế tỷ lệ 1/100 000

Theo kiểu UTM quốc tế, bản đồ tỷ lệ 1/100 000 được phân chia độc lập so với bản đồ tỷ lệ 1/1000 000.

Phiên hiệu bản đồ kiểu UTM quốc tế tỷ lệ 1/100 000 chỉ gồm có bốn chữ số Ả Rập được viết liền nhau (không có dấu ngăn cách gì cả), đó là (Hình 3.18).



Hình 3.18

- Hai chữ số trước bắt đầu từ 00 là số thứ tự của các cột (múi) rộng 30' theo kinh tuyến, kể từ kinh tuyến 75° Đông, tăng dần về

phía đông (múi nằm từ kinh tuyến 102° Đông đến $102^{\circ}30'$ Đông là cột 54).

- Hai chữ số sau bắt đầu từ 01 là số thứ tự của hàng rộng $30'$ theo vĩ tuyến tính từ vĩ tuyến 4° Nam bán cầu (vĩ tuyến -4°), tăng dần về phía Bắc cực (hàng nằm giữa vĩ tuyến 8° Bắc đến $8^{\circ}30'$ Bắc là hàng 25).

Thí dụ: (5425).

Một cách tổng quát: phiên hiệu bản đồ kiểu UTM quốc tế tỷ lệ 1/100 000 sẽ có dạng như sau:

$$(cdhn) \quad (3-3)$$

- Công thức để tính phiên hiệu bản đồ kiểu UTM quốc tế tỷ lệ 1/100 000 với kích thước $30' \times 30'$ như sau:

$$cd = 2(\lambda - 75^{\circ}) - 1 \quad (3-4)$$

$$hn = 2(\varphi + 4^{\circ}) \quad (3-5)$$

trong đó:

cd- số hiệu cột dọc (00, 01, 02, ...);

hn - số hiệu hàng ngang (01, 02, 03,...);

λ - độ kinh của góc khung đông bắc (viết dưới dạng số thập phân);

φ - độ vĩ của góc khung đông bắc (viết dưới dạng số thập phân).

Thí dụ: Cho một tờ bản đồ tỷ lệ 1/100 000 có phiên hiệu kiểu truyền thống Việt Nam là F-48-12. Hỏi phiên hiệu tờ bản đồ kiểu UTM quốc tế tương ứng với tờ bản đồ trên?

Nhận thấy tờ bản đồ F-48-12 có tọa độ địa lý của góc khung đông bắc là: $\lambda = 108^{\circ}$ Đông, $\varphi = 24^{\circ}$ Bắc.

Theo (3-4) tính được số hiệu cột dọc là:

$$\begin{aligned} cd &= 2(\lambda - 75^{\circ}) - 1 \\ &= 2(108^{\circ} - 75^{\circ}) - 1 \\ cd &= 65 \end{aligned}$$

Theo (3-5) tính được số hiệu hàng ngang là:

$$\begin{aligned}h_n &= 2 (\varphi + 4^\circ) \\&= 2 (24^\circ + 4^\circ) \\h_n &= 56.\end{aligned}$$

Vậy tờ bản đồ tỷ lệ 1/100 000 với phiên hiệu kiểu truyền thống Việt Nam là F - 48 - 12 sẽ tương ứng với phiên hiệu kiểu UTM quốc tế là (6556).

5/ Phiên hiệu bản đồ kiểu UTM quốc tế tỷ lệ 1/50 000

Mỗi mảnh bản đồ tỷ lệ 1/100000 được chia ra làm bốn mảnh bản đồ tỷ lệ 1/50 000, mỗi mảnh con này có tên là I, II, III, IV được ghi theo chiều kim đồng hồ, bắt đầu kể từ góc đông bắc (hình 3.19) Phiên hiệu bản đồ kiểu UTM quốc tế tỷ lệ 1/50 000 gồm có: (viết liền)

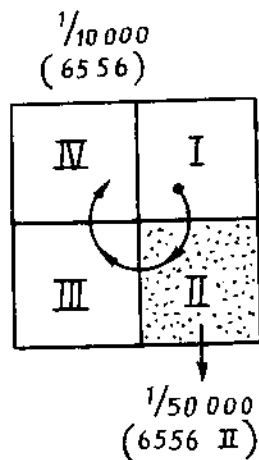
- Phiên hiệu bản đồ tỷ lệ 1/100 000 bị phân chia.

- Tên mảnh con (I, II, III, IV). (giữa chúng không có gạch ngang ngăn cách!)

Thí dụ: (6556II)

Ghi chú:

Hệ thống bản đồ kiểu UTM quốc tế không phân chia ra các mảnh bản đồ từ tỷ lệ 1/25 000 và lớn hơn!



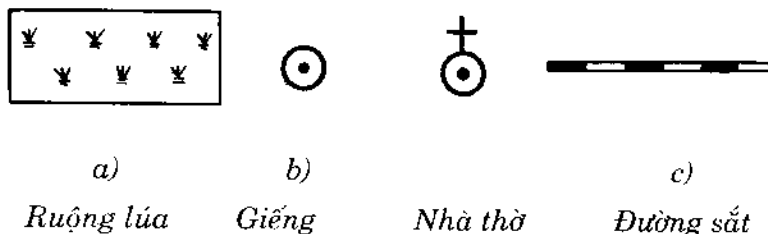
Hình 3.19

§3-4. BIỂU DIỄN ĐỊA VẬT TRÊN BẢN ĐỒ

Địa vật là những vật tồn tại trên Trái Đất, hoặc do thiên nhiên tạo ra, hoặc do con người xây dựng nên như: sông, rừng, làng xóm, thành phố, đê, đường, v.v...

Việc biểu diễn địa vật trên bản đồ phải tuân theo đúng những ký hiệu quy ước bản đồ do Cục Đo đạc và bản đồ nhà nước quy định. Các ký hiệu phải đơn giản, rõ ràng, dễ liên tưởng, dễ ghi nhớ và thống nhất. Các ký hiệu địa vật trên các bản đồ tỷ lệ khác nhau có thể có kích thước khác nhau, nhưng phải cùng một hình dáng.

Ký hiệu theo tỷ lệ (ký hiệu diện) thường để biểu diễn những địa vật có diện tích lớn như rừng cây, ruộng lúa, hồ ao, ... những địa vật có diện tích rộng này khi biểu diễn trên bản đồ đã được thu nhỏ lại đồng dạng theo tỷ lệ của bản đồ. Nếu địa vật có ranh giới rõ ràng như khu dân cư, khu công nghiệp, v.v... thì đường biên bao quanh được vẽ bằng nét liền. Nếu địa vật có ranh giới không rõ ràng như đường biên giữa đồng cỏ và đầm lầy sẽ được vẽ bằng nét đứt đoạn. Bên trong đường biên vẽ các ký hiệu nhất định (hình 3.20a).



Hình 3.20

Ký hiệu không theo tỷ lệ (ký hiệu điểm) để biểu diễn những địa vật nhỏ, đó là những địa vật mà nếu thu nhỏ lại theo tỷ lệ

bản đồ thì chúng sẽ chập lại thành một chấm điểm hay một đường nét như cây cổ thụ, giếng, cột km, nhà thờ... Ký hiệu không theo tỷ lệ là các ký hiệu không đảm bảo tính đồng dạng của địa vật mà chỉ cho biết vị trí của địa vật theo chấm điểm của ký hiệu này. Chẳng hạn vị trí của các giếng được xác định bởi tâm vòng tròn (hình 3.20b)

Những địa vật như sông, đường ô tô, đường sắt, đường biên giới, sẽ được biểu diễn bằng *ký hiệu kết hợp* vừa theo tỷ lệ vừa không theo tỷ lệ (ký hiệu tuyến). Khi đó chiều dài của chúng được thể hiện theo tỷ lệ bản đồ, còn chiều rộng được tăng lên so với thực (hình 3.20c).

Để biểu diễn địa vật được đầy đủ, người ta còn dùng *ký hiệu chú giải*, đó là những số và chữ được ghi kèm theo ký hiệu. Các con số, các dòng chữ được viết theo tiêu chuẩn để căn cứ vào chính kiểu chữ mà biết được nội dung chú giải. Chẳng hạn con số ghi ở chỗ cách quãng của ký hiệu con đường chỉ chiều rộng của con đường. Phân số ghi ở cạnh ký hiệu cầu có tử số chỉ chiều dài và chiều rộng của cầu tính bằng mét, mẫu số chỉ trọng tải cầu chịu được tính bằng tấn. Bên cạnh địa danh mới ghi cả địa danh cũ ở trong ngoặc đơn.

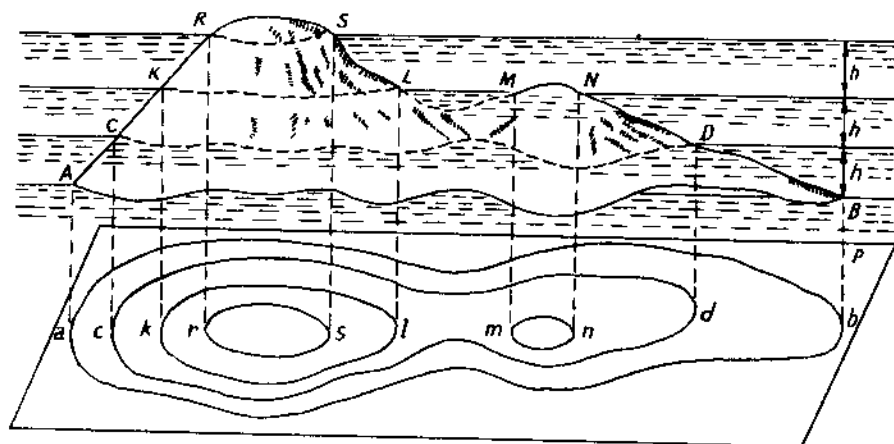
Để bản đồ rõ ràng, dễ đọc, có sức diễn đạt cao, người ta dùng *màu sắc* khác nhau để biểu diễn địa vật. Chẳng hạn đường ô tô vẽ bằng màu đỏ nâu, đường sắt vẽ bằng màu đen, sông vẽ bằng màu xanh.

Tùy thuộc vào tỷ lệ bản đồ mà địa vật được biểu diễn với mức độ chi tiết khác nhau. Chẳng hạn trên bản đồ tỷ lệ 1:2 000 điểm dân cư được biểu diễn hình dạng của cả khu và hình dạng từng ngôi nhà, còn trên bản đồ tỷ lệ 1: 50 000 chỉ biểu diễn hình dáng của cả khu dân cư thôi. Bản đồ có tỷ lệ càng lớn thì càng biểu diễn địa vật được đầy đủ, chi tiết và chính xác hơn.

§3-5. BIỂU DIỄN ĐỊA HÌNH TRÊN BẢN ĐỒ

Địa hình là hình dáng cao thấp khác nhau của mặt đất tự nhiên. Có nhiều phương pháp khác nhau để biểu diễn địa hình như: kẻ vân, tô màu, ghi số độ cao, đường đồng mức,... nhưng phương pháp hoàn thiện nhất, có ý nghĩa nhất đối với xây dựng công trình là phương pháp đường đồng mức.

Đường đồng mức là đường nối liền các điểm có cùng độ cao ở trên mặt đất tự nhiên. Nói cách khác đường đồng mức là giao tuyến giữa mặt đất tự nhiên và mặt song song với mặt thủy chuẩn (hình 3.21).



Hình 3.21

Khi nghiên cứu đường đồng mức biểu diễn trên bản đồ cần chú ý những điểm sau đây:

1. Mọi điểm nằm trên cùng một đường đồng mức có cùng một độ cao như nhau.
2. Đường đồng mức là đường cong liên tục khép kín (hoặc khép kín đến khung tờ bản đồ).
3. Nói chung đường đồng mức không cắt nhau.

4. Các đường đồng mức càng gần sát nhau thì mặt đất càng dốc nhiều. Các đường đồng mức càng cách xa nhau thì mặt đất càng thoải.

5. Hướng của đường thẳng ngắn nhất nối giữa hai đường đồng mức (đường vuông góc với hai đường đồng mức) là hướng dốc nhất của thực địa.

Hiệu số độ cao giữa hai đường đồng mức liên tiếp gọi là khoảng cao đều h . Độ dốc của bề mặt địa hình càng lớn thì phải chọn khoảng cao đều h càng lớn. Tỷ lệ bản đồ càng lớn thì phải chọn khoảng cao đều h càng nhỏ. Thường chọn khoảng cao đều h là 0,25m; 0,5m; 1,0m, 2,0m; 5,0m, 10,0m.

Cao độ của đường đồng mức (H) thường được chọn là bội số của khoảng cao đều (h). Các đường đồng mức được vẽ bằng nét liền, màu nâu.

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

Để biểu diễn các chi tiết nhỏ của địa hình, người ta dựng đường đồng mức phụ có khoảng cao đều bằng nửa khoảng cao đều đã chọn. Đường đồng mức phụ được vẽ bằng nét đứt đoạn.

Ở những nơi độ dốc mặt đất lớn hơn 45° các đường đồng mức sẽ gần như chập vào nhau thì người ta sẽ sử dụng các ký hiệu đặc biệt là các vạch nhỏ hình răng cưa.

Ngoài ra còn có các số ghi độ cao các đỉnh, độ sâu của mương xói, các độ cao đặc trưng cho địa hình.

Tuỳ theo độ dốc địa hình người ta phân chia lãnh thổ ra làm bốn vùng:

1. Vùng đồng bằng có độ dốc nhỏ hơn 2° .

2. Vùng đồi thấp có độ dốc từ 2° đến 6° .
3. Vùng tiếp giáp núi cao có độ dốc từ 6° đến 15° .
4. Vùng núi cao có độ dốc lớn hơn 15° .

Mặt đất tự nhiên rất phong phú, đa dạng. Tuy vậy địa hình được tạo thành và phát triển hoàn toàn có quy luật. Người ta phân biệt những dạng địa hình cơ bản như sau:

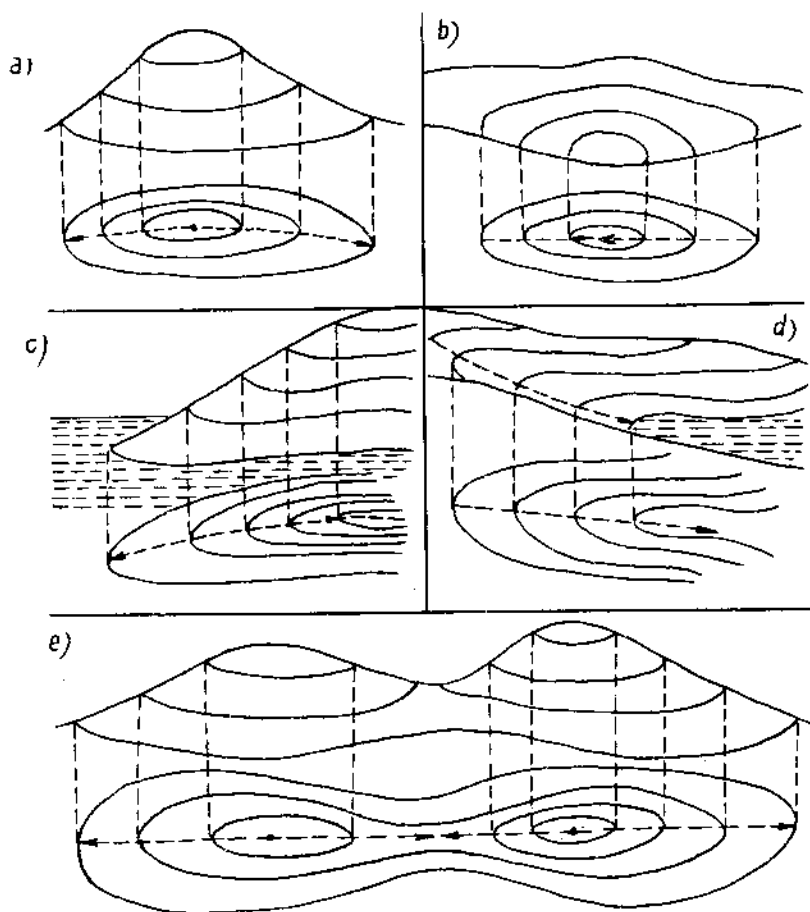
1. *Núi đồi*, là vùng cao lồi lên của bề mặt Trái Đất. Chỗ cao nhất của núi đồi được gọi là đỉnh. Từ đỉnh tỏa ra mọi phía là các sườn dốc. Đường chuyển tiếp từ sườn dốc sang đất bằng là chân núi. Đồi núi được thể hiện bằng các đường đồng mức vòng cong khép kín, vòng này lọt trong vòng kia, các vạch chỉ dốc từ đường đồng mức hướng về phía chân núi (hình 3.22a).

2. *Lòng chảo*, là vùng trũng lõm xuống của bề mặt Trái Đất. Chỗ thấp nhất của lòng chảo được gọi là đáy. Từ đáy ngược lên mọi phía là sườn dốc. Vách trên của lòng chảo được gọi là mép. Lòng chảo được thể hiện bằng các đường đồng mức vòng cong khép kín, vòng này lọt trong vòng kia, các vạch chỉ dốc từ đường đồng mức hướng về phía đáy lòng chảo (hình 3.22b).

3. *Mạch núi*, là vùng nổi cao và chạy dài theo một hướng. Đường sống chạy dọc theo mạch núi mà từ đó sườn dốc đổ về hai phía được gọi là đường chia nước. Từ đường chia nước xuôi xuống hai phía là các sườn dốc. Mạch núi được thể hiện bằng các đường đồng mức lồi với bề lồi hướng về phía hạ thấp dần xuống của thực địa (hình 3.22c)

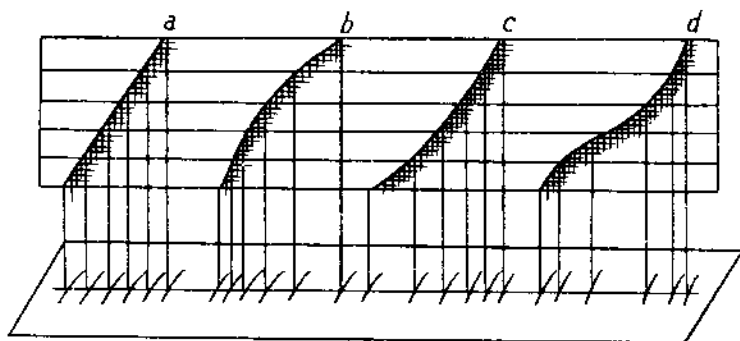
4. *Trũng máng*, là vùng trũng lõm xuống và chạy dài theo một hướng. Đường đáy của trũng máng là đường tụ nước. Từ đường tụ nước ngược lên hai phía là các sườn dốc. Trũng máng được thể hiện bằng các đường đồng mức lõm với bề lõm ôm vào phía thấp dần của thực địa (hình 3.22d).

5. *Yên ngựa*, là vùng mặt đất nằm trên hai mạch núi và hai trũng máng. Nói cách khác, yên ngựa vừa là chỗ gặp nhau của hai mạch núi (dẫn đến từ hai đỉnh núi khác nhau), vừa là chỗ bắt đầu của hai trũng máng (phân bố ở hai phía đối diện của mạch núi). Yên ngựa được thể hiện bằng các đồng mức với bề lõm hướng về nó (hình 3.22e)



Hình 3.22

Rõ ràng là những địa hình cơ bản trên được tạo thành bởi sự kết hợp của các sườn dốc. Sườn dốc có thể là đều đặn, lồi, lõm, hỗn hợp (hình 3.23).



Hình 3.23

1. *Sườn dốc đều đặn*: có độ dốc như nhau ở mọi nơi. Sườn dốc đều đặn được thể hiện bằng các đường đồng mức cách đều nhau.
2. *Sườn dốc lồi*: có độ dốc càng tăng khi đi từ đỉnh dốc xuống đến chân dốc. Sườn dốc lồi được thể hiện bằng các đường đồng mức càng về phía đỉnh càng xa nhau hơn.
3. *Sườn dốc lõm*: có độ dốc càng giảm khi đi từ đỉnh dốc xuống đến chân dốc. Sườn dốc lõm được thể hiện bằng các đường đồng mức càng về phía chân dốc thì càng cách xa nhau hơn (càng về phía đỉnh dốc càng sát gần nhau hơn).
4. *Sườn dốc hỗn hợp*: có cả hai hay ba loại sườn dốc đều, lồi hay lõm ở trên. Điểm chuyển tiếp giữa các sườn dốc đều, lồi, lõm được gọi là điểm uốn (điểm thay đổi độ dốc).

Đỉnh núi, đáy lòng chảo, điểm yên ngựa, điểm uốn,... được gọi chung là các điểm đặc trưng của địa hình.

Đường chia nước, đường tụ nước, đường chân núi, đường mép chảo,... được gọi chung là các đường đặc trưng của địa hình.

§3-6. KHÁI NIỆM VỀ HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ (GIS)

Bản đồ thể hiện được một số đặc điểm của mặt đất, như là: toạ độ không gian của một điểm trong hệ quy chiếu nào đó; địa vật gì và một vài chi tiết đặc điểm của nó (chẳng hạn chiều dài, chiều rộng, tải trọng chịu được của cầu, v.v...).

Nhưng thực tế khách quan tồn tại trên mặt đất còn có rất nhiều đặc điểm khác nữa về: kinh tế, văn hoá, xã hội, lịch sử, v.v..., chúng luôn luôn vận động và phát triển theo thời gian.

Muốn thể hiện được đầy đủ tất cả tính phong phú, đa dạng kể trên của thực tế khách quan mặt đất thì phải có sự trợ giúp của máy tính. Mọi đặc điểm kể trên sẽ được mã hoá (số hoá) rồi lưu giữ lại trong máy tính. Đó là bản đồ máy tính (bản đồ số hoá).

Nhờ có một số chương trình con, máy tính sẽ tiến hành phân tích, tổng hợp, mô tả những dữ liệu đó rồi trình bày thành các bảng liệt kê, biểu đồ, bản vẽ, v.v... chúng sẽ được hiện ra trên màn hình của máy tính theo sự lựa chọn của người khai thác thông tin. Đó là hệ thống thông tin địa lý (GIS) (Geographic Information System).

Hệ thống thông tin địa lý (GIS) có ưu điểm là phản ánh được đầy đủ mọi đặc tính phong phú, đa dạng của hiện thực khách quan tồn tại trên mặt đất. Nó cho phép bổ sung, thay đổi, cập nhật thông tin kịp thời, dễ dàng. Nó thoả mãn nhu cầu khai thác thông tin của nhiều đối tượng, phục vụ cho mọi mặt đời sống của con người, được ứng dụng rộng rãi trong quy hoạch và quản lý đô thị, du lịch, v.v... Nhưng việc thu thập dữ liệu cho GIS rất công phu, tốn kém. Muốn khai thác được GIS phải có máy vi tính.

HƯỚNG DẪN HỌC TẬP CHƯƠNG 3

3-1. Khái niệm về bản đồ

- 1 - Định nghĩa bình đồ, bản đồ?
- 2 - Đặc điểm của bình đồ, bản đồ?
- 3 - Phân loại bản đồ theo mức độ thu nhỏ (tỷ lệ)?
- 4 - Phân loại bản đồ theo nội dung biểu diễn?
- 5 - Bản đồ địa hình là gì? (Định nghĩa).

3-2. Tỷ lệ bản đồ:

- 1 - Số tỷ lệ bản đồ $1/M$ là gì?
- 2 - Độ chính xác theo tỷ lệ bản đồ là gì?
- 3 - Ý nghĩa của độ chính xác theo tỷ lệ?

3-3- Thuộc tỷ lệ thẳng:

- 1 - Cấu tạo của thước tỷ lệ thẳng?
- 2 - Công dụng của thước tỷ lệ thẳng?
- 3 - Độ chính xác của thước tỷ lệ thẳng?
- 4 - Cách sử dụng thước tỷ lệ thẳng?

3-4. Thước tỷ lệ xiên:

- 1 - Cấu tạo của thước tỷ lệ xiên?
- 2 - Công dụng của thước tỷ lệ xiên?
- 3 - Độ chính xác của thước tỷ lệ xiên?
- 4 - Cách sử dụng thước tỷ lệ xiên?

3-5. Phiên hiệu bản đồ địa hình:

- 1 - Phiên hiệu bản đồ là gì?
- 2 - Tại sao phải đặt phiên hiệu cho bản đồ?
- 3 - Nguyên tắc đặt phiên hiệu bản đồ?
- 4 - Có những cách đặt phiên hiệu bản đồ nào?

5 - Từ ngày 12-8-2000 Việt Nam áp dụng kiểu phiên hiệu bản đồ địa hình nào?

3-6. Trình bày cụ thể cách đặt phiên hiệu bản đồ địa hình tỷ lệ 1/1 000 000? (theo kiểu UTM - VN.2000)

3-7. Trình bày cụ thể cách đặt phiên hiệu bản đồ địa hình tỷ lệ: 1/500 000 và 1/250 000? (theo kiểu UTM- VN2000)

3-8. Trình bày cụ thể cách đặt phiên hiệu bản đồ địa hình tỷ lệ: 1/100 000; 1/50 000, 1/25 000, 1/10 000? (theo kiểu UTM - VN.2000)

3-9. Trình bày cụ thể cách đặt phiên hiệu bản đồ địa hình tỷ lệ: 1/5 000, 1/2 000, 1/1 000, 1/500? (theo kiểu UTM – VN. 2000)

3-10. Biểu diễn địa vật trên bản đồ:

1/ Địa vật là gì?

2/ Nguyên tắc biểu diễn địa vật trên bản đồ?

3/ Các loại ký hiệu địa vật biểu diễn trên bản đồ? Ví dụ?

4/ Nhận xét?

3-11. Biểu diễn địa hình trên bản đồ:

1/ Địa hình là gì?

2/ Có những cách nào biểu diễn địa hình trên bản đồ?

3. Đường đồng mức là gì?

4/ Đặc điểm của đường đồng mức biểu diễn trên bản đồ.

5/ Nhận xét?

3-12. Các yếu tố của địa hình mặt đất:

1/ Mô tả và minh hoạ các dạng địa hình cơ bản?

2/ Mô tả và minh hoạ các loại sườn dốc?

3/ Phân chia lãnh thổ theo độ dốc địa hình như thế nào?

4/ Kể tên các đường đặc trưng của địa hình?

5/ Kể tên các điểm đặc trưng của địa hình?

3-13. Cho tờ bản đồ địa hình có phiên hiệu là: F-48-96-D-d và một thước tỷ lệ thẳng $1/25\ 000$ với đoạn thẳng cơ sở là $a = 2\text{cm}$. Tìm khoảng cách giữa hai điểm A và B ở ngoài thực địa khi xác định từ bản đồ nhờ thước tỷ lệ thẳng này được $AB = 1125,0\text{m}$ sẽ có độ chính xác (sai số) là bao nhiêu?

3-14. Cho tờ bản đồ địa hình có phiên hiệu là: F-48-96-B-b và một thước tỷ lệ xiên $1/25\ 000$ với đoạn thẳng cơ sở là $a = 2\text{cm}$ có phân chia $m = 10$, $n = 10$. Hỏi khoảng cách giữa hai điểm C và D ở ngoài thực địa khi xác định từ bản đồ nhờ thước tỷ lệ xiên này được $CD = 1120,0\text{m}$ sẽ có độ chính xác (sai số) là bao nhiêu?

3-15. Biết khoảng cách nằm ngang ở ngoài thực địa phải biểu diễn được lên bản đồ với độ chính xác (sai số) là $\pm 20\text{ cm}$. Hỏi ít nhất phải chọn tỷ lệ bản đồ $1/M$ là bao nhiêu?

3-16. Biết tỷ lệ bản đồ là $1/5\ 000$. Hỏi khoảng cách nằm ngang ở ngoài thực địa có thể biểu diễn được lên bản đồ ấy với độ chính xác (sai số) là bao nhiêu?

3-17. Cho tờ bản đồ tỷ lệ $1/1\ 000\ 000$ có phiên hiệu là F-48. Hỏi:

1/ Kinh tuyến nằm chính giữa của tờ bản đồ này (λ_0)?

2/ Kinh tuyến giới hạn phía tây của tờ bản đồ này (λ_T)?

3/ Kinh tuyến giới hạn phía đông của tờ bản đồ này (λ_D)?

4/ Vĩ tuyến giới hạn phía bắc của tờ bản đồ này (φ_N)?

5/ Vĩ tuyến giới hạn phía nam của tờ bản đồ này (φ_N)?

3-18. Cho tờ bản đồ tỷ lệ $1/1\ 000\ 000$ có phiên hiệu là E - 48.

Hỏi toạ độ địa lý của bốn điểm góc khung của tờ bản đồ này?

(điểm góc tây-bắc, điểm góc đông-bắc, điểm góc tây-nam, điểm góc đông-nam)?

3-19. Cho tờ bản đồ tỷ lệ $1/1\ 000\ 000$ có phiên hiệu là D-48.

Hỏi toạ độ địa lý của điểm chính giữa của tờ bản đồ này?

3-20. Cho tờ bản đồ tỷ lệ 1/1 000 000 có phiên hiệu là: C - 48.

Hãy xác định tọa độ địa lý của các điểm sau:

1 - Điểm góc khung tây - bắc?

2 - Điểm góc khung đông - bắc?

3 - Điểm góc khung tây - nam?

4 - Điểm góc khung đông - nam?

5 - Điểm chính giữa của tờ bản đồ này?

3-21. Tính kích thước khung theo vĩ tuyến ($\Delta\varphi$) và theo kinh tuyến ($\Delta\lambda$) của các tờ bản đồ tỷ lệ sau đây (theo kiểu UTM-VN.2000)

1/500 000, 1/250 000?

3-22. Tính kích thước khung theo vĩ tuyến ($\Delta\varphi$) và theo kinh tuyến ($\Delta\lambda$) của các tờ bản đồ tỷ lệ sau đây: (theo kiểu UTM-VN.2000)

1/100 000, 1/50 000, 1/25 000, 1/10 000?

3-23. Tính kích thước khung theo vĩ tuyến ($\Delta\varphi$) và theo kinh tuyến ($\Delta\lambda$) của các tờ bản đồ tỷ lệ sau đây: (theo kiểu UTM-VN.2000)

1/5 000, 1/2 000, 1/1 000, 1/500?

3-24. Hãy ghi hết phiên hiệu của tất cả các tờ bản đồ tỷ lệ 1/50 000 thuộc địa phận của tờ bản đồ F-48-96? (theo kiểu UTM-VN.2000)

3-25. Hãy ghi hết tất cả phiên hiệu của các tờ bản đồ tỷ lệ 1/25 000 thuộc địa phận của tờ bản đồ F - 48-96-D? (theo kiểu UTM-VN.2000)

3-26. Hãy ghi hết tất cả phiên hiệu của các tờ bản đồ tỷ lệ 1/10 000 thuộc địa phận của tờ bản đồ F-48-96-D-d? (theo kiểu UTM-VN.2000)

3-27. Tìm phiên hiệu tờ bản đồ có tỷ lệ tương ứng nằm tiếp giáp phía bắc với các tờ bản đồ sau đây: (theo kiểu UTM-VN.2000)

a/F-48-96-D?

b/ F-48-96-D-d?

c/F-48-96-D-d-4.?

3-28. Tìm phiên hiệu tờ bản đồ có tỷ lệ tương ứng nằm tiếp giáp phía nam với các tờ bản đồ sau đây: (theo kiểu UTM-VN.2000)

a/F-48-96-A?

b/ F-48-96-A-a?

c/F-48-96-A-a-1?

3-29. Tìm phiên hiệu tờ bản đồ có tỷ lệ tương ứng nằm tiếp giáp phía tây-bắc với các tờ bản đồ sau đây (theo kiểu UTM-VN.2000)

a/ F-48-96-D?

b/ F-48-96-D-d?

c/ F-48-96 - D-d-4?

3-30. Tìm phiên hiệu tờ bản đồ có tỷ lệ tương ứng nằm tiếp giáp phía tây-nam với các tờ bản đồ sau đây: (theo kiểu UTM-VN.2000)

a/ F-48-96-B?

b/ F-48-96-B-b?

c/ F-48-96-B-b-2?

3-31. Tìm phiên hiệu của tờ bản đồ có tỷ lệ tương ứng nằm tiếp giáp phía đông-bắc với các tờ bản đồ sau đây: (theo kiểu UTM-VN.2000)

a/ F-48-96-C?

b/ F-48-96 - C-c?

c/ F-48-96-C-c-3?

3-32. Tìm phiên hiệu tờ bản đồ có tỷ lệ tương ứng nằm tiếp giáp phía đông - nam với các tờ bản đồ sau đây: (theo kiểu UTM-VN.2000)

a/ F-48-96-A?

b/ F-48-96 - A-a?

c/F-48-96 - A-a-1?

3-33. Biết toạ độ địa lý của điểm T là:

$$T \begin{cases} \varphi_T = 8^{\circ}38'.B \\ \lambda_T = 111^{\circ}55'.Đ. \end{cases}$$

Hãy tìm phiên hiệu của tờ bản đồ tỷ lệ 1/1 000 000 có chứa điểm T ấy? (theo kiểu UTM-VN.2000)

3-34. *Biết toạ độ địa lý của điểm H là:*

$$H \begin{cases} \varphi_H = 21^{\circ}02'15".B \\ \lambda_H = 105^{\circ}50'13".Đ. \end{cases}$$

Hãy tìm phiên hiệu của tờ bản đồ có tỷ lệ 1/1 000 000 có chứa điểm H ấy? (theo kiểu UTM-VN.2000)

3-35. Số hiệu của múi 6° (q) trong tờ bản đồ tỷ lệ 1/1 000 000 có giống với số thứ tự múi 6° (n) không? Chúng khác nhau như thế nào? Tại sao vậy?

3-36. *Hãy nói rõ các khái niệm sau:*

1/ Bản đồ địa hình là gì?

2/ Bản đồ số (Bản đồ máy tính) là gì?

3/ Hệ thống thông tin địa lý (GIS) là gì?

4/ Những ưu điểm của hệ thống thông tin địa lý (GIS)?

CHƯƠNG 4

SỬ DỤNG BẢN ĐỒ

§4.1. KHÁI NIỆM

Ngay cả khi đã quan sát thực địa rồi người cán bộ kỹ thuật vẫn phải biết sử dụng bản đồ một cách thành thạo để nghiên cứu tình hình được tổng quát và thu lấy được những số liệu cần thiết phục vụ cho khảo sát, thiết kế công trình.

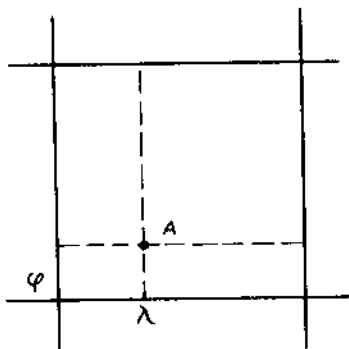
Muốn nghiên cứu sử dụng được bản đồ phải hiểu biết được bản chất nội dung ý nghĩa của tất cả những số, chữ, ký hiệu,... trình bày ở trên tờ bản đồ.

Các số liệu thu được từ bản đồ càng chính xác nếu tỷ lệ bản đồ càng lớn, khoảng cao đều càng bé, thời gian đo vẽ và bổ sung bản đồ càng gần hiện tại nhất.

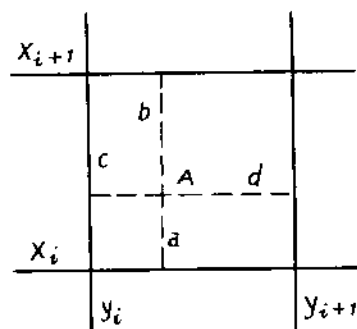
§4-2. XÁC ĐỊNH TOẠ ĐỘ CỦA MỘT ĐIỂM TRÊN BẢN ĐỒ

I. Xác định toạ độ địa lý của một điểm

Độ kinh, độ vĩ được ghi ở bốn góc khung bản đồ. Trên các cạnh khung bản đồ có vẽ những đoạn đen, trắng, biểu thị tròn phút theo kinh tuyến, vĩ tuyến: "thang chia độ". Nối các đầu mút của những đoạn này ở các cạnh đối diện lại sẽ được những ô lưới toạ độ địa lý. Qua điểm A cần xác định toạ độ hãy kẻ hai đường thẳng, một đường song song với cạnh ô kinh tuyến, một đường song song với cạnh ô vĩ tuyến. Từ tỷ lệ các đoạn thẳng đo được, sẽ tính ra toạ độ địa lý của điểm A (hình 4.1).



Hình 4.1



Hình 4.2

II. Xác định tọa độ vuông góc của một điểm

Qua A kẻ hai đường vuông góc đến các cạnh ô vuông của lưới tọa độ vuông góc chứa điểm A đó. Dùng compa đo và thước tỷ lệ để xác định chiều dài các đoạn thẳng a, b, c, d, (hình 4.2). Tọa độ vuông góc của điểm A được tính theo công thức

$$x_A = x_i + \frac{x_{i+1} - x_i}{(a + b)} a = x_{i+1} - \frac{x_{i+1} - x_i}{(a + b)} b \quad (4-1)$$

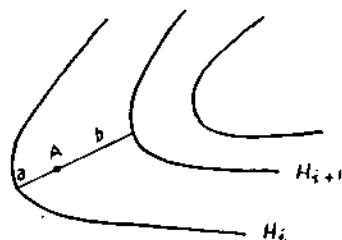
$$y_A = y_i + \frac{y_{i+1} - y_i}{(c + d)} c = y_{i+1} - \frac{y_{i+1} - y_i}{(c + d)} d \quad (4-2)$$

§4.3. XÁC ĐỊNH ĐỘ CAO CỦA MỘT ĐIỂM THEO ĐƯỜNG ĐỒNG MỨC

Qua A kẻ một đường thẳng ngắn nhất (đường thẳng vuông góc đến hai đường đồng mức gần nhất kẹp điểm A). Dùng compa đo và thước tỷ lệ xiên đo các đoạn a, b (hình 4.3) rồi tính độ cao của điểm A là H_A theo công thức

$$H_A = H_i + \frac{H_{i+1} - H_i}{(a + b)} a = H_{i+1} - \frac{H_{i+1} - H_i}{(a + b)} b \quad (4-3)$$

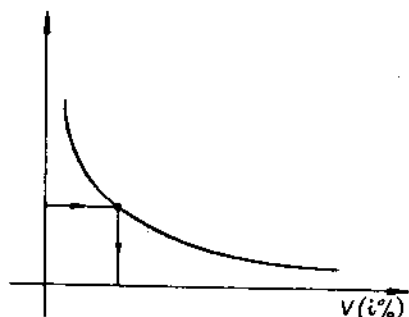
Ghi chú: Khi điểm A nằm kẹp giữa hai đường đồng mức cùng cao độ, thì độ cao của A được lấy gần đúng lớn hơn hay bé hơn độ cao đường đồng mức gần nhất một khoảng $= 0,5h$ (Gần nửa khoảng cao đều đường đồng mức).



Hình 4.3

§4-4. XÁC ĐỊNH ĐỘ DỐC MẶT ĐẤT

Dùng compa đo khoảng cách giữa hai điểm nằm trên hai đường đồng mức liền nhau, đặt lên trục đứng của đồ thị biểu diễn độ dốc vẽ trên bản đồ, dóng ra đường cong tương ứng, chiếu xuống trục ngang sẽ được góc dốc V (hay độ dốc i) cần tìm (hình 4.4).



Hình 4.4

§4-5 XÁC ĐỊNH CHIỀU DÀI CỦA MỘT ĐƯỜNG

I. Xác định chiều dài của một đoạn thẳng

Dùng compa đo để đo khoảng cách giữa hai đầu đoạn thẳng trên bản đồ, đặt khẩu độ compa đo được lên thước tỷ lệ thẳng hay xiên sẽ tìm được chiều dài của đoạn thẳng ấy.

II. Xác định chiều dài của một đoạn cong

1. Chia đoạn cong (gần đúng) ra làm nhiều đoạn thẳng con, xác định chiều dài của từng đoạn thẳng con như trên, cuối cùng cộng lại sẽ được chiều dài của đoạn cong phải tìm.

2. Dùng máy đo đường cong: đặt máy ở một đầu đường cong, đọc số ban đầu trên máy u_0 . Lăn bánh xe đo men theo đường cong đến tận cùng, đọc số u_n .

Chiều dài đường cong l được tính theo công thức:

$$l = k(u_n - u_0) , \quad (4-4)$$

trong đó: k - giá trị một khoảng chia của máy đo đường cong.

Muốn tìm k ta dùng máy đo chiều dài của một đoạn thẳng đã biết (chẳng hạn một cạnh của lưới tọa độ vuông góc) một số lần rồi lấy kết quả trung bình.

§4-6. XÁC ĐỊNH DIỆN TÍCH THEO BẢN ĐỒ

I. Phương pháp hình học

1. Khi diện tích hình cần xác định là một đa giác: ta chia hình ra làm nhiều tam giác. Đo các yếu tố cần thiết để tính diện tích của từng hình tam giác. Sau đó cộng cả lại.

2. Khi chu vi hình cần xác định diện tích có dạng cong bất kỳ, có thể dùng "phương pháp đếm ô vuông". Lấy tờ giấy bóng có kẻ ô vuông mỗi cạnh từ 2 đến 4 mm phủ lên hình cần đo. Đếm số ô vuông nguyên ở giữa. Ước lượng tính các ô dở ở mép hình dồn lại cho thành đủ ô nguyên. Từ tổng số ô vuông sẽ biết được diện tích hình cần đo.

3. Có thể dùng tờ giấy bóng kẻ những băng rộng như nhau ($2 \div 4$ mm) phủ lên hình cần đo. Diện tích của hình sẽ bằng tổng diện tích của các băng chữ nhật có chiều rộng là chiều rộng của

bằng, còn chiều dài đo trực tiếp theo các đường đứt đoạn ở giữa các băng bị giới hạn bởi chu vi hình.

Xác định diện tích bằng phương pháp hình học nhìn chung là nhanh, đơn giản, nhưng độ chính xác đạt được thấp ($2 \div 5\%$).

II. Phương pháp giải tích

Khi hình là một đa giác có tọa độ các đỉnh đã biết ta tính diện tích theo công thức:

$$F = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1}) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n y_i (x_{i-1} - x_{i+1}), \quad (4-5)$$

trong đó: $i = 1, 2, \dots, n$ ký hiệu đỉnh theo chiều quay của kim đồng hồ.

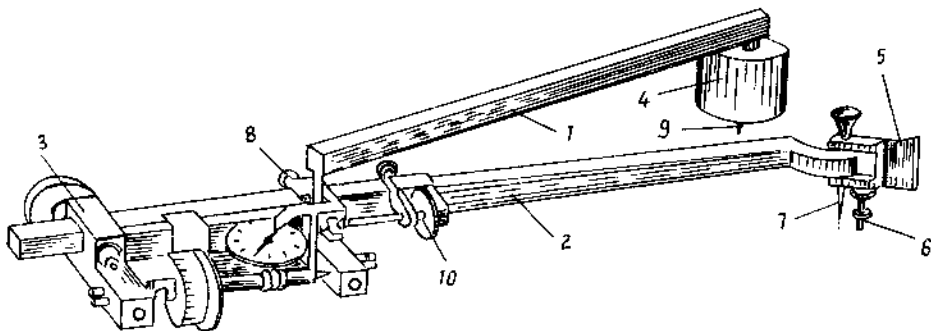
Độ chính xác đạt được cao hơn phương pháp hình học (có khi đạt 0,1% với đỉnh là đường chuyển kinh vĩ).

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

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

Nó có ưu điểm là nhanh, đơn giản, thoả mãn độ chính xác trong xây dựng đòi hỏi (0,5%).

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 đọc số (hình 4.5).



Hình 4.5

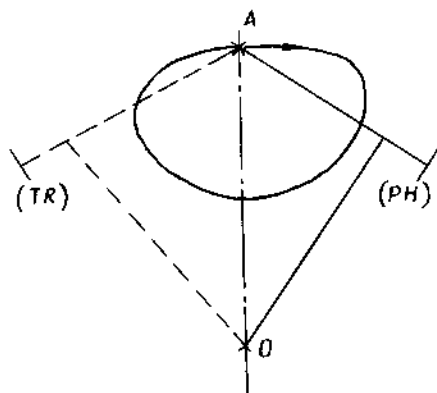
Trước khi đo, máy phải được kiểm nghiệm hai điều kiện:

- Bánh xe quay ở bộ phận đọc số phải quay thật tròn tru, ổn định.

- Mặt phẳng của bánh xe quay phải vuông góc với trục của cánh tay đòn quay.

1. Cách đo

Giả sử đặt kim cực ở ngoài hình cần đo (hình 4.6).



Hình 4.6

a- Nửa vòng đo phải PH (bộ phận đọc số ở bên phải đường OA).

Đặt kim quay lên một điểm A bất kỳ trên chu vi hình cần đo.

Đọc số ban đầu u_1 . Di chuyển kim quay trên chu vi theo chiều kim đồng hồ cho đến khi trở lại điểm A. Đọc số cuối u_2 . Diện tích hình cần đo được tính theo công thức

$$F = C(u_2 - u_1), \quad (4-6)$$

trong đó:

C - giá trị mỗi khoảng chia của máy đo diện tích, sẽ được xác định bằng thực nghiệm.

b- Nửa vòng đo trái (đảo bộ phận đọc số sang bên trái đường nối giữa kim cực với kim quay OA).

Làm tương tự trên. Tính kết quả trung bình giữa hai nửa vòng đo.

2. Cách xác định hệ số C

Dùng máy đo một hình đã biết trước diện tích (chẳng hạn một ô vuông của lưới tọa độ vuông góc) như trên, sẽ tính được

$$C' = \frac{F_0}{u_2 - u_1} \quad (4-7)$$

Hệ số C' ứng với bán kính đòn quay lúc đo R'. Hệ số C' là một số bất kỳ. Khi đó việc tính diện tích theo công thức (4-7) sẽ phức tạp. Vì thế ta sẽ thay đổi R' thành R để sao cho có được C là một hệ số thuận tiện cho việc tính toán như 0,1; 0,01,...:

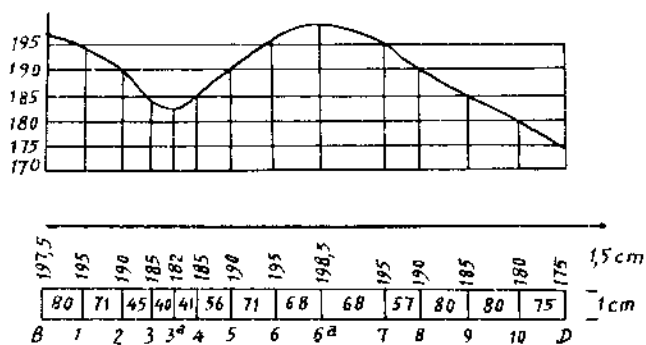
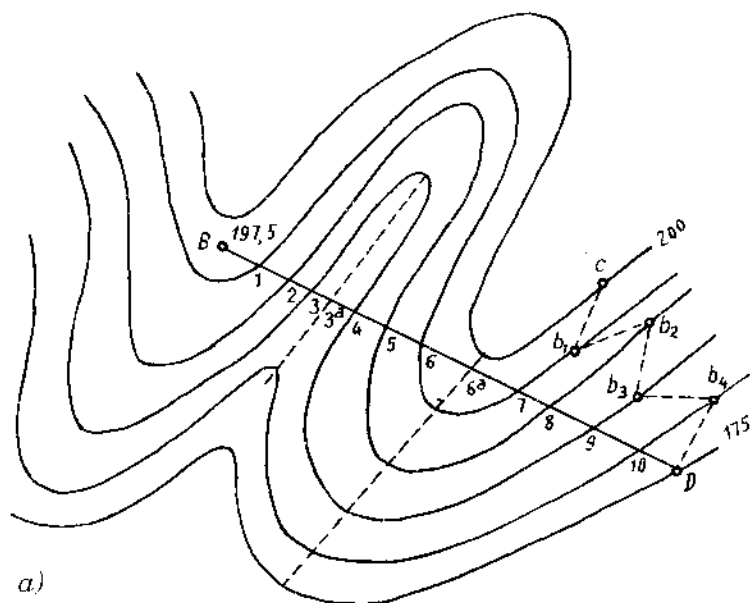
$$R = C \cdot \frac{R'}{C} \quad (4-8)$$

Chú ý: Khi thao tác, mặt bàn đặt bản đồ phải phẳng. Khi đo diện tích R phải không đổi và phải tương ứng với C nhất định. Bố trí đặt máy đo sao cho góc ở khớp nối khi đo từ 30° đến 150°.

Nhận xét: Nếu hình cần đo lớn ta có thể chia ra thành nhiều hình nhỏ để đo mà vẫn đảm bảo kim cực đặt ở ngoài hình cần đo được.

§4-7. LẬP MẶT CẮT THỰC ĐỊA NHỜ BẢN ĐỒ

Giả sử cần lập mặt cắt địa hình theo một đường cho trước BD ở trên bản đồ (hình 4.7). Đặt tờ giấy bóng kẻ ly lên đường BD. Đánh dấu tất cả các điểm giao nhau giữa đường BD với các đường đồng mức, đồng thời ghi độ cao của chúng vào bên cạnh. Chuyển những điểm giao nhau này từ tờ giấy bóng lên tờ giấy vẽ. Từ những điểm đánh dấu dựng các đường vuông góc với BD, trên đó đặt độ cao của các đường đồng mức tương ứng theo tỷ lệ đứng của mặt cắt. Nối đầu mút của các đoạn vuông góc này lại bằng một đường cong trơn ta sẽ được mặt cắt địa hình theo BD.



Hình 4.7

HƯỚNG DẪN HỌC TẬP CHƯƠNG 4

- 4-1. Cách sử dụng bản đồ để xác định toạ độ địa lý của điểm A?
- 4-2. Cách sử dụng bản đồ để xác định toạ độ vuông góc của điểm B?
- 4-3. Cách sử dụng bản đồ để xác định độ cao của điểm C?
- 4-4. Cách sử dụng bản đồ để xác định độ dốc mặt đất giữa hai điểm E và F?
- 4-5. Cách sử dụng bản đồ để xác định chiều dài của một đoạn thẳng, chiều dài của một đoạn cong?
- 4-6. Cách sử dụng bản đồ để xác định mặt cắt địa hình MN?
- 4-7. Cách sử dụng bản đồ để xác định diện tích của một vùng?
- 4-8. Cho biết toạ độ các đỉnh của một đa giác như sau:

Đỉnh	x(m)	y(m)
1	-263,1	-74,0
2	-98,6	-101,2
3	+47,6	-227,1
4	+138,5	+108,0
5	-92,1	+169,2

Xác định diện tích vùng này?

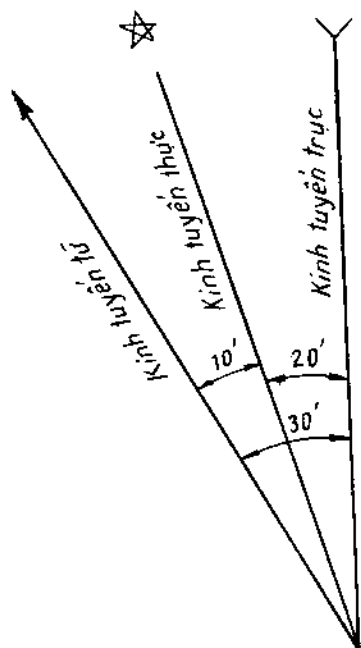
- 4-9. a/ Dùng máy đo diện tích để đo một ô vuông trên bản đồ tương ứng 100 ha ngoài thực địa được $u_2 - u_1 = 1030$ khoảng chia máy đo diện tích. Giá trị của mỗi khoảng chia máy đo diện tích ấy là bao nhiêu (C'), biết rằng chiều dài cánh tay đòn quay lúc này là $R' = 185,5 \text{ mm}$?

b/ Dùng máy đo diện tích trên (C', R') để đo một vùng ngập nước được $u_2 - u_1 = 2046$ khoảng chia. Tính diện tích vùng ngập nước ấy?

c/ Muốn có giá trị của mỗi khoảng chia máy đo diện tích là $C = 0,1$. Chiều dài cánh tay đòn quay R tương ứng của máy đo diện tích phải là bao nhiêu?

4-10. Trên một tờ bản đồ có hình vẽ như hình 4.8. Đoạn thẳng MN thuộc địa phận tờ bản đồ ấy có góc phương vị từ là $A_1 = 60^\circ 40'$. Xác định:

1. Góc phương vị thực của đoạn MN?
2. Góc định hướng của đoạn MN?



Hình 4.8

CHƯƠNG 5

TÍNH TOÁN TRẮC ĐỊA

§5-1. CÁC LOẠI SAI SỐ ĐO ĐẠC

Đo đạc một đại lượng nào đó là đem nó so với một đại lượng cùng loại đã được coi làm đơn vị đo.

Khi đo đạc nhiều lần một đại lượng nào đó, dù cẩn thận đến mấy vẫn thấy kết quả giữa các lần đo được hầu như đều khác nhau. Điều đó chứng tỏ rằng trong kết quả đo được luôn luôn có sai số.

Sai số (Δ) là hiệu số giữa giá trị đo được (x) với giá trị thật (X) của đại lượng cần đo:

$$\Delta = x - X \quad (5-1)$$

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

Theo quy luật xuất hiện của sai số ta chia ra làm các loại: sai lầm, sai số hệ thống, sai số ngẫu nhiên.

I. Sai lầm

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

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

Nguyên nhân chủ yếu gây ra sai lầm là do người làm công tác đo đạc thiếu cẩn thận (do sai, ghi sai, tính sai).

Sai lầm phải tìm ra được để loại trừ khỏi kết quả đo bằng cách lập lại để kiểm tra,...

II. Sai số hệ thống

Giả sử dùng thước 20 m để đo một đoạn thẳng nào đó, nhưng chiều dài thật của thước lúc đo lại là 20,001 m. Như vậy trong kết quả mỗi lần đặt thước có chứa sai số 1mm, sai số này được gọi là sai số hệ thống.

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

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

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

III. Sai số ngẫu nhiên

Giả sử thước có vạch chia nhỏ nhất đến mm thì sai số đọc thước ở phần ước lượng nhỏ hơn mm 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 đặc không rõ ràng, khi thì xuất hiện thế này, khi thì xuất hiện thế kia, ta không thể biết trước trị số và dấu của nó.

Tuy vậy sai số ngẫu nhiên vẫn có những tính chất sau đây:

1. Trong các điều kiện đo đặc cụ thể, trị số tuyệt đối của sai số ngẫu nhiên không thể vượt quá một giới hạn nhất định (đặc tính giới hạn).

2. Sai số ngẫu nhiên có trị số tuyệt đối càng nhỏ thì có khả năng xuất hiện càng nhiều (đặc tính tập trung).

3. Sai số ngẫu nhiên dương và âm với trị số tuyệt đối bé có số lần xuất hiện gần bằng nhau (đặc tính đối xứng).

4. Khi số lần đo tiến tới vô cùng thì số trung bình cộng của các sai số đo đặc ngẫu nhiên của cùng một đại lượng sẽ tiến tới 0 (đặc tính bù trừ)

Nguyên nhân gây ra sai số ngẫu nhiên là do các điều kiện đo đạc luôn luôn biến đổi. Muốn hạn chế sai số ngẫu nhiên ta tiến hành đo đạc nhiều lần trong những điều kiện khác nhau nhất định rồi lấy kết quả trung bình của chúng.

§5-2. CÁC TIÊU CHUẨN ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC ĐO ĐẠC

Trong các kết quả đo đạc luôn luôn có chứa sai số, sai số được tính như thế nào? Nói cách khác, dựa vào tiêu chuẩn nào để đánh giá độ chính xác của từng đại lượng đo được?

I. Sai số trung bình θ

Sai số trung bình θ được tính theo công thức:

$$\theta = \frac{\sum_{i=1}^n |\Delta_i|}{n} = \frac{[|\Delta|]}{n}, \quad (5-2)$$

trong đó:

Δ_i - sai số thật;

$i = 1, 2, 3, \dots, n$ (n - số sai số).

Dấu móc vuông $[]$ ký hiệu tính tổng số.

Ví dụ 5-1: Hai tổ A và B cùng đo một đoạn thẳng được các kết quả có chứa những sai số thật như sau:

- Dãy sai số thật của tổ A là:

$$+5, -6, -8, +9, -10, +12, +13$$

- Dãy sai số thật của tổ B là:

$$-3, +4, +5, -8, +10, -15, -18$$

Muốn biết kết quả đo của tổ nào chính xác hơn ta phải tính sai số trung bình θ theo công thức (5-2).

$$\theta_A = \frac{5 + 6 + 8 + 9 + 10 + 12 + 13}{7} = \frac{63}{7} = 9 ;$$

$$\theta_B = \frac{3 + 4 + 5 + 6 + 10 + 15 + 18}{7} = \frac{63}{7} = 9 ,$$

nghĩa là $\theta_A = \theta_B = 9$, do đó ta kết luận: Tổ A, tổ B đo chính xác như nhau.

II. Sai số trung phương m

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, còn chưa phản ánh được mức độ dao động của các sai số. Để thấy rõ đặc điểm dao động của sai số phải dùng sai số trung phương m theo định nghĩa sau đây:

$$m = \pm \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}} = \pm \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}} . \quad (5-3)$$

Như thế, với ví dụ 5-1 ta có:

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

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

Nhờ vậy ta kết luận được kết quả đo của tổ A chính xác hơn của tổ B.

Nhận xét: Muốn tính được sai số trung phương theo công thức (5-3) thì phải tính được các sai số thật $\Delta_i = x_i - X$, nghĩa là phải biết được giá trị thật X của đại lượng cần đo. Trong thực tế có nhiều trường hợp không thể biết được X. Vì thế nhà trắc địa Betsen đã tìm ra công thức sau đây để tính sai số trung phương:

$$m = \pm \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}}, \quad (5-4)$$

trong đó:

$v_i = x_i - \bar{x}$ - sai số xác suất nhất;

x_i - các kết quả đo được ($i = 1, 3, \dots, n$);

$\bar{x} = \frac{[x]}{n}$ - số trung bình của các kết quả đo;

n - số lần đo.

Như vậy muốn giảm sai số thì phải tăng số lần đo!

Ví dụ 5-2. Đo một góc 5 lần được kết quả như trong bảng 5-1. Tính sai số trung phương đo góc?

Bảng 5-1

Nº lần đo	Kết quả đo được		
1	65°	14'	30"
2	65°	14'	15"
3	65°	14'	45"
4	65°	14'	00"
5	65°	14'	15"

- Tính số trung bình cộng:

$$\bar{\beta} = \bar{x} = \frac{[\beta]}{n} = 65^\circ 14' 21''.$$

- Tính các sai số xác suất nhất:

$$v_i = \beta_i - \bar{\beta}.$$

Kết quả ghi trong bảng 5-2

Bảng 5-2

N°	β_i	$\bar{\beta}$	v_i	v_i^2
1	65°14'30"	65°14'21"	+9"	81"
2	65°14'15"	65°14'21"	-6"	36"
3	65°14'45"	65°14'21"	+24"	576"
4	65°14'00"	65°14'21"	-21"	441"
5	65°14'15"	65°14'21"	-6"	36"
				1170"

- Sai số trung phương đo góc theo công thức (5-4)

$$m_{\beta} = \pm \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{1170}{5-1}} = \pm 17''.$$

III. Sai số tuyệt đối. Sai số tương đối 1/T

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

Ví dụ 5-3: Tổ A đo đoạn thẳng dài 100 m với sai số 1 cm, tổ B đo đoạn thẳng dài 10 m cũng với sai số 1 cm. Hỏi tổ nào đo chính xác hơn.

Trong trường hợp này nếu chỉ dùng các tiêu chuẩn của sai số tuyệt đối thì ta bảo cả hai tổ A và B đo chính xác như nhau, vì sai số của cả hai tổ đều là 1cm. Nhận thấy rằng trong các sai số tuyệt đối 1 cm này chưa phản ánh được độ lớn của đại lượng đo, đó cũng là một yếu tố có liên quan đến các sai số. Muốn vậy phải dùng tiêu chuẩn sai số tương đối 1/T.

Sai số tương đối 1/T là tỷ số giữa sai số tuyệt đối và giá trị của đại lượng cần đo. Nó được viết dưới dạng một phân số, có tử số là đơn vị, còn mẫu số thường là một số nguyên.

Như vậy với ví dụ 5-3 ta có:

$$\frac{1}{T_A} = \frac{1 \text{ cm}}{100 \text{ m}} = \frac{1 \text{ cm}}{10000 \text{ cm}} = \frac{1}{10000};$$

$$\frac{1}{T_B} = \frac{1 \text{ cm}}{10 \text{ m}} = \frac{1 \text{ cm}}{1000 \text{ cm}} = \frac{1}{1000}.$$

Do đó kết luận tổ A đo chính xác hơn tổ B.

Chú ý: không viết sai số tương đối dưới dạng số thập phân!

§5-3. SAI SỐ TRUNG PHƯƠNG CỦA MỘT HÀM SỐ CÁC KẾT QUẢ ĐO

Giả sử trong tam giác ABC đo hai góc được B và C với các sai số tương ứng là m_B và m_C . Ta tính $A = 180^\circ - (B+C)$, nghĩa là A là một hàm số của B và C, mà B và C đã có sai số thì ắt A cũng phải có sai số. Vậy m_A của nó bằng bao nhiêu? Một cách tổng quát hơn: khi một đại lượng nào đó là hàm số của các đại lượng đo đặc độc lập khác thì độ chính xác của đại lượng ấy được tính như thế nào?

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

$$m_F = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)^2 \cdot m_x^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)^2 \cdot m_y^2 + \dots + \left(\frac{\partial F}{\partial v}\right)^2 \cdot m_v^2}, \quad (5-5)$$

trong đó:

$\frac{\partial F}{\partial x}, \frac{\partial F}{\partial y}, \dots, \frac{\partial F}{\partial v}$ - các đạo hàm riêng phần của hàm số F theo

từng biến số $x, y, \dots, v$ tương ứng.

Ví dụ 5-4. Trong tam giác ABC đo hai góc được: $B = 50^{\circ}00'00''$ với $m_B = \pm 3''$ và $C = 60^{\circ}00'00''$ với $m_C = \pm 4''$. Tính A và m_A ?

Tính được $A = 180^{\circ} - (B+C) = 70^{\circ}00'00''$

Sai số trung phương của góc A tính theo công thức (5-5)

$$m_A = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial A}{\partial B}\right)^2 \cdot m_B^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial C}\right)^2 \cdot m_C^2}$$

Ta có:

$$\frac{\partial A}{\partial B} = -1,$$

$$\frac{\partial A}{\partial C} = -1,$$

$$m_A = \pm \sqrt{(-1)^2 \cdot (\pm 3)^2 + (-1)^2 \cdot (\pm 4)^2} = \pm 5''.$$

§5-4. SỐ TRUNG BÌNH CỘNG VÀ SAI SỐ TRUNG PHƯƠNG M CỦA NÓ

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

Gọi $\bar{x}$ là trung bình cộng của trị số đo:

$$\bar{x} = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{n} \quad (5-6)$$

Vì $\bar{x}$ là hàm số của các đại lượng đo l_i , nên theo công thức (5-5) tính được sai số trung phương của hàm $\bar{x}$ là $m_{\bar{x}}$:

$$m_x = M \pm \sqrt{\left(\frac{1}{n}\right)^2 \cdot m_1^2 + \left(\frac{1}{n}\right)^2 \cdot m_2^2 + \dots + \left(\frac{1}{n}\right)^2 \cdot m_n^2} = \\ = \pm \frac{1}{n} \sqrt{(m_1^2 + m_2^2 + \dots + m_n^2)} .$$

Giả sử coi $m_1 = m_2 = \dots = m_n = m$ thì sẽ tính được sai số trung phương của số trung bình cộng là m_x :

$$m_x = M = \pm \frac{1}{n} \sqrt{n \cdot m^2} = \pm \frac{m}{\sqrt{n}} . \quad (5-7)$$

Từ công thức (5-7) rút ra nhận xét: số trung bình cộng có sai số bé hơn $\sqrt{n}$ lần so với sai số của từng kết quả đo. Do đó ta sẽ lấy số trung bình cộng làm chiều dài của đoạn AB. (Số trung bình cộng là số tin cậy nhất)

$$AB = \bar{x} \pm M .$$

Ví dụ 5-5.

Cho biết số liệu đo đặc nhiều lần đoạn thẳng AB như sau:

1/ 100,10m 2/ 100,16m 3/ 100,06m 4/ 100,04m 5/ 100,14m

Hãy tính:

- 1/ Giá trị trung bình của đoạn thẳng ($\bar{d}$)?
- 2/ Sai số trung phương của các kết quả đo đặc (m)?
- 3/ Sai số trung phương của đoạn thẳng trung bình (M)?
- 4/ Sai số trung phương tương đối của đoạn thẳng trung bình ($\frac{1}{T}$)?

Lời giải

Lập bảng tính toán (bảng 5-3)

Bảng 5-3

STT	Số liệu đo: d(m)	Đoạn thẳng trung bình d(m)	Sai số gần đúng nhất v(m)	v ² (m ²)	Ghi chú
1	100,10		0	0	
2	100,16		+6.10 ⁻²	36.10 ⁻⁴	1/ $\bar{d} = \frac{[d]}{n}$?
3	100,06	100,10	-4.10 ⁻²	16.10 ⁻⁴	2/ $m = \pm \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}}$?
4	100,04		-6.10 ⁻²	36.10 ⁻⁴	3/ $M = \pm \frac{m}{\sqrt{n}}$?
5	100,14		+4.10 ⁻²	36.10 ⁻⁴	4/ $\frac{1}{T} = \frac{M}{d}$?
n=5	[d]=? 500,50		[v] = 0? (kiểm tra)	[v ²] =? 104.10 ⁻⁴	

1/ Giá trị trung bình của đoạn thẳng ($\bar{d}$):

$$\begin{aligned}\bar{d} &= \frac{[d]}{n} \\ &= \frac{500,50 \text{ m}}{5} \\ \bar{d} &= 100,10 \text{ m}.\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}m &= \pm \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{104 \cdot 10^{-4}}{5-1}} = \pm 5,099 \cdot 10^{-2} \text{ m} . \\ m &\approx 0,051 \text{ m} .\end{aligned}$$

3/ Sai số trung phương của đoạn thẳng trung bình (M).

$$\begin{aligned}
M &= \pm \frac{m}{\sqrt{n}} \\
&= \pm \frac{5,099 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{\sqrt{5}} \\
&= \pm 2,28 \cdot 10^{-2} \text{ m} . \\
M &\approx \pm 0,023 \text{ m} .
\end{aligned}$$

4/ Sai số trung phương tương đối của đoạn thẳng trung bình ($\frac{1}{T}$)

$$\begin{aligned}
\frac{1}{T} &= \frac{M}{d} \\
&= \frac{2,28 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{100,10 \text{ m}} \\
\frac{1}{T} &\approx \frac{1}{4390} .
\end{aligned}$$

§5-5. THIẾT KẾ CÔNG TÁC ĐO ĐẠC

Khi thiết kế công tác đo đạc thường gặp bài toán trắc địa bất định như sau:

Cho trước một đại lượng F nào đó là hàm số của n đại lượng đo đạc độc lập khác: $x, y, \dots, v$ có dạng:

$$F = f(x, y, \dots, v) \quad (5-12)$$

thì sai số trung phương tương ứng của hàm m_F sẽ là:

$$m_F^2 = \left(\frac{\partial F}{\partial x} \right)^2 \cdot m_x^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial y} \right)^2 \cdot m_y^2 + \dots + \left(\frac{\partial F}{\partial v} \right)^2 \cdot m_v^2 , \quad (5-13)$$

trong đó:

$\frac{\partial F}{\partial x}, \frac{\partial F}{\partial y}, \dots, \frac{\partial F}{\partial v}$ - các đạo hàm riêng phần của hàm số theo

từng biến số;

$m_x, m_y, \dots, m_v$ - các sai số trung phương tương ứng của từng biến số.

Giả sử biết trước sai số trung phương của hàm m_F . Tính các sai số trung phương của từng biến số $m_x, m_y, \dots, m_v$?

Trong bài toán trên chỉ có một phương trình (5-13), nhưng lại cần tìm n ẩn số $m_x, m_y, \dots, m_v$ (với $n > 1$). Do đó bài toán là bất định. Muốn giải được bài toán trên ta phải đặt thêm các điều kiện phụ, thực chất là phải tìm thêm được $(n - 1)$ phương trình nữa. Nếu điều kiện phụ càng gần thực tiễn thì lời giải tìm được sẽ càng tốt (về kinh tế, kỹ thuật). Điều kiện phụ đặt ra có thể là "Cân bằng ảnh hưởng sai số", "Bỏ qua ảnh hưởng sai số", "Tối ưu kinh tế"...

Bài toán trắc địa bất định nói trên được giải theo "phương pháp cân bằng ảnh hưởng sai số", như sau:

Coi rằng:

$$\left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)^2 \cdot m_x^2 = \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)^2 \cdot m_y^2 = \dots = \left(\frac{\partial F}{\partial v}\right)^2 \cdot m_v^2. \quad (5-14)$$

Như thế là ta đã có thêm $(n - 1)$ phương trình dạng (5-14) nữa, kết hợp với phương trình (5-13) là ta đã có n phương trình với n ẩn số. Bởi vậy sẽ tính được.

$$\left. \begin{aligned} m_x^2 &= \frac{1}{n} \cdot \frac{m_F^2}{\left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)^2}; \\ m_y^2 &= \frac{1}{n} \cdot \frac{m_F^2}{\left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)^2}; \\ \dots\dots\dots \\ m_v^2 &= \frac{1}{n} \cdot \frac{m_F^2}{\left(\frac{\partial F}{\partial v}\right)^2} \end{aligned} \right\} \quad (5-15)$$

hay là:

$$\left. \begin{aligned} m_x &= \pm \frac{1}{\sqrt{n}} \cdot \frac{m_F}{\frac{\partial F}{\partial x}}; \\ m_y &= \pm \frac{1}{\sqrt{n}} \cdot \frac{m_F}{\frac{\partial F}{\partial y}}; \\ \dots\dots\dots \\ m_v &= \pm \frac{1}{\sqrt{n}} \cdot \frac{m_F}{\frac{\partial F}{\partial v}}; \end{aligned} \right\} \quad (5-16)$$

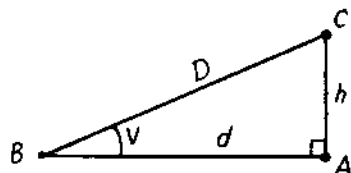
Ví dụ 5-6

Trong tam giác vuông ABC, vuông góc tại A (hình 5.1) người ta đo cạnh huyền được:

$D = BC = 100,00\text{m}$ với sai số trung phương tương ứng là m_D , còn góc nhọn $V = \widehat{ABC} = 5^\circ 00' 00''$ với sai số trung phương tương ứng là m_V .

1/ Hãy tính cạnh góc vuông
 $h = AC$?

2/ Hãy viết công thức tính sai số trung phương xác định cạnh góc vuông trên m_h ?



Hình 5.1

3/ Nếu muốn cạnh góc vuông $h = AC$ được xác định với độ chính xác $m_h = 0,01m$ thì cần đo cạnh huyền $D = BC$ và góc nhọn $V = \widehat{ABC}$ với những độ chính xác tương ứng m_D, m_v là bao nhiêu?

Lời giải

1/ Giá trị cạnh góc vuông $h = AC$ là:

$$\begin{aligned} h &= D \cdot \sin V \\ &= 100,00m \times 0,087.152 \\ &= 8,715m \end{aligned} \quad (5-17)$$

2/ Công thức tính sai số trung phương xác định cạnh góc vuông $h = BC$ là m_h :

$$m_h^2 = \left(\frac{\partial h}{\partial D} \right)^2 \cdot m_D^2 + \left(\frac{\partial h}{\partial V} \right)^2 \cdot m_v^2, \quad (5-18)$$

$$m_h^2 = (\sin^2 V) \cdot m_D^2 + (D \cos V)^2 \cdot m_v^2. \quad (5-19)$$

Muốn có $m_h = 0,01m$ thì tương ứng m_D, m_v thỏa mãn điều kiện "cân bằng ảnh hưởng" là:

$$(\sin^2 V) \cdot m_D^2 = (D \cos V)^2 \cdot m_v^2. \quad (5-20)$$

Từ (5-19) và (5-20) rút ra được:

$$\begin{aligned}
m_D^2 &= \frac{m_h^2}{2 \cdot \sin^2 V} \\
&= \frac{(0,01 \text{ m})^2}{2 \cdot (\sin 5^\circ 00' 00'')^2} \\
&= \frac{(0,01 \text{ m})^2}{2 \cdot (0,087152)^2} \\
m_D &= 0,081 \text{ m}.
\end{aligned}
\tag{5-21}$$

Cũng từ (5-19) và (5-20) rút ra được:

$$\begin{aligned}
m_v^2 &= \frac{m_h^2}{2(D \cos V)^2} \\
&= \frac{(0,01 \text{ m})^2}{2 \cdot (100,00 \text{ m} \times \cos 5^\circ 00' 00'')^2} \\
&= \frac{(0,01 \text{ m})^2}{2(100,00 \text{ m} \times 0,996195)^2} \\
m_v &= \frac{1}{1,408832 \times 10^4} \quad (\text{Radian}) \\
m_v &= \frac{206265''}{1,408832 \times 10^4} \\
m_v &= 14,6'' \\
m_v &\approx 15''.
\end{aligned}
\tag{5-22}$$

§5-6. TÍNH TOÁN TRẮC ĐỊA

I. Tổ chức tính toán

Thông thường từ nhiều kết quả đo đạc ta sẽ tính ra được đại lượng cần thiết.

Tuỳ theo độ chính xác yêu cầu và khối lượng tính toán ta có thể sử dụng các phương tiện tính toán như: thước tính, bảng tra, máy tính, máy tính điện tử...

Thường thì khối lượng tính toán trong trắc địa rất nhiều, kết quả tính ở bước trước lại có ảnh hưởng liên quan đến kết quả ở bước sau và đến kết quả cuối cùng. Do đó trong tính toán trắc địa phải luôn luôn kiểm tra, có kiểm tra bước trước này rồi mới chuyển sang tính bước khác. Nói chung thường tổ chức hai người cùng tính một bài toán (có thể theo cùng một phương pháp hay theo hai phương pháp tính khác nhau). Quá trình tính toán thường được trình bày thành bảng.

II. Về độ chính xác tính toán

Nếu trong tính toán lấy ít chữ số có nghĩa quá thì kết quả sẽ không đạt độ chính xác cần thiết. Ngược lại, nếu lấy nhiều chữ số có nghĩa quá thì sẽ tốn thời gian, đòi hỏi phương tiện tính toán công kênh, việc tính toán phức tạp, tuy độ chính xác đạt được cao hơn nhưng sẽ rất tốn kém. Vậy tính toán với bao nhiêu chữ số có nghĩa là vừa phải, sẽ đạt được hiệu quả, "kinh tế, kỹ thuật" cao nhất?

Trước hết số chữ số có nghĩa được giữ lại trong tính toán cần phải nhiều hơn một chữ số so với độ chính xác của các số liệu gốc.

Mặt khác, muốn giải đúng các bài toán cần phải xuất phát từ độ chính xác đo đạc được. Việc đo đạc ngoài trời là một giai đoạn khó khăn vất vả nhất của công tác trắc địa. Do đó độ chính xác thu nhận được từ công tác đo đạc cần phải được bảo toàn trong tính toán. Bởi vậy, nói chung việc tính toán luôn được tiến hành nhiều hơn một chữ số so với số liệu đo đạc được ở ngoài trời.

HƯỚNG DẪN HỌC TẬP CHƯƠNG 5

5-1. Sai số đo đạc là gì? Những yếu tố nào có liên quan đến sai số đo đạc? Phân loại sai số đo đạc theo bản chất?

5-2. Định nghĩa sai lầm? Ví dụ? Đặc điểm của sai lầm?

Nguyên nhân gây ra sai lầm? Biện pháp để loại trừ sai lầm ra khỏi kết quả đo đạc?

5-3. Định nghĩa sai số hệ thống? Ví dụ? Đặc điểm của sai số hệ thống? Nguyên nhân gây ra sai số hệ thống? Những biện pháp để loại trừ hoặc hạn chế sai số hệ thống?

5-4. Định nghĩa sai số ngẫu nhiên? Ví dụ? Các đặc tính của sai số ngẫu nhiên? Nguyên nhân gây ra sai số ngẫu nhiên? Biện pháp hạn chế sai số ngẫu nhiên?

5-5. Viết công thức tính toán và phân tích ý nghĩa, ưu, nhược điểm của từng loại tiêu chuẩn đánh giá độ chính xác đo đạc sau đây:

a) Sai số trung bình $\bar{\theta}$.

b) Sai số trung phương m .

c) Sai số tuyệt đối.

d) Sai số tương đối $\frac{1}{T}$.

5-6. Viết công thức tính sai số trung phương của một hàm số các kết quả đo đạc độc lập? Giải thích các đại lượng?

5-7. Viết công thức tính số trung bình cộng và sai số trung phương của nó? Giải thích các đại lượng? Ý nghĩa của công thức?

5-8. Giải bài toán trắc địa bất định như thế nào?

5-9. Phải tính toán nhiều hơn mấy chữ số so với những số liệu cho trước (số liệu gốc, số liệu đo)?

5-10. Cho biết số liệu đo đạc nhiều lần đoạn thẳng như sau:

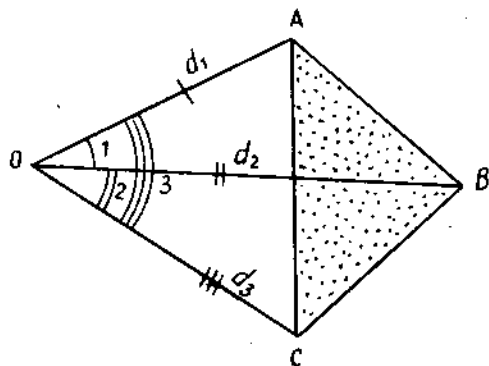
- a) 120,55m; b) 120,57m; c) 120,53m
 d) 120,50m; đ) 120,54m; e) 120,56m.

Tính:

1. Giá trị trung bình của đoạn thẳng ($\bar{d}$).
2. Sai số trung phương của các kết quả đo đạc (m)?
3. Sai số trung phương của số trung bình cộng (M)?
4. Sai số trung phương tương đối (1/T) của đoạn thẳng trung bình?

5-11. Dùng thước thép thường để đo diện tích lô đất hình chữ nhật được chiều dài $a = 100,00\text{m}$; chiều rộng $b = 40,00\text{m}$ với sai số tương đối đo dài 1/2 000. Tính diện tích của lô đất (F), sai số trung phương xác định diện tích lô đất ấy (m_F), sai số trung phương tương đối của nó (1/T)?

5-12. Để xác định diện tích tam giác ABC (hình 5.2), người ta đặt máy tại điểm O (nằm ngoài tam giác ABC) và đo được các yếu tố sau về tia cạnh và góc:



Hình 5.2

$$d_1 = OA = 76,00\text{m} \text{ với sai số } m_{d1} = \pm 0,02\text{m} .$$

$$d_2 = OB = 94,00\text{m} \text{ với sai số } m_{d2} = \pm 0,02\text{m} .$$

$d_3 = OC = 78,00\text{m}$ với sai số $m_{d3} = \pm 0,02\text{m}$.

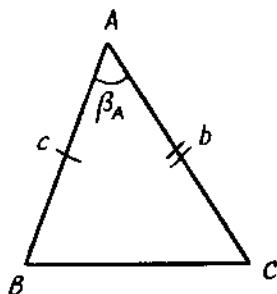
$\beta_1 = \widehat{AOB} = 26^\circ 00' 00''$ với sai số $m_{\beta_1} = \pm 10''$.

$\beta_2 = \widehat{BOC} = 29^\circ 00' 00''$ với sai số $m_{\beta_2} = \pm 10''$.

1/ Hãy tính góc $\beta_3 = \widehat{AOC}$ và sai số trung phương của nó m_{β_3} ?

2/ Hãy tính diện tích tam giác ABC và sai số trung phương của nó?

5-13. Trong tam giác ABC người ta đo được các yếu tố sau: (hình 5.3)



Hình 5.3

Góc $\beta_A = \widehat{BAC} = 61^\circ 30' 00''$ với sai số trung phương m_{β_A} ; cạnh $b = AC = 12,34\text{m}$ với sai số trung phương m_b ; cạnh $c = AB = 11,23\text{m}$ với sai số trung phương m_c .

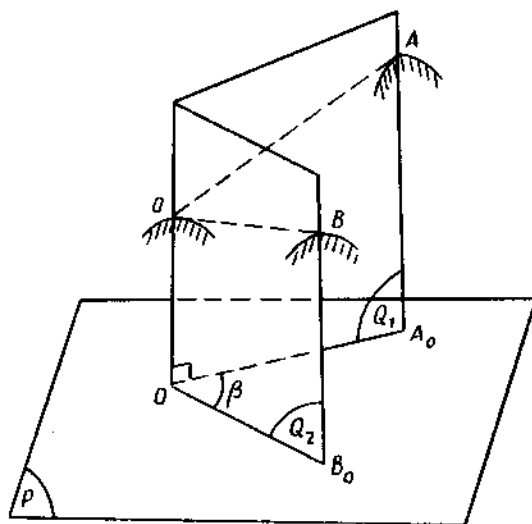
1/ Hãy tính diện tích tam giác ABC?

2/ Nếu muốn tính được diện tích tam giác ABC với độ chính xác $m_s = \pm 01\text{m}^2$ thì cần phải đo góc và cạnh với độ chính xác tương ứng là bao nhiêu?

ĐO GÓC

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

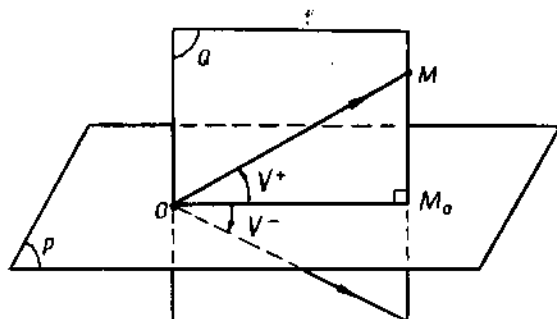
Góc bằng β của hai hướng ngầm OA, OB trong không gian là góc phẳng của nhị diện tạo bởi hai mặt phẳng thẳng đứng chứa hai hướng ngầm ấy. Nó có giá trị từ 0° đến 360° (hình 6.1)



Hình 6.1

Chú ý: Đo góc bằng của hai hướng ngắm không có nghĩa là đo góc kẹp giữa hai hướng ngắm ấy, mà là đo hình chiếu vuông góc của góc kẹp đó trên mặt phẳng P nằm ngang.

Góc đứng V của hướng ngắm OM là góc tạo bởi giữa đường thẳng OM với mặt phẳng nằm ngang P (hình 6.2).



Hình 6.2

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

Chú ý: Đo góc đứng của hướng ngắm OM có nghĩa là đo góc tạo bởi tia OM với hình chiếu vuông góc của nó là OM_0 trên mặt phẳng P nằm ngang.

Người ta phân loại đo góc theo độ chính xác như sau:

1. Đo góc chính xác cao: nếu sai số trung phương đo góc đạt từ $0,5''$ đến $3,0''$;
2. Đo góc chính xác vừa: nếu $m_\beta = 3,0'' \div 10,0''$;
3. Đo góc chính xác thấp: nếu $m_\beta = 10,0'' \div 60,0''$.

Đơn vị đo góc có ba hệ thống: độ, grat, radian.

- Mỗi góc đầy (vòng tròn) có 360 độ, mỗi độ có 60 phút, mỗi phút có 60 giây;
- Mỗi góc đầy (vòng tròn) có 400 grat.
- Mỗi góc đầy (vòng tròn) có 2π radian ($1 \text{ radian} = 206\,265 \text{ giây}$).

§6-2. MÁY KINH VĨ

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

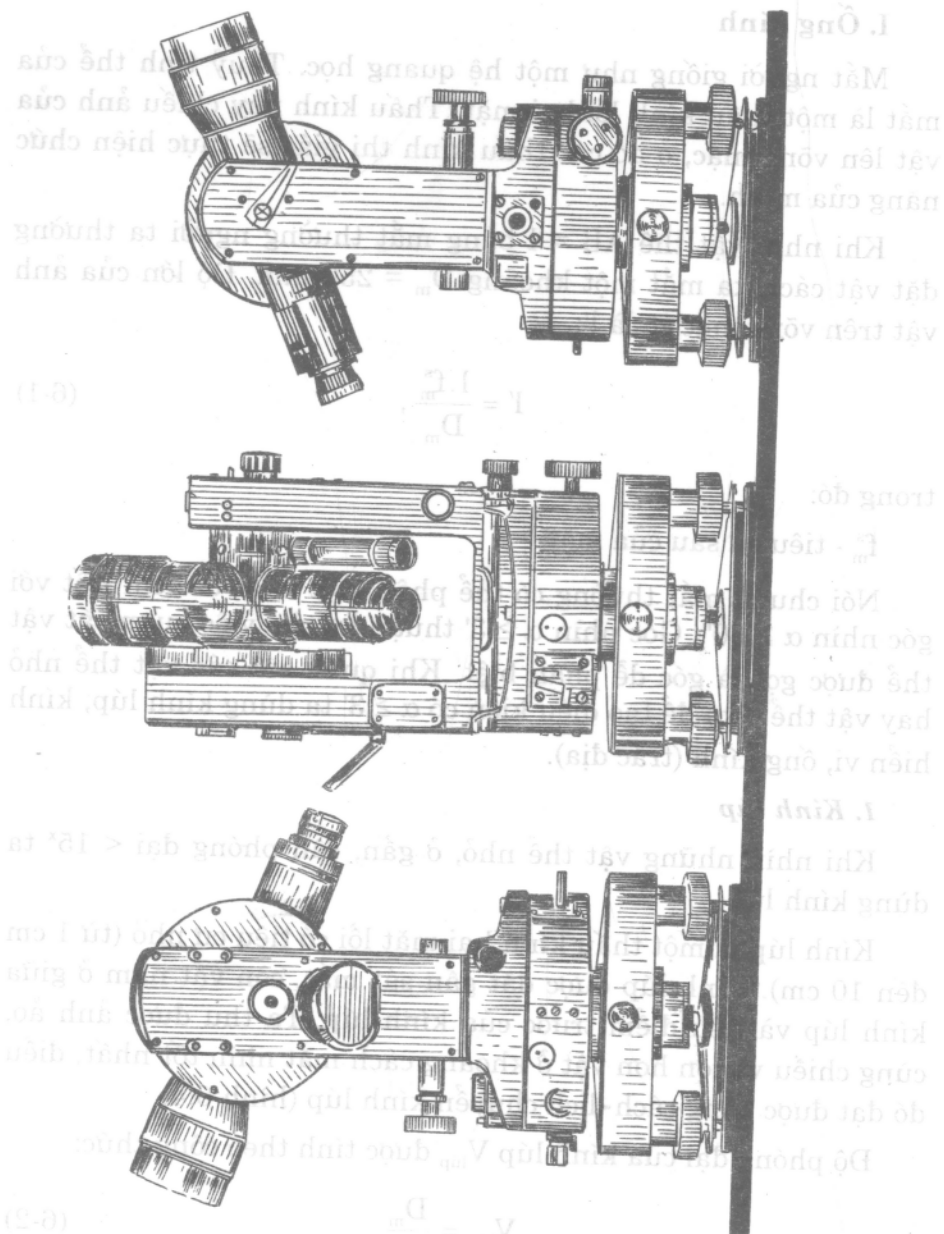
Máy kinh vĩ là loại máy cơ khí, quang học chính xác cao, đắt tiền, nên cần được bảo quản và sử dụng rất cẩn thận, đúng quy trình kỹ thuật. Khi vận chuyển phải khoắc máy trên lưng hay ôm máy trong lòng. Không được thô bạo cưỡng bức máy chuyển động!

Theo cấu tạo, máy kinh vĩ được chia ra làm ba loại: máy kinh vĩ kim loại, máy kinh vĩ quang học, máy kinh vĩ điện tử.

Theo độ chính xác, máy kinh vĩ được chia ra làm ba loại: chính xác cao, chính xác vừa, chính xác thấp.

Cấu tạo của máy kinh vĩ gồm có các bộ phận chính sau đây (hình 6.3):

- Ống kính;
- Vành độ ngang, đứng, bộ phận đọc số;
- Ống thủy;
- Các loại ốc khoá, ốc vi động, ốc cân máy.



Hình 6.3

I. Ống kính

Mắt người giống như một hệ quang học. Thủy tinh thể của mắt là một thấu kính lồi hai mặt. Thấu kính này chiếu ảnh của vật lên võng mạc, ở đó các thấu kính thị giác sẽ thực hiện chức năng của mình.

Khi nhìn vật thể $AB = l$ bằng mắt thường người ta thường đặt vật cách xa mắt một khoảng $D_m = 250 \text{ mm}$. Độ lớn của ảnh vật trên võng mạc sẽ là l' :

$$l' = \frac{l \cdot f_m^s}{D_m}, \quad (6-1)$$

trong đó:

f_m^s - tiêu cự sau của mắt.

Nói chung mắt thường có thể phân biệt được các chi tiết với góc nhìn $\alpha \geq 60''$. Góc nhìn $\alpha \geq 3'$ thuận lợi cho việc quan sát vật thể được gọi là góc dễ phân biệt. Khi quan sát các vật thể nhỏ hay vật thể ở xa để tạo điều kiện có $\alpha \geq 3'$ ta dùng kính lúp, kính hiển vi, ống kính (trắc địa).

1. Kính lúp

Khi nhìn những vật thể nhỏ, ở gần, cần phóng đại $< 15\times$ ta dùng kính lúp

Kính lúp là một thấu kính hai mặt lồi có tiêu cự nhỏ (từ 1 cm đến 10 cm). Kính lúp được đặt gần sát mắt, còn vật nằm ở giữa kính lúp và tiêu điểm trước của kính lúp. Ta thu được ảnh ảo, cùng chiều và lớn hơn vật ở khoảng cách mắt nhìn tốt nhất, điều đó đạt được bằng cách dịch chuyển kính lúp (hình 6.4).

Độ phóng đại của kính lúp $V_{\text{lúp}}$ được tính theo công thức:

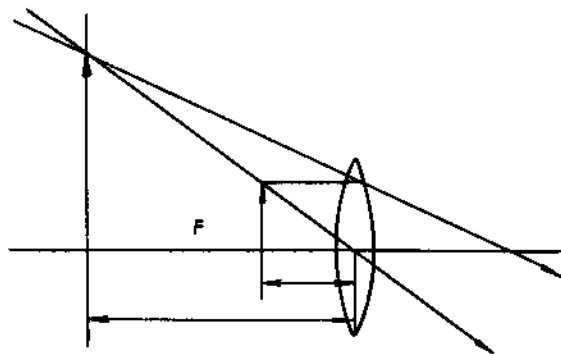
$$V_{\text{lúp}} = \frac{D_m}{f} \quad (6-2)$$

trong đó:

D_m - khoảng cách mắt nhìn tốt = 250 mm;

f - tiêu cự của kính lúp.

Kính lúp thường có độ phóng đại không quá 15^x



Hình 6.4

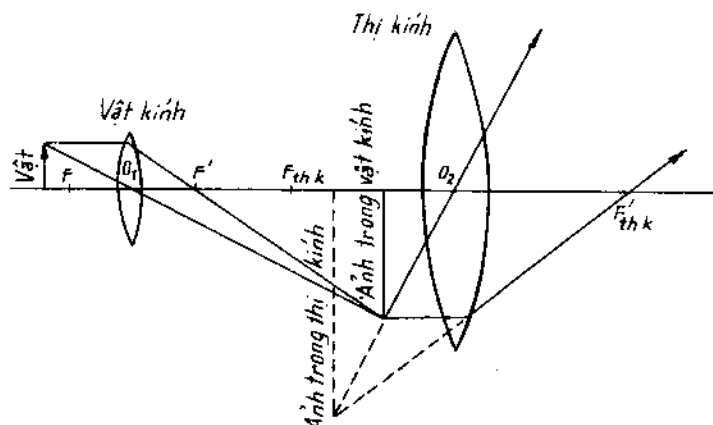
Nhận thấy rằng độ phóng đại của kính lúp càng lớn khi tiêu cự f của nó càng nhỏ. Tiêu cự càng nhỏ thì độ cong của bề mặt kính lúp càng lớn, khi ấy hiện tượng quang sai cầu và quang sai sắc càng tăng mạnh. Vì vậy thường sử dụng kính lúp có cấu tạo phức tạp gồm hai thấu kính, thường là một thấu kính phẳng và thấu kính lồi, được đặt cách nhau một khoảng sao cho chúng triệt tiêu quang sai thì độ phóng đại đạt giá trị lớn nhất.

2. Kính hiển vi

Khi xem những vật thể nhỏ, ở gần, cần phóng đại nhiều hơn 15 lần ta dùng kính hiển vi.

Kính hiển vi là dụng cụ quang học gồm hai hệ thấu kính: vật kính và thị kính (hình 6.5). Vật thể được đặt ở gần tiêu điểm trước của kính vật sao cho khoảng cách từ vật đến kính vật lớn hơn một chút tiêu cự trước của vật kính. Nhờ đó ta thu được ảnh

thật lớn hơn vật. Thị kính được sắp xếp đối với ảnh của vật kính giống như kính lúp, nó cho ta ảnh ảo được phóng đại.



Hình 6.5

Độ phóng đại của kính hiển vi V_{hv} được tính theo công thức

$$V_{hv} = V_{vk} \cdot V_{tk} \approx \frac{S \cdot D}{f_{vk} \cdot f_{tk}}, \quad (6-3)$$

trong đó:

V_{vk} , V_{tk} - độ phóng đại của vật kính, thị kính;

f_{vk} , f_{tk} - tiêu cự của vật kính, thị kính;

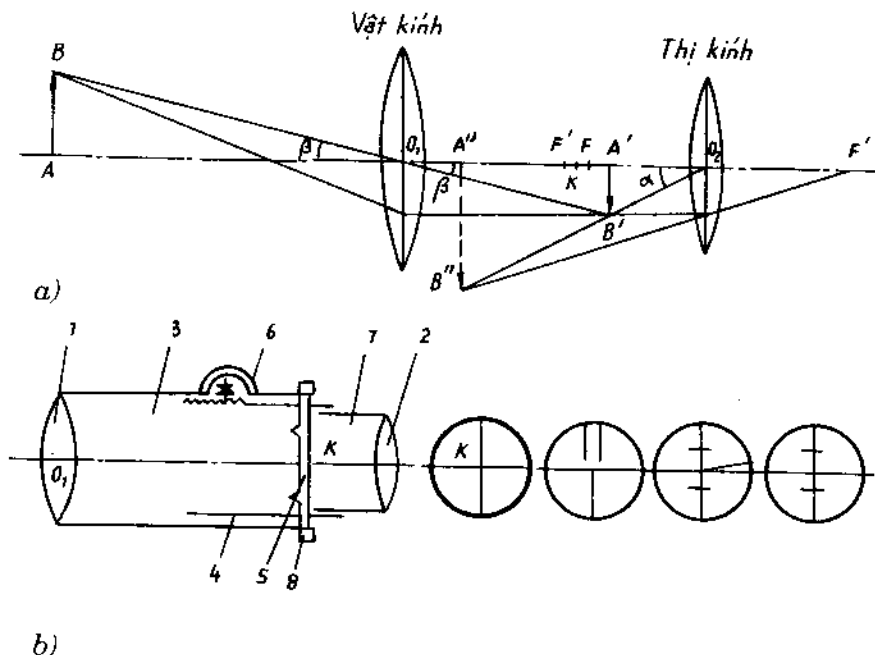
S - độ dài ống kính hiển vi;

D - khoảng cách mắt nhìn tốt nhất = 250 mm.

3. Ống kính (trắc địa)

Trong trắc địa, vật thể quan sát thường ở cách xa người (trên 2 m). Vật càng ở xa thì góc nhìn càng bé, càng khó phân biệt. Để ngắm rõ và chính xác tới các vật ở xa, người ta sử dụng ống kính của máy trắc địa.

a/ Ống kính điều tiêu ngoài (hình 6.6).



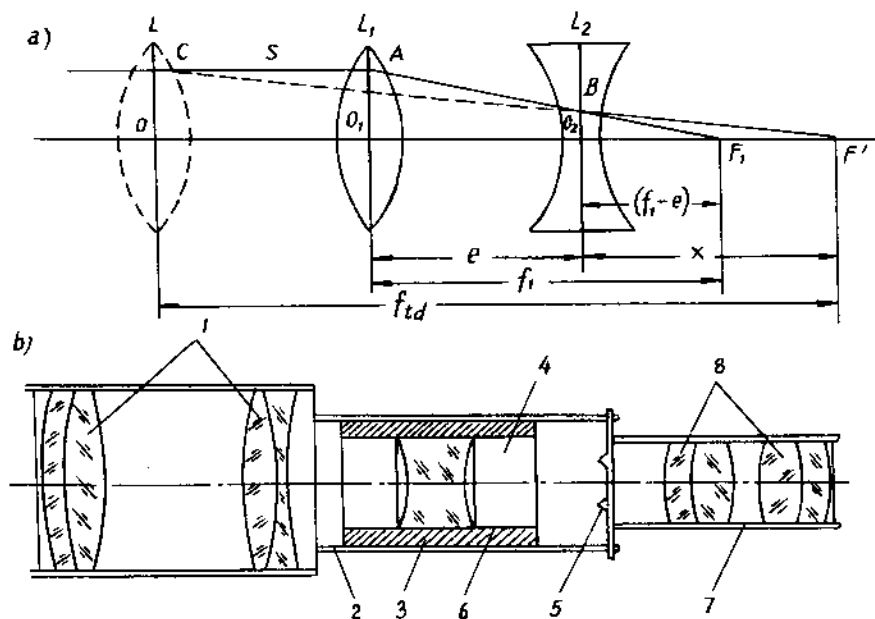
Hình 6.6

Vật thể AB nằm cách xa kính vật $\geq 2f$. Qua vật kính (L_{vk}) thu được ảnh thật A'B' bé hơn vật và nằm ở giữa tiêu điểm sau của vật kính ($F_{s,vk}$) và hai lần tiêu cự ($2f$). Tiếp theo muốn nhận được ảnh ảo lớn hơn thì ảnh thật A'B' phải nằm ở giữa quang tâm thị kính và tiêu điểm trước của thị kính ($F_{t,tk}$). Qua vật kính ảnh thật A'B' nhận được ở những vị trí khác nhau (d) vì nó phụ thuộc vào khoảng cách từ vật thể đến vật kính (D). Do đó thị kính cần phải dịch chuyển theo tùy thuộc ảnh thật qua vật kính nằm ở đâu. Sơ đồ của ống kính như vậy vẽ trên hình 6.6. Ống thị kính lỏng trong ống màng dây chữ thập, ống màng dây chữ thập lại

lồng trong ống vật kính để có thể dễ dàng thay đổi vị trí khoảng cách giữa vật kính, màng dây chữ thập và thị kính, sao cho màng dây chữ thập luôn nằm trùng với mặt phẳng ảnh thật A'B' để ngắm được chính xác, đồng thời thoả mãn các điều kiện quang hình đã nói ở trên.

Đường thẳng O_1K nối quang tâm vật kính với trung tâm màng dây chữ thập gọi là trục ngắm của ống kính.

b) Ống kính điều tiêu trong (hình 6.7).



Hình 6.7

Muốn ngắm vật được rõ và chính xác thì ảnh vật phải luôn luôn nằm ở mặt phẳng màng dây chữ thập (tức là phải có khoảng cách từ vật kính đến ảnh là d không đổi), khi ngắm tới các vật thể khác nhau (tức là khi khoảng cách từ vật thể tới vật

kính là D thay đổi). Như thế tiêu cự của vật kính f phải thay đổi (theo công thức cơ bản của thấu kính). Muốn vậy phải thay vật kính thành một hệ hai thấu kính gồm một thấu kính hội tụ L_1 và một thấu kính phân kỳ L_2 . Khoảng cách giữa hai thấu kính này ngắn hơn tiêu cự của thấu kính hội tụ. Hệ này tương đương với một thấu kính hội tụ L có tiêu cự tương đương thay đổi được nhờ thay đổi khoảng cách giữa thấu kính hội tụ và thấu kính phân kỳ.

Tia ngắm s song song với trục quang học khi đi đến thấu kính L_1 ở điểm A bị khúc xạ đi và đi đến thấu kính L_2 ở điểm B. Sau khi bị khúc xạ, tia sáng s đi đến điểm F' trên trục quang học. Tiếp tục kéo dài tia BF' đến cắt tia sáng s tại C. Từ C hạ đường vuông góc xuống trục quang học thì nhận được vị trí tâm O của thấu kính tương đương L. Do tác dụng của hai thấu kính L_1 và L_2 mà tia sáng đi đến điểm F'. Tia sáng đi từ thấu kính tương đương L cùng đi đến điểm F' này.

Để xác định tiêu cự của thấu kính tương đương f_{td} hãy xét các tam giác đồng dạng AO_1AF_1 , BO_2F_1 , OCF' , BO_2F' . Từ đó tìm được:

$$\left. \begin{aligned} \frac{AO_1}{BO_2} &= \frac{f_1}{f_1 - e}; \\ \frac{OC}{O_2B} &= \frac{f_{td}}{x} \end{aligned} \right\} \quad (6-4)$$

Trong phương trình (6-4) vì các vế trái bằng nhau nên các vế phải cũng bằng nhau.

$$\frac{f_1}{f_1 - e} = \frac{f_{td}}{x}$$

Từ đó ta có:

$$f_{td} = \frac{f_1 \cdot x}{f_1 - e} \quad (6-5)$$

Muốn tìm giá trị x ta thành lập công thức của thấu kính L_2 bằng cách coi điểm F'' là vật, còn coi điểm F_1 là ảnh ảo của F'' . Áp dụng công thức cơ bản của thấu kính ở đây ta có:

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{x} - \frac{1}{f_1 - e} \quad (6-6)$$

Từ đây tìm được:

$$x = \frac{f_2(f_1 - e)}{f_2 + f_1 - e} \quad (6-7)$$

Thay (6-7) vào (6-5) được:

$$f_{td} = \frac{f_1 \cdot f_2}{f_1 + f_2 - e} \quad (6-8)$$

Rõ ràng tiêu cự tương đương f_{td} là một đại lượng thay đổi bởi vì khoảng cách e giữa hai thấu kính L_1 và L_2 thay đổi được. Thay đổi tiêu cự của thấu kính tương đương là để cho ảnh vật luôn luôn nhận được ở vị trí cố định trên mặt phẳng màng dây chữ thập, do đó ngắm vật được chính xác. Ngoài ra các điều kiện quang hình khác đều được đảm bảo như ở ống kính điều tiêu ngoài, nên ngắm nhìn vật được rõ hơn (do được phóng đại)

So với ống kính điều tiêu ngoài thì ống kính điều tiêu trong có những ưu điểm sau đây:

1. Nếu các chỉ tiêu kỹ thuật như nhau thì ống kính điều tiêu ngoài dài 265 mm, còn ống kính điều tiêu trong chỉ dài 160 mm.
2. Ống kính điều tiêu trong có chiều dài cố định.
3. Khi điều tiêu trực ngắm ít bị vi phạm.
4. Ống ngắm kín giữ cho độ trong suốt của các hệ quang học được lâu hơn.

Ống kính điều tiêu trong có nhược điểm là: khi điều tiêu thì tiêu cự của thấu kính tương đương thay đổi, do đó độ phóng đại của ống kính cũng thay đổi theo.

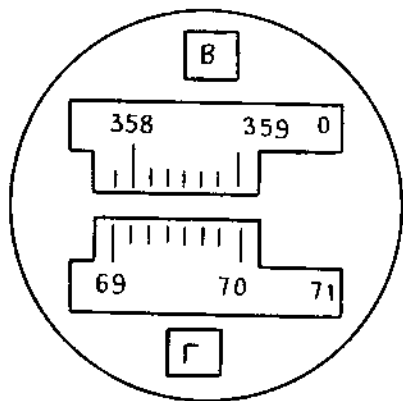
Hiện nay ống kính trong máy trắc địa thường có: độ phóng đại từ 15 đến 50 lần, vùng ngắm từ 30' đến 2°, tầm ngắm từ 2 mét trở ra.

II. Bộ phận đọc số

Khoảng chia nhỏ nhất ở trên vành độ (ngang hoặc đứng) thường là 1÷3 mm. Khả năng phân biệt của mắt người chỉ có hạn, khoảng 1/10 của khoảng chia nhỏ nhất ở trên vành độ. Muốn đọc được chính xác các giá trị góc trên vành độ người ta sử dụng các bộ phận đọc số như: du xích, kính hiển vi một vạch, kính hiển vi thang vạch, kính hiển vi trắc vi, kính hiển vi quang học. Trong những máy kinh vĩ chính xác vừa và thấp hay gặp trong xây dựng hiện nay thường có bộ phận đọc số thuộc loại kính hiển vi một vạch và loại kính hiển vi thang vạch.

1. Kính hiển vi một vạch

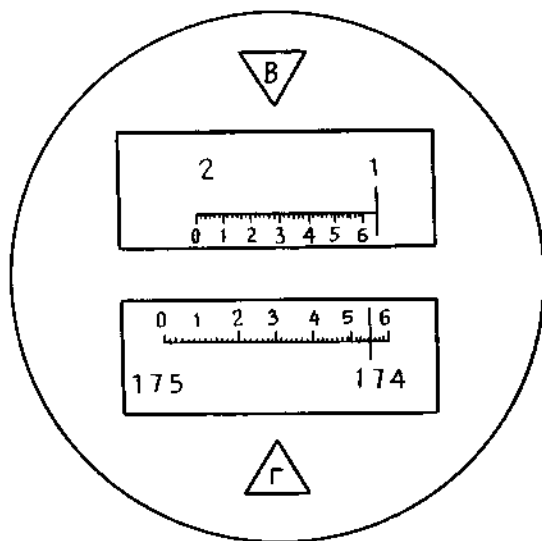
Trong vùng nhìn qua kính hiển vi hiện lên một vạch chuẩn và một phần của vành độ ngang và đứng với những khoảng chia nhỏ nhất của chúng đã được phóng đại. Giá trị của khoảng chia giữa vạch của vành độ với vạch chuẩn sẽ được đọc ước lượng bằng mắt, đến phần mười của khoảng chia nhỏ nhất trên vành độ ấy (hình 6.8). Ví dụ số đọc trên vành độ đứng là $358^{\circ}48'$, trên vành độ ngang là $70^{\circ}04'$.



Hình 6.8

2. Kính hiển vi thang vạch

Trong vùng nhìn qua kính hiển vi hiện lên một phần vành độ ngang và đứng với những khoảng chia nhỏ nhất của chúng và một thang chia vạch tương ứng đều đã được phóng đại. Mỗi thang chia vạch này dài đúng bằng một khoảng chia nhỏ nhất tương ứng trên vành độ ngang hoặc đứng (hình 6.9). Số đọc sẽ căn cứ vào vạch khắc nào của vành độ nằm lọt trong thang vạch. Ví dụ, số đọc trên vành độ ngang là $174^{\circ}55,0'$, trên vành độ đứng là $2^{\circ}05,2'$.



Hình 6.9

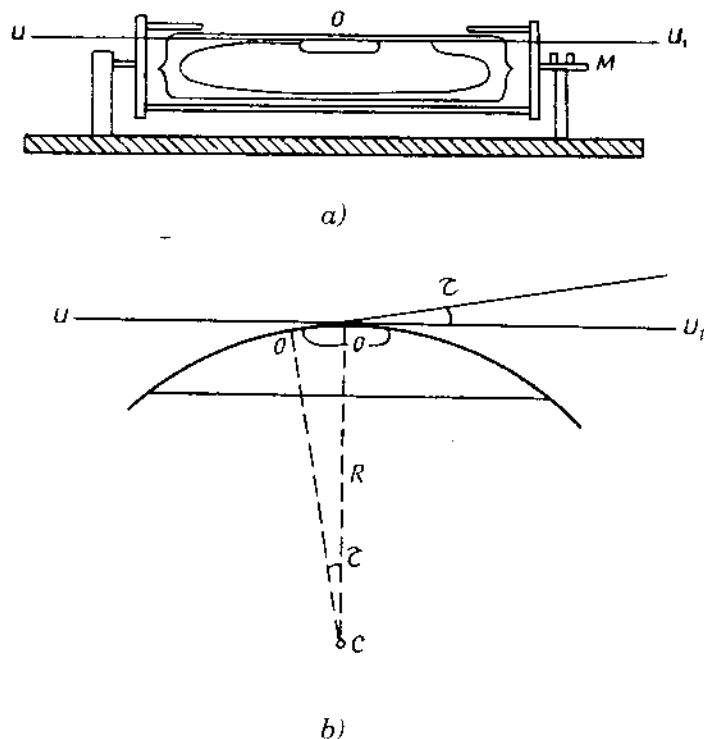
III. Ống thủy

Ống thủy là bộ phận làm căn cứ để đưa một đường thẳng, một mặt phẳng về vị trí đặc biệt nằm ngang hay thẳng đứng (theo dây dọi).

Có hai loại ống thủy là ống thủy dài và ống thủy tròn

1. Ống thủy dài (hình 6.10)

Vỏ ống thủy dài là một ống thủy tinh. Mặt trên phía trong của ống thủy tinh được mài nhẵn theo một cung tròn xoay quay theo bán kính nhất định ($R = 3,5 \div 200\text{m}$). Ống thủy tinh được đổ đầy ête đốt nóng lên 60°C rồi hàn kín lại. Khi nguội, chất lỏng co lại tạo ra "bọt nước". Trên mặt ống thủy tinh khắc các vạch chia khoảng 2mm. Điểm giữa của ống thủy tinh gọi là "điểm không" của ống thủy. Đường thẳng tiếp tuyến với mặt cong phía trong của ống thủy dài tại "điểm không" được gọi là trục ống thủy dài. Bọt nước luôn chiếm vị trí cao nhất. Khi thấy hai đầu bọt nước đối xứng qua "điểm không" thì lúc này trục ống thủy dài đang ở vị trí nằm ngang. Để nâng hạ đầu ống thủy đã có ốc điều chỉnh.



Hình 6.10

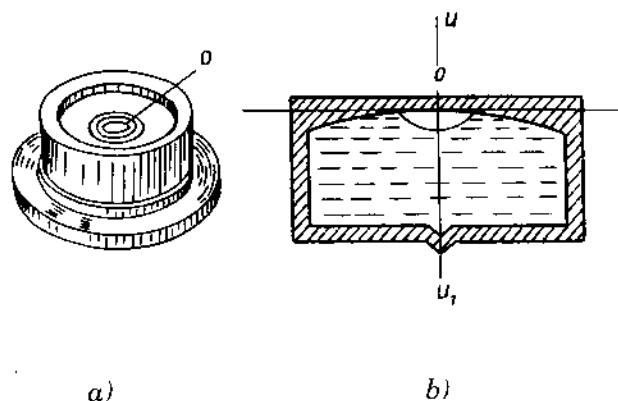
Góc nghiêng τ của trục ống thuỷ dài ứng với khi bọt nước xô dịch đi một khoảng chia (2mm) được gọi là giá trị khoảng chia của ống thuỷ. Ống thuỷ có τ càng bé thì càng chính xác (thường $\tau = 15 \div 60''$).

Khi đo dưới trời nắng phải che ô cho máy để bảo đảm cho ống thuỷ làm việc được chính xác tốt.

2. Ống thuỷ tròn (hình 6.11)

Phần làm việc của mặt trong ống thuỷ tròn có dạng mặt chỏm cầu. Đỉnh của mặt chỏm cầu (ở giữa chỏm cầu) được gọi là điểm không. Khắc các vòng tròn đồng tâm cách nhau 2 mm. Trục của ống thuỷ tròn là bán kính đi qua đỉnh mặt chỏm cầu. Khi thấy bọt nước ở điểm không thì lúc ấy trục ống thuỷ tròn đang ở vị trí thẳng đứng.

Ống thuỷ tròn thường kém chính xác hơn ống thuỷ dài. Ống thuỷ tròn thường có $\tau = 3 \div 6'$. Ống thuỷ tròn được sử dụng trong công tác sơ bộ.



Hình 6.11

IV. Các loại ốc

1. Ốc liên kết (ốc nối)

Để gắn chặt đầu máy với chân máy, dùng ốc liên kết. Khi đo đạc phải luôn nhớ vặn chặt ốc liên kết lại.

2. Ốc cân máy

Gồm ba ốc cân máy, chúng có tác dụng đưa trục đứng của máy về vị trí thẳng đứng (Lúc này mặt phẳng vành độ ngang của máy sẽ nằm ngang). Muốn nhanh chóng đưa được trục thẳng đứng của máy về thẳng đứng thì trong quá trình đo đạc nên để ốc cân máy ở vị trí trung gian.

3. Ốc khoá

Các bộ phận chuyển động ngang, chuyển động đứng của máy đều có ốc khoá. Ốc khoá có tác dụng "hãm" hay "mở" các bộ phận tương ứng.

- Ốc khoá vành độ ngang (A_1);
- Ốc khoá vòng chuẩn ngang (B_1);
- Ốc khoá ống kính (vành độ đứng) (C_1).

4. Ốc vi động

- Ốc vi động vành độ ngang (A_2);
- Ốc vi động vòng chuẩn ngang (B_2);
- Ốc vi động ống kính (C_2).

Ốc vi động có tác dụng thay đổi các bộ phận tương ứng của máy đi một chút. Muốn sử dụng ốc vi động nào thì trước hết phải hãm ốc khoá tương ứng đó lại.

Ghi nhớ:

1. Có hai cặp ốc khống chế chuyển động ngang của ống kính là (A_1 , A_2) và (B_1 , B_2).

2. Chỉ có một cặp ốc khống chế chuyển động dọc (đứng) của ống kính là (C_1 , C_2).

§6-3. KIỂM NGHIỆM VÀ ĐIỀU CHỈNH MÁY KINH VĨ

Để đo được góc bằng, góc đứng thì các bộ phận của máy kinh vĩ phải liên kết với nhau sao cho các trục, các mặt phẳng phải hoặc là nằm ngang hay thẳng đứng, hoặc là song song hay vuông góc với nhau. Trong quá trình làm việc phải định kỳ kiểm nghiệm lại những tính chất đó của máy kinh vĩ. Nếu thấy những tính chất đó không còn được đảm bảo nữa thì phải điều chỉnh lại cho đúng. Cụ thể là:

1- Trục ống thủy dài trên bàn độ ngang phải vuông góc với trục quay thẳng đứng của máy

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

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

2- Trục ngắm của ống kính phải vuông góc với trục quay nằm ngang của ống kính

Chọn một điểm A rõ sắc nét, cách xa máy và ở độ cao gần bằng độ cao của ống kính. Đưa trục quay của máy về vị trí thẳng

đứng. Ngắm điểm A, đọc số trên vành độ ngang T (ký hiệu số đọc được khi vành độ đứng ở bên trái ống kính). Đảo kính, ngắm lại điểm A, đọc số trên vành độ ngang P (ký hiệu số đọc được khi vành độ đứng ở bên phải ống kính). Hiệu các số đọc $T - P$ (trái trừ phải) khi vành độ đứng ở vị trí trái và phải phải bằng 180° . Sai lệch của hiệu số này được gọi là sai số ngắm hướng, ký hiệu là $2c$. Nếu sai số ngắm hướng $2c$ bé hơn hoặc bằng hai lần độ chính xác của bộ phận đọc số thì coi như tính chất này được đảm bảo.

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

3- Trục quay nằm ngang của ống kính phải vuông góc với trục quay thẳng đứng của máy

Cân bằng máy: ngắm lên điểm B ở trên tường cách máy từ 20 đến 30 mét dưới một góc từ 30° đến 50° so với mặt phẳng ngang. Hạ ống kính về phía dưới (nằm ngang), đánh dấu hình chiếu của điểm là B_1 . Đảo kính và cũng làm như trên được B_2 . Nếu thấy cả hai hình chiếu của điểm ($B_1 B_2$) vượt khỏi giới hạn mặt phân giác lưới chỉ (chiều rộng của cặp chỉ đứng song song) thì phải đưa máy vào xưởng sửa chữa.

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

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

$$MO = \frac{T + P \pm 360^\circ}{2} \quad (6-9)$$

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

Ngoài ra, còn cần phải kiểm nghiệm và điều chỉnh những tính chất khác nữa (xem quy phạm).

§6-4. ĐO GÓC BẰNG

I. Công tác chuẩn bị tại mỗi trạm đo góc

1. Định tâm máy

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

2. Cân máy

Cân máy là đưa cho trục đứng của máy về vị trí thẳng đứng nhờ căn cứ vào ống thuỷ dài trên bàn độ ngang.

3. Đặt máy

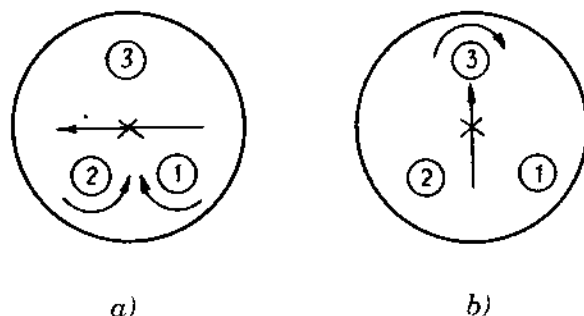
Trong thực tế việc đặt máy vào đỉnh góc cần đo gồm đồng thời cả hai việc: định tâm máy và cân máy, chúng có liên quan và ảnh hưởng lẫn nhau, ta phải làm đúng dần. Chẳng hạn với máy có bộ phận định tâm quang học như Theo 020 ta tiến hành đặt máy vào đỉnh góc cần đo như sau:

a / Định tâm sơ bộ. Giữ cho trục máy gần thẳng đứng (để bọt nước của ống thuỷ tròn gần ở giữa). Nhìn qua bộ phận định tâm quang học, dịch chuyển ba chân máy sao cho tâm máy vào gần đỉnh góc cần đo.

b/ Cân máy sơ bộ. Nhìn vào ống thuỷ tròn, dận các chân máy cho chắc chắn, nhưng vẫn đảm bảo cho bọt nước của ống thuỷ tròn ở gần giữa. Vặn các ốc để rút các chân máy lên xuống sao cho bọt nước thuỷ tròn vào giữa. Vặn ba ốc cân máy để cho bọt nước thuỷ tròn vào đúng giữa.

c/ Cân máy chính xác:

- Đặt cho ống thuỷ dài trên bàn độ ngang nằm song song với đường thẳng nối hai ốc cân máy (1, 2) nào đó. Vặn hai ốc cân máy này ngược chiều nhau cho bọt nước thuỷ dài vào giữa (hình 6.12a)



Hình 6.12

Xoay ống thuỷ dài trên bàn độ ngang một góc khoảng 90° . Chỉ vặn ốc cân máy thứ ba còn lại (3) sao cho bọt nước ống thuỷ dài vào giữa (hình 6.12b)

d/ Định tâm máy chính xác. Mở lỏng ốc liên kết giữa máy với chân máy ra, nhìn qua bộ phận định tâm quang học, dịch chuyển máy cho tâm của nó vào đúng đỉnh góc cần đo.

Lúc này điều kiện cân máy có thể bị phá vỡ. Ta phải làm lại tiếp tục từ bước *c/* trở đi cho đến khi nào cả hai điều kiện định tâm và cân máy đồng thời được đảm bảo thì mới thôi.

4. Tìm màng dây chữ thập rõ nét nhất

Ngước ống kính lên bầu trời trong sáng, xoay vòng kính mắt cho đến khi nào nhìn thấy màng dây chữ thập hiện lên rõ nét nhất thì thôi.

5. Ngắm điểm mục tiêu

a) *Bắt mục tiêu sơ bộ.* Nhìn qua bộ phận ngắm sơ bộ trên ống kính (là đầu ruồi và khe ngắm hay ống ngắm sơ bộ). Xoay ống kính sang trái hay phải và lên hoặc xuống để tìm thấy mục tiêu. Hãm tất cả các ốc khoá ngang và đứng lại. Vận ốc điều ảnh để tìm ảnh mục tiêu rõ nét nhất.

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

c) *Khử hiện tượng thị sai.* Hơi dịch chuyển mắt đi một tý, nếu thấy ảnh vật hình như cũng bị dịch chuyển một ít so với tâm màng dây chữ thập, tức là có hiện tượng thị sai, ta vận ốc điều ảnh một chút cho đến khi nào không thấy còn hiện tượng thị sai nữa thì thôi.

II. Tương quan giữa các bộ phận đo góc bằng

Để hiểu được bản chất của các thao tác khi đo góc bằng cần nắm vững cấu tạo máy kinh vĩ, thang vạch của vành độ ngang được ghi số tăng dần từ 0° đến 360° theo chiều quay kim đồng hồ. Ngoài ra, cần chú ý:

1. Đế máy luôn cố định so với mặt đất.

2. Vành độ ngang có thể cố định hay quay được so với đế máy, tương ứng với khi hãm hay mở ốc khoá của vành độ ngang (và vận ốc vi động của vành độ ngang).

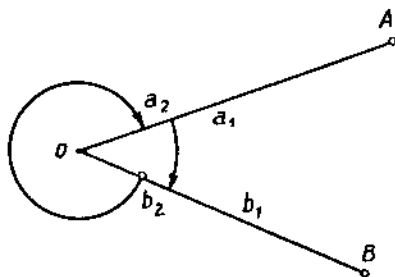
3. Vòng chuẩn ngang gắn chặt với giá đỡ ống kính, nó có thể cố định hay quay được tương đối so với vành độ ngang, tương

ứng với khi hãm hay mở ốc khoá của vòng chuẩn ngang (và vận tốc vi động của vòng chuẩn ngang).

III. Các phương pháp đo góc bằng

1. Phương pháp cung

Phương pháp cung thường được áp dụng khi tại mỗi một trạm đo góc chỉ có hai hướng đo (hình 6.13).



Hình 6.13

Giả sử cần đo góc bằng AOB. Đặt máy tại điểm O. Quy ước mắt nhìn hướng vào góc đo.

a) *Nửa vòng đo thuận.* Giả sử bàn độ đứng ở bên trái ống kính. Hãm cố định bàn độ ngang. Xoay vòng chuẩn ngang và ống kính đến ngắm A. Đọc số trên vành độ ngang a_1 . Xoay vòng chuẩn ngang và ống kính thuận chiều kim đồng hồ đến ngắm B. Đọc số trên vành độ ngang b_1 . Tính được:

$$\beta_1 = b_1 - a_1. \quad (6-10)$$

b) *Nửa vòng đo ngược.* Xoay vành độ ngang một góc khoảng 90° . Hãm cố định bàn độ ngang. Đảo ống kính: giả sử bàn độ đứng ở bên phải ống kính. Xoay vòng chuẩn ngang và ống kính thuận chiều kim đồng hồ đến ngắm B. Đọc số trên vành độ ngang b_2 . Xoay vòng chuẩn ngang và ống kính thuận chiều kim đồng hồ đến ngắm điểm A. Đọc số trên vành độ ngang a_2 . Tính được:

$$\beta_2 = b_2 - a_2. \quad (6-11)$$

Hai nửa vòng đo thuận và ngược như trên được gọi là một lần đo.

Nếu β_1 và β_2 khác nhau quá hai lần độ chính xác của bộ phận đọc số thì phải đo lại, còn nếu ngược lại thì tính kết quả của một lần đo:

$$\beta = \frac{\beta_1 + \beta_2}{2}. \quad (6-12)$$

Nhận xét:

- Trong mỗi nửa vòng đo (thuận hay ngược) vành độ ngang phải luôn cố định.

- Nếu vạch 0° của vành độ ngang bị nằm kẹp giữa hai hướng đo OA, OB thì số đọc b phải được cộng thêm 360° .

- Nếu $a_1 = 0$, thì $\beta_1 = b_1$. Khi ngắm cạnh đầu OA có số đọc tương ứng trên vành độ ngang là $0^\circ 00' 00''$ được gọi là "định hướng cạnh đầu O", làm cho việc đo và tính góc trở nên đơn giản, thuận tiện!

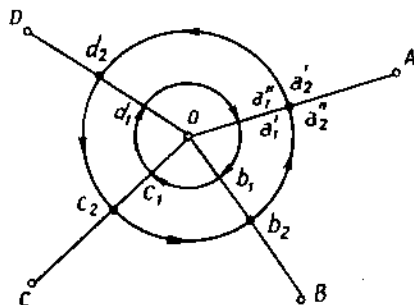
2. Phương pháp vòng

Phương pháp vòng thường được áp dụng khi tại mỗi trạm đo góc có từ ba hướng đo trở lên (hình 6.14).

a) *Nửa vòng đo thuận.* Hãm cố định vành độ ngang. Xoay vòng chuẩn ngang và ống kính thuận chiều kim đồng hồ lần lượt ngắm A, B, C, D, A, tương ứng đọc số trên vành độ ngang: $a'_1, b_1, c_1, d_1, a''_1$.

b) *Nửa vòng đo ngược.* Đảo ống kính. Hãm cố định vành độ ngang. Xoay vòng chuẩn ngang và ống kính ngược chiều kim đồng hồ lần lượt ngắm A, D, C, B, A, tương ứng đọc số trên vành độ ngang: $a'_2, d_2, c_2, b_2, a''_2$.

Nếu mọi sự khác nhau đều được cho phép thì tính kết quả trung bình.



Hình 6.14

3. Phương pháp lặp

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

Thực chất của phương pháp lặp là lần lượt đặt n lần liên tiếp góc cần đo lên vành độ ngang và chỉ đọc số chính xác có hai lần đầu tiên và cuối cùng trong mỗi nửa vòng đo thôi.

§6-5. ĐỘ CHÍNH XÁC ĐO GÓC BẰNG

Trong kết quả đo góc bằng luôn có chứa sai số. Những yếu tố nào gây ra sai số, mức độ ảnh hưởng của nó? Những biện pháp hạn chế, khắc phục các nguyên nhân gây ra sai số để nâng cao độ chính xác là gì?

I. Sai số do môi trường

1. Do hiện tượng khúc xạ ngang. Cố gắng bố trí tia ngắm đi cách xa những vật cản hơn 1 mét.

2. Do sự chuyển động đối lưu của lớp không khí ở gần mặt đất làm cho ảnh bị rung động. Cần bố trí sao cho tia ngắm đi cao hơn mặt đất hơn 1 mét.

3. Do sương mù, bụi, ... làm cho ảnh mục tiêu bị mờ. Vì vậy cố gắng đo vào lúc đẹp trời.

II. Sai số do máy móc

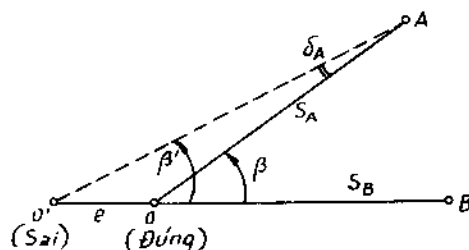
Tuy máy móc đã được chế tạo, kiểm nghiệm và điều chỉnh nhưng không thể hoàn hảo được, vẫn còn tồn tại các sai số:

1. Sai số do trục ngắm không vuông góc với trục quay nằm ngang của ống kính.
2. Sai số do trục quay nằm ngang của ống kính không vuông góc với trục đứng của máy.
3. Sai số do trục đứng của máy không thật thẳng đứng.
4. Sai số do lệch tâm giữa bàn độ ngang và vòng chuẩn ngang.
5. Sai số do khắc vạch trên vành độ ngang không đều.

Biện pháp hạn chế, khắc phục những sai số trên là: đo thuận và đảo ống kính, giữa n vòng đo phải xoay vành độ ngang đi một góc $180^\circ/n$ để đặt góc cần đo lên những phần khác nhau của vành độ ngang,...

III. Sai số do con người

1. Sai số do định tâm máy sai (hình 6.15)



Hình 6.15

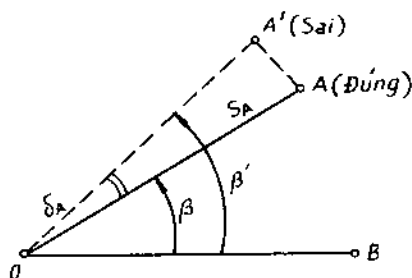
$$\delta_A = \frac{e}{s_A} \cdot \rho. \quad (6-13)$$

Nếu khoảng cách từ máy đến tiêu càng ngắn thì mức độ ảnh hưởng này càng tăng. Việc định tâm máy nhờ bộ phận định tâm quang học chính xác hơn quả dọi.

2. Sai số do định tiêu ngắm sai (hình 6.16)

$$\delta_A = \frac{e_1}{S_A} \cdot \rho. \quad (6-14)$$

Nếu khoảng cách từ máy đến tiêu càng ngắn thì mức độ ảnh hưởng này càng tăng. Khi đo phải dựng sào tiêu thật thẳng đứng, cố gắng ngắm đến gốc sào tiêu.



Hình 6.16

3. Sai số ngắm m_n

$$m_n = \pm \frac{60''}{V^x}, \quad (6-15)$$

trong đó:

60'' - góc ngắm nhỏ nhất mà mắt thường phân biệt được;

V^x - độ phóng đại của ống kính.

Ống kính có độ phóng đại càng lớn thì kết quả đo góc càng chính xác.

4. Sai số đọc m_α

$$m_\alpha = \pm \frac{t}{2}, \quad (6-16)$$

trong đó:

t - độ chính xác của bộ phận đọc số.

Nhận xét. Khi dùng máy kinh vĩ chính xác thấp để đo góc thì các sai số thành phần hầu như rất nhỏ (khoảng $2 \div 3''$), có thể bỏ qua được, duy chỉ có sai số đọc m_α là ảnh hưởng chính đến kết quả đo góc. Người ta đã chứng minh được trong trường hợp này sai số trung phương đo góc là $m_\beta = \frac{t}{2}$, còn sai số giới hạn đo góc là: $m_{\beta_{gh}} = \pm 1,5t$.

§6-6. ĐO GÓC ĐỨNG

I. Tương quan giữa các bộ phận đo góc đứng

1. Ống thủy dài đứng gắn trên vòng chuẩn đứng. Chúng cố định trong một mặt phẳng đứng.

2. Ống kính gắn chặt với vành độ cứng. Chúng có thể quay được so với vòng chuẩn đứng ở trong mặt phẳng đứng.

3. Có nhiều cách ghi số trên thang vạch của vành độ đứng. Muốn tìm ra quy luật ghi số này ở một máy cụ thể nào ta làm như sau: Đặt ống kính gần nằm ngang, đọc số trên vành độ đứng. Từ từ ngược ống kính dần lên cao, tương ứng đọc vài ba số trên vành độ đứng. Sau đó lại từ từ chúc ống kính xuống thấp, tương ứng đọc vài ba số ở trên vành độ đứng.

II. Phương pháp đo góc đứng

Đặt máy: Giả sử phải đo góc đứng của hướng ngắm đến điểm M.

- Giả sử vành độ đứng đang ở bên phải ống kính. Ngắm M. Cân bọt nước thuỷ dài trên bàn độ đứng vào giữa. Đọc số trên vành độ đứng: P

- Đảo ống kính: vành độ đứng bên trái ống kính. Ngắm M. Cân bọt nước thuỷ dài trên bàn độ đứng vào giữa. Đọc số trên vành độ đứng: T

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

$$V = \frac{P - T}{2} . \quad (6-17)$$

Nhận xét:

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

2. Cũng từ những thao tác trên tính ra được MO của trạm máy ấy:

$$MO = \frac{P + T}{2} . \quad (6-18)$$

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

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

a/ Nếu bàn độ đứng ở bên phải ống kính, ngắm điểm, cân bọt nước thuỷ dài trên bàn độ đứng vào giữa. Đọc số trên bàn độ đứng: P, sẽ tính được

$$V = P - MO \quad (6-19)$$

b/ Nếu bàn độ đứng đang ở bên trái ống kính, ngắm điểm, cân bọt nước thuỷ dài trên bàn độ đứng vào giữa. Đọc số trên bàn độ đứng: T, sẽ tính được

$$V = MO - T . \quad (6-20)$$

Việc xác định góc đứng V theo công thức (6-19) và (6-20) kém chính xác, nhưng nhanh chóng, thường được áp dụng khi đo vẽ chi tiết bản đồ.

4. Đo góc đứng theo phương pháp ba dây: tại một trạm máy nào đó, sau khi đã cân máy, giả sử vành độ đứng phải P, ngắm điểm M ba lần ở dây trên, giữa, dưới và tương ứng đọc số trên vành độ đứng là: P_t, P_g, P_d . Đảo ống kính trái T, lại ngắm điểm M ba lần ở dây trên, giữa, dưới và tương ứng đọc số trên vành độ đứng là T_t, T_g, T_d . Góc đứng V tính theo giá trị của sáu số đo trên.

Phương pháp đo góc đứng theo ba dây được áp dụng khi lập lưới khống chế độ cao đo vẽ.

5. Thực chất của việc xác định góc đứng V vẫn là hiệu giữa số đọc của hướng ngắm đến điểm cần đo (b) và số đọc của hướng ngắm nằm ngang (a), tức là:

$$V = b - a . \quad (6-21)$$

Nếu $a = 0$, thì $V = b$: việc đo góc đứng sẽ đơn giản hơn, thuận tiện hơn.

6. Nếu gọi góc hợp bởi phương thẳng đứng với hướng ngắm cần đo là góc thiên đỉnh Z, ta sẽ có mối liên hệ giữa góc thiên đỉnh Z với góc đứng V như sau:

$$V + Z = 90^\circ . \quad (6-22)$$

III. Thực hành đo góc đứng V với máy kinh vĩ quang học Theo 020

$$MO = \frac{(P - 180^\circ) + T}{2} ; \quad (6-23)$$

$$V = \frac{(P - 180^\circ) - T}{2} ; \quad (6-24)$$

$$V = (P - 180^\circ) - MO ; \quad (6-25)$$

$$V = MO - T . \quad (6-26)$$

§6-7. SỬ DỤNG MÁY KINH VĨ ĐIỆN TỬ LEICA T-100

I. Mở hòm, lấy máy. Cất máy, khoá hòm

1. Mở hòm, lấy máy

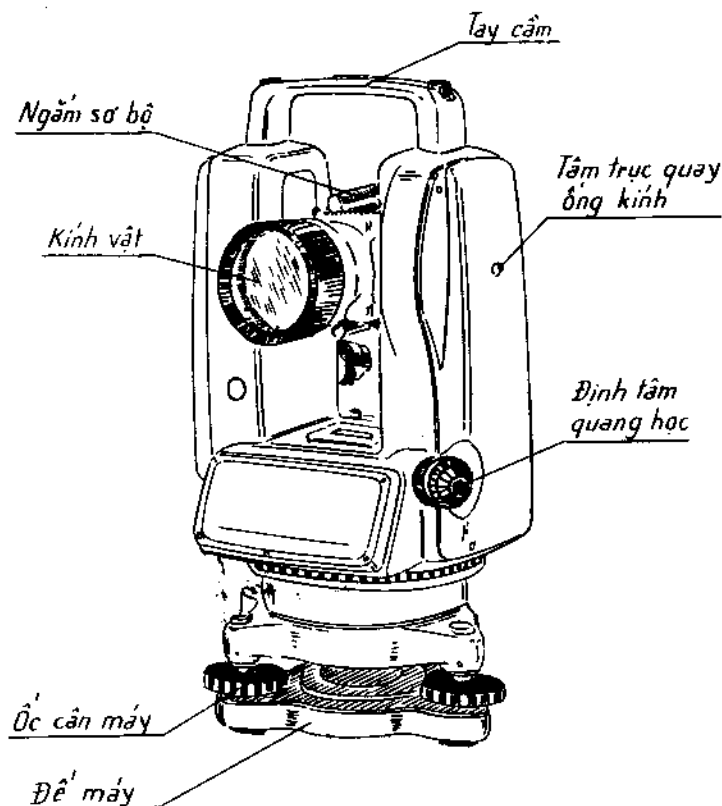
- a/ Đặt hòm máy nằm đúng thế.
- b/ Ấn chốt khoá vào, hất bản khoá ra, mở nắp hòm lên.
- c/ Quan sát thật kỹ tư thế máy nằm trong hòm như thế nào?
- d/ Lấy máy ra đặt lên chân máy và vặn ốc nối (ốc liên kết) chặt lại.

2. Cất máy, khoá hòm

- a/ Quay chúc ống kính xuống thẳng đứng. Hãm ốc khoá đứng.
- b/ Quay đóng các điểm vàng trên thân máy thẳng hàng với nhau. Hãm ốc khoá ngang.
- c/ Vặn lỏng ốc nối ra hết để lấy máy khỏi chân máy.
- d/ Đặt máy nằm đúng tư thế trong hòm.
- e/ Đóng hòm, cài bản khoá chốt lại.

II. Cấu tạo

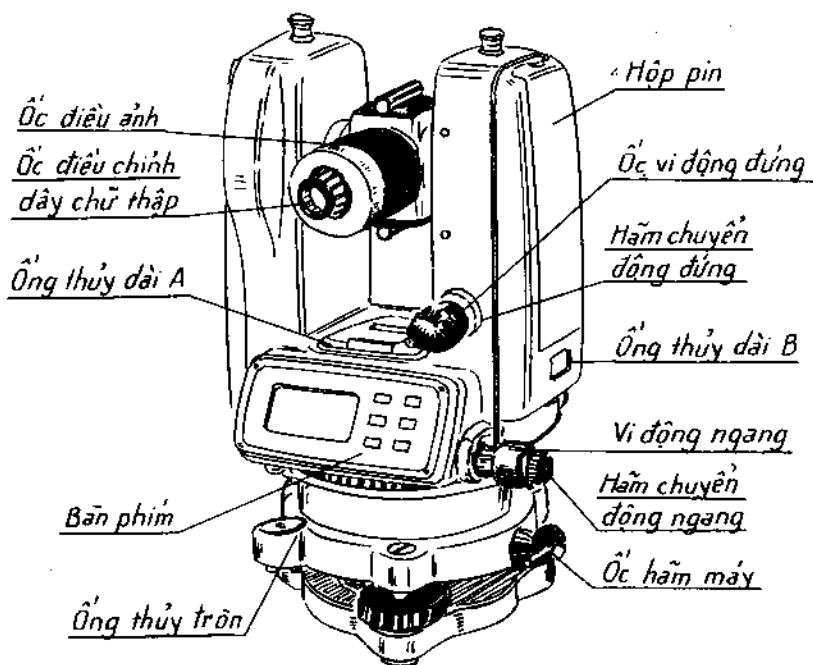
Các bộ phận chính của máy kinh vĩ điện tử Leica T-100 (hình 6.17);



Hình 6.17a

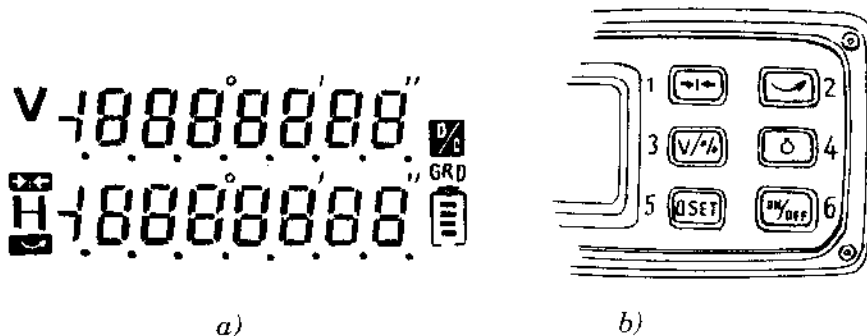
- Không chế chuyển động ngang của ống kính: ốc khoá ngang (nhỏ), ốc vĩ động ngang (to).

- Không chế chuyển động dọc đứng (của ống kính): ốc khoá đứng (nhỏ), ốc vĩ động đứng (to).



Hình 6.17b

Điểm khác cơ bản với máy kinh vĩ quang học Theo 020 là ở chỗ: bộ phận đọc số của máy kinh vĩ điện tử Leica T.100 bằng bảng phím điều khiển và màn hình hiển số (hình 6.18).



Hình 6.18

Màn hình hiện số (hình 6.18a):

- Nửa trên: chỉ góc đứng (V);
- Nửa dưới: chỉ góc bằng (H).

Bảng phím điều khiển (hình 6.18b):

1 - phím giữ nhả góc; 2 - phím đo góc bằng phải hay trái; 3 - phím đo góc đứng (theo độ, phút, giây, hay theo phần trăm độ dốc); 4 - phím đèn chiếu sáng màn hình; 5 - phím định hướng O (trên vành độ ngang khi ngắm cạnh đầu) 6 - phím bật tắt điện.

III. Bắt đầu. Kết thúc

1. Bắt đầu

a/ Nhấn "phím bật tắt điện" (6) trên màn hình xuất hiện nửa dưới (H) là vùng đo góc bằng (theo chế độ đọc cùng chiều kim đồng hồ - Phải).

b/ Nhấn "phím đo góc đứng" (trên màn hình xuất hiện dòng chữ nhắc đặt hướng nằm ngang bằng O).

c/ Quay ống kính lên xuống qua mặt phẳng nằm ngang (trên màn hình xuất hiện nửa trên (V) là vùng đo góc đứng theo độ, phút, giây).

2. Kết thúc

Nhấn "phím bật tắt điện": thấy màn hình trắng không

IV. Đo góc bằng (H)

- Chuẩn bị: định tâm, cân máy, tìm màng dây chữ thập rõ nét nhất,...

- Nhấn "phím bật tắt điện"

- Thực hiện quy trình đo góc bằng

Ghi chú:

1. Muốn định hướng O (khi ngắm cạnh đầu có số đọc trên vành độ ngang là $a = 0^{\circ}00'00''$); Nhấn "phím định hướng O" hai lần (nhấn đúp).

2. Muốn giữ nguyên được góc trên vành độ ngang không đổi khi ống kính quay ngang (trong phương pháp đo lặp): Nhấn "phím giữ nhả góc" hai lần (nhấn đúp).

Ghi nhớ: Muốn huỷ bỏ chế độ giữ góc ở trên (nhả góc: tức là khi ống kính quay ngang thì số đọc trên vành độ ngang thay đổi theo); Nhấn "phím giữ nhả góc" hai lần (nhấn đúp).

3. Muốn đo góc bằng mé trái (theo chế độ ngược chiều kim đồng hồ); Nhấn "phím đo góc bằng Phải/Trái".

Ghi nhớ: Muốn huỷ bỏ chế độ này để trở về chế độ đo bình thường (thuận theo chiều kim đồng hồ - Phải): Nhấn "phím đo góc bằng Phải/Trái".

V. Đo góc đứng (V)

- Chuẩn bị: định tâm, cân máy, tìm màng dây chữ thập rõ nét nhất,...

- Nhấn "phím bật tắt điện" (khi bắt đầu).

- Nhấn "phím đo góc đứng".

- Quay ống kính lên xuống qua mặt phẳng nằm ngang (để có hướng ngang - $0^{\circ}00'00''$)

- Thực hiện quy trình đo góc đứng

Ghi chú:

1. Muốn đo góc đứng theo độ dốc phần trăm: Nhấn "phím đo góc đứng"

2. Muốn huỷ bỏ chế độ đo độ dốc phần trăm để trở lại chế độ đo góc đứng theo độ, phút, giây: Nhấn "phím đo góc đứng".

VI. Điều kiện hoạt động bình thường của máy

1. Muốn máy hoạt động bình thường thì phải có đủ điện năng do nguồn pin cung cấp.

Khi thấy chỉ thị pin trên màn hình chỉ còn 1 vạch (hay 0 vạch) thì phải thay pin mới (cùng loại, đặt đúng chiều dương, âm,...).

2. Muốn đọc số trên màn hình được rõ: Nhấn "phím đèn chiếu sáng màn hình" (4)

3. Muốn nhìn vào ống kính được sáng rõ: Gạt cần chỉnh sáng trên ống kính cho thích hợp.

4. Khi máy làm việc không bình thường, trên màn hình sẽ có thông báo như bảng 6-1.

Bảng 6-1

Màn hình	Lỗi gì?	Sửa thế nào?
U-QUER	Ống kính quay đứng (đọc) quá nhanh (trên 4 vòng/giây)	Quay ống kính lên xuống (đứng) qua mặt phẳng ngang <i>chậm</i> lại.
H-QUER	Ống kính quay ngang quá nhanh (trên 4 vòng/giây)	Nhấn phím định hướng O (5) và đo lại từ đầu. Quay chậm thôi!
E-16 (Ex)	Máy có vấn đề "EOO" được hiển thị.	-Tắt điện và bật lại - Nếu vẫn thấy thông báo lỗi, cần phải gọi thợ sửa chữa.

HƯỚNG DẪN HỌC TẬP CHƯƠNG 6

6-1. Khái niệm về đo góc

- 1 - Tại sao phải đo góc?
- 2 - Phân loại góc đo theo độ chính xác?
- 3 - Phân loại góc đo trong không gian?
- 4 - Góc bằng β giữa hai tia nằm trong không gian là gì? (Định nghĩa). Vẽ hình minh họa?

5 - Đặc điểm của góc bằng β (về dấu và về độ lớn)?

6 - Góc đứng V của một tia ngắm trong không gian là gì? (Định nghĩa). Vẽ hình minh họa?

7 - Đặc điểm của góc đứng V (về dấu và về độ lớn)?

8 - Có những hệ thống đơn vị đo góc nào? Quan hệ giữa chúng?

6-2. Máy kinh vĩ

1 - Máy kinh vĩ dùng để làm gì?

2 - Số hiệu của máy kinh vĩ? (ví dụ).

3 - Phân loại máy kinh vĩ theo cấu tạo?

4 - Phân loại máy kinh vĩ theo độ chính xác?

6-3. Vẽ sơ đồ máy kinh vĩ quang học Theo 020? Ghi tên gọi các bộ phận lên sơ đồ ấy.

6-4. Mục tiêu đo ngắm trong trắc địa:

1 - Muốn phân biệt được rõ các chi tiết thì điều kiện góc nhìn nhỏ nhất là bao nhiêu?

2 - Muốn quan sát vật thể nhỏ, ở gần thì phải dùng dụng cụ gì?

3 - Mục tiêu đo ngắm trong trắc địa có những đặc điểm gì:

- Về độ lớn của mục tiêu?

- Về khoảng cách đo ngắm từ người đo đến mục tiêu?

4 - Trong trắc địa muốn ngắm rõ và chính xác mục tiêu nhỏ và ở xa thì phải dùng dụng cụ gì?

6-5. Cấu tạo của ống kính trắc địa:

1 - Ống ngắm sơ bộ để làm gì?

2 - Kính vật cho ảnh gì? Đặc điểm của ảnh này?

3 - Kính mắt cho ảnh gì? Đặc điểm của ảnh này?

4 - Màn dây chữ thập để làm gì?

5 - Vòng xoay kính mắt để làm gì?

6 - Vòng điều ảnh để làm gì?

6-6. Tính năng kỹ thuật của ống kính trắc địa và ý nghĩa của nó:

1 - Độ phóng đại ống kính (V^*) bao nhiêu lần? Ý nghĩa?

2 - Vùng ngắm của ống kính (α) bao nhiêu độ? Ý nghĩa?

3 - Tầm ngắm gần nhất ($d_{\min}$) bao nhiêu mét? Ý nghĩa?

6-7. Trục ngắm của ống kính trắc địa:

1 - Đường thẳng đi qua hai điểm: quang tâm kính vật và trung tâm màn dây chữ thập được gọi là gì?

2 - Trục ngắm của ống kính trắc địa là gì? (Định nghĩa)

3 - Trong ống kính: vị trí của điểm quang tâm kính vật có thay đổi được không?

4 - Trong ống kính: vị trí của điểm trung tâm màn dây chữ thập có thay đổi được không? Cách thay đổi?

5 - Trong ống kính: vị trí của trục ngắm có thay đổi được không? Bằng cách nào?

6-8. Sử dụng ống kính

1 - Làm thế nào để nhìn thấy màn dây chữ thập rõ nét nhất? Điều này phụ thuộc vào từng người khác nhau thế nào?

2 - Làm thế nào để đảm bảo mục tiêu có nằm trong vùng ngắm của ống kính?

3 - Làm thế nào để nhìn thấy mục tiêu rõ ràng, sắc nét trong ống kính? Điều này phụ thuộc vào từng mục tiêu cụ thể khác thế nào?

4 - Làm thế nào để nhìn thấy đúng điểm mục tiêu thật chính xác?

6-9. Trình tự ngắm điểm mục tiêu như thế nào?" (nói rõ các thao tác)

- 1 - Bất mục tiêu sơ bộ như thế nào?
- 2 - Bất mục tiêu chính xác như thế nào?
- 3 - Khử hiện tượng thị sai như thế nào?

6-10. Bàn độ ngang:

- 1 - Bàn độ ngang để làm gì?
- 2 - Vị trí tương đối có thể giữa các bộ phận sau thế nào:

a/ Mặt đất

b/ Đế máy

c/ Vành độ ngang.

d/ Vòng chuẩn ngang

e/ Giá đỡ ống kính (ống kính)

3- Số độ trên vành độ ngang được ghi theo qui luật như thế nào?

4 - Số đọc nhỏ nhất (t) trên bàn độ ngang là bao nhiêu?

6-11. Bàn độ đứng

1 - Bàn độ đứng dùng để làm gì?

2 - Vị trí tương đối có thể giữa các bộ phận sau thế nào:

a/ Ống kính.

b/ Vành độ đứng

c/ Vòng chuẩn đứng

d/ Ống thuỷ dài trên bàn độ đứng

3 - Số độ được ghi trên bàn độ đứng theo qui luật nào? Cách tìm ra qui luật này?

4 - Số đọc nhỏ nhất (t) trên bàn độ đứng là bao nhiêu?

6-12. Ống thuỷ tròn:

1 - Ống thuỷ tròn dùng để làm gì?

2 - Trong máy kinh vĩ có mấy ống thủy tròn? Chúng nằm ở những vị trí nào?

3 - Ống thủy tròn có cấu tạo như thế nào? Bọt nước thủy tròn là gì?

4 - Về mặt hình học, ống thủy tròn có cấu tạo tổng quát dạng mặt gì?

5 - "Điểm không" của ống thủy tròn là gì?

6 - Trục của ống thủy tròn là gì? (Định nghĩa)

7 - Mỗi ống thủy tròn có bao nhiêu trục?

8 - Độ chính xác τ (độ nhạy τ) của ống thủy tròn là gì? vẽ hình minh họa. Các vòng tròn đồng tâm trên ống thủy tròn cách nhau mấy milimét?

9 - Trong máy trắc địa hiện nay thường có độ chính xác τ của ống thủy tròn là bao nhiêu?

10 - Tác dụng của ống thủy tròn? Dùng khi nào? Dùng vào công tác gì?

11 - Khi thấy bọt thủy tròn nằm ở "điểm không" thì lúc này trục của ống thủy tròn đứng ở vị trí nào?

12 - Khi trục của ống thủy tròn đã ở vị trí thẳng đứng thì lúc này bọt thủy tròn nằm ở đâu?

13 - Khi thấy bọt thủy tròn nằm ở ngoài "điểm không" thì lúc này trục của ống thủy tròn thế nào?

14 - Muốn cho bọt thủy tròn chạy vào "điểm không" thì phải làm thế nào? (Phải vận ốc nào? Qui trình thao tác?)

15 - Qui định khi đo đạc ngoài trời phải bảo vệ ống thủy như thế nào? Tại sao vậy?

6-13. Ống thủy dài:

1 - Ống thủy dài dùng để làm gì?

2 - Trong máy kinh vĩ có mấy ống thuỷ dài? Chúng nằm ở những vị trí nào?

3 - Ống thuỷ dài có cấu tạo như thế nào? Bọt nước thuỷ dài là gì?

4 - Về mặt hình học, ống thuỷ dài có hình dạng tổng quát gì?

5 - "Điểm không" của ống thuỷ dài là gì?

6 - Trục của ống thuỷ dài là gì? (Định nghĩa)

7 - Mỗi một ống thuỷ dài có bao nhiêu trục?

8 - Độ chính xác τ (độ nhạy τ) của ống thuỷ dài là gì? vẽ hình minh hoạ? Mỗi đoạn vạch khắc cách nhau mấy milimét?

9 - Trong máy trắc địa hiện nay thường có độ chính xác τ của ống thuỷ dài là bao nhiêu?

10 - Tác dụng của ống thuỷ dài? Dùng khi nào? Dùng vào công tác gì?

11 - Khi thấy bọt nước thuỷ dài nằm ở "điểm không" thì lúc này trục của ống thuỷ dài nằm ở vị trí nào?

12 - Khi trục của ống thuỷ dài đã ở vị trí nằm ngang thì lúc này bọt nước thuỷ dài nằm ở đâu?

13 - Khi thấy bọt nước thuỷ dài nằm ở nửa bên trái của "điểm không" thì lúc này trục của ống thuỷ dài thế nào" (nằm ngang hay nghiêng"? + nghiêng chúc xuống bên trái hay phải)

14 - Khi thấy bọt nước thuỷ dài nằm ở nửa bên phải của "điểm không" thì lúc này trục của ống thuỷ dài thế nào" (+ nằm ngang hay nghiêng? + nghiêng chúc xuống bên trái hay phải).

15 - Muốn cho bọt nước thuỷ dài chạy vào "điểm không" thì phải làm thế nào? (Vận ốc nào? Qui trình thao tác?)

16 - Qui định khi đo đạc ngoài trời phải bảo vệ ống thuỷ như thế nào? Tại sao vậy?

6-14. Ốc cân máy:

- 1 - Ốc cân máy có tác dụng để làm gì?
- 2 - Có mấy ốc cân máy? Chúng phân bố thế nào? Tại sao vậy?
- 3 - Tại sao lúc bình thường nên để ốc cân máy ở vị trí trung gian?

6-15. Trong máy kinh vĩ đã thực tập:

- 1 - Có mấy ốc khoá? Đó là những ốc khoá nào? Tác dụng của ốc khoá?
- 2 - Có mấy ốc vi động? Đó là những ốc vi động nào? Tác dụng của ốc vi động?
- 3 - Cách sử dụng ốc vi động?

6-16. Trong máy kinh vĩ quang học Theo 020

- 1 - Có mấy cặp ốc khống chế chuyển động quay ngang của ống kính? Đó là những ốc nào?
- 2 - Có mấy cặp ốc khống chế chuyển động quay dọc đứng của ống kính? Đó là những ốc nào?

So sánh với máy kinh vĩ điện tử Leica T.100?

6-17. Nói rõ tính năng kỹ thuật, tác dụng, cách sử dụng của từng bộ phận trong máy kinh vĩ quang học Theo 020 (bảng 6-2)

Bảng 6-2

STT	Tên gọi từng bộ phận	Tính năng kỹ thuật? hay tác dụng?	Cách sử dụng?
1	Ốc nối (ốc liên kết)		
2	Ba ốc cân máy		
3	Đế máy		

Bảng 6-2 tiếp theo

STT	Tên gọi từng bộ phận	Tính năng kỹ thuật? hay tác dụng?	Cách sử dụng?
4	Vành độ ngang		
5	Vòng chuẩn ngang		
6	Ốc khoá vành độ ngang		
7	Ốc vi động vành độ ngang		
8	Ốc khoá vòng chuẩn ngang		
9	Ốc vi động vòng chuẩn ngang		
10	Ống thuỷ tròn		
11	Ống thuỷ dài (ngang)		
12	Ốc khoá ống kính (đứng)		
13	Ốc vi động ống kính (đứng)		
14	Vành độ đứng		
15	Vòng chuẩn đứng		
16	Ống thuỷ dài đứng		
17	Ốc vi động ống thuỷ dài đứng		
18	Đầu ruồi, khe ngắm (ống ngắm sơ bộ)		
19	Ống kính		
20	Kính vật		
21	Kính mắt		
22	Màng dây chữ thập		
23	Vòng xoay kính mắt		
24	Vòng điều chỉnh		

6-18. Kiểm nghiệm và điều chỉnh máy kinh vĩ:

- 1 - Kiểm nghiệm máy là gì?
- 2 - Điều chỉnh máy là gì?
- 3 - Tại sao phải kiểm nghiệm và điều chỉnh máy?
- 4 - Khi nào phải kiểm nghiệm và điều chỉnh máy?
- 5 - Những điều kiện phải kiểm nghiệm và điều chỉnh máy kinh vĩ quang học Theo 020 là gì?

6-19. Trình bày những thao tác cụ thể khi đặt máy kinh vĩ có bộ phận định tâm quang học (như Theo 020) vào đỉnh góc cần đo:

- 1 - Định tâm sơ bộ?
- 2 - Cân máy sơ bộ?
- 3 - Cân máy chính xác?
- 4 - Định tâm máy chính xác?

Và v.v....

6-20. Đo góc bằng theo "Phương pháp cung"

- 1 - Phạm vi áp dụng?
- 2 - Qui trình đo góc bằng theo "phương pháp cung"
- 3 - Các công thức tính toán?
- 4 - Đặc điểm của góc bằng β về dấu và về độ lớn?
- 5 - Những qui định khi đo góc bằng theo "phương pháp cung"?
- 6 - Nhận xét?

6-21. Đo góc bằng theo "Phương pháp vòng"

- 1 - Phạm vi áp dụng?
- 2 - Qui trình đo?
- 3 - Cách tính toán?
- 4 - Những qui định?

5 - Nhận xét?

6-22. Đo góc bằng theo "Phương pháp lặp".

1 - Phạm vi áp dụng?

2 - Qui trình đo? Thực chất của qui trình đo?

3 - Cách tính toán?

4 - Những qui định?

5 - Nhận xét?

6-23. Xác định MO của trạm máy:

1 - Định nghĩa MO?

2 - Qui trình xác định MO?

3 - Công thức tính MO?

4 - Nhận xét MO?

6-24. Đo góc đứng V:

1 - Qui trình đo góc đứng V?

2 - Công thức tính toán V?

3 - Đặc điểm của góc đứng V về dấu và về độ lớn?

4 - Những qui định?

5 - Có những phương pháp đo góc đứng nào?

6-25. Độ chính xác đo góc bằng:

1 - Những nguyên nhân gây ra sai số khi đo góc bằng và những biện pháp hạn chế chúng như thế nào?

- Do môi trường đo?

- Do dụng cụ đo?

- Do người đo?

2 - Độ chính xác đo góc bằng đạt được bao nhiêu?

6-26. *Đổi các góc sau đây từ độ thành raadian?*

1/ $54^{\circ}27'32''$?

2/ $59^{\circ}31'43''$?

6-27. *Đổi các góc sau đây từ radian thành "độ, phút, giây"?*

1/ 0,987 654?

2/ 1, 123 456?

6-28. *Cho biết số liệu đo góc bằng theo "Phương pháp cung" như sau:*

- Nửa vòng đo thuận:

$a' = 50^{\circ}47'20''$ với $m_{a'} = \pm 10''$

$b' = 121^{\circ}30'40''$ với $m_{b'} = \pm 10''$

- Nửa vòng đo đảo:

$b'' = 301^{\circ}31'20''$ với $m_{b''} = \pm 10''$

$a'' = 230^{\circ}47'40''$ với $m_{a''} = \pm 10''$

1/ Tính giá trị của góc đo nửa vòng thuận β' ? nửa vòng đảo β'' , và một vòng đủ β ?

2/ Tính sai số trung phương góc đo của nửa vòng thuận $m_{\beta'}$? của nửa vòng đảo $m_{\beta''}$? của một vòng đủ m_{β} ?

6-29. *Cho biết số liệu đo góc bằng theo "Phương pháp cung" như sau"*

- Nửa vòng đo thuận:

$a' = 319^{\circ}47'20''$ với $m_{a'} = \pm 20''$

$b' = 10^{\circ}50'40''$ với $m_{b'} = \pm 20''$

- Nửa vòng đo đảo:

$b'' = 199^{\circ}51'20''$ với $m_{b''} = \pm 20''$

$a'' = 139^{\circ}47'40''$ với $m_{a''} = \pm 20''$

1/ Tính giá trị góc đo của:

- Nửa vòng thuận β' ?
- . Nửa vòng đảo β'' ?
- . Một vòng đủ β ?

2/ Tính sai số trung phương góc đo của:

- Nửa vòng thuận $m_{\beta'}$?
- . Nửa vòng đảo $m_{\beta''}$?
- . Một vòng đủ m_{β} ?

6-30. Cho biết số liệu đo góc đứng bằng máy kinh vĩ quang học Theo 020 tại trạm máy A khi ngắm đến điểm B như sau:

- Số đọc trái: $T = 75^{\circ}15'00''$ với sai số $m_T = \pm 10''$
- Số đọc phải: $P = 284^{\circ}45'00''$ với sai số $m_p = \pm 10''$

1/ Tính MO của trạm máy và sai số trung phương của nó m_{MO} ?

2/ Tính góc đứng V của hướng ngắm trên theo các công thức khác nhau và tính các sai số trung phương tương ứng của chúng?

6-31. Cho biết số liệu đo góc đứng bằng máy kinh vĩ quang học Theo 020 tại trạm máy C khi ngắm đến điểm D như sau:

- Số đọc trái: $T = 98^{\circ}18'00''$ với sai số $m_T = \pm 20''$
- Số đọc phải: $P = 261^{\circ}42'00''$ với sai số $m_p = \pm 20''$

1/ Tính MO của trạm máy và sai số trung phương của nó m_{MO} ?

2/ Tính góc đứng V của hướng ngắm trên theo các công thức khác nhau và tính các sai số trung phương tương ứng của chúng?

CHƯƠNG 7

ĐO DÀI

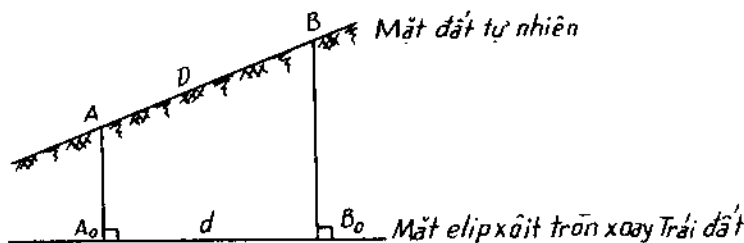
§ 7-1. PHÂN LOẠI ĐO DÀI

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

Trên hình 7.1 biểu diễn A và B là hai điểm ở trên mặt tự nhiên. Qua A và B dựng các đường vuông góc đến mặt elipxôit tròn xoay Trái Đất là A_0 và B_0 .

$D = AB$ là khoảng cách nghiêng

$d = A_0B_0$ là khoảng cách bằng



Hình 7.1

1. Phân loại đo dài theo độ chính xác

1. *Đo dài chính xác cao* có sai số tương đối

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{10^6} \div \frac{1}{10^5}.$$

2. *Đo dài chính xác vừa* có $\frac{1}{T} = \frac{1}{10000} \div \frac{1}{5000}.$

3. *Đo dài chính xác thấp* có $\frac{1}{T} = \frac{1}{5000} \div \frac{1}{200}$.

II. Phân loại đo dài theo dụng cụ đo

1. *Đo dài bằng các loại thước:*

Bằng thước thép có $\frac{1}{T} = \frac{1}{1000} \div \frac{1}{25000}$.

Bằng thước inra có $\frac{1}{T} = \frac{1}{25000} \div \frac{1}{10^6}$.

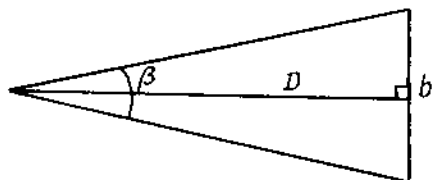
2. *Đo dài bằng các loại máy đo xa quang học có:*

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{200} \div \frac{1}{5000}$$

Nguyên lý chung của máy đo xa quang học là dựa trên cơ sở tam giác vuông hay cân (hình 7.2)

$$D = \frac{1}{2} b \cot g \frac{\beta}{2}. \quad (7-1)$$

Một trong hai đại lượng (cạnh đáy b và góc chắn β) không đổi, đại lượng còn lại kia sẽ phải đo. Tương ứng có:



Hình 7.2

- Máy đo xa quang học có góc chắn β không đổi, còn cạnh đáy b thay đổi (phải đo).

- Máy đo xa quang học có cạnh đáy b không đổi, còn góc chắn β thay đổi (phải đo).

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

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{25000} \div \frac{1}{10^6}$$

Biết tốc độ truyền sóng là v , đo được thời gian t của sóng lan truyền từ A đến B rồi lại phản xạ lại từ B đến A, sẽ tính được quãng đường D:

$$D = \frac{v \cdot t}{2} \quad (7-2)$$

III. Phân loại đo dài trực tiếp hay gián tiếp

1. Đo dài trực tiếp

Kết quả cho ngay chiều dài cần đo.

2. Đo dài gián tiếp (hình 7.3)

Muốn biết b ta đo góc B, C và cạnh a , rồi tính:

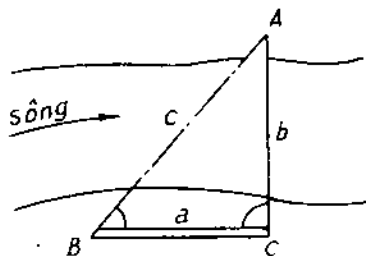
$$b = \frac{a}{\sin A} \cdot \sin B = \frac{a}{\sin(B + C)} \cdot \sin B \quad (7-3)$$

§7-2. ĐO DÀI BẰNG THUỐC THÉP

I. Dụng cụ đo

Thuốc thép có nhiều loại với chiều dài khác nhau: 20, 30, 50m,

Trên thuốc có giá trị khoảng chia nhỏ nhất khác nhau: dm, cm, mm. Cách đánh dấu khoảng chia có thể bằng vạch khắc hay lỗ đục. Số không của thuốc có thể được khắc ngay từ đầu mút của thuốc hay cách đầu mút của thuốc một đoạn.



Hình 7.3

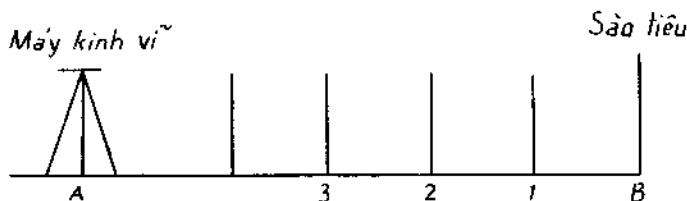
Thuốc có thể được cuộn trong hộp kín hay ngoài giá vòng hồ. Trong xây dựng hay dùng thuốc thép dài 20m.

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.

Cùng với thước thép có 11 que sắt để đánh dấu đầu thước và ghi nhớ số lần đặt thước. Ngoài ra, còn có máy kinh vĩ và sào tiêu để đóng hướng đường thẳng.

II. Đóng hướng đường thẳng

Thông thường đoạn thẳng AB cần đo lớn gấp nhiều lần chiều dài của thước (hình 7.4).



Hình 7.4

Việc xác định các điểm 1, 2, 3... nằm trên hướng của đường thẳng AB để đặt thước đo gọi là đóng hướng đường thẳng. Có thể đóng hướng đường thẳng bằng mắt. Khi cần chính xác hơn ta đóng hướng đường thẳng bằng máy kinh vĩ. Đặt máy kinh vĩ tại A, ngắm sào tiêu ở B. Theo hướng ngắm AB này ta xác định được các điểm 1, 2, 3... cần thiết ở ngoài thực địa.

III. Phương pháp đo

Đo đoạn thẳng AB bằng thước thép thường (20m) đặt trực tiếp trên mặt đất như sau: Một người cầm đầu thước "0" gọi là người đi "sau". Người "sau" dùng 1 que sắt giữ chặt đầu "0" của thước trùng với cọc điểm A. Một người cầm mút thước "20m" và 10 que sắt, gọi là người đi "trước". Người "trước" kéo căng thước

nằm ngang theo lệnh "căng" đồng thời cắm 1 que sắt tại vạch 20m rồi trả lời "xong".

Người đi "sau" nhổ que sắt tại A, người "trước" để lại que sắt vừa cắm, cả hai cùng đi về hướng B. Khi người "sau" đến nơi que sắt người "trước" vừa cắm thì hô "đứng lại". Việc thao tác đo lại tiếp tục như đoạn vừa rồi cho đến hết.

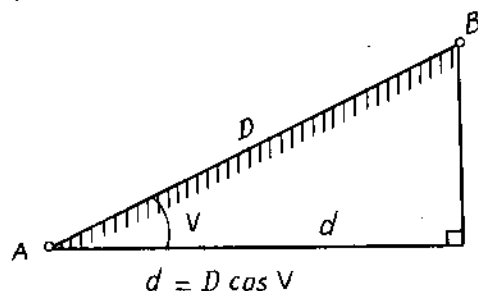
Số que sắt nằm trong tay người "sau" đúng bằng số lần đặt thước. Khi người "trước" hết cả que sắt trong tay (10 cái) là đã 10 lần đặt thước. Sau khi ghi số, muốn đo tiếp thì người "sau" phải trao 10 que sắt cho người "trước".

Việc đọc số đoạn "lẻ" cuối cùng ở B phải rất cẩn thận, kéo hay bị nhầm!

"Đo đi" từ A đến B xong thì nhất thiết phải "đo về" từ B đến A. Nếu độ chênh tương đối (giữa "đo đi" và "đo về") cho phép thì tính kết quả trung bình D.

IV. Tính toán

Những nơi độ dốc mặt đất lớn hơn 2° thì khoảng cách $D = AB$ đo được phải tính chuyển về khoảng cách nằm ngang d theo công thức (hình 7.5).



Hình 7.5

$$d = D \cos V . \quad (7-4)$$

V. Độ chính xác đo dài bằng thước thép

Trong kết quả đo dài bằng thước thép đặt trực tiếp trên mặt đất có chứa những loại sai số nào? Biện pháp hạn chế, khắc phục những nguyên nhân gây ra sai số để nâng cao độ chính xác là gì?

1. Sai số do kiểm nghiệm thước. Phải kiểm nghiệm thước cẩn thận trước khi đo. Tính số điều chỉnh kiểm nghiệm thước vào kết quả đo được.

2. Sai số do thước giãn nở vì nhiệt. Phải đo vào lúc đẹp trời. Tính số điều chỉnh đo thước giãn nở vì nhiệt vào kết quả đo được.

3. Sai số do thước đặt chệch hướng dọc đường thẳng. Phải dóng hướng đường thẳng cẩn thận bằng máy.

4. Sai số do thước bị cong trên mặt phẳng nằm ngang. Phải dọn sạch dải đặt thước đo.

5. Sai số do thước bị võng trong mặt phẳng đứng. Phải dọn phẳng dải đặt thước đo (đặt ván).

6. Sai số do lực căng thước không đều. Khi cần chính xác phải kéo thước bằng lực kế.

7. Sai số do không tính đúng độ dốc mặt đất.

$$\text{Độ chính xác đạt được: } \left(\frac{1}{1000} \div \frac{1}{3000} \right)$$

Độ chênh cho phép tương đối giữa kết quả đo đi và đo về bằng thước thép đặt trực tiếp trên mặt đất như sau:

$$\text{- Trong điều kiện thuận lợi là: } \frac{1}{2000} ;$$

$$\text{- Trong điều kiện trung bình là: } \frac{1}{1500} ;$$

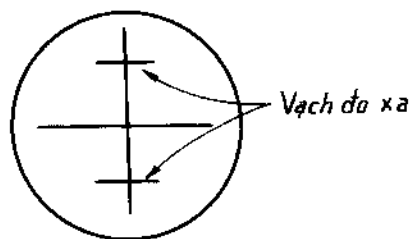
- Trong điều kiện khó khăn là: $\frac{1}{700} \div \frac{1}{800}$.

§7-3. ĐO DÀI BẰNG MÁY CÓ VẠCH NGẮM XA VÀ MIA ĐỨNG

Máy có vạch ngắm xa là máy kinh vĩ hay máy nivô. Màng dây chữ thập của chúng có thêm hai vạch đo xa trên và dưới, hai vạch này nằm đối xứng và song song với vạch ngang của màng dây chữ thập (hình 7.6).

Mia làm bằng gỗ, thường dài 3m, trên có vạch cm.

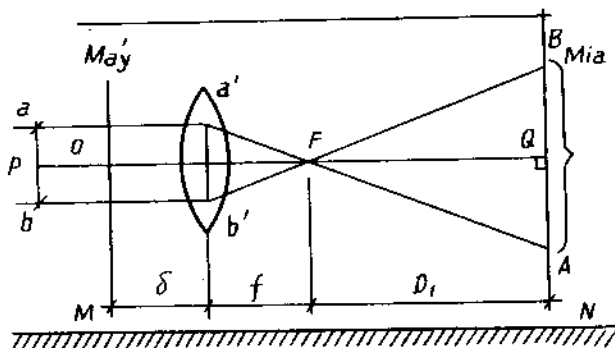
Trong trường hợp này việc đo dài dựa trên cơ sở giải tam giác có góc chắn β không đổi, còn cạnh đáy b thay đổi (phải đo).



Hình 7.6

Để đo khoảng cách MN, tại M đặt máy, tại N đặt mia.

1. Trường hợp tia ngắm nằm ngang (hình 7.7)



Hình 7.7

Giả sử trục ngắm nằm ngang. Các tia sáng song song với trục ngắm đi qua các vạch đo xa a, b sau khi qua kính vật sẽ giao nhau tại tiêu điểm F và tiếp tục đến gặp mìa ở A và B. Từ các tam giác đồng dạng AFB và a'Fb' có

$$\frac{D_1}{n} = \frac{f}{p} \quad (7-5)$$

Từ đó suy ra:

$$D_1 = \frac{f}{p} \cdot n \quad (7-6)$$

Khoảng cách D từ trục máy đến mìa là:

$$D = D_1 + f + \delta, \quad (7-7)$$

$$D = \frac{f}{p} \cdot n + (f + \delta), \quad (7-8)$$

trong đó:

f - tiêu cự của kính vật;

p - khoảng cách giữa hai vạch ngắm đo xa;

n - khoảng cách trên mìa chắn giữa hai tia sáng đi qua hai vạch đo xa.

Với mỗi máy cụ thể có f, p, δ cố định nên người ta ký hiệu:

$K = \frac{f}{p}$ gọi là hệ số máy đo xa (thường $K = 100$);

$C = f + \delta$ gọi là hằng số máy đo xa.

Khi ấy có:

$$D = Kn + C \quad (7-9)$$

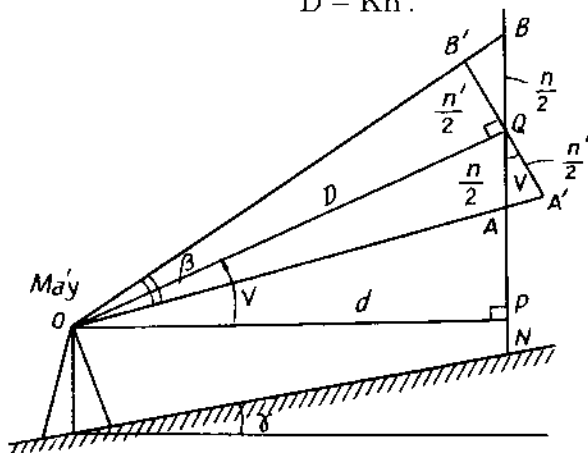
Thường thì C rất bé, có thể bỏ qua được nên:

$$D = Kn \quad (7-10)$$

2. Trường hợp tia ngắm nằm nghiêng (hình 7.8)

Trong thực tế hay gặp trường hợp tia ngắm (OQ) nằm nghiêng một góc V so với mặt phẳng nằm ngang. Giả sử có một mĩa A'B' vuông góc với trục ngắm OQ thì khoảng cách nghiêng $D = OQ$ theo trường hợp trên là:

$$D = Kn'. \quad (7-11)$$



Hình 7.8

Nhưng thực tế chỉ có mĩa AB đặt thẳng đứng ở N, mĩa này không vuông góc với trục ngắm OQ.

Vì góc β rất nhỏ nên có thể coi ba tia OQ, OA, OB song song với nhau, do đó gần đúng có góc $AA'Q = 1v$.

Góc $A'QA = QOP = V$ (góc nhọn có cạnh tương ứng vuông góc).

Từ tam giác vuông A'QA có:

$$\frac{n'}{2} = \frac{n}{2} \cos V, \quad (7-12)$$

$$\text{hay là} \quad n' = n \cos V. \quad (7-13)$$

Thay (7-13) vào (7-11) được:

$$D = KncosV. \quad (7-14)$$

Khoảng cách nằm ngang d tính từ tam giác vuông PQO như công thức (7-4).

Thay (7-14) vào (7-4) được:

$$\begin{aligned} d &= Kncos^2V = Kn(1 - \sin^2V) \\ &= Kn - Knsin^2V \\ d &= Kn - \Delta D \end{aligned} \quad (7-15)$$

trong đó:

K - hệ số máy đo xa (thường $K = 100$);

n - khoảng cách chắn trên mĩa giữa hai vạch đo xa;

V - góc nghiêng của trục ngắm so với mặt phẳng nằm ngang;

ΔD - số điều chỉnh, sẽ được tra theo Kn và V ở trong bảng lập sẵn.

Đo dài bằng máy có vạch ngắm xa và mĩa đúng đạt được độ chính xác tương đối là $\frac{1}{300}$, nhanh gọn, đơn giản, thường được áp dụng trong đo vẽ chi tiết bản đồ.

HƯỚNG DẪN HỌC TẬP CHƯƠNG 7

7-1. Tại sao phải đo dài? Định nghĩa khoảng cách bằng giữa hai điểm A và B?

7-2. Phân loại đo dài theo độ chính xác, theo dụng cụ đo, theo đối tượng đo?

7-3. Trình bày cách đo dài bằng thước thép đặt trực tiếp lên mặt đất? Những nguyên nhân gây ra sai số và biện pháp khắc phục hạn chế chúng? Độ chính xác đạt được? Phạm vi áp dụng?

7-4. Chứng minh công thức đo dài bằng máy có vạch ngắm xa và mĩa đúng (với hai trường hợp tia ngắm ngang và nghiêng)? Độ chính xác đạt được? Phạm vi áp dụng?

7-5. Đo chiều dài AB theo mặt nghiêng được $D = 250,00\text{m}$ với sai số trung phương $m_D = \pm 10\text{cm}$, góc dốc mặt đất $V = 4^\circ 30'$ với sai số trung phương $m_V = \pm 1'$. Tính chiều dài bằng giữa hai điểm đó (d), sai số trung phương (m_d) và sai số trung phương tương đối của nó ($1/T$)?

7-6. Người ta xác định khoảng cách $BC = a$ theo phương pháp đo gián tiếp tam giác ABC được các số liệu như sau: chiều dài cạnh: $AB = c = 210,20\text{m}$ với sai số trung phương $m_c = \pm 0,14\text{m}$;

góc $A = 57^\circ 30'$ với sai số trung phương $m_A = \pm 0',5$;

góc $B = 62^\circ 40'$ với sai số trung phương $m_B = \pm 0',6$.

Tính chiều dài cạnh $BC = a$, sai số trung phương m_a , sai số trung phương tương đối $1/T$ của cạnh ấy?

7-7. Khi đo dài bằng máy có vạch ngắm xa và mĩa đứng ($d = K.n \cos^2 V$) được các số liệu như sau:

- Hệ số máy đo xa $K = 100$ với $m = \pm 0,1$

- Khoảng cách trên mĩa chắn giữa hai vạch đo xa là $n = 150\text{cm}$, với $m_n = \pm 1\text{cm}$.

- Góc nghiêng của tia ngắm $V = 11^\circ 00' 00''$ với $m_V = \pm 1'$

Tính khoảng cách bằng d , sai số trung phương m_d , sai số trung phương tương đối $1/T$ của nó?

7-8. Đo chiều dài nghiêng AB được $D = 200,00\text{m}$, với sai số trung phương tương ứng m_D ; góc dốc mặt đất $V = 9^\circ 00' 00''$ với sai số trung phương tương ứng m_V . Tính chiều dài bằng d giữa hai điểm A và B?

Giả sử muốn có chiều dài bằng d tính được với độ chính xác tương đối $\frac{m_d}{d} = \frac{1}{2000}$ thì cần phải đo chiều dài nghiêng D và góc dốc mặt đất V với độ chính xác tương ứng m_D , m_V bằng bao nhiêu?

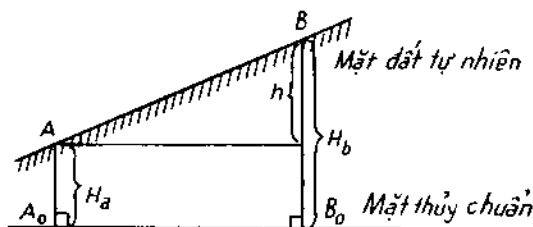
CHƯƠNG 8

ĐO CAO

§8-1. PHÂN LOẠI 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 công tác đo cơ bản.

Độ cao H của một điểm là khoảng cách tính theo phương dây dọi kể từ điểm ấy đến mặt thủy chuẩn (hình 8.1).



Hình 8.1

Thực chất của đo cao là xác định độ chênh cao h giữa các điểm rồi căn cứ vào độ cao của một điểm đã biết mà tính ra độ cao của điểm kia (h.8-1):

$$H_B = H_A + h. \quad (8-1)$$

1. Phân loại đo cao theo độ chính xác

1. Đo cao chính xác cao: khi sai số trung phương trên mỗi km đường đo $m_h = (0,5 \div 5,0)$ mm/km.
2. Đo cao chính xác vừa: có $m_h = (10 \div 25)$ mm/km.
3. Đo cao chính xác thấp: có $m_h > 25$ mm/km.

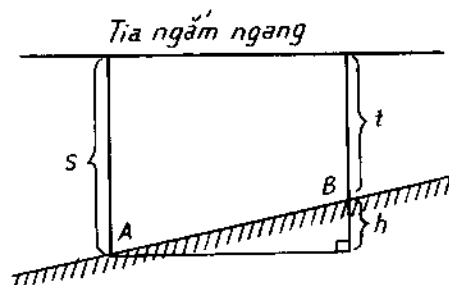
II. Phân loại độ cao theo nguyên lý đo

1. Đo cao hình học

Đo cao hình học dựa trên cơ sở tia ngắm nằm ngang để xác định độ chênh cao h (hình 8.2).

$$h = s - t. \quad (8-2)$$

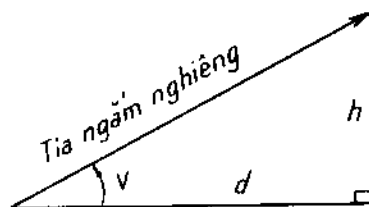
Đo cao hình học đạt được độ chính xác $m_h = (1 \div 50) \text{ mm/km}$, thường được áp dụng trong đo lưới khống chế độ cao, bố trí công trình, quan trắc lún, v.v...



Hình 8.2

2. Đo cao lượng giác

Đo cao lượng giác dựa trên cơ sở giải tam giác vuông có cạnh huyền là tia ngắm nghiêng (hình 8.3).



Hình 8.3

$$h = d.tgV. \quad (8-3)$$

Đo cao lượng giác đạt được độ chính xác là $m_{\parallel} = (100 \div 300)$ mm/km, thường được áp dụng khi đo vẽ chi tiết bản đồ.

3. Đo cao khí áp

Càng lên cao thì áp suất của khí quyển càng giảm

Dùng áp kế sẽ xác định được áp suất khí quyển ở những điểm khác nhau, theo hiệu số áp suất ấy ta sẽ xác định được độ chênh cao giữa các điểm. Sai số xác định độ cao của các điểm bằng áp kế là từ 2 đến 3 mét. (Hiện nay có loại vi áp kế cho phép xác định độ cao các điểm với độ chính xác đến 0,3mét). Phương pháp này được áp dụng ở giai đoạn khảo sát sơ bộ công trình.

4. Đo cao thủy tĩnh

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

Đo cao thủy tĩnh đạt được độ chính xác $\pm 0,2\text{mm}$ trên 16 mét dài. Phương pháp này thường được áp dụng trong khi lắp đặt các thiết bị.

5. Đo cao bằng máy bay

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

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

6. Đo cao bằng ảnh lập thể

Phương pháp này dựa trên cơ sở đo mô hình thực địa do một cặp ảnh lập thể tạo ra, khi quan sát chúng trong máy ảnh lập thể, thường được áp dụng trong khi đo vẽ làm bản đồ bằng ảnh.

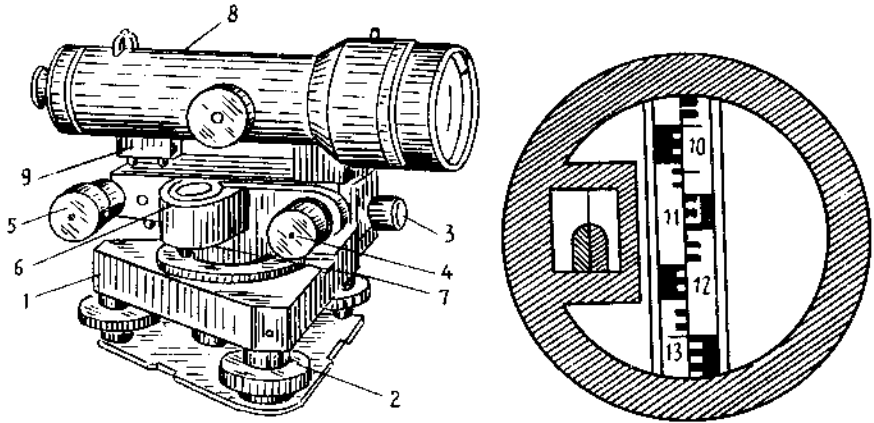
§8-2. MÁY NIVÔ VÀ MIA

Dụng cụ tạo ra được tia ngắm nằm ngang, thoả mãn nguyên lý đo cao hình học, là máy nivô, còn dụng cụ để tạo ra "số đọc" "s", "t" là mia.

I. Cấu tạo máy nivô

Máy nivô (hình 8.4) gồm có các bộ phận chính là:

- Ống kính.
- Ống thuỷ (tròn, dài).
- Các ốc cân máy, ốc kích nâng, ốc khoá và ốc vi động.



Hình 8.4

Những đặc tính chủ yếu của máy nivô là:

Độ nhạy của ống thuỷ dài.

- Độ phóng đại của ống kính.
- Cách đọc số.
- Cách đưa tia ngắm về vị trí nằm ngang.

II. Phân loại máy nivô

1. Theo độ chính xác phân ra làm:

- Máy nivô chính xác cao: có $m_h = (0,5 \div 1,0)$ mm/1 km.
- Máy nivô chính xác vừa: có $m_h = (4 \div 8)$ mm/1km.
- Máy nivô chính xác thấp: có $m_h = (15 \div 30)$ mm/1km.

2. Phân loại máy nivô theo cách đưa tia ngắm về vị trí nằm ngang:

- Máy nivô có ốc kích nâng.
- Máy nivô tự động, v.v...

III. Mía đo cao

Mía đo cao thường là loại mía hai mặt đỏ và đen, dài 3 mét, có khoảng chia nhỏ nhất đến cm. Mặt đỏ của mía thường được ghi số từ để mía là những số khác 0, ví như: 4473, 4573. Mặt đỏ của một cặp mía thường có số ghi ở để mía chênh nhau 100mm. Mía có gắn ống thuỷ tròn để làm căn cứ dựng mía thẳng đứng. Khi đo phải đặt mía lên đỉnh cọc, đỉnh mốc, hoặc lên giá mía.

Mía inva là loại mía chính xác nhất. Dải inva ở giữa. Hai thang chính, phụ ở hai bên.

§8-3. KIỂM NGHIỆM VÀ ĐIỀU CHỈNH MÁY NIVÔ

1. Kiểm nghiệm và điều chỉnh máy nivô có ống thuỷ dài và ốc kích nâng

1. Kiểm nghiệm và điều chỉnh ống thuỷ dài

Trục của ống thuỷ dài phải vuông góc với trục quay thẳng đứng của máy (làm tương tự như với máy kinh vĩ).

Đặt trục của ống thuỷ dài song song với đường thẳng nối hai ốc cân máy 1 và 2. Vận hai ốc này ngược chiều nhau để đưa bọt

nước của ống thủy dài về giữa. Quay máy đi 90° . Chỉ vận ốc cân thứ ba để đưa bọt nước của ống thủy dài về giữa. Quay máy đi 180° . Nếu bọt nước ống của thủy dài lệch khỏi vị trí giữa thì dùng ốc hiệu chỉnh bọt nước để điều chỉnh bọt nước chảy ngược lại $1/2$ cung lệch, còn nửa cung lệch còn lại, thì dùng ốc cân máy để hiệu chỉnh (bọt nước về lại giữa).

Sau đó phải quay máy đi 180° , nếu bọt nước vẫn lệch khỏi vị trí giữa thì phải tiếp tục điều chỉnh lần thứ hai tương tự như trên.

Phải điều chỉnh một số lần cho đến khi nào bọt nước của ống thủy dài luôn ở giữa thì được.

2. Kiểm nghiệm và điều chỉnh màng dây chữ thập

Khi vị trí màng dây chữ thập đã đặt đúng thì vạch đứng của nó phải thật trùng khít với phương dây dọi. Cách kiểm nghiệm: ở nơi khuất gió treo một sợi chỉ cạnh tường, đầu dưới chỉ buộc quả dọi. Để nhìn rõ sợi chỉ nên dán giấy trắng trên tường phía sau sợi chỉ. Cách tường từ 20 đến 25m đặt máy nivô và cân máy thật cẩn thận chính xác. Để một đầu vạch đứng của màng dây chữ thập trùng với dây dọi. Và nhìn xem đầu kia có trùng không. Nếu lệch quá 0,5 mm thì phải điều chỉnh màng dây chữ thập.

Cách điều chỉnh: vận lỏng các ốc điều chỉnh của riêng màng dây chữ thập, xoay nhẹ bộ phận này cho vạch đứng đến trùng khít với dây dọi, rồi vận chặt các ốc cố định màng dây chữ thập lại.

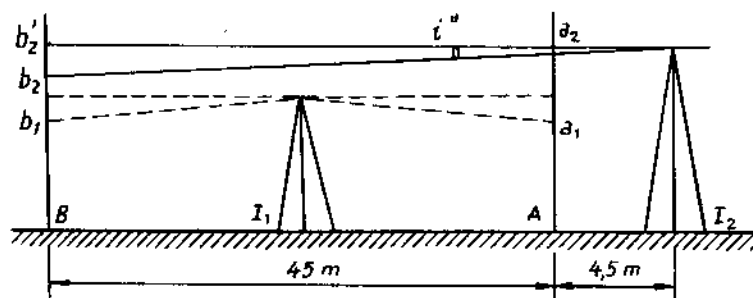
Sau khi điều chỉnh màng dây chữ thập phải xác định lại góc i .

3. Kiểm nghiệm và điều chỉnh góc i

Đây là điều kiện cơ bản của máy: trục ngắm phải song song với trục ống thủy dài.

a/ Đặt hai mia trên hai cọc sắt ở hai điểm A và B cách nhau khoảng $(40 \div 50\text{m})$ (hình 8.5). Ở giữa đoạn AB đặt trạm máy I_1 , và trên đường AB kéo dài đặt trạm máy I_2 . Dùng thước đo

khoảng cách $I_2A = \frac{1}{10}AB$. Khoảng cách I_1A và I_1B chênh nhau không được quá 0,2m.



Hình 8.5

b/ Lần lượt đặt máy trên I_1 và I_2 đọc số a_1 , b_1 và a_2 , b_2 ở trên mĩa A và B.

c/ Góc i tính theo công thức

$$i = \frac{\rho''}{D} \Delta h, \quad (8-4)$$

trong đó:

$$\Delta h = (b_1 - a_1) + (a_2 - b_2);$$

D - khoảng cách giữa A và B.

Nếu góc $i \leq 20''$ thì được. Nếu góc $i > 20''$ thì điều chỉnh như sau: để nguyên máy ở vị trí I_2 , xoay ốc kích nâng để cho số đọc trên mĩa đặt ở B trùng với số đọc:

$$b'_2 = b_2 + 1,1 \Delta h.$$

Sau đó vặn lỏng một ốc còn ốc kia (của riêng ống thủy dài) vặn chặt lại để điều chỉnh cho bọt nước của ống thủy dài vào giữa. Sau khi điều chỉnh bọt nước phải kiểm tra lại góc i , nếu vẫn thấy lớn hơn quy định trên thì tiếp tục điều chỉnh cho đến khi đạt yêu cầu.

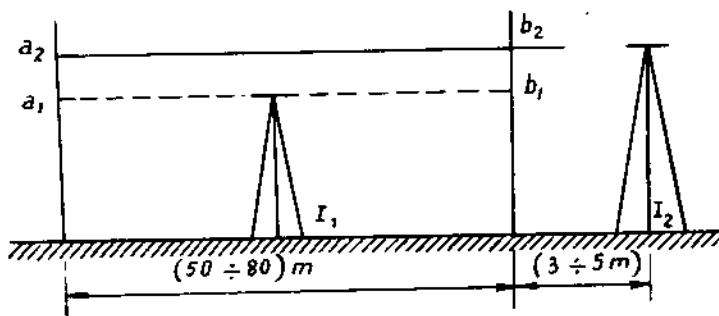
II. Kiểm nghiệm và điều chỉnh máy nivô tự động

1. Kiểm nghiệm và điều chỉnh ống thủy tròn

Phải kiểm nghiệm hàng ngày. Cách kiểm nghiệm như đối với ống thủy dài. Độ lệch của bọt nước của ống thủy tròn khỏi điểm không mỗi khi quay đi 180° không được lớn hơn $(0,2 \div 0,3)$ mm.

2. Xác định và khử góc i

Đặt máy ở giữa đường thẳng nối hai mĩa cách nhau từ 50 đến 80m (trạm I_1) (hình 8.6).



Hình 8.6

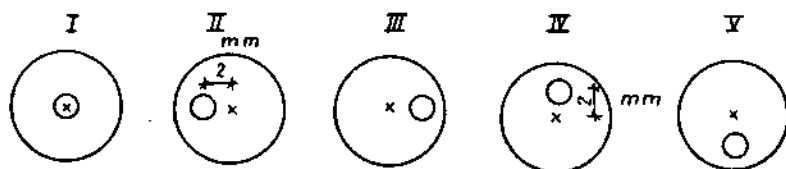
Sau khi đã đưa bọt nước của ống thủy tròn về giữa, đọc số a_1 trên mĩa sau và b_1 trên mĩa trước. Sau đó chuyển máy ra phía ngoài mĩa trước và cách mĩa này từ 3 đến 5m (trạm I_2). Đọc số a_2 trên mĩa sau và b_2 trên mĩa trước. Tính trước số đọc là $a'_2 = (a_1 - b_1) + b_2$ rồi so sánh với số đọc thực tế a_2 . Sự khác nhau giữa a'_2 và a_2 không được lớn hơn 4 mm. Trong trường hợp vượt hạn sai trên phải dùng ốc điều chỉnh của màng dây chữ thập để đưa vạch ngang của nó lên xuống sao cho $a_2 = a'_2$. Kiểm tra lại.

Hàng ngày trước khi đo đều phải kiểm tra góc i .

3. Xác định sai số tự điều chỉnh

Chẳng hạn với máy Koni-007.

Hai mịa đặt cách nhau từ 40 đến 100 m. máy đặt chính xác ở giữa hai mịa. Tiến hành đo chênh cao lần lượt theo 5 vị trí bọt nước của ống thủy tròn (hình 8.7) (bọt nước ở giữa I và lệch trước II, sau III, trái IV, phải V đi 2mm). Ở mỗi vị trí đo chênh cao 5 lần. Lấy kết quả trung bình của từng vị trí II, III, IV, V. Lần lượt so với kết quả trung bình vị trí I. Đại lượng chênh lệch không được lớn hơn 1 mm. Nếu vượt quá hạn sai cho phép ở trên thì phải đưa máy về xưởng sửa chữa.



Hình 8.7

§8-4. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO CAO HÌNH HỌC

Tuỳ theo độ chính xác giảm dần mà chia ra 5 phương pháp đo cao hình học: hạng I, II, III, IV, V (kỹ thuật).

I. Công tác chuẩn bị tại mỗi trạm máy đo cao hình học

1. Cân máy nivô

a) Với máy nivô có ốc kích nâng (và ống thủy dài):

- Dựa vào ống thủy tròn để cân máy sơ bộ (vặn ốc cân máy).
- Dựa vào ống thủy dài để cân máy chính xác (vặn ốc cân máy giống như cân máy kinh vĩ).
- Trước mỗi lần đọc số trên mịa phải cân máy chính xác thêm bằng cách vặn ốc kích nâng để đưa bọt nước của ống thủy dài vào đúng giữa.

b/ Với máy nivô tự động: Sau khi dựa vào ống thủy tròn để cân máy sơ bộ là được.

2. Cách tìm mảng dây chữ thập rõ nét nhất, ngắm điểm mục tiêu, khử hiện tượng thị sai

Hoàn toàn giống như với máy kinh vĩ.

II. Phương pháp đo cao hình học hạng IV

Trong phương pháp đo cao hình học hạng IV thường dùng máy nivô có độ phóng đại ống kính $v^x > 25^x$, độ nhạy ống thủy dài $< 25''/2\text{mm}$; mia hai mặt đỏ - đen có gắn ống thủy tròn, giá mia.

Thứ tự công việc tại mỗi trạm đo:

1. Ngắm mia sau, mặt đen, cân máy chính xác thêm (vặn ốc kích nâng cho bọt nước của ống thủy dài vào giữa), đọc số trên mia theo vạch giữa và một vạch đo xa.

2. Ngắm mia trước, mặt đen, cân máy chính xác thêm (vặn ốc kích nâng cho bọt nước của ống thủy dài vào giữa) đọc số trên mia theo vạch giữa và một vạch đo xa.

3. Ngắm mia trước, mặt đỏ, cân máy chính xác thêm (vặn ốc kích nâng cho bọt nước của ống thủy dài vào giữa), đọc số trên mia theo vạch giữa.

4. Ngắm mia sau, mặt đỏ, cân máy chính xác thêm (vặn ốc kích nâng cho bọt nước của ống thủy dài vào giữa), đọc số trên mia theo vạch giữa.

Một số quy định trong phương pháp đo cao hình học hạng IV:

1. Máy đặt ở giữa hai mia, tầm ngắm từ máy đến mia không quá 100m.

2. Độ lệch tầm ngắm từ máy đến mia ở mỗi trạm không quá 5m, tích lũy trên mỗi đoạn không quá 10m.

3. Chiều cao tia ngắm tối thiểu so với mặt đất là 0,2m.

4. Sự khác nhau về độ chênh cao tính theo hai mặt đỏ và đen ở mỗi trạm không quá $\pm 5\text{mm}$.

Sau khi tính toán sơ bộ kiểm tra trạm xong mới được nhắc máy đi sang trạm khác.

III. Phương pháp đo cao hình học hạng V (đo cao kỹ thuật)

Trong phương pháp này dùng máy nivô có độ phóng đại ống kính $v^* > 20\times$, độ nhảy ống thủy dài $< 45''/2\text{mm}$.

Thứ tự công việc tại mỗi trạm khi dùng mìa hai mặt:

1. Đọc số theo vạch giữa trên mặt đen, rồi mặt đỏ của mìa sau: s' , s'' .

2. Đọc số theo vạch giữa trên mặt đen, rồi mặt đỏ của mìa trước: t' , t'' .

Còn khi dùng mìa một mặt:

1. Đọc số theo vạch giữa mìa sau: s' .

2. Đọc số theo vạch giữa mìa trước: t' .

3. Thay đổi chiều cao máy (ít nhất 10cm).

4. Đọc số theo vạch giữa trên mìa trước: t'' .

5. Đọc số theo vạch giữa trên mìa sau: s'' .

Một số quy định trong phương pháp đo cao hạng V:

1. Tầm ngắm từ máy đến mìa xác định sơ bộ bằng bước chân không quá 120m. Máy đặt ở giữa hai mìa.

2. Sự khác nhau về độ chênh cao ở mỗi trạm máy tính theo hai mặt đỏ- đen (hay theo hai độ cao máy) không quá 5mm.

Tính toán: độ chênh cao nửa đầu h' ; độ chênh cao nửa sau h'' , độ chênh cao một lần đo h :

$$\left. \begin{aligned} h' &= s' - t'; \\ h'' &= s'' - t''; \\ h &= \frac{h' + h''}{2}. \end{aligned} \right\} \quad (8-5)$$

§8-5. ĐỘ CHÍNH XÁC ĐO CAO HÌNH HỌC

Trong kết quả đo cao hình học có chứa những sai số nào? Nguyên nhân, mức độ ảnh hưởng của từng sai số? Biện pháp hạn chế, khắc phục chúng để nâng cao độ chính xác kết quả đo như thế nào?

I. Sai số do môi trường

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

II. Sai số do dụng cụ đo

1. Sai số do điều kiện cơ bản của máy nivô không được đảm bảo (trục ngắm không song song với trục ống thủy dài). Để hạn chế nó, khi đo phải *hạn chế tầm ngắm từ máy đến mìa*, hạn chế độ chênh tầm ngắm trước, sau (đặt máy cách đều hai mìa).

2. Do khoảng chia trên mìa không chính xác.

III. Sai số do người đo

1. Sai số do cân bọt nước không thật chính xác. Để hạn chế sai số này, dùng máy có τ càng nhạy càng tốt, dận chân máy thật chắc chắn.

2. Sai số ngắm sinh ra do khả năng phân biệt của mắt người có hạn. Để hạn chế nó, cần dùng máy có độ phóng đại ống kính càng lớn càng tốt.

3. Sai số do dụng mĩa nghiêng. Để hạn chế nó, phải dùng mĩa có gắn ống thủy tròn để làm căn cứ dụng mĩa đứng.

4. Sai số do làm tròn số đọc.

IV. Ảnh hưởng của độ cong Trái Đất

Khi nghiên cứu ảnh hưởng của độ cong Trái Đất đối với kết quả đo cao hình học, ta xét trường hợp bất lợi nhất ở hai điểm C, B trên (hình 8.8).

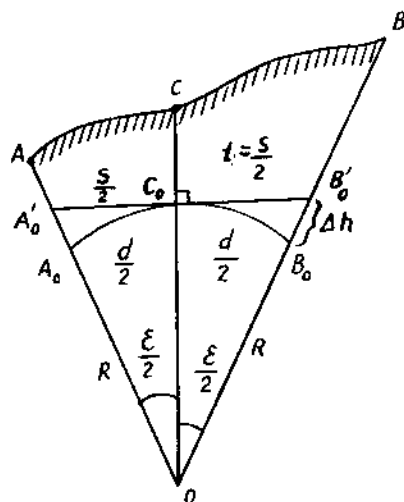
Tìm sai số về độ cao Δh do ảnh hưởng độ cong Trái Đất từ tam giác vuông OC_0B_0 có:

$$(\Delta h + R)^2 = R^2 + t^2; \quad (8-6)$$

$$\Delta h = \frac{t^2}{2R + \Delta h} \quad (8-7a)$$

Ở mẫu số, Δh là vô cùng bé so với bán kính Trái Đất R nên có thể bỏ qua Δh được:

$$\Delta h = \frac{t^2}{2R} \quad (8-7b)$$



Hình 8.8

Nếu $t = 50m$ thì $\Delta h = 0,2mm$. Bởi vậy trong đo cao hình học phải kể đến ảnh hưởng này.

Tóm lại: trong đo cao hình học việc hạn chế tầm ngắm từ máy đến mĩa là có ý nghĩa nhất.

§8-6. ĐO CAO LƯỢNG GIÁC

Đo cao hình học đạt được kết quả chính xác cao, nhưng tốn công sức và thời gian. Khi phải đo nhiều, cần nhanh và độ chính

xác đòi hỏi không cao lắm ta sẽ áp dụng phương pháp đo cao lượng giác.

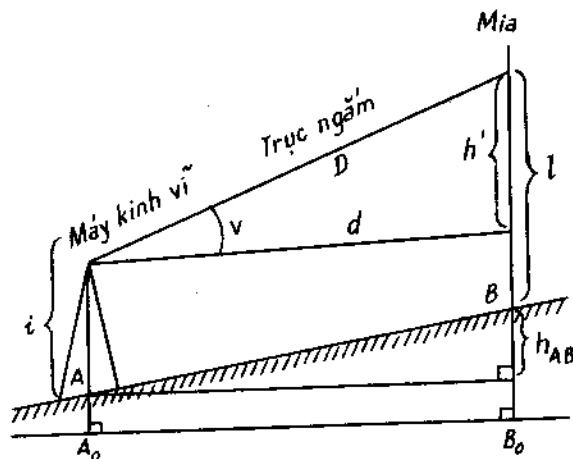
Để xác định độ chênh cao h_{AB} ta đặt máy kinh vĩ tại điểm A, đặt mìa ở điểm B (hình 8.9).

Theo sơ đồ có:

$$h + l = h' + i; \quad (8-8)$$

$$h = h' + i - l; \quad (8-9)$$

Mà $h' = dtgV.$ (8-10)



Hình 8.9

Ở §7-3 đã chứng minh được: $d = Kncos^2V$, nên thay vào (8-10) được:

$$h' = Kncos^2V.tgV. \quad (8-11)$$

$$= KncosV. \sin V$$

$$h' = \frac{1}{2} Knsin2V. \quad (8-12)$$

Thay (8-12) vào (8-9) cuối cùng ta được:

$$h = \frac{1}{2} K n \sin 2V + i - l \quad (8-13)$$

trong đó:

K - hệ số máy đo xa, thường $K = 100$;

n - khoảng cách trên mìn chắn giữa hai vạch đo xa;

V - góc nghiêng của trục ngắm;

i - chiều cao của máy tại A;

l - chiều cao điểm ngắm trên mìn tại B.

Nhận xét:

1. Nếu ngắm sao cho $l = i$ thì:

$$h = \frac{1}{2} K n \sin 2V. \quad (8-14)$$

Việc tính toán sẽ đơn giản hơn.

2. Nếu đặt ống kính nằm ngang ($V = 0^\circ$) thì:

$$h = i - l. \quad (8-15)$$

Sự khác nhau cho phép giữa độ chênh cao đo đi, về trên mỗi một 100m dài là 4 cm.

$$\Delta h_{\text{lim}} = \pm 0,04 d \text{ (cm)}, \quad (8-16)$$

trong đó d tính bằng mét.

Đo cao lượng giác thường được áp dụng khi đo vẽ chi tiết bản đồ.

HƯỚNG DẪN HỌC TẬP CHƯƠNG 8

8-1. Độ cao của một điểm là gì? Tại sao phải đo cao? Thực chất của việc đo cao?

8-2. Phân loại đo cao theo độ chính xác? Theo nguyên lý đo? (Với từng loại nêu rõ: Nguyên lý đo? Độ chính xác đạt được? Phạm vi áp dụng?).

8-3- Máy nivô dùng để làm gì? Phân loại máy nivô theo độ chính xác và theo cách đưa tia ngắm về vị trí nằm ngang?

8-4. Vẽ sơ đồ cấu tạo máy nivô? Ghi tên gọi các bộ phận của máy nivô lên trên sơ đồ ấy?

8-5. Nêu rõ "tính năng kỹ thuật", "tác dụng", "cách sử dụng" của từng bộ phận trong máy nivô vào bảng 8-1.

8-6. Trả lời câu hỏi "Làm thế nào" để đạt được mong muốn ghi trong bảng 8-2 đối với máy nivô có ốc kích nâng?

8-7. Tại sao phải kiểm nghiệm và điều chỉnh máy nivô? Khi nào cần kiểm nghiệm và điều chỉnh?

8-8. Những điều kiện cần phải kiểm nghiệm và điều chỉnh máy nivô loại có ốc kích nâng?

Bảng 8-1

STT	Tên gọi từng bộ phận	- Tính năng kỹ thuật - Tác dụng	Cách sử dụng?
1	Ốc nối (ốc liên kết)		
2	Ba ốc cân máy		
3	Đế máy		
4	Ống thủy tròn		
5	Ống thủy dài		
6	Ốc khoá ngang		
7	Ốc vi động ngang		
8	Ốc kích nâng (vi động đứng)		
9	Ống kính		

Bảng 8-1 tiếp theo

STT	Tên gọi từng bộ phận	- Tính năng kỹ thuật - Tác dụng	Cách sử dụng?
10	Đầu ruồi khe ngắm (ống ngắm sơ bộ)		
11	Kính vật		
12	Kính mắt		
13	Màng dây chữ thập		
14	Vòng xoay kính mắt		
15	Ốc điều chỉnh		

Bảng 8-2

STT	Mong muốn gì?	Làm thế nào?
1	Bọt thủy tròn ở giữa?	
2	Bọt thủy dài ở giữa?	
3	Cân máy chính xác?	
4	Muốn quay ống kính tự do trong mặt phẳng ngang?	
5	Muốn quay ống kính lệch sang trái (hay sang phải) một tý thôi?	
6	Muốn nhìn thấy màng dây chữ thập rõ nét nhất?	
7	Muốn nhìn thấy mìa trong ống kính (ngắm sơ bộ)?	
8	Muốn nhìn thấy mìa rõ nét trong ống kính?	
9	Muốn ngắm điểm A chính xác?	
10	Muốn có $i = 0$ (điều kiện cơ bản)?	

8-9. Những điều kiện cần phải kiểm nghiệm và điều chỉnh máy nivô tự động?

8-10. Các phương pháp đo cao hình học? Những công việc chuẩn bị tại mỗi trạm đo cao hình học?

8-11. Phương pháp đo cao hình học hạng IV?

1/ Dụng cụ đo?

2/ Qui trình đo?

3/ Công thức tính?

4/ Những qui định?

5/ Nhận xét?

8-12. Trình bày phương pháp đo cao hình học hạng V (đo cao kỹ thuật)?

1/ Dụng cụ đo?

2/ Qui trình đo?

3/ Công thức tính?

4/ Những qui định?

5/ Nhận xét?

8-13. Nguyên nhân gây ra sai số khi đo cao hình học? Biện pháp khắc phục, hạn chế chúng? Độ chính xác đạt được?

8-14. Chứng minh công thức đo cao lượng giác (8-13)? Độ chính xác đạt được? Phạm vi áp dụng?

8-15. Cho biết số liệu đo được tại một trạm đo cao hình học hạng V (đo cao kỹ thuật) khi dùng mia một mặt như sau:

- Số đọc theo vạch giữa mia sau: $s' = 1785 \text{ mm}$;
- Số đọc theo vạch giữa mia trước: $t' = 1219 \text{ mm}$;
- Thay đổi chiều cao máy;
- Số đọc theo vạch giữa mia trước: $t'' = 1103 \text{ mm}$;
- Số đọc theo vạch mia sau: $s'' = 1673 \text{ mm}$.

Biết sai số của các thành phần là như nhau:

$$m_s = m_l = m_{l'} = m_{s''} = m_{u'} = \pm 2\text{mm}.$$

a) Tính độ chênh cao nửa đầu (h'), nửa sau (h''), một lần đo đủ (h)?

b) Tính sai số trung phương xác định độ chênh cao nửa đầu (m'), nửa sau (m'') một lần đo đủ (m)?

8-16. Cho biết số liệu tại một trạm đo cao lượng giác như sau:

- Hệ số máy đo xa $K = 100$, với sai số $m_k = \pm 0,2$.

- Khoảng cách chấn giữa hai vạch đo xa trên mia: $n = 120\text{cm}$, với $m_n = \pm 1,0\text{cm}$.

- Góc đứng của tia ngắm $V = 6^\circ 00' 00''$, với $m_v = \pm 1'$.

- Chiều cao máy $i = 150\text{ cm}$, với $m_i = \pm 1,5\text{cm}$.

- Chiều cao điểm ngắm trên mia $l = 200\text{cm}$, với $m_l = \pm 0,5\text{cm}$.

Tính độ chênh cao (h) và sai số trung phương của nó (m_h)?

8-17. Cho biết những số liệu đo được trong tam giác vuông ABC (vuông góc tại C) như sau:

- Góc đứng $V = \widehat{BAC} = 5^\circ 00' 00''$, với $m_v = \pm 1'$.

- Chiều dài bằng $d = AC = 100,00\text{m}$ với $\frac{m_d}{d} = \frac{1}{300}$

Tính chiều cao $h = BC$, sai số trung phương m_h , sai số trung phương tương đối $\frac{1}{T}$ của nó?

8-18. Muốn xác định chiều cao H của một cây (hình 8.10), người ta đo khoảng cách ngang từ máy đến cây là $s = 95,50\text{m}$ với sai số:

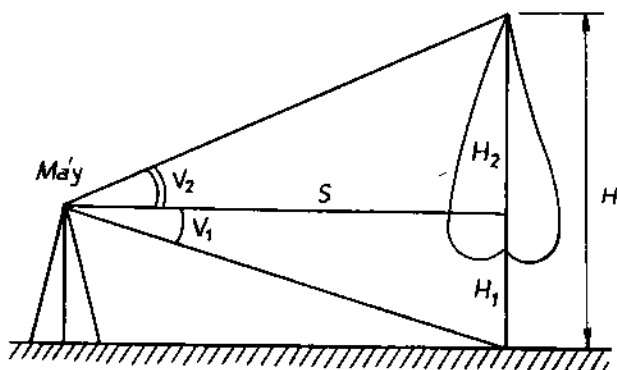
$m_s = \pm 0,03\text{m}$, còn các góc đứng là:

$$V_1 = - 0^\circ 54'.$$

$$V_2 = + 10^\circ 30'.$$

với sai số $m_{v1} = m_{v2} = \pm 30''$.

Tính chiều cao cây (H)? Sai số trung phương xác định chiều cao cây (m_H)? Sai số trung phương tương đối của cây $\frac{1}{T}$?



Hình 8.10

8-19. Trong tam giác vuông ABC (vuông góc tại C) biết: chiều dài cạnh nằm ngang $AC = d = 100,00\text{m}$, góc nghiêng $\widehat{BAC} = V = 10^{\circ}00'00''$.

a) Tính chiều cao $BC = h$?

b) Giả sử muốn xác định chiều cao $h = BC$ với độ chính xác $m_h = \pm 0,50\text{m}$ thì cần phải đo cạnh nằm ngang (d) và góc nghiêng (V) với độ chính xác (m_d , m_v) là bao nhiêu?

8-20. Cho biết số liệu đo được tại một trạm đo cao hình học hạng V (đo cao kỹ thuật) khi dùng mìa một mặt như sau:

- Số đọc vạch giữa mìa sau: $s' =$

- Số đọc theo vạch giữa mìa trước: $t' =$

- Thay đổi chiều cao máy.
- Số đọc theo vạch giữa mia trước $t'' =$
- Số đọc theo vạch giữa mia sau $s'' =$

Biết sai số của các số đọc thành phần như nhau:

$$m_{s'} = m_{t'} = m_{t''} = m_{s''} = m_0 = \pm 1 \text{ mm.}$$

- Tính độ chênh cao nửa đầu (h'), nửa sau (h''), một lần đo (h)?
- Tính sai số trung phương xác định độ chênh cao của nửa đầu (m') của nửa sau (m'') và của một lần đo (m)?

CHƯƠNG 9

LƯỚI KHÔNG CHẾ MẶT BẰNG

§9-1. PHÂN LOẠI LƯỚI KHÔNG CHẾ MẶT BẰNG

Trong trắc địa để tránh sai số tích lũy và nâng cao độ chính xác, người ta xây dựng lưới khống chế trắc địa.

Lưới khống chế trắc địa là tập hợp những điểm cố định ở ngoài thực địa có toạ độ (x, y, H) được xác định chính xác để làm cơ sở cho đo vẽ bản đồ, bố trí công trình, v.v...

Theo bản chất lưới khống chế trắc địa được chia ra làm: lưới khống chế mặt bằng (nếu các điểm chỉ có toạ độ x, y) và lưới khống chế độ cao (nếu các điểm chỉ có độ cao H).

Có hai phương pháp chính để xây dựng lưới khống chế mặt bằng là: tam giác và đường chuyền.

Tuỳ theo quy mô và độ chính xác giảm dần, lưới khống chế mặt bằng được chia ra làm:

- Lưới toạ độ quốc gia GPS cấp "O".
- Lưới khống chế mặt bằng nhà nước tam giác (hay đường chuyền) hạng I, II, III, IV (bảng 9-1).
- Lưới khống chế mặt bằng khu vực giải tích (hay đường chuyền) cấp 1, 2 (bảng 9-2, bảng 9-3).
- Lưới khống chế đo vẽ đường chuyền kinh vĩ và lưới tam giác nhỏ.

Trong đó lưới chính xác thấp hơn được chêm vào lưới chính xác cao hơn.

Bảng 9-1

Chỉ tiêu kỹ thuật	Hạng I	Hạng II	Hạng III	Hạng IV
1. Chiều dài cạnh tam giác (đường chuyên)	(20 ÷ 30)km	(7 ÷ 20)km	(5 ÷ 10)km	(2 ÷ 6)km
2. Sai số trung phương tương đối của cạnh đáy	$\frac{1}{400\,000}$	$\frac{1}{300\,000}$	$\frac{1}{200\,000}$	$\frac{1}{200\,000}$
3. Sai số trung phương đo góc tính theo sai số khép hình	$\pm 0'',7$	$\pm 1'',0$	$\pm 1'',8$	$\pm 2'',5$
4. Góc nhỏ nhất trong tam giác	40°	30°	30°	30°

Bảng 9-2

Yêu cầu kỹ thuật với lưới giải tích	Cấp I	Cấp 2
1. Số lượng tam giác giữa các cạnh đáy	10	10
2. Chiều dài cạnh tam giác:		
- Dài nhất	5km	3km
- Ngắn nhất	1km	1km
3. Góc giữa các hướng cùng cấp không nhỏ hơn	20°	20°
4. Sai số khép lớn nhất trong tam giác	20"	40"
5. Sai số trung phương đo góc	5"	10"
6. Sai số trung phương tương đối của cạnh đáy	1: 50 000	1: 20 000
7. Sai số trung phương tương đối cạnh yếu nhất	1: 20 000	1: 10 000

Bảng 9-3

Yêu cầu kỹ thuật với lưới đường chuyển	Cấp 1	Cấp 2
1. Chiều dài đường chuyển dài nhất (km)		
- Đường đơn	5	3
- Giữa điểm khởi tính và điểm nút	3	2
- Giữa các điểm nút	2	1,5
2. Chu vi vòng khép lớn nhất (km)	15	9
3. Chiều dài cạnh (km):		
- Dài nhất	0,8	0,35
- Ngắn nhất	0,12	0,08
4. Số cạnh nhiều nhất trong đường chuyển	15	15
5. Sai số khép tương đối không được lớn hơn	1:10000	1:5000
6. Sai số trung phương đo góc	5"	10"
7. Sai số khép góc của đường chuyển không lớn hơn	$10'' \sqrt{n}$	$20'' \sqrt{n}$

§9-2. ĐƯỜNG CHUYỂN KINH VĨ

I. Thiết kế

1. Đường chuyển kinh vĩ thuộc lưới khống chế đo vẽ, nó được phát triển từ lưới trên chính xác hơn hay được xây dựng độc lập.

2. Sai số khép tương đối cho phép của đường chuyển kinh vĩ là 1:2000 khi đo vẽ cùng quang đẳng; 1:1000 khi đo vẽ vùng rừng núi.

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

4. Chiều dài đường chuyển kinh vĩ đơn quy định trong bảng 9-4.

Bảng 9-4

Tỷ lệ đo vẽ	Khu vực quang đăng $m_s = 0,2\text{mm}$	Vùng rừng núi $m_s = 0,3\text{mm}$
1:500	0,6km	1,0km
1:1000	1,2km	1,0km
1:2000	2,0km	1,5km
1:5000	4,0km	3,0km

Ghi chú: Chiều dài đường chuyển kinh vĩ giữa điểm cấp cao và điểm nút, giữa hai điểm nút với nhau phải ngắn hơn 30% so với quy định trong bảng 9-4.

5. Chiều dài cạnh đường chuyển kinh vĩ từ 20m đến 350m.

6. Trong trường hợp đặc biệt, được phép bố trí đường chuyển kinh vĩ treo với tổng chiều dài không quá so với quy định nêu trong bảng 9-5. Số cạnh trong đường chuyển kinh vĩ treo không được nhiều hơn 4 ở vùng đã xây dựng và không được nhiều hơn 3 ở vùng chưa xây dựng.

Bảng 9-5

Tỷ lệ đo vẽ	Ở khu vực xây dựng	Ở khu chưa xây dựng
1:500	100m	150m
1:1000	150m	200m
1:2000	200	300m
1:5000	350m	500m

7. Mốc các đỉnh đường chuyển được đánh dấu bằng cọc gỗ, đinh sắt. Ghi số cho từng đỉnh mốc. Để dễ tìm, phải làm dấu mốc nhận biết như đào rãnh xung quanh, đóng cọc hiệu bên cạnh. Vẽ phác vị trí mốc vào sổ.

II. Đo cạnh và góc trong đường chuyền kinh vĩ

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

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

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

trong đó:

n - số góc trong đường chuyền kinh vĩ.

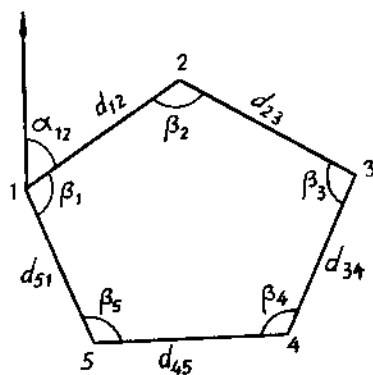
III. Tính toán bình sai đường chuyền kinh vĩ khép kín

Theo lý thuyết, tổng các góc trong đa giác là $180^\circ (n - 2)$, với n là số góc trong đa giác (hình 9.1). Nhưng vì các góc β đo được có chứa sai số nên ta tính được sai số khép kín về góc trong đa giác là f_β :

$$f_\beta = [\beta] - 180^\circ (n - 2). \quad (9-1)$$

Nếu $f_\beta < 60'' \sqrt{n}$ thì tính số điều chỉnh vào từng góc: v_β :

$$v_\beta = \frac{-f_\beta}{n}. \quad (9-2)$$



Hình 9.1

Tính góc bình sai β' theo công thức

$$\beta' = \beta + v_{\beta} . \quad (9-3)$$

Từ góc định hướng ban đầu α_{12} và các góc bằng đã bình sai β' ta tính được góc định hướng của các cạnh theo công thức dạng

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{23} &= \alpha_{12} + 180^\circ - \beta_2^{\text{phái}} \\ \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (9-4)$$

Từ chiều dài nằm ngang các cạnh đo được $d_{12}, d_{23} \dots$ và các góc định hướng vừa tính ở trên $\alpha_{12}, \alpha_{23} \dots$ ta tính được các số gia toạ độ của các cạnh:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x_{12} &= d_{12} \cos \alpha_{12} \\ \Delta y_{12} &= d_{12} \sin \alpha_{12} \\ \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (9-5)$$

Theo lý thuyết thì tổng các số gia toạ độ trong đường chuyền kín phải bằng 0. Nhưng vì các số gia toạ độ tính theo công thức (9-5) dựa theo các cạnh đo được $d_{12}, d_{23} \dots$ có chứa sai số và dựa theo các góc định hướng $\alpha_{12}, \alpha_{23} \dots$ không phải là thật, nên ta sẽ tính được các sai số khép kín thành phần số gia toạ độ f_x, f_y theo công thức:

$$f_x = [\Delta x] ; \quad (9-6)$$

$$f_y = [\Delta y] . \quad (9-7)$$

Tiếp theo tính được sai số khép kín toàn phần:

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} .$$

Nếu $\frac{f_s}{[d]} < \frac{1}{2000}$ ($< \frac{1}{1000}$ ở vùng rừng núi) thì tính các số điều chỉnh của từng số gia toạ độ:

$$v_{\Delta x} = - \frac{f_x d}{[d]}; \quad (9-9)$$

$$v_{\Delta y} = - \frac{f_y d}{[d]}. \quad (9-10)$$

Tính các số gia toạ độ bình sai $\Delta x'$, $\Delta y'$:

$$\begin{aligned} \Delta x' &= \Delta x + v_{\Delta x}; \\ \Delta y' &= \Delta y + v_{\Delta y} \end{aligned} \quad (9-11)$$

Cuối cùng tính được toạ độ các đỉnh đường chuyển:

$$\left. \begin{aligned} x_2 &= x_1 + \Delta x'_{12} \\ y_2 &= y_1 + \Delta y'_{12} \\ \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (9-12)$$

Quá trình tính toán ở trên được ghi thành bảng.

Ghi chú: Tính kiểm tra:

$$1. [v_p] = -f_p. \quad (9-13)$$

$$2. [v_{\Delta x}] = -f_x. \quad (9-14)$$

$$3. [v_{\Delta y}] = -f_y. \quad (9-15)$$

Nhận xét. Qua tính toán bình sai lưới đa giác khép kín là hình ngũ giác ở trên, nhận thấy: muốn tính được toạ độ các đỉnh 2, 3, 4, 5 theo bài toán thuận cần phải có các số liệu gốc là toạ độ đỉnh 1 (x_1, y_1), góc định hướng cạnh đầu α_{12} , đồng thời cần phải có các số liệu đo đạc là chiều dài các cạnh: $d_{12}, d_{23}, d_{34}, d_{45}$; các góc bằng $\beta_2, \beta_3, \beta_4$ (để tính ra $\alpha_{23}, \alpha_{34}, \alpha_{45}$)

Mười yếu tố ($x_1, y_1; \alpha_{12}; d_{12}, d_{23}, d_{34}, d_{45}; \beta_2, \beta_3, \beta_4$) được gọi là *các yếu tố cần*.

Nhưng thực tế ta đã đo thêm cả cạnh d_{51} , các góc β_1, β_5 . Do đó ba yếu tố này được gọi là *các yếu tố dư*.

Vì có ba yếu tố dư, nên đã làm xuất hiện ba *phương trình điều kiện* (có bao nhiêu yếu tố dư sẽ có bấy nhiêu phương trình điều kiện).

Khi thay các yếu tố đo đạc có chứa sai số vào ba phương trình điều kiện sẽ xuất hiện ba *sai số khép kín* (số yếu tố dư đúng bằng số phương trình điều kiện, đồng thời đúng bằng số sai số khép kín).

Muốn làm triệt tiêu các sai số khép kín để thoả mãn các phương trình điều kiện ta đã phải tính các số điều chỉnh v_i vào các số liệu đo, hay vào các số liệu tính sơ bộ. Số điều chỉnh luôn ngược dấu với sai số khép kín. Việc tính toán như vậy được gọi là *tính toán bình sai*.

Trong trắc địa có hai phương pháp tính toán bình sai thường gặp là:

- Phương pháp bình sai đơn giản (như trên).
- Phương pháp bình sai chặt chẽ theo phép bình phương nhỏ nhất.

Các yếu tố dư có ý nghĩa là:

- Kiểm tra số liệu đo và số liệu tính sơ bộ.
- Đánh giá độ chính xác số liệu đo và số liệu tính sơ bộ.
- Nâng cao độ chính xác của các đại lượng cần xác định.

§9-3. LƯỚI TAM GIÁC NHỎ

I. Thiết kế

Lưới tam giác nhỏ thuộc lưới khống chế mặt bằng đo vẽ. Lưới tam giác nhỏ được bố trí để tăng dày mạng lưới khống chế khu vực thay đường chuyên kinh vĩ (phụ thuộc điều kiện địa hình). Khởi tính của lưới tam giác nhỏ là những điểm từ đường chuyên và giải tích cấp 2 trở lên. Không được bố trí lưới treo.

Lưới tam giác nhỏ có dạng: dày đặc, hình trung tâm, chuỗi tam giác, tam giác đơn.

Trường hợp không lợi dụng được cạnh cấp cao thì phải đo *cạnh đáy* với sai số trung phương tương đối không lớn hơn 1:5000.

Nếu lưới bố trí giữa hai cạnh đáy hay giữa hai điểm khởi tính thì *số tam giác* cho phép như trong bảng 9-6.

Bảng 9-6

Tỷ lệ đo vẽ bản đồ	1:5000	1:2000	1:1000	1:500
Số hình tam giác	20	17	15	10

Ghi chú: Tổng chiều dài chuỗi tam giác không được dài hơn chiều dài đường chuyên kinh vĩ ở bảng 9-4.

Góc trong tam giác không được nhỏ hơn 20° và không được lớn hơn 140° .

Cạnh tam giác không được ngắn hơn 150m, trung bình từ 300 đến 500m.

Khi xác định điểm khống chế bằng phương pháp *giao hội thuận* phải tiến hành từ ba điểm của lưới cấp cao hơn. Góc giao hội tại điểm xác định không được nhỏ hơn 30° và lớn hơn 150° .

Khi xác định bằng phương pháp *giao hội ngược* phải tiến hành từ bốn điểm của lưới cấp cao hơn với điều kiện điểm xác định không nằm gần đường tròn đi qua ba điểm khởi tính.

Khi xác định bằng *giao hội liên hợp thuận nghịch* thì số điểm khởi tính không được ít hơn ba.

II. Đo góc

Góc trong lưới tam giác được đo bằng máy kinh vĩ có độ chính xác 30", mỗi góc đo hai lần theo phương pháp toàn vòng. Giữa các lần đo phải chuyển vị trí bàn độ đi gần 90°. Chênh lệch giữa hai kết quả đo trên cùng một hướng sau khi đã quy "0" không vượt quá 45". Sai số khép hình tam giác không vượt quá 1,5'.

III. Tính toán

Với từng dạng cụ thể xem sách tham khảo

HƯỚNG DẪN HỌC TẬP CHƯƠNG 9

9-1. Lưới khống chế trắc địa là gì? Tại sao phải lập lưới khống chế trắc địa? Phân loại lưới trắc địa theo bản chất?

9-2. Lưới khống chế trắc địa mặt bằng là gì? Phương pháp chính để lập lưới khống chế trắc địa mặt bằng? Phân loại lưới khống chế trắc địa mặt bằng theo quy mô và độ chính xác?

9-3. Những chỉ tiêu kỹ thuật của lưới khống chế trắc địa mặt bằng nhà nước?

9-4. Những chỉ tiêu kỹ thuật của lưới khống chế trắc địa mặt bằng khu vực?

9-5. Thiết kế kỹ thuật và đo đạc trong lưới tam giác nhỏ.

9-6. Thiết kế kỹ thuật và đo đạc trong đường chuyền kinh vĩ.

9-7. Tính toán bình sai đường chuyền kinh vĩ khép kín?

9-8. Phân biệt những khái niệm sau đây:

1. Yếu tố cần?
2. Yếu tố đo dư?
3. Phương trình điều kiện ?
4. Sai số khép kín?

5. Tính toán bình sai?

6. Số điều chỉnh?

7. Đại lượng đã được điều chỉnh?

9-9. Căn cứ vào các bảng chỉ tiêu kỹ thuật của lưới khống chế trắc địa mặt bằng nhà nước, khu vực, đo vẽ, hãy rút ra những nhận xét về:

- Khoảng cách giữa các điểm khống chế?

- Độ chính xác yêu cầu đo đạc (góc, cạnh)?

9-10. Tính toán bình sai đường chuyền kinh vĩ khép kín (1-2-3-4-5) với các số liệu cho trước như sau:

1) $x_1 = 1000,00\text{m}$; 2) $y_1 = 1\,100,00\text{m}$;

3) $\alpha_{12} = 43^\circ 15',0$; 4) $\beta_1 = 88^\circ 14',0$

5) $\beta_2 = 184^\circ 02',0$; 6) $\beta_3 = 91^\circ 55',2$;

7) $\beta_4 = 90^\circ 36',8$; 8) $\beta_5 = 85^\circ 09',9$;

9) $d_{12} = 26,76\text{ m}$; 10) $d_{23} = 58,35\text{m}$;

11) $d_{34} = 70,50\text{m}$; 12) $d_{45} = 90,60\text{m}$;

13) $d_{51} = 76,33\text{m}$.

CHƯƠNG 10

LƯỚI KHÔNG CHẾ ĐỘ CAO

§10.1. PHÂN LOẠI LƯỚI KHÔNG CHẾ ĐỘ CAO

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

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

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

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

§10.2. LƯỚI ĐỘ CAO NHÀ NƯỚC

Lưới độ cao nhà nước hạng I, II, III, IV phân bố đều trên lãnh thổ, tạo thành những vòng khép hoặc hệ thống nhiều điểm nút (hình 10.1).

Lưới độ cao nhà nước hạng I, II là cơ sở khống chế cho các hạng thấp hơn và phục vụ cho công tác nghiên cứu khoa học.

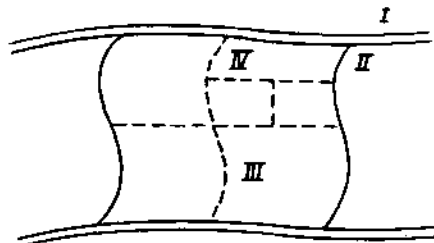
Lưới độ cao nhà nước hạng III, IV phát triển từ lưới hạng cao hơn, phục vụ trực tiếp cho việc thành lập bản đồ địa hình các loại tỷ lệ. Chiều dài và mật độ điểm phụ thuộc vào yêu cầu kỹ thuật của từng công việc.

Nói chung lưới độ cao nhà nước không trùng với lưới mặt bằng nhà nước.

Mốc độ cao vĩnh cửu có thể được gắn ở trên tường địa vật kiên cố hay chôn dưới đất nơi ổn định.

Lưới khống chế độ cao được đo theo phương pháp đo cao hình học.

Lưới độ cao nhà nước được bình sai chặt chẽ.



Hình 10.1

§10.3. LƯỚI ĐỘ CAO KỸ THUẬT

I. Thiết kế

Lưới độ cao kỹ thuật là lưới làm cơ sở về độ cao cho lưới độ cao đo vẽ. Cơ sở để phát triển lưới độ cao kỹ thuật là các điểm độ cao nhà nước hạng I, II, III, IV.

Lưới độ cao kỹ thuật có thể bố trí dưới dạng đường đơn (điểm đầu và điểm cuối là điểm hạng cao), một hệ thống có một hoặc nhiều điểm nút. Không cho phép bố trí xuất phát và khép về cùng một điểm.

Độ cao của điểm đường chuyển hạng IV, cấp I, cấp 2, giải tích cấp 1, cấp 2 xác định bằng phương pháp đo cao hình học hạng IV, hoặc hạng V (kỹ thuật). Trong trường hợp ở vùng núi, khi đo vẽ bản đồ với khoảng cao đều 2m hoặc 5 m thì có thể dùng phương pháp đo cao lượng giác.

Phụ thuộc vào khoảng cao đều đường đồng mức mà chiều dài cho phép các đường độ cao kỹ thuật được quy định trong bảng 10-1.

Bảng 10-1

Dạng đường	Khoảng cao đều m		
	0,25	0,5	1-2-5
1. Đường đơn	2km	8km	16km
2. Giữa điểm gốc và điểm nút	1,5km	6km	12km
3. Giữa hai điểm nút	1km	4km	8km

II. Đo lưới

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

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

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

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

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

- Tầm ngắm từ máy đến mía 120m. Trong điều kiện thuận lợi, kéo dài đến 200m. Sai số khép đường độ cao kỹ thuật không vượt quá.

$$f_h = \pm 50 \sqrt{L}, (\text{mm}) \quad (10-1)$$

trong đó:

L - chiều dài toàn đường, tính bằng km.

Ở những nơi độ dốc lớn có số trạm đo trên 1 km lớn hơn 25 thì tính theo công thức

$$f_h = \pm 10 \sqrt{n}, \text{ (mm)} . \quad (10-2)$$

trong đó:

n - số trạm đo trên đường hoặc trong vòng khép.

III. Tính toán bình sai

Lưới độ cao kỹ thuật được bình sai theo phương pháp gần đúng.

Trình tự bình sai đường độ cao kỹ thuật *đơn* nối giữa hai điểm gốc H_A và H_B theo phương pháp gần đúng.

Trước hết tính tổng các độ chênh cao đo được $\sum h$. Tại vì các độ chênh cao đo được có chứa sai số, nên ta tính được sai số khép kín về độ chênh cao f_h của lưới:

$$f_h = \sum h - (H_B - H_A) . \quad (10-3)$$

Nếu $|f_h| < 50 \sqrt{L}$ (mm) thì tính số điều chỉnh vào từng độ chênh cao:

$$v_h = - \frac{f_h}{[n]} \cdot n , \quad (10-4)$$

trong đó:

$[n]$ - tổng số trạm đo trong toàn đường AB;

n - số trạm đo trong từng đoạn giữa các mốc A1, 12, 23...

Tiếp theo ta tính được các độ chênh cao đã điều chỉnh:

$$h' = h + v_h . \quad (10-5)$$

Cuối cùng tính được độ cao H của các mốc:

$$H_3 = H_2 + h'_{23} . \quad (10-6)$$

.....

Ghi chú kiểm tra:

$$1. [v_h] = -f_h \quad (10-7)$$

2. Cuối cùng phải tính ra được H_B .

Việc tính toán được ghi thành bảng.

§10.4. LƯỚI ĐỘ CAO ĐO VẼ

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

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

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

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

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

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

Chênh lệch giữa các giá trị góc đứng trên cùng một hướng và giữa các giá trị sai số chỉ tiêu (MO) trên cùng một trạm không

vượt quá 15" đối với lưới giải tích cấp 1 và cấp 2 và đường chuyển cấp 1, và cấp 2 và 45" đối với lưới khống chế đo vẽ. Chiều cao từ mặt tâm mốc đến bảng ngắm và trục quay ống kính đo bằng thước thép hai lần với độ chính xác $\pm 1\text{cm}$.

Sai số khép về độ cao cho phép khi xác định bằng đo cao lượng giác trong lưới giải tích cấp 1, cấp 2 là: $f_h = \pm 10\sqrt{L}\text{ cm}$, trong đó L là chiều dài đường tính theo km.

Và trong lưới khống chế đo vẽ là:

$$f_h = \pm 0,04S\sqrt{n}, (\text{m}) \quad (10-8)$$

trong đó:

$S = \frac{[S]}{n}$ - chiều dài cạnh trung bình tính theo đơn vị trăm mét;

n - số cạnh trong lưới hoặc vòng khép.

HƯỚNG DẪN HỌC TẬP CHƯƠNG 10

10-1. Lưới khống chế độ cao là gì? Tại sao phải lập lưới khống chế độ cao? Phân loại lưới khống chế độ cao theo quy mô và độ chính xác?

10-2. Lưới độ cao nhà nước có mấy hạng? Phân bố thế nào? Có trùng với lưới mặt bằng nhà nước không? Tại sao? Hình dạng? Ý nghĩa? Đo đạc? Tính toán bình sai lưới độ cao nhà nước?

10-3. Lưới độ cao khu vực: Ý nghĩa? Hình dạng? Những yêu cầu kỹ thuật? Phương pháp đo? Tính toán bình sai?

10-4. Lưới độ cao đo vẽ: Ý nghĩa? Hình dạng? Những yêu cầu kỹ thuật? Phương pháp đo? Tính toán bình sai?

10-5. Tính toán bình sai đường đo cao đơn nối sau (A1234B) khi biết:

Độ cao gốc: $H_A = +7.645$; $H_B = +13.491\text{m}$;

Độ chênh cao đo: $h_{A1} = +2325\text{mm}$; $h_{12} = -1214\text{mm}$;

$h_{23} = +3208\text{mm}$; $h_{34} = -1075\text{mm}$;

$h_{4B} = +2634\text{ mm}$

Số trạm đo tương ứng trong từng đoạn là:

$$n_{A1} = 3 .$$

$$n_{12} = 2 .$$

$$n_{23} = 5 .$$

$$n_{34} = 4 .$$

$$n_{4B} = 2 .$$

Hãy tính toán bình sai để xác định độ cao của các mốc H_1 , H_2 , H_3 , H_4 ?

CHƯƠNG 11

ĐO VẼ BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH

§11.1. NỘI DUNG ĐO VẼ BẢN ĐỒ

Đo vẽ bản đồ địa hình gồm có các công việc: thiết kế, đo đạc, tính toán và vẽ bản đồ.

Bản đồ địa hình biểu diễn cả địa vật và dáng đất cao thấp khác nhau.

Bảng 11-1

Diện tích khu vực đo vẽ (km ²)	Các loại lưới khống chế			
	Mặt bằng			độ cao
	Nhà nước (hạng)	Khu vực (cấp)	Đo vẽ	
200 và lớn hơn	II, III, IV	1,2	Đường	II, III, IV, kỹ thuật, đo vẽ
Từ 50 đến 200	III, IV	1,2	chuyển	II, III, IV, kỹ thuật, đo vẽ
Từ 10 đến 50	IV	1,2	kinh vĩ	III, IV, kỹ thuật, đo vẽ
Từ 5 đến 10	IV	1,2	(1,2)	IV, kỹ thuật, đo vẽ
Từ 2,5 đến 5		1,2	Lưới	IV, kỹ thuật, đo vẽ
Từ 1 đến 2,5		2	tam	IV, kỹ thuật, đo vẽ
Nhỏ hơn 1			giác nhỏ	kỹ thuật, đo vẽ

Đo vẽ bản đồ địa hình có thể tiến hành theo các phương pháp sau đây:

- Phương pháp đo vẽ bằng máy toàn đạc.

- Phương pháp đo vẽ bằng máy bàn đạc.
- Phương pháp đo cao bề mặt.
- Phương pháp đo vẽ mặt cắt.
- Phương pháp đo vẽ lập thể.
- Phương pháp kinh vĩ chụp ảnh.
- Phương pháp tổng hợp (đo vẽ dáng đất trên bình đồ ảnh).

Cơ sở không chế toạ độ và độ cao để đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ lớn ở khu công nghiệp, thành phố và khu kinh tế quan trọng quy định trong bảng 11-1.

Mật độ điểm khống chế mặt bằng của lưới trắc địa nhà nước và lưới giải tích cấp 1, cấp 2 hoặc đường chuyền cấp 1, cấp 2 phải đảm bảo ít nhất 4 điểm trên 1 km² ở vùng thành phố, khu công nghiệp, khu xây dựng và 1 điểm trên 1km² ở vùng không xây dựng.

Nội dung đo vẽ của bản đồ địa hình (tỷ lệ lớn 1:5000 ÷ 1:500):

- Các điểm khống chế trắc địa, các kiến trúc độc lập, các công trình nhà ở, công trình công cộng, công trình công nghiệp và nông nghiệp, công trình dân dụng, chỗ lộ ra của công trình ngầm.
- Đường thông tin liên lạc và phương tiện điều khiển kỹ thuật, đèn biển, cột điện.
- Đường sắt và công trình có liên quan: đường ngầm, sân ga, đèn hiệu, chỗ giao nhau.
- Đường ô tô chính, đường nhựa, đường đất, cầu phà.
- Hệ thống thủy văn: sông, suối, hồ, bể chứa nước, diện tích ngập nước, bờ biển, bờ sông, kênh đào, hệ phân phối nước. Các cơ sở cung cấp nước: giếng, tháp nước, bể lọc, bể chứa...

Không đo vẽ các công trình tạm thời (lều, thùng đựng rác...)

Diện tích nhỏ nhất của địa vật cần biểu diễn là:

- 20mm² đối với khu trồng trọt có giá trị kinh tế hoặc các khu vực không có giá trị kinh tế nằm giữa chúng.

- 50mm² đối với khu vực trồng trọt không có giá trị kinh tế.

Biểu diễn tất cả các cột km. Trên bản đồ 1:200, 1:500, 1:1000 phải biểu diễn tất cả các cột diện cao thế, hạ thế, đường dây thông tin. Trên bản đồ 1:5000 chỉ biểu diễn các cột lớn và các cột ở chỗ ngoặt.

Đối với sông, suối, kênh đào rộng hơn 3mm trên bản đồ, phải đo vẽ theo hai bên bờ, khi chúng rộng dưới 3mm trên bản đồ thì chỉ đo theo một bên. Trên bản đồ, cứ cách 15cm phải ghi chú độ cao mực nước của dòng chảy và ghi kèm theo thời gian xác định ấy.

Khi đo vẽ rừng phải xác định: loại cây, độ cao trung bình của cây, đường kính cây ở tầm ngang ngực, không cách trung bình giữa các cây, ranh giới rừng bị đốn, rừng cháy, bãi cỏ ven rừng, các khu đất nông nghiệp nằm trong rừng.

Những cây độc lập phải biểu thị hết lên bản đồ các tỷ lệ.

Phải xác định và biểu thị trên bản đồ khả năng qua lại đầm lầy, độ sâu và lớp thực vật phủ nó.

Phải biểu thị tất cả các chỗ lồi lõm của vùng kastơ.

Phải đo vẽ hết các điểm và đường đặc trưng các dáng đất: đỉnh núi, đáy lòng chảo, điểm uốn thay đổi độ dốc, đường phân nước, đường tụ nước, đường chân núi, đường mép chảo, yên ngựa. Cao độ mực nước trong ao hồ, sông...

Khi khoảng cao đều đường đồng mức $h > 1\text{m}$ thì độ cao điểm mia tính đến 0,01m, ghi trên bản đồ đến 0,1m. Khi $h < 1\text{m}$ thì độ cao điểm mia được tính và ghi trên bản đồ đến 0,01m.

Phải ghi địa danh chính thức và kèm tên cũ trong ngoặc đơn.

§11.2. ĐO VẼ TOÀN ĐẠC

Trong mục này chỉ giới thiệu đo vẽ bản đồ bằng máy toàn đạc quang học (toàn đạc kinh vĩ).

Đo vẽ toàn đạc thường được ứng dụng ở vùng núi, phạm vi đo vẽ không lớn.

Đo vẽ toàn đạc có ưu điểm là nhanh, tận dụng được điều kiện thời tiết thuận lợi để đo ở ngoài trời. Nhưng nó có nhược điểm là: công tác đo ở ngoài thực địa tách hẳn khỏi công tác tính và vẽ ở trong phòng nên không kịp thời phát hiện được thiếu sót.

I. Lưới khống chế đo vẽ

Việc đo vẽ chi tiết bản đồ địa hình được dựa vào tất cả các điểm khống chế trắc địa có ở trong khu vực.

Khi mật độ điểm lưới khống chế đo vẽ chưa đủ thì bố trí *đường chuyển toàn đạc*. Nhưng từ điểm đường chuyển toàn đạc không được phát triển các cọc phụ. Điểm khởi tính của đường chuyển toàn đạc là điểm đường chuyển kinh vĩ có sai số khép tương đối 1/1.000 trở lên. Đường chuyển toàn đạc phải đảm bảo các yêu cầu trong bảng 11-2.

Bảng 11-2

Tỷ lệ bản đồ	Chiều dài lớn nhất của cả đường chuyển (m)	Chiều dài lớn nhất của 1 cạnh (m)	Số cạnh nhiều nhất trong đường chuyển
1:5000	1200	300	6
1:2000	600	200	5
1:1000	300	150	3
1:500	200	100	2

Khi đo vẽ tỷ lệ 1: 500, chiều dài đường chuyển toàn đạc đo bằng thước thép với sai số khép tương đối cho phép không quá 1/1000.

Chiều dài cạnh đường chuyển toàn đạc đo bằng vạch đo xa trong ống kính máy kinh vĩ với sai số tương đối không quá 1/300.

Độ chênh cao của cạnh đường chuyển toàn đạc xác định bằng phương pháp lượng giác, đo đi và đo về.

Góc bằng đo 1 lần có đảo ống kính và xoay bàn độ 90°.

Sai số khép cho phép tương đối của đường chuyển toàn đạc như sau:

- về độ cao: $f_h = \pm 0,04S \sqrt{n}$; (m)

- về góc bằng $f_\beta = \pm 60'' \sqrt{n}$,

trong đó:

n - số góc trong đường chuyển;

$S = \frac{[S]}{n}$ - chiều dài cạnh trung bình, tính theo trăm mét một.

Sai số khép tương đối của toàn đường không quá 1/400.

II. Đo vẽ chi tiết

1. Công việc chuẩn bị tại một trạm máy:

a/ Đặt máy vào trạm đo (định tâm, cân máy).

b/ Tìm màn dây chữ thập rõ nét nhất trong ống kính.

c/ Dùng thước vải đo chiều cao i của máy từ mặt đỉnh cọc mốc đến trục quay nằm ngang ống kính.

d/ Đánh dấu chiều cao điểm ngắm trên mia (bằng một dây đen) $l = i$.

e/ Xác định MO của trạm máy.

f/ Định hướng vành độ ngang theo cạnh khống chế (đặt cho số đọc trên vành độ ngang là 0° khi ngắm về điểm khống chế bên cạnh). Hãm cố định vành độ ngang.

2. Quay ống kinh đến ngắm mịa đặt tại điểm chi tiết. Nên ngắm vào vạch đã đánh dấu $l = i$.

a/ Đọc số trên mịa theo các vạch đo xa để có n .

b/ Đọc số trên vành độ ngang để có β .

c/ Cân bọt thủy dài trên vành chuẩn đứng. Đọc số trên vành độ đứng để tính góc nghiêng của trục ngắm V .

3. Người đi mịa phải dựng mịa vào tất cả các điểm chi tiết đặc trưng của địa vật và dáng đất.

4. Khoảng cách giữa các điểm mịa, từ máy đến mịa được quy định trong bảng 11.3 (với trường hợp đo dài bằng máy có vạch ngắm xa và mịa đứng).

Bảng 11-3

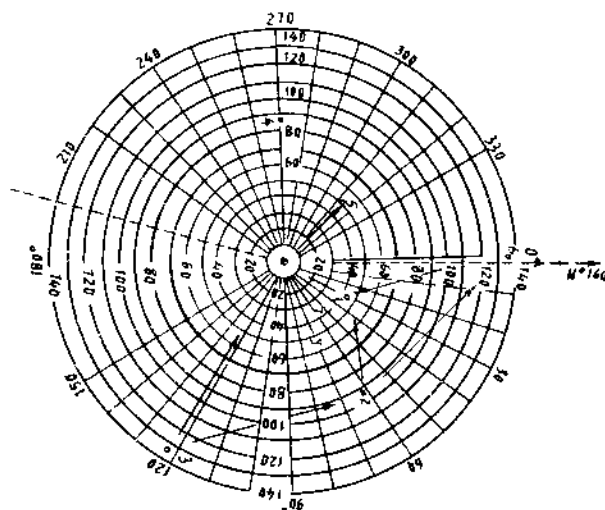
Tỷ lệ bản đồ	Khoảng cao đều (m)	Khoảng cách lớn nhất giữa các điểm mịa (m)	Khoảng cách lớn nhất từ máy đến mịa khi đo vẽ (m)	
			Dáng đất	Địa vật
1:500	0,5	15	100	60
	1,0	15	150	60
1:1000	0,5	20	150	80
	1-2	30	200	80
1:2000	0,5	40	200	100
	1,0	40	250	100
1:5000	2-5	50	250	100
	0,5	60	250	150
	1,0	80	300	150
	2,0	100	350	150
	5,0	120	350	150

Khi xác định những đường ranh giới không rõ ràng và không quan trọng thì khoảng cách được phép tăng lên 1,5 lần.

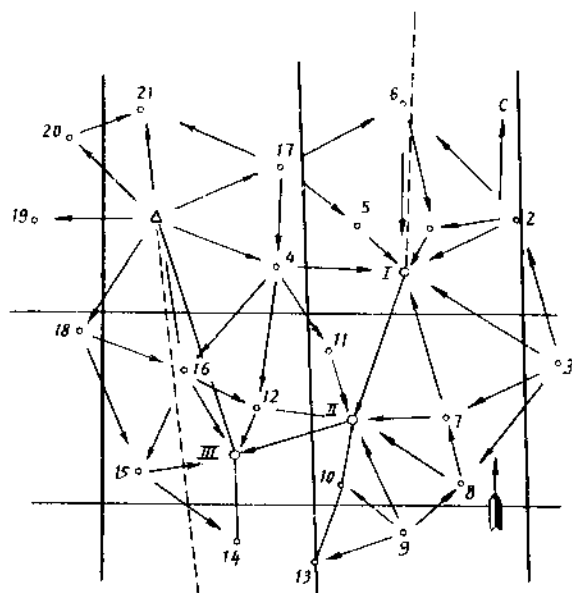
5. Để tránh trùng lặp hoặc bỏ sót, ta cần phân vùng cho từng trạm đo. Tuy vậy ở mỗi trạm cần đo thêm vài điểm ở các phần phủ các trạm kế cận để kiểm tra.

6. Trước khi kết thúc ở mỗi trạm cần phải kiểm tra lại việc định hướng chuẩn ban đầu theo một cạnh không chế nào đó. Độ chênh cho phép về định hướng sau quá trình đo vẽ ở 1 trạm so với hướng chuẩn không được quá 1,5'.

7. Để giúp cho việc vẽ trong phòng được thuận lợi tại mỗi trạm máy đồng thời với việc ghi số cần phải dùng thước vẽ phác (hình 11.1) để vẽ bán phác hoạ. Nội dung bản phác hoạ gồm có: lưới khống chế, vị trí địa vật, vị trí điểm đặc trưng của dáng đất, hướng dốc mặt đất, vv... (hình 11.2).



Hình 11.1



Hình 11.2

III. Tính toán

1. Tính toán tọa độ vuông góc của các đỉnh đường chuyển toàn đặc.
2. Tính góc bằng của các điểm chi tiết β .
3. Tính chiều dài bằng của các điểm chi tiết:

$$d = Kn - \Lambda, \quad (11-1)$$

4. Tính độ chênh cao của các điểm chi tiết:

$$h = \frac{1}{2} Kn \sin 2V + i - l. \quad (11-2)$$

Tiếp theo, tính độ cao các điểm chi tiết.

IV. Vẽ bản đồ

1. *Vẽ khung lưới ô vuông.* Kiểm tra các cạnh ô vuông không chênh nhau quá 0,2mm, các đường chéo ô vuông không chênh nhau quá 0,3mm.

2. *Chấm các điểm khống chế trắc địa* lên bản vẽ theo phương pháp toạ độ vuông góc. Vẽ ký hiệu điểm khống chế và bên cạnh ghi một phân số có tử số là số hiệu của nó và mẫu số là độ cao của nó.

Khi kiểm tra khoảng cách giữa các điểm khống chế đo vẽ trên bản vẽ và khoảng cách giữa chúng tính toán theo các tài liệu đo ngoài thực địa rút về tỷ lệ không được khác nhau quá 0,3mm.

3. *Chấm các điểm mia chi tiết* lên bản vẽ theo phương pháp toạ độ một cực nhờ thước chuyên dùng. Đánh dấu vị trí điểm mia bằng một chấm chì. Bên cạnh ghi một phân số có tử số là số thứ tự điểm mia chi tiết, mẫu số là độ cao đến 0,1m.

- Bằg chì vẽ địa vật theo dấu hiệu quy ước ứng với từng loại tỷ lệ cụ thể.

- Vẽ đường đồng mức biểu diễn dáng đất theo phương pháp ước lượng bằng mắt với giả thiết độ dốc mặt đất giữa hai điểm chi tiết biến đổi đều.

4. Tô mực theo trình tự:

- Trước hết phải tô vẽ chữ, số.

- Tô mực địa vật.

- Vẽ mực đường đồng mức (vì đường đồng mức không được cắt ngang qua các ký hiệu).

- Vẽ khung.

- Trình bày ngoài khung.

§11.3. KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH

1. Sai số giới hạn vị trí điểm của lưới khống chế, đo vẽ sau bình sai so với điểm trắc địa cấp cao gần nhất, theo tỷ lệ bản đồ không được vượt quá 0,2mm đối với vùng quang đăng, và 0,3mm đối với vùng rừng.

Sai số giới hạn về độ cao của điểm khống chế đo vẽ với độ cao mốc độ cao cấp cao gần nhất không được vượt quá $1/5$ khoảng cao đều đường đồng mức đối với vùng đồng bằng và $1/3$ đối với vùng núi.

2. Sai số trung bình vị trí các địa vật cố định biểu thị trên bản đồ so với điểm khống chế đo vẽ gần nhất không được lớn hơn 0,5mm, ở vùng núi và giáp núi không quá 0,7mm.

Trong thành phố và khu công nghiệp sai số vị trí tương hỗ giữa các điểm địa vật quan trọng và cố định không được lớn hơn 0,4mm trên bản đồ.

3. Sai số trung bình đo vẽ dáng đất so với độ cao điểm khống chế đo vẽ gần nhất tính theo khoảng cao đều không được vượt quá quy định nêu trong bảng 11-4.

Bảng 11-4

Độ dốc địa hình	Tỷ lệ đo vẽ			
	1:500	1:1000	1:2000	1:5000
1. Từ 0° đến 2° (khi đo vẽ với $h=0,5m$)	1/4 0	1/4 0	1/4 1/3	1/4 1/3
2. Từ 2° đến 6°	1/3	1/3	1/3	1/3
3. Từ 6° đến 15°	1/3	1/3	1/2	1/2
4. Trên 15°	-	1/2	1/2	1/2

Ở những vùng có độ dốc thay đổi đột ngột thì số đường đồng mức phải phù hợp với hiệu độ cao.

Sai số của các điểm đặc trưng địa hình không được vượt quá $1/3$ khoảng cao đều.

4. Căn cứ vào độ chênh lệch để đánh giá độ chính xác bản đồ địa hình.

Giá trị độ chênh lệch cho phép bằng hai lần sai số trung bình ở trên (1,2,3).

Số lượng điểm có độ chênh lệch bằng và vượt độ chênh lệch cho phép không được quá 10% tổng số điểm kiểm tra.

§11.4. MÁY TOÀN ĐẠC ĐIỆN TỬ (TOTAL STATION)

Máy toàn đạc điện tử (TOTAL STATION) là một loại máy trắc địa rất hiện đại. Nó đồng thời đo được cả góc, độ dài, độ cao rất thuận tiện, chính xác cao và nhanh chóng. Đo vẽ bản đồ bằng máy toàn đạc điện tử sẽ đạt năng suất và hiệu quả kinh tế, kỹ thuật rất cao.

So với máy toàn đạc quang học (toàn đạc kinh vĩ) thì máy toàn đạc điện tử có các đặc điểm sau đây: 1) dùng gương phản chiếu đặt tại điểm cần đo (điểm mia); 2) máy hoạt động được nhờ bàn phím điều khiển; 3) số liệu đo đạc được hiện lên màn hình một cách rõ ràng, dễ đọc; 4) máy cho phép đồng thời đo được cả góc, độ dài, độ cao với độ chính xác cao; 5) nhưng máy phải mua đắt tiền, bằng ngoại tệ.

Sổ ghi điện tử (ELECTRONIC FIELD-BOOK) và thẻ điện tử (CARDREADER) là hai thiết bị điện tử được cài đặt một số chương trình nhỏ giải các bài toán trắc địa, chúng được ghép nối vào máy toàn đạc điện tử đã làm cho việc tự động hoá đo vẽ bản đồ được hoàn thiện, thay đổi hẳn về chất.

Ngành trắc địa sẽ có "người máy toàn đạc" lúc này chỉ cần người điều khiển gương đo, không cần người đứng máy, "người máy toàn đạc" sẽ tự hoạt động như có người đứng máy.

HƯỚNG DẪN HỌC TẬP CHƯƠNG 11

11-1. Các phương pháp đo vẽ bản đồ địa hình?

11-2. Những yêu cầu về lưới khống chế trắc địa mặt bằng, độ cao khi đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ lớn ở trong khu công nghiệp thành phố?

11-3. Nội dung đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ lớn (1/5000-1/500)?

11-4. Đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ lớn theo phương pháp toàn đạc?

11-5. Kiểm tra, đánh giá độ chính xác đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ lớn?

CHƯƠNG 12

ĐO VẼ MẶT CẮT ĐỊA HÌNH

§12.1. NỘI DUNG ĐO VẼ MẶT CẮT ĐỊA HÌNH

Để thiết kế các tuyến đường sắt, đường ô tô, kênh đào, đường hầm, đường ống, các hệ thống tưới tiêu, đặt ống dẫn nước, cống thoát nước v.v... phải tiến hành đo vẽ mặt cắt địa hình.

Mặt cắt địa hình biểu diễn hình dáng cao thấp của mặt đất tự nhiên chạy dọc theo một tuyến nào đó.

Đo vẽ mặt cắt địa hình gồm có các giai đoạn chính sau đây:

- Cố định tuyến ngoài thực địa.
- Đo cao dọc tuyến.
- Tính toán.
- Vẽ mặt cắt địa hình.

§12.2. CỐ ĐỊNH TUYẾN TRÊN THỰC ĐỊA

I. Mặt cắt dọc

Để có đường tuyến trên thực địa ta bố trí một hệ thống cọc. Kể từ điểm đầu tuyến C_0 ta đo những đoạn thẳng nằm ngang dài 100 mét với độ chính xác 1/1000, 1/2000, rồi cố định bằng cọc, gọi là cọc chính (cọc trăm mét). Ghi số hiệu cọc là C_0, C_1, C_2, C_3 v.v...

- Ở những chỗ tuyến cắt các công trình khác ta đóng cọc phụ, xác định khoảng cách từ cọc phụ trở lại cọc chính với độ chính xác $\pm 1\text{dm}$. Ghi số hiệu cho cọc phụ, chẳng hạn $C_{1+12}, C_{1-90},$ v.v...

- Ở những chỗ mặt đất thay đổi độ dốc đóng cọc phụ, xác định khoảng cách từ nó trở lại cọc chính với độ chính xác $\pm 1\text{dm}$.

Ghi số hiệu, chẳng hạn C_{2+70} , C_{2+82} v.v...

- Ở những đỉnh góc ngoặt của tuyến, ta đóng những cọc chắc chắn hơn (ống thép, cọc bê tông). Xác định khoảng cách từ đó trở lại cọc chính với độ chính xác $1/1000 \div 1/2000$. Ghi số hiệu, chẳng hạn C_{3+70} , v.v...

Đo góc ngoặt của tuyến với độ chính xác $\pm 0,5'$ theo phương pháp cung, một vòng đo đủ.

II. Mặt cắt ngang

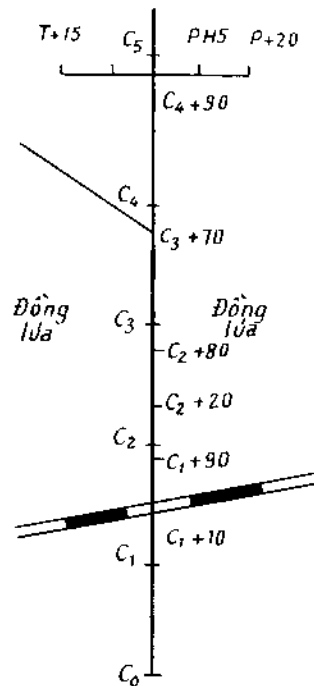
- Ở những nơi trên hướng vuông góc với tuyến, nếu dáng đất thay đổi nhiều ta bố trí mặt cắt ngang. Tại đó đóng cọc và xác định khoảng cách từ đó trở lại cọc chính với độ chính xác $\pm 1m$. Ghi ký hiệu cọc vị trí mặt cắt ngang, chẳng hạn C_{4+10} , C_{4+90} , v.v...

- Mặt cắt ngang có hướng nói chung vuông góc với tuyến, thường dài từ 40 đến 50m.

- Tại những chỗ thay đổi độ dốc trên mặt cắt ngang ta đóng cọc phụ, xác định khoảng cách từ cọc phụ đến tuyến với độ chính xác 1m. Ghi số hiệu cho các cọc phụ ở bên trái (T), bên phải (P) tuyến, chẳng hạn ở bên trái là $T + 10$, $T + 15$ v.v... còn ở bên phải là $P + 15$, $P + 20$, v.v...

III. Đo vẽ dài dọc tuyến

Đồng thời với việc bố trí hệ thống cọc ở trên ta tiến hành đo vẽ dài dọc tuyến, thường rộng 50m về mỗi phía. Trong phạm vi gần tuyến 25 m thì đo vẽ



Hình 12.1

bằng dụng cụ theo phương pháp tọa độ vuông góc (với tuyến) xa hơn 25m thì đo vẽ ước lượng bằng mắt.

IV. Làm bản vẽ phác

Đồng thời với việc bố trí hệ thống cọc trên mặt cắt dọc, ngang và đo vẽ dải dọc tuyến ở trên ta phải vẽ phác vào trong sổ đóng bằng giấy kẻ ly với tỷ lệ khoảng $1/100 \div 1/200$. Nói chung vẽ phác gồm: trục tuyến theo chiều từ dưới lên, trên đó ghi cọc chính, cọc phụ, chỗ cắt công trình khác, nơi độ dốc thay đổi, đỉnh góc ngoặt, vị trí mặt cắt ngang vv.. Vẽ mũi tên chỉ hướng ngoặt của tuyến tương ứng sang trái hay phải nhưng tuyến vẫn vẽ thẳng. Ngoài ra còn vẽ tất cả các số liệu đo vẽ dải dọc tuyến nếu có thể được (hình 12.1).

§12.3. ĐO CAO DỌC TUYẾN

I. Đo nối tuyến

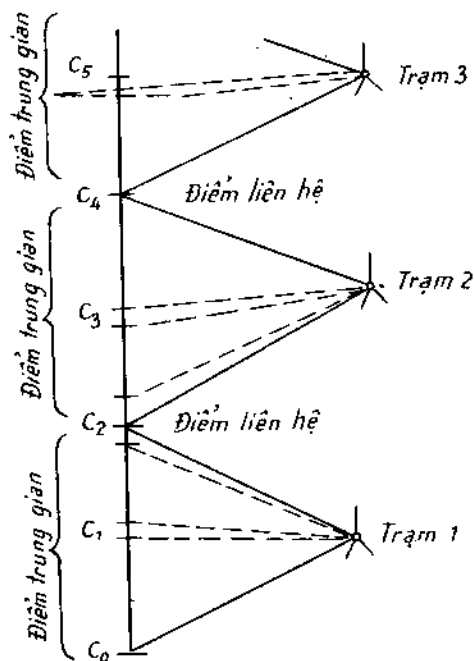
Để đảm bảo cho việc thành lập mặt cắt được chính xác, ở hai đầu tuyến và cứ mỗi đoạn tuyến nhất định ta phải tiến hành đo nối tuyến cả về mặt bằng lẫn độ cao với mốc trắc địa nhà nước và khu vực có ở gần đấy.

II. Đo cao dọc tuyến và mặt cắt ngang

Để thấy rõ dáng cao thấp mặt đất dọc tuyến ta đo độ cao của tất cả các điểm cọc đã được cố định trên tuyến theo mặt cắt dọc, ngang. Thường đo cao theo phương pháp hình học hạng V (kỹ thuật). Nói chung đo cao từ giữa, độ chênh cao của các điểm liên hệ được xác định hai lần (theo hai mặt mìa, hoặc theo hai chiều cao máy thay đổi), các điểm trung gian (điểm phụ, mặt cắt ngang v.v...) chỉ được xác định một lần thôi (hình 12.2).

Để kiểm tra được toàn đường đo thì tuyến đo phải nối giữa hai mốc độ cao đã biết trước. Trong trường hợp khác thì hoặc

phải đo bằng hai máy nivô (máy đo sau chỉ đo các điểm liên hệ không thôi) hoặc dùng một máy đo đi về (khi đo về chỉ đo các điểm liên hệ không thôi).



Hình 12.2

§12.4. TÍNH TOÁN

Nội dung tính toán gồm có:

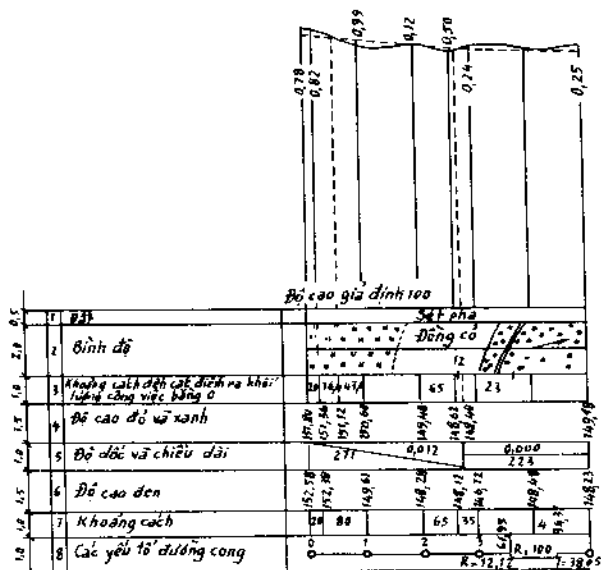
1. Tính toán kiểm tra số đo cao dọc tuyến.
2. Tính toán bình sai kết quả đo cao dọc tuyến đối với các điểm liên hệ. Yêu cầu sai số khép kín f_h trong từng đoạn đo

không được vượt quá $50\sqrt{L}$ mm (trong đó L - chiều dài đoạn tuyến, tính theo km).

3. Tại mỗi trạm, sau khi tính được độ cao của các điểm liên hệ thì tính độ cao của trục ngắm (máy) ở trạm đó, từ độ cao trục ngắm của máy tại trạm đi tính độ cao của các điểm trung gian còn lại.

§12.5. VẼ MẶT CẮT

Kết quả đo cao dọc tuyến được vẽ lên giấy kẻ ly thành mặt cắt dọc, mặt cắt ngang.



Hình 12.3

- Để thấy rõ độ dốc của mặt cắt đất người ta thường chọn tỷ lệ đứng lớn gấp 10 lần tỷ lệ ngang. Chẳng hạn nếu tỷ lệ ngang là 1/2000 thì sẽ chọn tỷ lệ đứng là 1/200.

- Để thuận tiện và trình bày bản vẽ được đẹp, sáng rõ người ta thường chọn độ cao quy ước của bản vẽ (đường chân trời) sao cho điểm thấp nhất trên mặt cắt cũng cao hơn nó từ 8 đến 10cm.
- Ghi các số liệu lên các dải tương ứng.
- Dựng lưới mặt cắt địa hình - vẽ mặt cắt (hình 12.3).

HƯỚNG DẪN HỌC TẬP CHƯƠNG 12

12-1. Mặt cắt địa hình là gì? Tại sao và khi nào phải đo vẽ mặt cắt địa hình? Các giai đoạn chính khi đo vẽ mặt cắt địa hình?

12-2. Nội dung công việc cố định tuyến ở ngoài thực địa?

12-3. Nội dung đo cao dọc tuyến?

12-4. Nội dung tính toán mặt cắt địa hình?

12-5. Vẽ mặt cắt địa hình? Việc chọn tỷ lệ ngang, dọc và độ cao quy ước như thế nào? Tại sao như vậy?

CHƯƠNG 13

CÔNG TÁC BỐ TRÍ CÔNG TRÌNH

§13.1. KHÁI NIỆM

Ở giai đoạn thi công nhiệm vụ của người cán bộ kỹ thuật là phải đảm bảo chuyển được thiết kế ra thực địa. Tất cả những công tác trắc địa nhằm mục đích xác định vị trí mặt bằng và độ cao của từng phần và toàn bộ công trình ở ngoài thực địa theo đúng thiết kế gọi là công tác bố trí công trình.

Khi đo vẽ bản đồ ta phải đo ngoài thực địa, tính toán, rồi vẽ lên thành bản đồ. Còn khi bố trí công trình ta phải căn cứ vào bản thiết kế tiến hành tính toán những số liệu cần thiết, rồi đo đạc bố trí công trình ở ngoài thực địa. Công tác bố trí công trình ngược lại với công tác đo vẽ bản đồ.

Việc bố trí công trình thường được tiến hành theo trình tự sau đây: Đầu tiên bố trí lưới khống chế trắc địa để làm cơ sở cho việc bố trí công trình (lưới khống chế bố trí công trình). Tiếp theo, từ lưới khống chế bố trí công trình ta tiến hành bố trí các trục cơ bản (hay các trục chính) của công trình. Cuối cùng từ trục cơ bản ta bố trí các điểm chi tiết đặc trưng của công trình. Bố trí các thiết bị (nếu có).

Lưới khống chế bố trí công trình cũng có hai dạng chính là tam giác và đường chuyền. Ngoài ra, trong xây dựng hay gặp lưới ô vuông xây dựng. Lưới ô vuông xây dựng là một hệ thống các ô vuông hay ô chữ nhật với cạnh 10, 20, 50, 100m, các cạnh ô vuông thường song song với các trục cơ bản và trục chính của các công trình xây dựng.

Suy cho cùng, bố trí công trình là bố trí các điểm đặc trưng của công trình trong không gian. Do đó công tác bố trí công trình cũng bao gồm ba loại công tác bố trí cơ bản là: bố trí góc bằng, bố trí đoạn thẳng, bố trí độ cao.

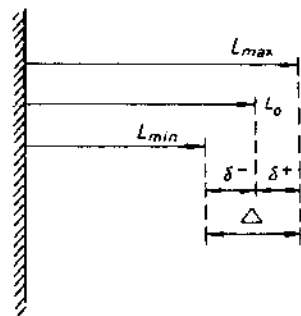
Độ chính xác của lưới khống chế bố trí công trình thường yêu cầu cao hơn so với lưới khống chế đo vẽ bản đồ.

Khi đo vẽ bản đồ thì độ chính xác giảm dần từ đo khống chế đến đo chi tiết. Khi bố trí công trình thì ngược lại: độ chính xác yêu cầu tăng dần từ khống chế đến bố trí chi tiết.

§13.2. ĐỘ CHÍNH XÁC BỐ TRÍ CÔNG TRÌNH

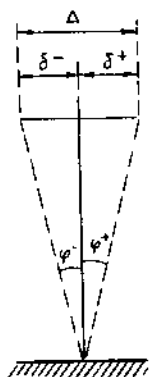
Độ chính xác của công tác bố trí trắc địa trong xây dựng có thể được chia ra làm ba dạng: 1) độ chính xác khi bố trí các trục cơ bản hay trục chính của công trình; 2) độ chính xác khi bố trí các trục chi tiết ngang, dọc của công trình; 3) độ chính xác khi bố trí các thiết bị máy móc hay dây chuyền công nghệ sản xuất.

Độ chính xác của công tác bố trí trắc địa có thể được chia theo dạng của công tác xây dựng: công tác đất, công tác đá, công tác gỗ, công tác bê tông, công tác thép, công tác bê tông cốt thép.

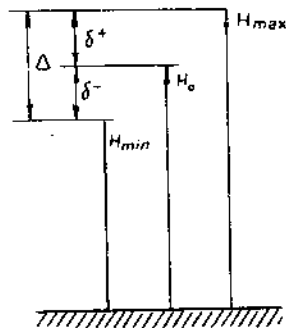


Hình 13.1

Độ chính xác của công tác bố trí trắc địa có thể được chia theo dạng công trình: công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp, công trình thủy, cầu đường, hầm...



Hình 13.2



Hình 13.3

Trong các quy phạm hiện hành, dung sai của công tác bố trí trắc địa thường được cho dưới các dạng sau đây:

1. Dung sai khi bố trí các trục trên mặt bằng (hình 13.1) ví như trục móng, trục cột, dầm, xà.

2. Dung sai khi truyền các trục theo phương đứng và độ lệch của các kết cấu xây dựng khỏi phương thẳng đứng (hình 13.2).

3. Dung sai khi xác định cao độ (cốt) (hình 13.3).

4. Dung sai đặc trưng cho vị trí tương hỗ giữa các cấu kiện xây dựng, ví như giữa các đường ray của cần cầu.

Trong các quy phạm của Việt Nam và trong quy phạm ГОСТ 21779-76 của Liên Xô trước đây, dung sai của công tác bố trí trắc địa trong xây dựng còn được phân ra theo cấp chính xác (bảng 13-1).

$$\Delta = k.i, \quad (13-1)$$

trong đó:

Δ - dung sai trắc địa;

k - hệ số, phụ thuộc cấp chính xác;

i - đơn vị của dung sai, phụ thuộc chiều dài L .

Bảng 13-1

STT	Dung sai	i (mm) L (m)	Kích thước	Hệ số k theo các cấp độ chính xác					
				1	2	3	4	5	6
1	Dung sai bố trí trục trên mặt bằng	$i = 0,8L$	Khoảng cách giữa các trục	0,25	0,40	0,63	1,0	1,6	2,5
2	Dung sai truyền trục theo phương đứng	$i = 0,5L$	Độ cao giữa các mặt tầng	0,25	0,40	0,63	1,0	1,6	2,5
3	Dung sai truyền cốt (độ cao)	$i = 0,3L$	Độ cao giữa các mặt tầng	0,25	0,40	0,63	1,0	1,6	2,5

Cơ quan tiêu chuẩn hoá quốc tế (ISO) đề nghị đưa ra những công thức chuẩn sau đây để tính độ chính xác của công tác trắc địa trong xây dựng.

Độ chính xác bố trí khoảng cách giữa hai điểm thuộc công trình xây dựng tính theo công thức

$$m_1 = \pm \frac{k}{2,5} \sqrt{L} \text{ , (mm)} \quad (13-2)$$

trong đó:

L - khoảng cách, tính bằng mét;

k - hệ số, phụ thuộc phương pháp thi công.

(k = 2: thi công đúc đổ tại chỗ. k = 1: thi công lắp ghép).

Đối với những khoảng cách ngắn hơn 5m thì độ chính xác bố trí tính theo công thức

$$m_2 = \pm 0,8k, \text{ (mm)} \quad (13-3)$$

trong đó:

k - hệ số, như ở công thức (13-2)

Độ chính xác bố trí góc tính theo công thức

$$W^{cc} = \pm \frac{0,03k}{\sqrt{L}}, \quad (13-4)$$

trong đó:

k - hệ số, như ở công thức (13-2);

L - chiều dài cạnh ngắn nhất kẹp góc, tính bằng mét.

Độ chính xác truyền trục theo phương thẳng đứng tính theo công thức

$$m_3 = \pm 0,8\sqrt{L}, \quad (13-5)$$

trong đó:

L - chiều cao truyền trục, tính bằng mét.

Vị trí tương đối của các điểm thuộc mạng lưới không chế độ cao phải được xác định với độ chính xác là:

$$m_H = \pm 1,2 \text{ (mm)}. \quad (13-6)$$

Độ chính xác bố trí cao độ của các điểm công trình so với điểm khống chế cao độ là:

$$m'_H = \pm 2\text{mm (với công trình đồ toàn khối);} \quad (13-7)$$

$$m''_H = \pm 0,8\text{mm (với công trình lắp ghép)} \quad (13-8)$$

Từ những độ chính xác cần thiết sẽ xác định được dung sai trắc địa trong xây dựng theo công thức

$$\Lambda = 2.2,5m_i = 5m_i. \quad (13-9)$$

Đề nghị của cơ quan tiêu chuẩn hoá quốc tế (ISO) tuy đơn giản nhưng yêu cầu thường cao hơn, so với các quy phạm hiện hành.

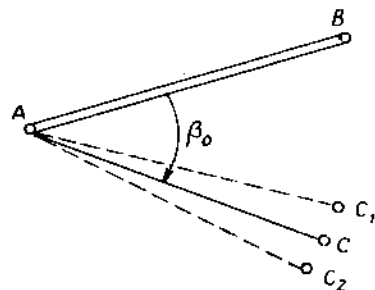
§13.3. BỐ TRÍ CÁC YẾU TỐ CƠ BẢN

Bố trí một điểm trong không gian gồm có bố trí các yếu tố cơ bản: góc bằng, đoạn thẳng, độ cao.

I. Bố trí góc bằng

Khi đo góc $\beta = \widehat{BAC}$ ở ngoài thực địa đã có ba điểm B, A, C (một điểm A và hai cạnh kẹp góc AB, AC).

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

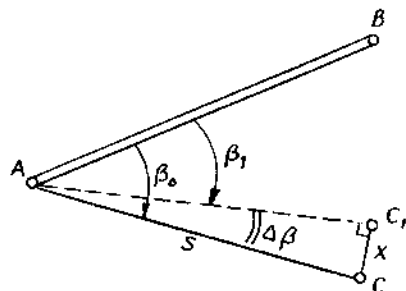


Hình 13.4

Có hai cách bố trí góc:

Cách bố trí góc thứ nhất (hình 13.4)

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



Hình 13.5

Cách bố trí góc thứ hai (gần đúng dần) (hình 13.5).

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

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

Tính đoạn cần dịch chuyển x:

$$x \approx CC_1 = \frac{s \cdot \Delta\beta''}{\rho''}, \quad (13-10)$$

trong đó:

$s = AC_1$ - khoảng cách từ A đến C_1 ;

$$\Delta\beta'' = \beta_0 - \beta_1; \quad (13-11)$$

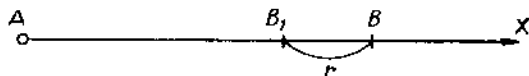
$$\rho'' = 206\,265. \quad (13-12)$$

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

II. Bố trí đoạn thẳng

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

Kể từ A, theo hướng Ax, sơ bộ một đoạn AB_1 có chiều dài gần bằng d_0 (hình 13.6). Cố định sơ bộ B_1 .



Hình 13.6

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

Tính đoạn cần dịch chuyển:

$$r = d_0 - d_1. \quad (13-13)$$

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

III. Bố trí độ cao

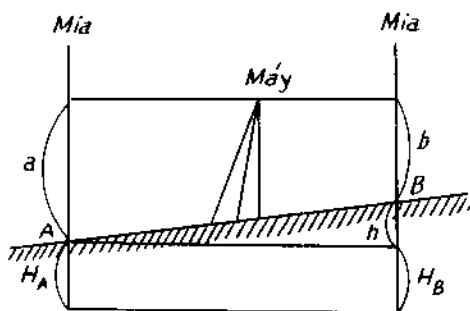
Khi đo độ cao điểm B thì ở ngoài thực địa đã có điểm B . Dựa vào độ cao đã biết H_A của điểm A đã có ở ngoài thực địa, dùng máy đo độ chênh cao $h_{AB} = a - b$ sẽ tính được độ cao của điểm B là:

$$H_B = H_A + h_{AB}. \quad (13-14)$$

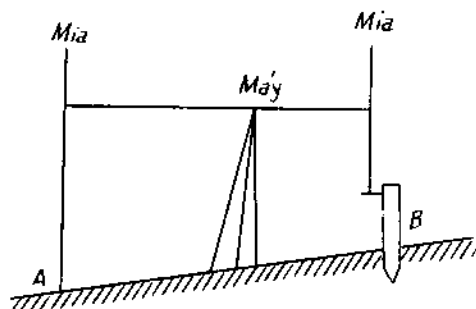
(xem hình 13.7)

Khi bố trí độ cao: ở ngoài thực địa mới chỉ có điểm A và độ cao của nó là H_A . Biết độ cao thiết kế của điểm B là H_B , tìm điểm B ở ngoài thực địa? (hình 13.8).

Đặt máy nivo cách đều A , B . Dựng mìa ở A . Ngắm mìa ở A , dọc được a , tính độ cao trực ngắm của máy $H_{mây}$:



Hình 13.7



Hình 13.8

$$H_{mây} = H_A + a . \quad (13-15)$$

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

$$b = H_{mây} - H_B . \quad (13-16)$$

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

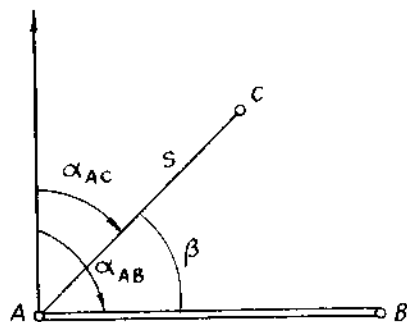
§13-4. CÁC PHƯƠNG PHÁP BỐ TRÍ ĐIỂM

Các điểm đặc trưng của công trình có thể được bố trí theo các phương pháp khác nhau: toạ độ một cực, toạ độ vuông góc, giao hội góc, giao hội cạnh,...

I. Phương pháp toạ độ một cực

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

Trước hết phải tính toán những số liệu cần thiết cho bố trí là góc cực β và bán kính cực s , khi đã biết toạ độ không chế trắc địa $A(x_A, y_A)$, $B(x_B, y_B)$ và toạ độ thiết kế điểm $C(x_C, y_C)$ (hình 13.9)



Hình 13.9

Theo bài toán ngược có:

$$\operatorname{tg} \alpha_{AB} = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} ; \quad (13-17)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{AC} = \frac{y_C - y_A}{x_C - x_A}; \quad (13-18)$$

$$\beta = \alpha_{AB} - \alpha_{AC}; \quad (13-19)$$

$$s = \sqrt{(x_C - x_A)^2 + (y_C - y_A)^2}. \quad (13-20)$$

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

Độ chính xác bố trí điểm C theo phương pháp tọa độ một cực có thể được tính theo công thức

$$m_C = \pm \sqrt{m_s^2 + \left(\frac{m''_\beta}{\rho''} \right)^2 \cdot s^2}, \quad (13-21)$$

trong đó:

- m_s - sai số trung phương bố trí bán kính cực s;
- m''_β - sai số trung phương bố trí góc cực β (giây);
- $\rho'' = 206\,265''$;
- s - chiều dài bán kính cực;
- m_C - độ chính xác bố trí điểm C.

II. Phương pháp tọa độ vuông góc

Phương pháp tọa độ vuông góc được áp dụng nhiều hơn cả trong khi bố trí các công trình công nghiệp và dân dụng từ các điểm khống chế của lưới ô vuông xây dựng hay từ đường đỏ trên phố.

Muốn vậy phải tính số gia tọa độ giữa các điểm đặc trưng của công trình với các đỉnh của lưới ô vuông $\Delta x, \Delta y$ (h.13-10):

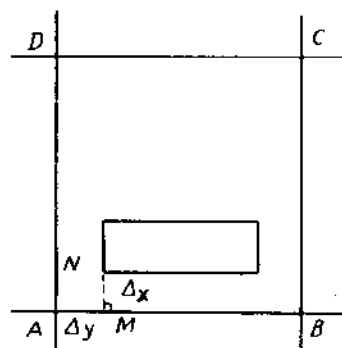
$$\Delta x = x_N - x_A; \quad (13-22)$$

$$\Delta y = y_N - y_A.$$

Cách bố trí: phải luôn nhớ là đặt đoạn thẳng có số gia toạ độ lớn hơn dọc theo cạnh trục toạ độ của lưới ô vuông, còn số gia toạ độ nhỏ hơn được đặt theo hướng vuông góc với nó.

Giả sử $\Delta y > \Delta x$. Đặt máy kinh vĩ tại A, định hướng về B, trên hướng này đặt một đoạn $AM = \Delta y$. Dời máy kinh vĩ đến M, định hướng về B, đặt một góc 90° , trên hướng vuông góc này đặt một đoạn thẳng $MN = \Delta x$. Cố định điểm N lại.

Độ chính xác bố trí điểm N theo phương pháp toạ độ vuông góc như trên có thể được tính theo công thức (khi bố trí theo trục y trước).



Hình 13.10

$$m_N^2 = m_{\Delta y}^2 + m_{\Delta x}^2 + \left(\frac{m_{\beta}''}{\rho''} \right)^2 \cdot \Delta x^2, \quad (13-23)$$

Nếu bố trí theo trục x trước thì:

$$m_N^2 = m_{\Delta y}^2 + m_{\Delta x}^2 + \left(\frac{m_{\beta}''}{\rho''} \right)^2 \cdot \Delta y^2, \quad (13-24)$$

trong đó:

$m_{\Delta x}$ - sai số trung phương bố trí đoạn Δx ;

$m_{\Delta y}$ - sai số trung phương bố trí đoạn Δy ;

m_{β}'' - sai số trung phương bố trí góc vuông (giây);

$\rho'' = 206\,265''$;

Δx - số gia toạ độ theo trục x;

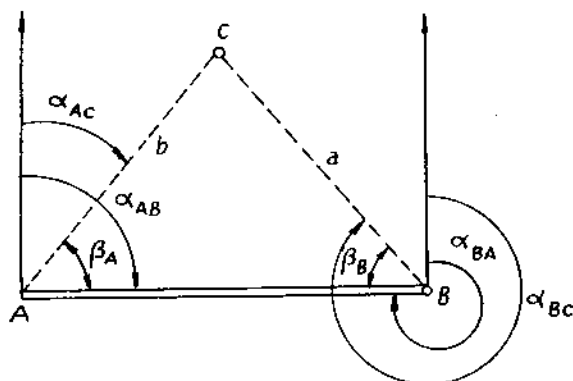
Δy - số gia toạ độ theo trục y;

m_N - độ chính xác bố trí điểm N.

III. Phương pháp giao hội góc

Phương pháp giao hội góc thường được áp dụng để bố trí trụ cầu, công trình thủy lợi,... khi mà điểm cần bố trí ở xa điểm khống chế trắc địa và việc đo dài gặp khó khăn.

Trước hết phải tính những số liệu cần thiết cho bố trí là các góc bằng giao hội β_A, β_B , khi đã biết tọa độ khống chế trắc địa $A(x_A, y_A)$, $B(x_B, y_B)$ và tọa độ điểm thiết kế $C(x_C, y_C)$ (hình 13.11):



Hình 13.11

$$\operatorname{tg} \alpha_{AB} = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}; \quad (13-25)$$

$$\alpha_{BA} = \alpha_{AB} + 180^\circ. \quad (13-26)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{AC} = \frac{y_C - y_A}{x_C - x_A}; \quad (13-27)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{BC} = \frac{y_C - y_B}{x_C - x_B}; \quad (13-28)$$

$$\beta_A = \alpha_{AB} - \alpha_{AC}; \quad (13-29)$$

$$\beta_B = \alpha_{BC} - \alpha_{BA}. \quad (13-30)$$

Cách bố trí: đặt hai máy kinh vĩ ở A và B, định hướng vành độ ngang theo cạnh khống chế AB, tương ứng đặt các góc β_A, β_B , giao điểm của hai hướng ngắm trên là điểm C cần bố trí sẽ được cố định lại ở ngoài thực địa.

Độ chính xác bố trí điểm C theo phương pháp giao hội góc thuận có thể được tính theo công thức:

$$m_C = \pm \frac{m_B''}{\rho'' \cdot \sin \hat{C}} \cdot \sqrt{a^2 + b^2}, \quad (13-31)$$

trong đó:

m_B'' - sai số trung phương bố trí các góc β_A và β_B (giây)
(coi $m_{\beta_A}'' = m_{\beta_B}'' = m_{\beta}''$);

$\rho'' = 206\,265''$;

C - góc bằng ở điểm được bố trí [$C = \widehat{ACB} = 180^\circ - (\beta_A + \beta_B)$];

a = BC - chiều dài cạnh đối diện điểm A;

b = AC - chiều dài cạnh đối diện điểm B;

m_C - độ chính xác bố trí điểm C.

IV. Phương pháp giao hội cạnh

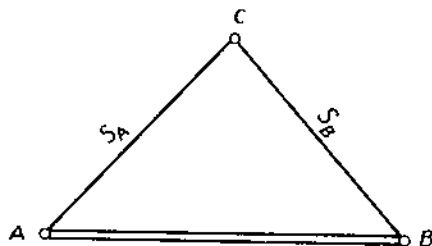
Phương pháp giao hội cạnh thường được áp dụng khi điểm cần bố trí nằm gần điểm khống chế trắc địa, bán kính giao hội ngắn hơn chiều dài thước, địa hình bằng phẳng, quang đãng.

Trước hết phải tính những số liệu cần thiết cho bố trí là các bán kính giao hội s_A, s_B , khi đã biết toạ độ khống chế trắc địa A(x_A, y_A), B(x_B, y_B) và toạ độ điểm thiết kế C(x_C, y_C) (hình 13.12):

$$s_A = \sqrt{(x_C - x_A)^2 + (y_C - y_A)^2}; \quad (13-32)$$

$$s_B = \sqrt{(x_C - x_B)^2 + (y_C - y_B)^2}. \quad (13-33)$$

Cách bố trí: lấy A và B làm tâm, theo thước thép quay các cung bán kính tương ứng là s_A và s_B , chúng giao nhau tại C, đó là điểm cần bố trí sẽ được cố định lại ở ngoài thực địa.



Hình 13.12

Độ chính xác bố trí điểm C theo phương pháp giao hội cạnh có thể được tính theo công thức

$$m_C = \pm \frac{m_s}{\sin \hat{C}} \cdot \sqrt{2}, \quad (13-34)$$

trong đó:

m_s - sai số bố trí cạnh s_A, s_B (coi $m_{s_A} = m_{s_B} = m_s$);

C - góc bằng ở điểm được bố trí ($C = \widehat{ACB}$);

m_C - độ chính xác bố trí điểm C.

§13-5. CÔNG TÁC TRẮC ĐỊA KHI XÂY NHÀ

I. Đặc trưng về hình dạng, kích thước công trình

Toàn bộ công tác trắc địa thực hiện trên công trường để đảm bảo chuyển chính xác vị trí, kích thước từ bản vẽ thiết kế ra ngoài thực địa được gọi là công tác bố trí công trình. Những đặc trưng về hình dạng, kích thước, vị trí của công trình cần được bố trí gồm có trục cơ bản (trục chính), trục dọc, trục ngang, điểm đóng, hệ thống cao độ.

- Trục chính là hai trục vuông góc, đối xứng của công trình.
- Trục cơ bản là trục bao quanh hình dạng tổng quát của công trình.
- Trục dọc là trục nằm theo chiều dọc của công trình, thường được ký hiệu bằng các chữ cái Latinh in hoa (A-A, B-B,...).

- Trục ngang là trục nằm theo chiều ngang của công trình, thường được ký hiệu bằng các chữ số Ả Rập (1-1, 2-2,...).

- Điểm đóng là các điểm nằm trên các trục, nhưng thường ở ngoài phạm vi công trình. Điểm đóng được dùng để cố định các trục ở ngoài thực địa. Trên công trường thường đánh dấu các điểm đóng bằng đóng đinh, vạch sơn màu,...

- Mặt bằng gốc có cao độ 0 là mặt phẳng nằm ngang thường được chọn trùng với mặt nền của tầng một. Trên công trường xây dựng nhà chuẩn cao độ thường được vạch bằng các dấu sơn màu ở độ cao + 1 mét.

II. Tính khối lượng đất san nền

Trong giai đoạn thiết kế kỹ thuật công trình các chuyên gia xây dựng có một nhiệm vụ là phải tính được khối lượng đất đào hay đắp khi san nền công trình để lập tiến độ thi công và tính dự toán giá thành. Giả sử phạm vi san nền có hình dạng chữ nhật hay là tổ hợp của một số hình chữ nhật ghép lại. Cao độ thực địa (cao độ đen: $H_{\text{đen}}$) biết được từ bản đồ hay là nhờ kết quả cao đạc ô vuông; cao độ thiết kế (cao độ đỏ: $H_{\text{đỏ}}$) đã được kiến trúc sư trưởng thành phố thông qua. Bài toán thường được giải theo "phương pháp lưới ô vuông".

Chia khu đất ra thành một mạng lưới ô vuông, gọi mỗi cạnh ô vuông là a . Thể tích của mỗi "khối ô vuông" được tính gần đúng theo công thức

$$v = a^2 \cdot h_{\text{tb}}, \quad (13-35)$$

trong đó:

v - thể tích của "khối ô vuông";

a - chiều dài cạnh ô vuông;

h_{tb} - "chiều cao công tác" trung bình của khối.

"Chiều cao công tác" trung bình được tính theo công thức

$$h_{tb} = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4}, \quad (13-36)$$

trong đó:

h_{tb} - "chiều cao công tác" trung bình trong một "khối ô vuông";

h_1, h_2, h_3, h_4 - "chiều cao công tác" ở bốn đỉnh ô vuông.

"Chiều cao công tác" ở từng đỉnh ô vuông được xác định theo công thức

$$h_i = H_i^{\text{đen}} - H_i^{\text{đỏ}}, \quad (13-37)$$

trong đó:

h_i - "chiều cao công tác" ở đỉnh thứ i của ô vuông;

$H_i^{\text{đen}}$ - cao độ đen ở đỉnh thứ i của ô vuông;

$H_i^{\text{đỏ}}$ - cao độ đỏ ở đỉnh thứ i của ô vuông.

Thường quy ước $h_i > 0$: công tác đào;

$h_i < 0$: công tác đắp.

Thể tích công tác đất trong toàn khu vực được tính theo công thức

$$V = a^2 \times \frac{(\sum h^I + 2 \sum h^{II} + 3 \sum h^{III} + 4 \sum h^{IV})}{4}, \quad (13-38)$$

trong đó:

V - thể tích công tác đất trong toàn khu;

a - cạnh ô vuông;

h^I - chiều cao công tác ở đỉnh chỉ thuộc về một ô vuông;

h^{II} - chiều cao công tác ở đỉnh thuộc về hai ô vuông;

h^{III} - chiều cao công tác ở đỉnh thuộc về ba ô vuông;

h^{IV} - chiều cao công tác ở đỉnh thuộc về bốn ô vuông.

Nếu khu đất có dạng hình chữ nhật thì trong công thức tính toán sẽ có mặt h^I , h^{II} , h^{IV} , còn khi khu đất có dạng thước thợ hay là tổ hợp của các hình chữ nhật ghép lại thì trong công thức tính toán sẽ có thể có mặt h^{III} .

Từ thể tích công tác V, căn cứ vào thiết kế quy định cho từng ngành chuyên môn với những thông số kỹ thuật cụ thể (hệ số đầm chặt,...) sẽ tính ra được khối lượng công tác đất W đào hay đắp và cuối cùng lập được dự toán cho công trình.

Độ chính xác tính toán khối lượng công tác đất chủ yếu phụ thuộc vào kích thước cạnh ô vuông a đã lựa chọn và độ chính xác tính chiều cao công tác (h), độ chính xác xác định hệ số đầm chặt, v.v...

III. Định vị công trình

Mọi công việc trắc địa thực hiện để cố định được các trục cơ bản, các trục dọc, các trục ngang, của nhà ở ngoài thực địa gọi là định vị công trình.

Thông thường định vị công trình theo hai bước:

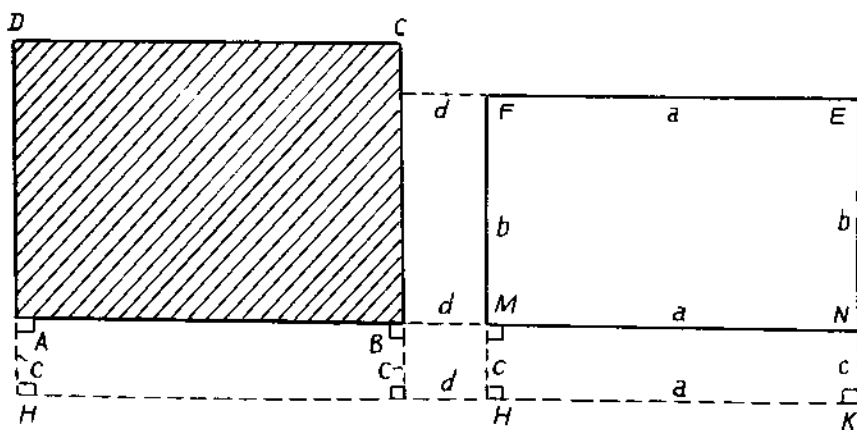
- Bước một: bố trí trục cơ bản của nhà;
- Bước hai: bố trí các trục dọc, các trục ngang của nhà.

Muốn định vị công trình được chính xác và thuận tiện người ta làm giá định vị vòng quanh nhà (ngoài mép hố móng) cứ cách khoảng 3m lại đóng một cọc gỗ (tiết diện 6×8 cm) ngập sâu vào đất khoảng 1m và còn nhô cao hơn mặt đất khoảng 1m nữa. Đóng các tấm ván (dày 3cm, rộng 20cm) ốp đứng mặt ngoài các cọc gỗ. Mặt trên của các tấm ván này phải nằm ở trong cùng một mặt phẳng nằm ngang. Muốn thế phải tiến hành đo cao các đỉnh cọc rồi suy ra đánh dấu các điểm có cùng một độ cao như nhau ở trên từng cọc.

Toàn bộ các điểm đóng của các trục cơ bản, trục dọc, trục ngang của nhà được cố định trên giá định vị bằng đóng đinh và vạch sơn màu.

Thực chất của việc bố trí trục cơ bản của nhà là bố trí các điểm giao nhau của các trục cơ bản. Trường hợp hay gặp trong thực tế khi nhà có dạng hình chữ nhật là bố trí bốn đỉnh hình chữ nhật ấy. Giả sử đã biết toạ độ thiết kế của đỉnh nào đó và toạ độ của các điểm khống chế trắc địa gần đấy. Việc bố trí đỉnh này sẽ được thực hiện theo một trong các phương pháp bố trí điểm.

Trong thực tế cũng hay gặp trường hợp bố trí trục cơ bản của nhà dựa theo các địa vật tồn tại ngoài thực địa. Giả sử phải bố trí trục cơ bản của nhà mới MNEF dựa theo ngôi nhà cũ đang tồn tại ABCD với các điều kiện: mặt chính của ngôi nhà mới MN nằm trên đường thẳng kéo dài của mặt chính nhà cũ AB, nhà mới cách nhà cũ là d , kích thước nhà mới là $a \times b$ (hình 13.13). cách bố trí như sau:



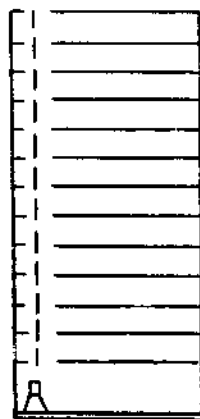
Hình 13.13

Sau khi xây lắp xong nóc sàn từng tầng phải tiến hành truyền các trục lên đây. Có thể chuyển trục lên tầng cao bằng các phương pháp dây dọi, máy chiếu đứng, máy kinh vĩ.

Chuyển trục lên tầng cao bằng máy kinh vĩ như sau (hình 13.14).

Giả sử phải chuyển điểm A từ móng lên móc tầng một. Trên hướng vuông góc với mặt chính của nhà, chọn một điểm B để đặt máy kinh vĩ sao cho $AB \geq H$. Ngắm A trên đỉnh móng, cố định bàn độ ngang, ngược ống kính lên ngắm nóc sàn tầng một được A' đảo ống kính và làm tương tự như trên sẽ được A". Điểm giữa của A' và A" sẽ là trục A ở trên nóc sàn tầng một.

Đối với nhà nhiều tầng người ta thường sử dụng máy chiếu đứng (thiên đỉnh) để chuyển trục lên cao. Máy đặt ở điểm trục dưới tầng một (gốc) còn bản đánh dấu trục sẽ được đặt trên tầng thứ i cần chuyển lên. Trong phương pháp này khi thiết kế cần phải có các lỗ sàn $20 \times 20\text{cm}$ theo phương thẳng đứng của các điểm trục (hình 13.15).



Hình 13.15

V. Chuyển độ cao lên tầng cao

Để chuyển cao độ lên tầng cao người ta sử dụng hai máy nivô và thước thép treo ngược (hình 13.16)

$$H_B = H_A + a + (b_2 - b_1) - b, \quad (13-39)$$

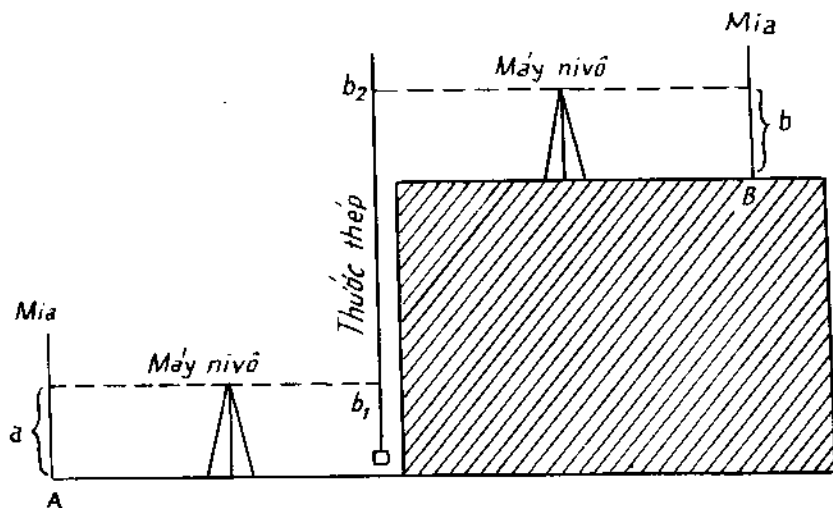
trong đó:

H_B - cao độ điểm B ở trên tầng cao;

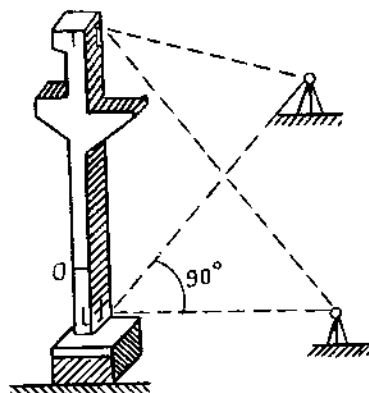
H_A - cao độ điểm A dưới đất;

a, b - số đọc trên mia đặt tại A, B;

b_1, b_2 - số đọc trên thước thép treo ngược.



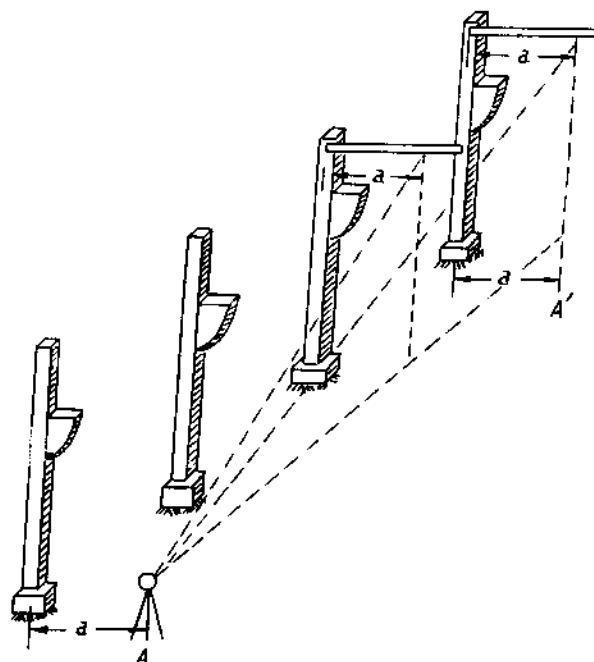
Hình 13.16



Hình 13.17

VI. Công tác trắc địa khi dựng cột

Xây lắp cột phải đúng vị trí, cao độ, kích thước và thẳng đứng. Muốn đảm bảo cho cột thẳng đứng phải dùng hai máy kinh vĩ đặt ở hai hướng vuông góc nhau để kiểm tra (hình 13.17) ở hai mặt cột.



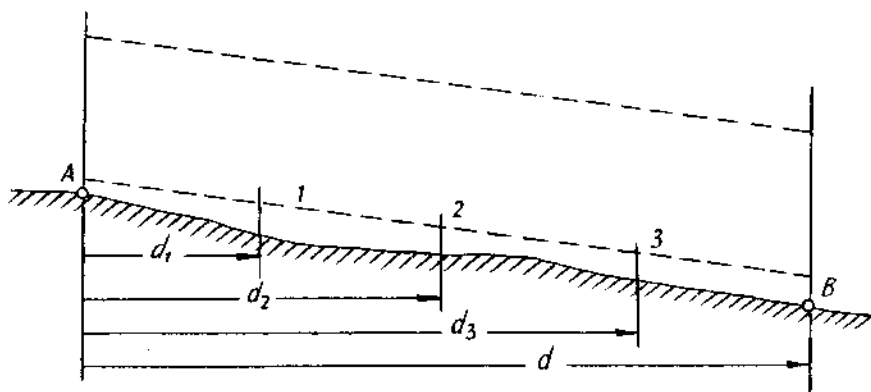
Hình 13.18

Khi kiểm tra dây cột ở một phía mặt nào đó, dùng máy kinh vĩ đặt cách dây cột $a = 1\text{m}$ (hình 13.18).

VII. Bố trí đường thẳng thiết kế

Đường thẳng thiết kế có thể nằm ngang hay nằm dốc nghiêng. Đường thẳng thiết kế nằm ngang là trường hợp riêng đặc biệt của đường thẳng thiết kế nằm dốc nghiêng (khi mà độ dốc bằng không). Trường hợp tổng quát là bố trí đường thẳng thiết kế nằm dốc nghiêng (hình 13.19).

Giả sử phải bố trí đường thẳng thiết kế từ A đến B. Biết cao độ thiết kế của điểm A là H_A , khoảng cách nằm ngang từ A đến B là d_{AB} ; độ dốc của đường thiết kế là i .



Hình 13.19

Chia đường AB ra làm n đoạn con cách đều nhau d' . Đóng cố định đầu mút các đoạn con này.

Tính cao độ thiết kế (cao độ đỡ $H^{đỗ}$) của các điểm:

$$\left. \begin{aligned} H_1 &= H_A + d_1 i; \\ H_2 &= H_A + d_2 i; \\ &\dots\dots\dots \\ H_k &= H_A + d_k i. \end{aligned} \right\} \quad (13-40)$$

Dùng máy nivô xác định độ cao các đỉnh cọc: $H^{cọc}$.

Tính chiều cao công tác ở các cọc h:

$$h = H^{đỗ} - H^{cọc}. \quad (13-41)$$

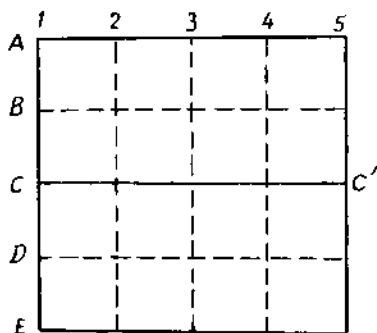
Quy ước:

- + nếu $h > 0$: từ đỉnh cọc đo lên cao h được điểm thiết kế;
- + nếu $h < 0$: từ đỉnh cọc đo xuống thấp h sẽ được điểm thiết kế.

VIII. Bố trí mặt phẳng thiết kế

Mặt phẳng thiết kế có thể nằm ngang hay nằm dốc nghiêng. Mặt phẳng thiết kế nằm ngang là trường hợp riêng đặc biệt của

mặt phẳng thiết kế nằm dốc nghiêng (khi mà độ dốc bằng không). Trường hợp tổng quát là bố trí mặt phẳng thiết kế nằm dốc nghiêng (hình 13.20).



Hình 13.20

Giả sử mặt phẳng thiết kế P, dốc i. Chọn hai đường thẳng vuông góc giao nhau AE và CC' sao cho: AE nằm ngang có cùng một cao độ cực trị (max hay min), còn CC' là đường dốc nhất (= i).

Chia mặt phẳng P ra thành một mạng lưới ô vuông cạnh a, sao cho các cạnh ô vuông đều song song với AE hoặc song song với CC'. Đóng cọc tại các đỉnh ô vuông. Dùng máy nivô đo cao hình học các đỉnh cọc, tính được cao độ đỉnh cọc là H^{cc} . Xác định cao độ thiết kế (cao độ đỡ $H^{đó}$) của các đỉnh ô vuông.

Tính chiều cao công tác tại các đỉnh ô vuông:

$$h = H^{đó} - H^{cc}. \quad (13-42)$$

Quy ước:

+ nếu $h > 0$: đo từ đỉnh cọc lên trên đoạn h (theo phương dây dọi) sẽ được điểm thiết kế;

+ nếu $h < 0$: đo từ đỉnh cọc xuống dưới đoạn h (theo phương dây dọi) sẽ được điểm thiết kế.

HƯỚNG DẪN HỌC TẬP CHƯƠNG 13

13-1. Bố trí công trình là gì? So sánh với đo vẽ bản đồ? Trình tự của việc bố trí công trình? Các dạng lưới không chế bố trí công trình?

13-2. Độ chính xác yêu cầu đối với công tác bố trí công trình?

13-3. Phân biệt đo góc với bố trí góc bằng? Các cách bố trí góc bằng? Độ chính xác bố trí góc bằng?

13-4. Phân biệt đo dài với bố trí đoạn thẳng? Cách bố trí đoạn thẳng? Độ chính xác bố trí đoạn thẳng?

13-5. Phân biệt đo cao với bố trí độ cao? Cách bố trí điểm theo độ cao cho trước? Độ chính xác bố trí độ cao?

13-6. Bố trí điểm theo phương pháp tọa độ một cực: Phạm vi áp dụng? Tính toán số liệu để bố trí? Cách bố trí? Độ chính xác đạt được?

13-7. Bố trí điểm theo phương pháp tọa độ vuông góc: Phạm vi áp dụng? Tính toán số liệu để bố trí? Cách bố trí? Độ chính xác đạt được?

13-8. Bố trí điểm theo phương pháp giao hội góc thuận: Phạm vi áp dụng? Tính toán số liệu để bố trí? Cách bố trí? Độ chính xác đạt được?

13-9. Bố trí điểm theo phương pháp giao hội cạnh: Phạm vi áp dụng? Tính toán số liệu để bố trí? Cách bố trí? Độ chính xác đạt được?

13-10. Bố trí góc bằng theo cách gần đúng dần. Giá trị góc thiết kế là: $\beta_0 = 30^{\circ}00'00''$. Góc bố trí sơ bộ đo chính xác được $\beta_1 = 30^{\circ}01'00''$. Chiều dài cạnh kẹp góc tương ứng là $s = 20,00\text{m}$. Tính đoạn cần điều chỉnh $v_n = x$? Vẽ hình minh họa? Trình bày cụ thể cách bố trí?

13-11. Bố trí đoạn thẳng theo cách gần đúng dần. Giá trị đoạn thẳng thiết kế là $d_0 = 200,00\text{m}$. Đoạn thẳng bố trí sơ bộ đo chính xác được: $d_1 = AB_1 = 200,90\text{m}$. Tính đoạn cần điều chỉnh $v_d = r$? Vẽ hình minh họa? Trình bày cụ thể cách bố trí?

13-12. Bố trí điểm B theo độ cao thiết kế $H_B = + 7,389\text{m}$ theo "độ cao máy và nâng hay hạ mĩa ở B". Biết gần đây có mốc A với cao độ $H_A = +7,000\text{m}$, số đọc trên mĩa tại A là: $a = 1500\text{mm}$. Tính số đọc b cần thiết trên mĩa đặt tại B để tương ứng có để mĩa là B cần tìm? Vẽ hình minh họa? Trình bày cụ thể cách bố trí?

13-13. Cho biết toạ độ bốn đỉnh ô vuông lưới xây dựng như sau:

$$\begin{array}{ll} A \begin{cases} x_A = 100,00\text{m} \\ y_A = 300,00\text{m} \end{cases} & B \begin{cases} x_B = 200,00\text{m} \\ y_B = 300,00\text{m} \end{cases} \\ C \begin{cases} x_C = 200,00\text{m} \\ y_C = 400,00\text{m} \end{cases} & D \begin{cases} x_D = 100,00\text{m} \\ y_D = 400,00\text{m} \end{cases} \end{array}$$

còn toạ độ thiết kế của điểm Q và S là;

$$Q \begin{cases} x_Q = 119,00\text{m} \\ y_Q = 305,00\text{m} \end{cases} \quad S \begin{cases} x_s = 104,00\text{m} \\ y_s = 318,00\text{m} \end{cases}$$

a) Tính toán những số liệu cần thiết để bố trí điểm Q, S theo phương pháp toạ độ vuông góc?

b) Trình bày cụ thể cách bố trí điểm Q, S theo phương pháp toạ độ vuông góc?

c) Giả sử biết độ chính xác bố trí dài là $\frac{m_d}{d} = \frac{1}{2000}$ và độ chính xác bố trí góc là: $m_\beta = \pm 30''$. Tính độ chính xác bố trí đạt được của điểm Q, S là bao nhiêu?

d) Ưu, khuyết điểm và phạm vi áp dụng?

13-4. Cho biết toạ độ vuông góc của hai điểm khống chế trắc địa A, B như sau:

$$A \begin{cases} x_A = 51,23\text{m} \\ y_A = 42,34\text{m} \end{cases} \quad B \begin{cases} x_B = 41,56\text{m} \\ y_B = 121,67\text{m}, \end{cases}$$

còn toạ độ của điểm thiết kế C là:

$$C \begin{cases} x_C = 30,89\text{m} \\ y_C = 59,75\text{m}. \end{cases}$$

a) Tính toán những số liệu cần thiết để bố trí điểm C theo phương pháp toạ độ một cực?

b) Trình bày cụ thể cách bố trí điểm C theo phương pháp toạ độ một cực?

c) Giả sử biết độ chính xác bố trí chiều dài cực là:

$$\frac{m_d}{d} = \pm \frac{1}{2000}, \text{ còn độ chính xác bố trí góc cực là } m_\beta = \pm 30''$$

Tính độ chính xác bố trí đạt được của điểm C là bao nhiêu?

d) Ưu, khuyết điểm và phạm vi áp dụng?

13-15. Cho biết toạ độ vuông góc của hai điểm khống chế trắc địa M, N là:

$$M \begin{cases} x_M = 52,34\text{m} \\ y_M = 43,56\text{m} \end{cases} \quad N \begin{cases} x_N = 42,78\text{m} \\ y_N = 122,89\text{m} \end{cases}$$

còn toạ độ thiết kế của điểm E là:

$$E \begin{cases} x_E = 31,42\text{m} \\ y_E = 58,35\text{m} \end{cases}$$

a/ Tính toán những số liệu cần thiết để bố trí điểm E theo phương pháp toạ độ một cực?

b/ Trình bày cụ thể cách bố trí điểm E theo phương pháp tọa độ một cực?

c/ Giả sử điểm E cần được bố trí với độ chính xác $m_E = \pm 2\text{cm}$. Độ chính xác cần thiết phải bố trí góc cực (m_β) và chiều dài cực (m_d) là bao nhiêu?

13-16. Cho biết tọa độ vuông góc của các điểm khống chế trắc địa A, B là:

$$A \begin{cases} x_A = 131,23\text{m} \\ y_A = 110,12\text{m} \end{cases} \quad B \begin{cases} x_B = 120,17\text{m} \\ y_B = 151,34\text{m} \end{cases}$$

còn tọa độ thiết kế của điểm C là:

$$C \begin{cases} x_C = 159,73\text{m} \\ y_C = 148,65\text{m} \end{cases}$$

a/ Tính các góc trong của tam giác: $\hat{A}$, $\hat{B}$, $\hat{C}$?

b/ Tính chiều dài các cạnh tam giác: AB, BC, CA?

c/ Trình bày cụ thể cách bố trí điểm C theo phương pháp giao hội góc thuận?

d/ Biết độ chính xác bố trí các góc như nhau là $m_\beta = \pm 30''$. Tính độ chính xác bố trí đạt được của điểm C?

2/ Ưu, khuyết điểm và phạm vi áp dụng của phương pháp này?

13-17. Cho biết tọa độ vuông góc của các điểm khống chế trắc địa A, B là:

$$A \begin{cases} x_A = 129,12\text{m} \\ y_A = 111,98\text{m} \end{cases} \quad B \begin{cases} x_B = 119,76\text{m} \\ y_B = 149,85\text{m} \end{cases}$$

còn tọa độ thiết kế của điểm C là:

$$C \begin{cases} x_C = 160,17\text{m} \\ y_C = 150,13\text{m} \end{cases}$$

a/ Tính chiều dài các cạnh CB, CA?

b/ Tính góc trong của tam giác ACB?

c/ Trình bày cụ thể cách bố trí điểm C theo phương pháp giao hội cạnh?

d/ Biết độ chính xác bố trí các cạnh CA và CB là như nhau $m_a = \pm 1,2\text{cm}$. Tính độ chính xác bố trí đặt được của điểm C?

e/ Ưu, khuyết điểm và phạm vi áp dụng?

13-18. Đặc trưng về hình dạng, kích thước công trình nhà dân dụng, công nghiệp.

13-19. Tính khối lượng đất san nền?

13-20. Định vị công trình theo địa vật?

13-21. Chuyển trục lên tầng cao bằng máy kinh vĩ?

13-22. Chuyển cao độ lên tầng cao bằng máy nivô và thước thép?

13-23. Công tác trắc địa khi dựng cột, tường thẳng đứng?

13-24. Bố trí đường thẳng thiết kế?

13-25. Bố trí mặt phẳng thiết kế?

CHƯƠNG 14

BỐ TRÍ ĐƯỜNG CONG TRÒN

§14.1. KHÁI NIỆM

Do yêu cầu về kỹ thuật trong xây dựng, tại những nơi tuyến đổi hướng ta phải bố trí đường cong thay cho đoạn thẳng gây khúc. Trong không gian có thể phân thành đường cong bằng và đường cong đứng.

Có nhiều loại đường cong khác nhau: đường cong có bán kính cong không đổi là đường cong tròn, đường cong có bán kính cong thay đổi, v.v... Ở đây chỉ xét đường cong tròn.

Qua ba điểm không thẳng hàng luôn xác định duy nhất một đường tròn. Để xác định được vị trí của đường cong tròn tối thiểu phải xác định được ba điểm thường chọn là điểm đầu, điểm cuối và điểm giữa của đường cong tròn. Ba điểm này gọi là ba điểm chính của đường cong tròn.

Vị trí, hình dáng của đường cong ở ngoài thực địa sẽ càng chính xác khi ta bố trí càng được nhiều điểm nằm trên đường cong ấy. Vì vậy ngoài ba điểm chính ở trên ta còn bố trí một số điểm khác nữa gọi là các điểm phụ.

§14.2. BỐ TRÍ CÁC ĐIỂM CHÍNH CỦA ĐƯỜNG CONG TRÒN

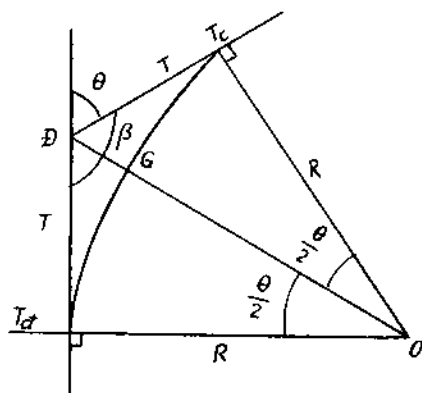
Các điểm chính của đường cong tròn là: điểm giữa G , điểm tiếp đầu T_d , điểm tiếp cuối T_c .

Để bố trí được đường cong tròn, trước hết phải xác định được các yếu tố của nó là góc ngoặt θ , bán kính R , độ dài đoạn thẳng

tiếp tuyến $T = DT_d = DT_c$, độ dài đoạn phân giác $P = DG$, độ dài đường cong K (hình 14.1).

Góc ngoặt θ được đo trực tiếp ở ngoài thực địa. Bán kính R được quyết định trong bản thiết kế chuyên ngành.

Độ dài đoạn tiếp tuyến T tính từ tiếp điểm đầu của đường cong T_d tới đỉnh D của góc ngoặt được tính từ tam giác vuông T_dDO :



Hình 14.1

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}. \quad (14-1)$$

Độ dài đoạn phân giác P kể từ đỉnh góc ngoặt đến điểm giữa của đường cong G được tính từ tam giác vuông T_dDO :

$$P + R = \frac{R}{\cos \frac{\theta}{2}} = R \sec \frac{\theta}{2};$$

$$P = R \left(\sec \frac{\theta}{2} - 1 \right). \quad (14.2)$$

Độ dài đường cong $K = T_dGT_c$ được tính như sau:

$$\frac{K}{\theta} = \frac{2\pi R}{360^\circ};$$

$$K = \frac{\pi R \theta}{180^\circ}. \quad (14-3)$$

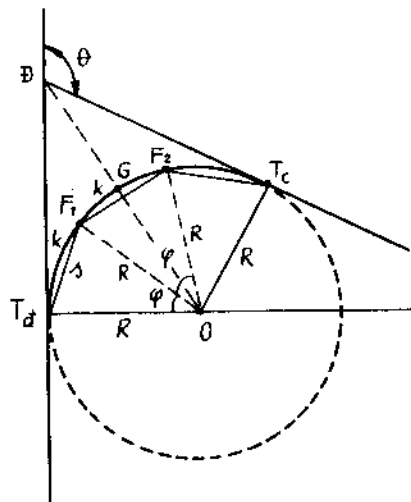
Độ chênh giữa đường gấp khúc với đường cong là $\Delta = 2T - K$.

Cách bố trí ba điểm chính đường cong tròn: đặt máy kinh vĩ tại đỉnh góc ngoặt D , định hướng ngắm về cạnh có điểm tiếp đầu, trên hướng này đặt một đoạn thẳng nằm ngang T_d , đóng cọc cố định được điểm tiếp đầu T_d mở một góc $\beta/2$, trên hướng này đặt đoạn P , đóng cọc cố định được điểm giữa đường cong G , cuối cùng mở tiếp góc $\beta/2$ nữa, trên hướng này đặt đoạn dài T , đóng cọc cố định được điểm tiếp cuối T_c .

§14.3. BỐ TRÍ CÁC ĐIỂM PHỤ CỦA ĐƯỜNG CONG TRÒN

Ngoài ba điểm chính xác định vị trí của đường cong tròn ra, muốn bố trí hình dạng đường cong được chính xác hơn thì còn phải bố trí thêm một số điểm phụ khác nữa thuộc đường cong.

Khi thiết kế bố trí các điểm phụ của đường cong tròn đều giả thiết chung là: đã biết trước: góc ngoặt của đường cong (θ°), bán kính đường cong tròn (R); Vị trí của đỉnh góc ngoặt (D), của điểm tiếp đầu (T_d), của điểm giữa (G), của điểm tiếp cuối (T_c), đã được cố định ở ngoài thực địa. Khoảng cách giữa các điểm phụ theo dây cung là s . (Thường có $s = 10$ mét hay 20 mét, tương ứng với bán kính cong ngắn hay dài hơn 500m). (hình 14.2).



Hình 14.2

* Ký hiệu các điểm phụ là $F_1, F_2, F_3, \dots, F_i$ ($i=1, 2, 3, \dots$)

* Góc nhỏ ở tâm φ chắn dây s tương ứng sẽ là:

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \frac{s}{2R} \quad (14-4)$$

* Chiều dài cung còn k tương ứng với dây s sẽ là:

$$k = \frac{\varphi^\circ}{180^\circ} \times \pi R \quad (14.5)$$

Tuỳ theo điều kiện thực tế mà có thể áp dụng một trong những phương pháp sau đây để bố trí điểm phụ của đường cong tròn.

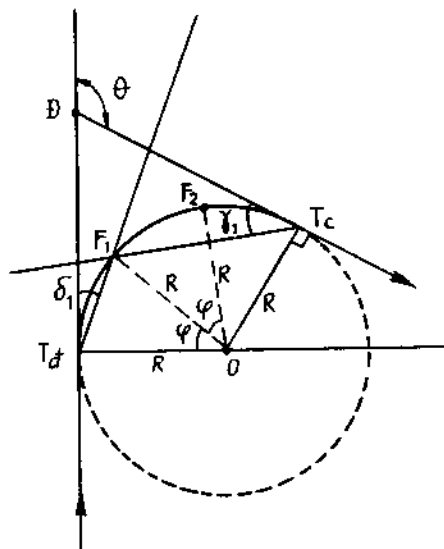
I- Phương pháp giao hội góc mở rộng

1- Tính toán số liệu cần thiết để bố trí (hình 14.3)

Chọn hướng góc mở rộng là $T_d, Đ, T_c$.

Gọi δ_1 là góc hợp bởi tiếp tuyến đầu ($T_d, Đ$) với dây cung ($T_d F_1$), chúng sẽ bằng một nửa góc ở tâm tương ứng.

$$\left. \begin{aligned} \delta_1 &= \widehat{Đ.T_d.F_1} = \frac{\varphi}{2} \\ \delta_2 &= \widehat{Đ.T_d.F_2} = \varphi \\ \delta_3 &= \widehat{Đ.T_d.F_3} = \frac{3\varphi}{2} \\ &\dots\dots\dots \\ \delta_i &= \widehat{Đ.T_d.F_i} = \frac{i\varphi}{2} \end{aligned} \right\} \quad (14-6)$$



Hình 14.3

* Gọi γ_i là góc hợp bởi tiếp tuyến cuối ($T_c, Đ$) với dây cung ($T_c F_i$), chúng sẽ bằng một nửa góc ở tâm tương ứng:

$$\left. \begin{aligned} \gamma_1 &= \widehat{Đ.T_c.F_1} = \frac{\theta - \varphi}{2} \\ \gamma_2 &= \widehat{Đ.T_c.F_2} = \frac{\theta - 2\varphi}{2} \\ \gamma_3 &= \widehat{Đ.T_c.F_3} = \frac{\theta - 3\varphi}{2} \\ &\dots\dots\dots \\ \gamma_i &= \widehat{Đ.T_c.F_i} = \frac{\theta - i\varphi}{2} \end{aligned} \right\} \quad (14.7)$$

trong đó:

i là điểm phụ thứ i tính từ điểm tiếp đầu ($i = 1, 2, 3, \dots$)

2- Cách bố trí

Đặt hai máy kinh vĩ tại điểm tiếp đầu (T_d) và điểm tiếp cuối (T_c). Cả hai máy kinh vĩ đều được định hướng vành độ ngang về đỉnh ngoặt ($Đ$). Tương ứng bố trí các góc δ_i và γ_i phù hợp. Giao nhau giữa hai tia cạnh của hai góc trên sẽ là điểm phụ F_i cần được bố trí.

3- Nhận xét

Trong phương pháp giao hội góc mở rộng, những điểm phụ F_i được bố trí sẽ không chịu sai số lan truyền tích lũy.

Phương pháp này thường được áp dụng nơi quang đãng, khi đo dài gặp khó khăn.

II- Phương pháp tọa độ một cực mở rộng (phương pháp mở góc bội số)

1- Tính toán số liệu cần thiết để bố trí (hình 14.4)

Chọn hướng gốc là $T_dĐ$:

* Gọi δ_i là góc hợp bởi tiếp tuyến đầu ($T_dĐ$) với dây cung ($T_d F_i$), chúng sẽ bằng một nửa góc ở tâm tương ứng:

$$\left. \begin{aligned} \delta_1 &= \widehat{DT_d F_1} = \frac{\varphi}{2} \\ \delta_2 &= \widehat{DT_d F_2} = \varphi \\ \delta_3 &= \widehat{DT_d F_3} = \frac{3\varphi}{2} \\ &\dots\dots\dots \\ \delta_i &= \widehat{DT_d F_i} = \frac{i\varphi}{2} \end{aligned} \right\} (14.6)$$

* Gọi các bán kính cực di động là s.

Các dây con s chắn các góc nhỏ ở tâm đều dài như nhau:

$$\begin{aligned} T_d F_1 &= F_1 F_2 = F_2 F_3 = \\ &= \dots = s. \end{aligned} \quad (14.9)$$

2- Cách bố trí

Đặt máy kinh vĩ tại điểm tiếp đầu (T_d). Định hướng vành độ ngang về đỉnh nguyệt ($\mathcal{D}$). Bố trí các góc tương ứng $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \dots$;

Lấy điểm tiếp đầu (T_d) làm tâm quay một cung bán kính là s, cung này cắt tia cạnh góc thứ nhất (δ_1) tại F_1 .

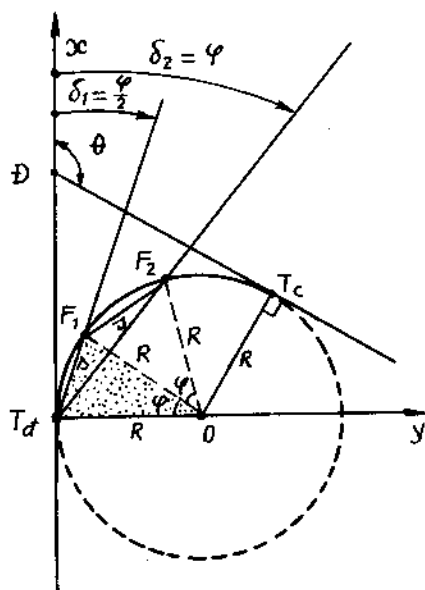
Lấy điểm F_1 làm tâm quay một cung bán kính s, cung này cắt tia cạnh góc thứ hai (δ_2) tại F_2 .

Lấy điểm F_2 làm tâm quay một cung bán kính s, cung này cắt tia cạnh góc thứ ba (δ_3) tại F_3 .

Và tương tự như trên, v.v...

3- Nhận xét:

Trong phương pháp tọa độ một cực mở rộng (phương pháp mở góc bội số) các điểm phụ F_i được bố trí sẽ chịu ảnh hưởng sai



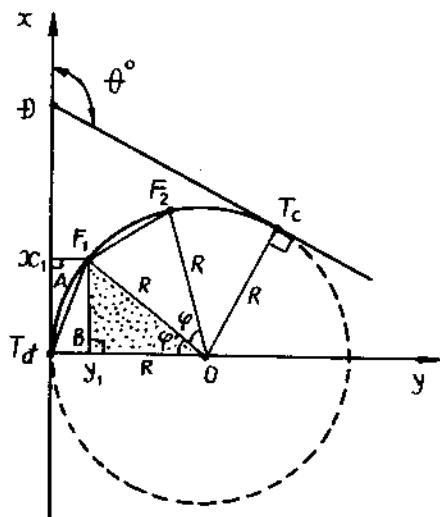
Hình 14.4

số lan truyền tích lũy. Để hạn chế sai số tích lũy người ta chia đường cong ra làm hai nửa. Một nửa được bố trí từ phía tiếp tuyến đầu (T_d) như đã trình bày ở trên. Một nửa còn lại sẽ được bố trí tương tự từ phía tiếp tuyến cuối (T_c).

Phương pháp tọa độ một cực mở rộng (phương pháp mở góc bội số) thường được áp dụng nơi quang đẳng, nơi đo dài theo tuyến công trình (cong) dễ dàng.

III. Phương pháp tọa độ vuông góc

1. Tính toán số liệu cần thiết để bố trí (hình 14.5)



Hình 14.5

Chọn hệ tọa độ vuông góc phẳng qui ước như sau: lấy tiếp tuyến đầu (T_d , Đ) làm trục hoành x, hướng lên đỉnh Đ là chiều dương. Bán kính qua điểm tiếp đầu (T_d , O) làm trục tung y, hướng vào tâm O là chiều dương. Điểm tiếp đầu (T_d) là gốc tọa độ.

Tọa độ vuông góc của các điểm phụ F_i là:

$$\left. \begin{aligned}
 F_1 &= \begin{cases} x_1 = R \sin \varphi . \\ y_1 = (R - R \cos \varphi) = 2R \sin^2 \left(\frac{\varphi}{2} \right) . \end{cases} \\
 F_2 &= \begin{cases} x_2 = R \sin (2\varphi) . \\ y_2 = 2R \sin^2 \varphi . \end{cases} \\
 F_3 &= \begin{cases} x_3 = R \sin (3\varphi) . \\ y_3 = 2R \sin^2 \left(\frac{3\varphi}{2} \right) . \end{cases} \\
 \dots\dots\dots \\
 F_i &= \begin{cases} x_i = R \sin (i\varphi) . \\ y_i = 2R \sin^2 \left(\frac{i\varphi}{2} \right) . \end{cases}
 \end{aligned} \right\} \quad (14.10)$$

2- Cách bố trí

Giả sử $x_1 > y_1$. Đặt máy kinh vĩ tại điểm tiếp đầu (T_d). Ngắm đúng hướng đường thẳng về đỉnh ngoặt ($\mathbf{Đ}$). Trên hướng này bố trí một đoạn thẳng $T_d A = x_1$. Dời máy kinh vĩ đến A. Lại ngắm đúng hướng đường thẳng về đỉnh ngoặt ($\mathbf{Đ}$). Bố trí một góc vuông, trên hướng vuông góc bố trí một đoạn thẳng $AF_1 = y_1$, sẽ được điểm phụ F_1 cần phải bố trí.

Tương tự bố trí cho các điểm phụ $F_2, F_3, \text{v.v...}$

3. Nhận xét

Trong phương pháp tọa độ vuông góc, các điểm phụ F_i được bố trí sẽ không chịu ảnh hưởng sai số lan truyền tích lũy. Phải luôn nhớ bố trí tọa độ lớn dọc theo trục tọa độ, còn tọa độ bé được bố trí theo hướng vuông góc với nó. Để thuận tiện, đường cong thường được chia ra làm hai nửa. Một nửa được bố trí từ phía tiếp tuyến đầu ($T_d \mathbf{Đ}$) như đã trình bày ở trên. Một nửa còn lại sẽ được bố trí tương tự từ phía tiếp tuyến cuối ($T_n \mathbf{Đ}$).

Phương pháp tọa độ vuông góc thường được áp dụng nơi dễ đo dài.

IV- Phương pháp giao hội cạnh mở rộng (phương pháp dây cung kéo dài)

1. Tính toán số liệu cần thiết để bố trí (hình 14.6)

* Tọa độ vuông góc của điểm phụ đầu tiên F_1 là:

$$F_1 = \begin{cases} x_1 = R \sin \varphi \\ y_1 = 2R \sin^2 \left(\frac{\varphi}{2} \right) \end{cases} \quad (14-11)$$

* Các dây cung s giữa các điểm phụ như nhau:

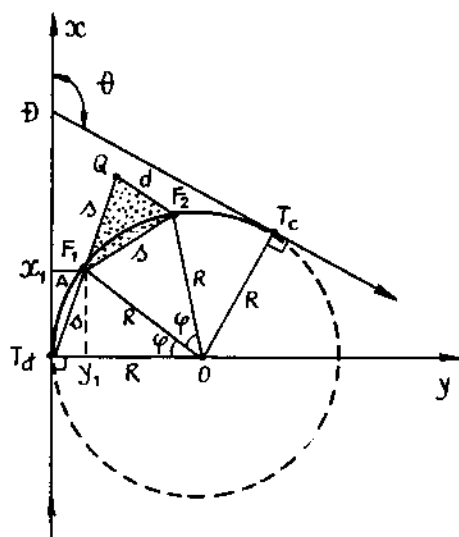
$$T_d.F_1 = F_1.F_2 = F_2.F_3 = \dots = s.$$

* Đoạn thẳng $d = F_2Q$ được tính từ hai tam giác đồng dạng. Tam giác thứ nhất F_1QF_2 là tam giác cân, có hai cạnh bên $F_1Q = F_1F_2 = s$, còn góc ở đỉnh là $\varphi = \widehat{QF_1F_2}$. Tam giác thứ hai OF_1F_2 cũng là tam giác cân, có hai cạnh bên là: $OF_1 = OF_2 = R$, còn góc ở đỉnh là $\varphi = \widehat{F_1OF_2}$. Từ đó có:

$$\frac{d}{s} = \frac{s}{R} \quad (14-12)$$

Suy ra:

$$d = \frac{s^2}{R} \quad (14-13)$$



Hình 14.6

2- Cách bố trí

a/ Riêng điểm phụ đầu tiên F_1 được bố trí theo phương pháp tọa độ vuông góc; giả sử, $x_1 > y_1$. Đặt máy kinh vĩ tại điểm tiếp đầu (T_d). Ngắm đúng hướng đường thẳng về đỉnh ngoặt ($\mathcal{D}$), trên hướng này bố trí một đoạn $T_d A = x_1$. Dời máy kinh vĩ đến A, lại ngắm về đỉnh $\mathcal{D}$. Bố trí một góc vuông. Trên hướng vuông góc bố trí một đoạn $AF_1 = y_1$, như vậy được điểm phụ đầu tiên F_1 .

b/ Từ điểm F_2 trở đi sẽ được bố trí theo phương pháp giao hội cạnh mở rộng (phương pháp dây cung kéo dài):

Điểm phụ F_2 được bố trí như sau: kéo dài $T_d F_1$ thêm một đoạn $F_1 Q = s$. Lấy Q làm tâm quay một cung thứ nhất với bán kính là s . Lấy F_1 làm tâm quay một cung thứ hai với bán kính là s . Hai cung này cắt nhau tại F_2 . Đó chính là điểm phụ cần được bố trí.

Tương tự như trên để bố trí các điểm phụ còn lại $F_3, F_4, \dots$

3- Nhận xét

Trong phương pháp giao hội cạnh mở rộng (phương pháp dây cung kéo dài) các điểm phụ F_i được bố trí sẽ chịu ảnh hưởng sai số lan truyền tích lũy. Muốn hạn chế sai số này người ta chia đường cong ra làm hai nửa để bố trí. Một nửa đường cong được bố trí từ phía tiếp tuyến đầu ($T_d, \mathcal{D}$) như đã trình bày ở trên. Một nửa còn lại sẽ được bố trí tương tự từ phía tiếp tuyến cuối ($T_c, \mathcal{D}$).

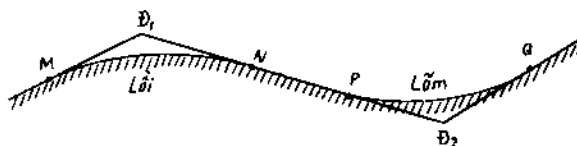
Phương pháp giao hội cạnh mở rộng (phương pháp dây cung kéo dài) hay được áp dụng trong đường hầm, trong rừng rậm, khi mà việc bố trí chỉ được tiến hành men dọc theo trục công trình (cong).

§14.4. BỐ TRÍ ĐƯỜNG CONG ĐÚNG

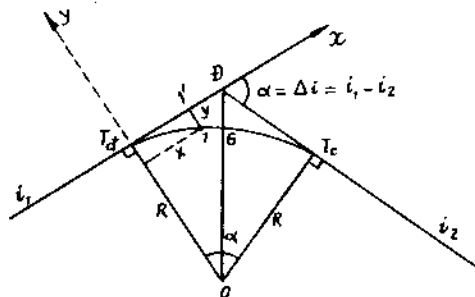
Để đảm bảo an toàn cho giao thông, tại những nơi độ dốc trên mặt cắt dọc của đường thay đổi phải bố trí đường cong

đứng. Đường cong đứng thường có dạng là một phần cung tròn lõm hay lồi (hình 14.7).

Các yếu tố của đường cong tròn đứng (hình 14.8) gồm có:



Hình 14.7



Hình 14.8

Góc ngoặt đứng α thường bé nên hay được biểu thị theo radian:

$$\alpha = i_1 - i_2 = \Delta i. \quad (14.14)$$

Bán kính đường cong tròn R thường rất lớn.

Các yếu tố như độ dài tiếp tuyến T , độ dài đường cong K , đoạn phân cự P đều được tính theo các công thức trong mục đường cong tròn (bằng). Nhưng vì α rất bé nên chúng còn được tính theo các công thức gần đúng sau đây:

$$T \approx R \cdot \frac{i_1 - i_2}{2}; \quad (14.15)$$

$$K \approx 2T; \quad (14-16)$$

$$P \approx \frac{T^2}{2R}. \quad (14-17)$$

Trước hết bố trí ba điểm chính của đường cong đứng T_a , T_c , G . Tiếp theo bố trí các điểm phụ khác của đường cong đứng theo tọa độ vuông góc x và y . Hoành độ x của nửa đường cong đứng đầu được tính từ gốc là tiếp đầu của nó T_a , còn hoành độ x của nửa đường cong đứng cuối được tính từ gốc là điểm tiếp cuối của nó T_c . Các tung độ y của các điểm phụ trên đường cong đứng được tính gần đúng theo công thức.

$$y = \frac{x^2}{2R}. \quad (14-18)$$

Gọi cao độ của điểm phụ 1 trên đường cong đứng là cao độ thi công H_1 , cao độ đồ thiết kế trên đường thẳng dốc tương ứng là H_1' , gần đúng với đường cong đứng lồi có:

$$H_1 = H_1' - y, \quad (14-19)$$

còn với đường cong đứng lõm gần đúng có:

$$H_1 = H_1' + y. \quad (14-20)$$

Trong ngành đường, việc tính tọa độ x , y thường tra theo bảng lập sẵn.

Dùng thước thép và máy nivô để bố trí các điểm phụ.

HƯỚNG DẪN HỌC TẬP CHƯƠNG 14

14-1. Tại sao phải bố trí đường cong? Phân loại đường cong? Cách xác định đường cong tròn? Điểm chính và điểm phụ của đường cong tròn?

14-2. Ba điểm chính của đường cong tròn? Lập công thức tính các yếu tố của đường cong tròn theo góc ngoặt θ và bán kính R ? Trình bày cách bố trí ba điểm chính của đường cong tròn?

14-3. Điểm phụ của đường cong tròn là gì? Mật độ điểm phụ? Có những phương pháp nào để bố trí điểm phụ của đường cong tròn?

14-4. Bố trí điểm phụ của đường cong tròn theo phương pháp toạ độ vuông góc.

- a) Tính toán các yếu tố cần thiết?
- b) Cách bố trí?
- c) Độ chính xác?
- d) Phạm vi áp dụng?

14-5. Bố trí điểm phụ của đường cong tròn theo phương pháp giao hội cạnh mở rộng (dây cung kéo dài).

- a) Tính toán các yếu tố cần thiết?
- b) Cách bố trí?
- c) Độ chính xác?
- d) Phạm vi áp dụng?

14-6. Bố trí điểm phụ của đường cong tròn theo phương pháp giao hội góc mở rộng.

- a) Tính toán các yếu tố cần thiết?
- b) Cách bố trí?
- c) Độ chính xác?
- d) Phạm vi áp dụng?

14-7. Bố trí điểm phụ của đường cong tròn theo phương pháp toạ độ một cực mở rộng?

- a) Tính toán các yếu tố cần thiết?

- b) Cách bố trí?
- c) Độ chính xác?
- d) Phạm vi áp dụng?

14-8. Bố trí đường cong đứng?

14-9. Cho biết đường cong tròn có bán kính $R = 91,00\text{m}$, góc ngoặt ở đỉnh $\theta = 115^\circ 30' 00''$

1/ Tính các yếu tố của đường cong tròn:

- a- Đoạn thẳng tiếp tuyến T ?
- b- Đoạn phân cự P ?
- c- Độ dài cung tròn K ?
- d- Độ chênh cong Δ ?

2/ Trình bày cụ thể cách bố trí ba điểm chính của đường cong tròn:

- a- Điểm tiếp đầu T_d ?
- b- Điểm giữa G ?
- c- Điểm tiếp cuối T_c ?

14-10. Cho biết đường cong tròn có bán kính $R = 300,00\text{m}$, góc ngoặt ở đỉnh $\theta = 70^\circ 00' 00''$, ba điểm chính (T_d , G , T_c) đã được bố trí ở ngoài thực địa, khoảng cách giữa các điểm phụ (dây cung) như nhau là $s = 10,00\text{m}$, các điểm phụ sẽ được bố trí theo phương pháp giao hội góc mở rộng. Chọn hướng góc mở rộng là $T_d \cdot D \cdot T_c$.

1/ Hãy tính góc nhỏ ϕ ở tâm tương ứng với dây cung s ở trên? (theo độ, phút, giây).

2/ Hãy tính độ dài của cung con k tương ứng với dây cung s ở trên?

3/ Tính những yếu tố cần thiết để bố trí các điểm phụ F_1 , F_2 , F_3 theo phương pháp giao hội góc mở rộng?

4/ Trình bày cụ thể cách bố trí điểm phụ F_1, F_2, F_3 , theo phương pháp giao hội góc mở rộng?

5/ Nhận xét về sai số của các điểm phụ được bố trí? Biện pháp hạn chế chúng?

6/ Phạm vi áp dụng của phương pháp giao hội góc mở rộng?

14-11. Cho biết đường cong tròn có bán kính $R = 310,00\text{m}$, góc ngoặt ở đỉnh $\theta = 75^\circ 00' 00''$, ba điểm chính (T_b, G, T_c) đã được bố trí ở ngoài thực địa, khoảng cách giữa các điểm phụ (dây cung) như nhau là $s = 10,00\text{m}$, các điểm phụ sẽ được bố trí theo phương pháp tọa độ một cực mở rộng (phương pháp mở góc bội số). Chọn hướng gốc là $T_b \rightarrow D$.

1/ Hãy tính góc nhỏ ϕ ở tâm tương ứng với dây cung s ở trên? (theo độ, phút, giây).

2/ Hãy tính độ dài cung con k tương ứng với dây cung s ở trên?

3/ Tính những yếu tố cần thiết để bố trí các điểm phụ F_1, F_2, F_3 theo phương pháp tọa độ một cực mở rộng?

4/ Trình bày cụ thể cách bố trí các điểm phụ F_1, F_2, F_3 theo phương pháp tọa độ một cực mở rộng?

5/ Nhận xét về sai số của các điểm phụ được bố trí? Biện pháp hạn chế chúng?

6/ Phạm vi áp dụng của phương pháp tọa độ một cực mở rộng?

14-12. Cho biết đường cong tròn có bán kính $R = 320,00\text{m}$, góc ngoặt ở đỉnh $\theta = 80^\circ 00' 00''$, ba điểm chính (T_b, G, T_c) đã được bố trí ở ngoài thực địa, khoảng cách giữa các điểm phụ (dây cung) như nhau là $s = 10,00\text{m}$, các điểm phụ sẽ được bố trí theo phương pháp tọa độ vuông góc.

1/ Hãy tính góc nhỏ ϕ ở tâm tương ứng với dây cung s ở trên? (theo độ, phút, giây).

2/ Hãy tính độ dài cung con k tương ứng với dây cung s ở trên?

3/ Chọn hệ trục tọa độ vuông góc xoy như thế nào?

4/ Tính những yếu tố cần thiết để bố trí các điểm phụ F_1, F_2, F_3 theo phương pháp tọa độ vuông góc.

5/ Trình bày cụ thể cách bố trí các điểm phụ F_1, F_2, F_3 theo phương pháp tọa độ vuông góc.

6/ Nhận xét về sai số của các điểm phụ được bố trí? Biện pháp hạn chế chúng?

7/ Phạm vi áp dụng của phương pháp tọa độ vuông góc?

14-13. Cho biết đường cong tròn có bán kính $R = 330,00\text{m}$, góc ngoặt ở đỉnh $\theta = 85^\circ 00' 00''$, ba điểm chính (T_a, G, T_b) đã được bố trí ở ngoài thực địa, khoảng cách giữa các điểm phụ (dây cung) như nhau là $s = 10,00\text{m}$, các điểm phụ sẽ được bố trí theo phương pháp giao hội cạnh mở rộng (dây cung kéo dài).

1/ Hãy tính góc nhỏ φ ở tâm tương ứng với dây cung s ở trên? (theo độ, phút, giây)?

2/ Hãy tính độ dài cung con k tương ứng với dây cung s ở trên?

3/ Hãy tính những yếu tố cần thiết để bố trí các điểm phụ F_1, F_2, F_3 theo phương pháp giao hội cạnh mở rộng?

4/ Trình bày cụ thể cách bố trí các điểm phụ F_1, F_2, F_3 theo phương pháp giao hội cạnh mở rộng?

5/ Nhận xét về sai số của các điểm phụ được bố trí? Biện pháp hạn chế chúng?

6/ Phạm vi áp dụng của phương pháp giao hội cạnh mở rộng?

CHƯƠNG 15

ĐO VẼ HOÀN CÔNG

§15-1. MỤC ĐÍCH, Ý NGHĨA CỦA ĐO VẼ HOÀN CÔNG

Đo vị trí, kích thước, hình dạng của từng phần hay toàn bộ công trình đã được xây dựng xong ở ngoài thực địa và vẽ biểu diễn nó lên giấy gọi là đo vẽ hoàn công.

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

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

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

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

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

Độ chính xác cần thiết của lưới khống chế trắc địa và của các phương pháp đo vẽ như sau: ở trong công trường thành phố và các khu công nghiệp, phải đảm bảo được việc lập bình đồ hoàn công tỷ lệ 1: 500, còn ở các công trường thuỷ lợi, cầu đường, ... phải đảm bảo lập được bình đồ hoàn công tỷ lệ 1:1.000 ÷ 1:2.000.

§15-2. NỘI DUNG ĐO VẼ HOÀN CÔNG

1. Đối với công trình ngầm: phải chú ý đo vẽ ngay trước khi lấp đất. Đo vẽ, định vị trí của các đỉnh góc ngoặt, tâm các giếng, chỗ giao nhau với công trình ngầm khác. Đo đường kính ống dẫn, khoảng cách giữa các giếng; nơi dẫn của từng loại lưới vào công trình; độ cao của đáy, nắp hố móng, máng rãnh, nắp giếng, đỉnh ống dẫn.

2. Với đường dây dẫn trên không và đường dây điện: phải đo khoảng cách giữa các trụ cột; độ cao của các dầm, xà ngang; khoảng cách đến các công trình có ở gần đó.

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

Riêng với nhà: đo nối các góc nhà đến các điểm khống chế trắc địa, để xác định toạ độ của chúng, kiểm tra kích thước chu vi tầng ngầm, xác định kích thước những chỗ lồi lõm.

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

5. Khi đo vẽ công trình dạng tròn: phải xác định toạ độ tâm và bán kính của nó.

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

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

§15-3. BÌNH ĐỒ HOÀN CÔNG

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

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

Trình tự lập tổng bình đồ hoàn công là:

- Biểu diễn các điểm khống chế trắc địa, nhà, công trình khác, đường sắt, đường ô tô, công trình ngầm, trên đất, trên không và các địa vật khác.

- Viết số và chữ chú giải.

- Biểu diễn dáng đất.

- Hoàn chỉnh ngoài khung.

Đầu tiên vẽ bằng bút chì, kiểm tra xong mới vẽ bằng mực. Tô mực cũng theo trình tự trên.

HƯỚNG DẪN HỌC TẬP CHƯƠNG 15

15-1. Đo vẽ hoàn công là gì? Tại sao phải đo vẽ hoàn công? Thời cơ, mục đích, ý nghĩa của đo vẽ hoàn công?

15-2. Lưới khống chế, các phương pháp đo, độ chính xác đo vẽ hoàn công?

15-3. Nội dung cụ thể đo vẽ hoàn công đối với từng loại công trình?

15-4. Các loại bản vẽ hoàn công? Cơ sở để lập bản vẽ hoàn công? Trình tự lập tổng bình đồ hoàn công?

CHƯƠNG 16

QUAN TRẮC BIẾN DẠNG CÔNG TRÌNH

§16-1. MỤC ĐÍCH, Ý NGHĨA VÀ CÁC YẾU TỐ CÓ LIÊN QUAN ĐẾN BIẾN DẠNG CÔNG TRÌNH

Trong giai đoạn đang xây dựng và giai đoạn sử dụng công trình, do tác dụng của tải trọng bản thân và các lực bên ngoài khác như gió, động đất, v. v... Công trình đã được xây dựng sẽ bị biến dạng đi so với vị trí ban đầu.

Biến dạng công trình có thể phân ra làm các loại: lún, dịch chuyển ngang, nghiêng, cong, võng, nứt, dao động, v.v...

Những yếu tố liên quan đến biến dạng công trình có thể được phân ra làm hai nhóm lớn là chủ quan và khách quan. Những yếu tố chủ quan có liên quan đến những sai sót bỏ qua của các chuyên gia khi khảo sát, thiết kế, thi công, sử dụng công trình. Những yếu tố khách quan có liên quan đến biến dạng công trình là: lực tác dụng, bản thân công trình, nền công trình.

Trong thời gian thi công và sử dụng công trình nào cũng đều chịu tác dụng của các nội, ngoại lực. Nội lực gồm những lực phát sinh trong quá trình biến đổi hoá - lý - nhiệt của vật chất. Ngoại lực gồm có trọng lượng bản thân công trình, trọng lượng người và đồ vật đặt trên công trình, áp lực nước, gió bão, động đất, ...

Lực tác dụng là yếu tố quan trọng nhất có liên quan đến biến dạng công trình. Lực tác dụng càng lớn thì biến dạng càng nhiều. Biến dạng công trình phụ thuộc vào: sự phân bố của lực tập trung hay phân bố đều, hoặc không đều; thời gian tác dụng của lực thường xuyên hay tạm thời; tốc độ thay đổi của lực tác dụng, tải trọng là tĩnh hay động; điểm đặt và phương - chiều tác

dụng của ngoại lực, chúng làm cho các tiết diện khác nhau của công trình chịu nén, kéo, uốn, cắt khác nhau.

Những đặc điểm của bản thân công trình có liên quan đến biến dạng công trình là: vật liệu xây dựng (gạch, đá, bê tông, bê tông cốt thép, thép... Có loại vật liệu chịu nén khoẻ, hoặc chịu kéo khoẻ, hoặc vừa chịu nén vừa chịu kéo tốt); hình dạng và kích thước của công trình (cao hay thấp, rộng hay hẹp, dạng tuyến, mặt phẳng hay không gian), hệ kết cấu chịu lực (dầm, giàn, cột, tấm hay khung); cách liên kết giữa các cấu kiện với nhau (ngàm cứng, khớp xoay hay gối tựa) và móng (nông hay sâu, móng cột, móng băng hay móng bè).

Công trình nào cũng được phân bố ở trên nền cụ thể. Chúng tác dụng tương hỗ lẫn nhau. Nền công trình có thể là tự nhiên hay đã được xử lý. Các đặc tính cơ - lý của đất đá trong nền như độ rỗng, sức chống cắt, chống trượt rất có ý nghĩa đối với biến dạng. Nền có thể là đá hay đất. Nền đá chia ra hai loại: nền đá và nền đá yếu. Nền đất có thể là cát, á cát, sét. Công trình xây trên nền cát sẽ bị lún nhiều nhưng nhanh tắt lún. Ngược lại công trình xây trên nền đất sét, sẽ lún ít nhưng rất lâu mới tắt lún. Nền công trình có thể được xử lý bằng các giải pháp kỹ thuật khác nhau: chất tải trước, phụt vữa xi măng và các chất phụ gia, đất gia cố vôi, cọc cát, cọc cát xi măng, đệm cát,... Khi nền đã được xử lý rồi thì độ biến dạng công trình còn lại thường ít.

Biến dạng công trình phụ thuộc vào: điều kiện địa chất công trình và địa chất thuỷ văn trong vùng (các lớp đất đá và thể nằm của chúng, mực nước ngầm, độ sâu của lớp đá gốc), điều kiện địa lý trong vùng (hồ ao, sông suối, đường sắt, đường ô tô, các công trình đồ sộ nằm gần, sự hoạt động của các nhà máy, công trường quanh vùng).

Mục đích quan trọng biến dạng công trình là xác định độ biến dạng thực tế của công trình, kiểm tra lại các số liệu địa chất

thuỷ văn công trình, đặc tính cơ- lý đất nền, kiểm tra các giả thiết và lý thuyết tính toán, phát hiện ra sự biến dạng để có biện pháp xử lý thích hợp về tiến độ thi công, trình tự chất tải, dự báo những diễn biến xấu có thể xảy ra để có biện pháp ngăn chặn thích hợp, đánh giá hiệu quả kinh tế - kỹ thuật của các giải pháp kỹ thuật đã lựa chọn. Tất cả đều nhằm mục đích đảm bảo cho công trình được xây dựng đúng như thiết kế, sử dụng đạt hiệu quả cao nhất. Quan trắc biến dạng có cả ý nghĩa khoa học và thực tiễn. Thực tiễn là tiêu chuẩn của chân lý.

Số liệu quan trắc biến dạng là một chỉ tiêu đánh giá chất lượng công trình cụ thể nhất. Mỗi cơ quan chủ quản công trình cần tổ chức đầy đủ việc quan trắc biến dạng công trình.

§16-2. QUAN TRẮC LÚN CÔNG TRÌNH

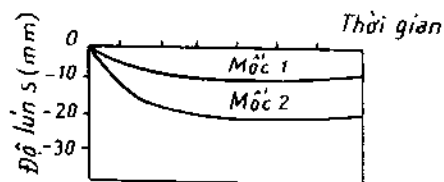
1. Dưới tác dụng của thành phần lực thẳng đứng, công trình sẽ bị lún. Để quan trắc lún cần phải có ít nhất ba *mốc gốc*. Mốc gốc được đặt ở gần công trình nhưng ở ngoài phạm vi ảnh hưởng chịu lún của công trình. Mốc gốc có thể được chôn ở dưới đất hay gắn ở trên tường các ngôi nhà kiên cố đã được xây dựng từ lâu, chúng hầu như không còn lún nữa. Độ cao của mốc gốc có thể được dẫn từ lưới trắc địa nhà nước, khu vực đến, hoặc cũng có thể được giả định.

2. *Mốc lún* được đặt ở vòng quanh đỉnh móng công trình dưới chân cột hay tường chịu lực, ở các góc, ở hai bên khe lún, ở nơi có tải trọng động (như chân cầu thang máy). Ghi số hiệu cho các mốc lún.

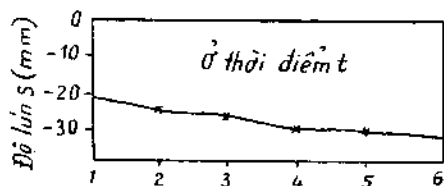
Mốc lún có hình dạng kích thước khác nhau và được gắn cố định vào công trình.

3. *Chu kỳ* quan trắc lún.

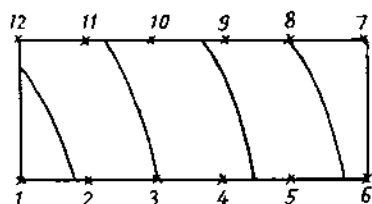
- Lần đo đầu tiên phải được bắt đầu sau khi xây dựng xong móng.



a) Độ lún theo thời gian



b) Mặt cắt lún theo trục 123456''



c) Bình đồ đồ đẳng lún

Hình 16.1

- Trong giai đoạn xây dựng các lần đo được tiến hành vào lúc công trình có bước nhảy về tải trọng, đặc biệt vào những lúc tải

trọng bản thân công trình đạt được 25%, 50%, 75% và 100% so với tải trọng thiết kế.

- Trong giai đoạn sử dụng công trình thì chu kỳ đo có thể là hàng tháng, quý, nửa năm, v.v... Việc quan trắc lún phải được tiến hành cho đến khi nào tắt lún mới thôi. Khi công trình bị nứt thì chu kỳ quan trắc lún là từ hai đến ba tuần lễ.

4. Nói chung đo lún theo *phương pháp* đo cao hình học tia ngắm ngắn.

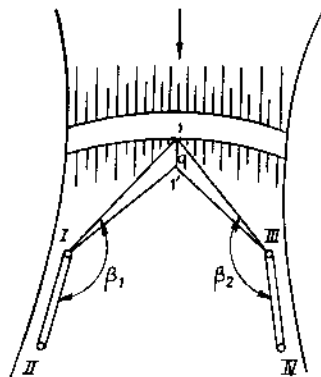
5. *Kết quả* đo lún về cao độ mốc lún và độ lún được làm tròn đến milimet.

6. Để thấy rõ kết quả quan trắc lún người ta vẽ đồ thị độ lún theo thời gian của từng mốc, mặt cắt độ lún theo trục, bình đồ đẳng lún, v.v,... (hình 16.1).

§16-3. QUAN TRẮC ĐỘ DỊCH CHUYỂN NGANG CÔNG TRÌNH

1. Dưới tác dụng của thành phần lực có phương nằm ngang (như áp lực nước tác dụng lên đập, áp lực đất lên tường chắn đất, v.v...) công trình có thể bị dịch chuyển đi theo phương nằm ngang.

2. Muốn quan trắc độ dịch chuyển của công trình ta đi xác định tọa độ mặt bằng của một số điểm đặc trưng trên công trình vào những thời điểm khác nhau theo các phương pháp: đóng hướng, đo góc, tam giác, đường chuyển, ... Ở đây chỉ xét một phương pháp đo góc.



Hình 16.2

3. Phương pháp đo góc

Ở ngoài phạm vi ảnh hưởng của công trình đặt các mốc góc I, II, III, IV, ổn định, tạo thành một số hướng góc. Ở trên công trình đặt các mốc dịch chuyển 1, 2, 3,... (hình 16.2).

Do các góc bằng hợp với các hướng góc và hướng ngắm đến các mốc đo dịch chuyển vào những thời điểm khác nhau. Đoạn dịch chuyển q sẽ được tính theo công thức:

$$q = \frac{\Delta\beta'' \cdot S}{\rho''}, \quad (16-1)$$

trong đó:

$\Delta\beta''$ - hiệu số góc đo giữa lần nào đó so với lần đầu tiên;

S - khoảng cách từ máy đến điểm đo dịch chuyển (chính xác tới 1/1.000);

$\rho'' = 206.265''$

Để kiểm tra, có thể đo cả góc β_2 ở phía bên bờ bên kia.

Phương pháp này có ưu điểm là áp dụng được với công trình có dạng bất kỳ, việc tính toán đơn giản.

§15-4. QUAN TRẮC ĐỘ NGHIÊNG CÔNG TRÌNH

Những công trình cao như ống khói, tháp nước, tháp vô tuyến truyền hình,... khi lún không đều thì chúng sẽ bị nghiêng đi. Độ nghiêng của công trình có thể được đặc trưng bởi góc nghiêng φ hay đoạn nghiêng l ; chúng có liên hệ với nhau theo công thức (hình 16.3)

$$\sin \varphi = \frac{l}{H}, \quad (16-2)$$

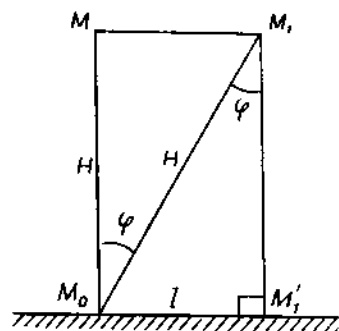
trong đó:

H - chiều cao công trình.

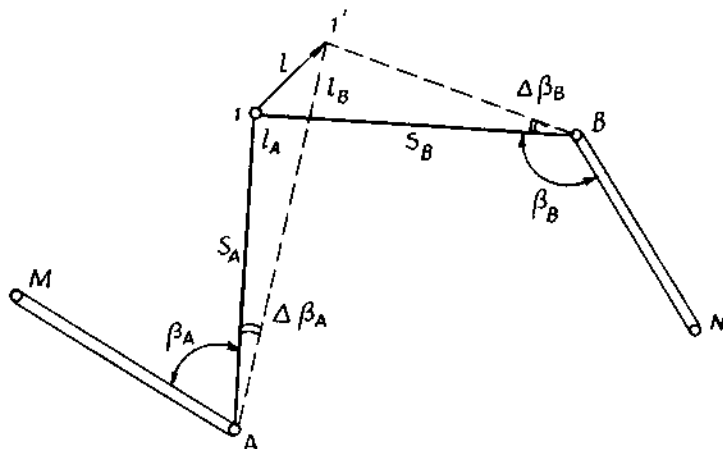
Muốn xác định độ nghiêng của công trình ta đi xác định toạ độ của một số điểm đặc trưng tương ứng giữa đáy và đỉnh công trình vào những thời điểm khác nhau. Có nhiều phương pháp để xác định độ nghiêng công trình: phương pháp thả dọi, chiếu đứng, đo góc, toạ độ, v.v...

Ở đây chỉ xét cụ thể một phương pháp đo góc.

Phương pháp đo góc thường được áp dụng để xác định độ nghiêng của những công trình cao dạng tháp (hình 16.4).



Hình 16.3



Hình 16.4

Chọn hai hướng vuông góc với nhau 1A và 1B. Cố định các mốc gốc kiên cố A, B, M, N.

Đặt máy kinh vĩ tại A, định kỳ đo góc tạo bởi hướng cố định AM và hướng ngắm đến điểm đỉnh công trình là A1, từ đó ta

tính được gần đúng đoạn nghiêng thành phần thứ nhất vào chu kỳ nào đó là:

$$l_a = \frac{S_a \cdot \Delta\beta''_a}{\rho''}, \quad (16-3)$$

trong đó:

- S_a - khoảng cách nằm ngang của đoạn thẳng từ điểm đặt máy (A) đến điểm đo nghiêng ở đỉnh công trình;
- $\Delta\beta''_a$ - hiệu số giữa các góc đo được ở chu kỳ bất kỳ với góc đo lần đầu tiên;
- $\rho'' = 206.265''$.

Tương tự như vậy khi đặt máy ở B ta sẽ xác định được gần đúng đoạn nghiêng thành phần thứ hai là:

$$l_b = \frac{S_b \cdot \Delta\beta''_b}{\rho''}. \quad (16-4)$$

Đoạn nghiêng toàn phần L xác định ở một chu kỳ nào đó là:

$$l = \sqrt{l_a^2 + l_b^2}. \quad (16-5)$$

HƯỚNG DẪN HỌC TẬP CHƯƠNG 16

16-1. Tại sao phải quan trắc lún nhà nhiều tầng? Mục đích, ý nghĩa của quan trắc lún?

Những yêu cầu kỹ thuật trong quan trắc lún nhà nhiều tầng?

16-2. Tại sao phải quan trắc chuyển vị công trình?

Nguyên tắc và các phương pháp quan trắc chuyển vị công trình?

Trình bày cụ thể việc quan trắc chuyển vị công trình theo phương pháp đo góc? Ưu, khuyết điểm và phạm vi áp dụng?

16-3. Tại sao phải quan trắc độ nghiêng công trình?

Góc nghiêng φ , đoạn nghiêng l của công trình là gì? Mối liên hệ?

Nguyên tắc và các phương pháp quan trắc độ nghiêng công trình?

Trình bày cụ thể việc quan trắc độ nghiêng công trình theo phương pháp đo góc? Ưu, khuyết điểm và phạm vi áp dụng?

16-4. Biến dạng công trình:

- 1- Tại sao phải quan trắc biến dạng công trình?
- 2- Biến dạng công trình là gì?
- 3- Các loại biến dạng công trình?
- 4- Những yếu tố có liên quan đến biến dạng công trình (chủ quan, khách quan, lực tác dụng, bản thân công trình, nền, điều kiện địa lý, địa chất, thủy văn,...).
- 5- Mục đích và ý nghĩa của việc quan trắc biến dạng công trình?

16-5. Một cái tháp cao $H = 55,00\text{m}$, tại một thời điểm nào đó người ta xác định được đoạn nghiêng của đỉnh tháp so với chân tháp là $l = 4,500\text{m}$. Hãy tính góc nghiêng φ tương ứng của tháp?

16-6. Một cái tháp cao $H = 60,00\text{m}$, tại một thời điểm nào đó người ta xác định được góc nghiêng của tháp là $\varphi = 1^{\circ}30'00''$. Hỏi đoạn nghiêng tương ứng l của đỉnh so với chân tháp lúc đó là bao nhiêu?

CHƯƠNG 17

TRẮC ĐỊA ẢNH

§17.1. KHÁI NIỆM

Quá trình đo tấm ảnh của vật thể được chụp là cơ sở của các phương pháp đo vẽ địa hình bằng ảnh. Lĩnh vực khoa học nghiên cứu các phương pháp xác định các kích thước, hình dạng và vị trí không gian của đối tượng nào đó dựa theo các tấm ảnh gọi là môn đo ảnh.

Các phương pháp đo ảnh được ứng dụng rộng rãi trong các công tác đo đạc địa hình, trong xây dựng và kiến trúc, trong địa chất, lâm nghiệp, quốc phòng và y tế, v.v...

Có hai phương pháp đo vẽ địa hình bằng ảnh là đo vẽ địa hình hàng không (máy bay) và đo vẽ địa hình bằng ảnh chụp từ mặt đất (máy kinh vĩ).

Đo vẽ địa hình bằng ảnh chụp từ trên không là phương pháp cơ bản để làm bản đồ nhà nước ở những khu vực rộng lớn. Với những thành tựu đã đạt được nó còn có thể được áp dụng để đo vẽ cả những khu vực tương đối không lớn lắm.

Đo vẽ địa hình bằng ảnh chụp từ trên mặt đất được áp dụng ở những vùng không lớn lắm và có hình dạng rõ rệt của dáng đất. Việc áp dụng phương pháp này cho phép giải quyết có hiệu quả nhiều vấn đề trong công trình.

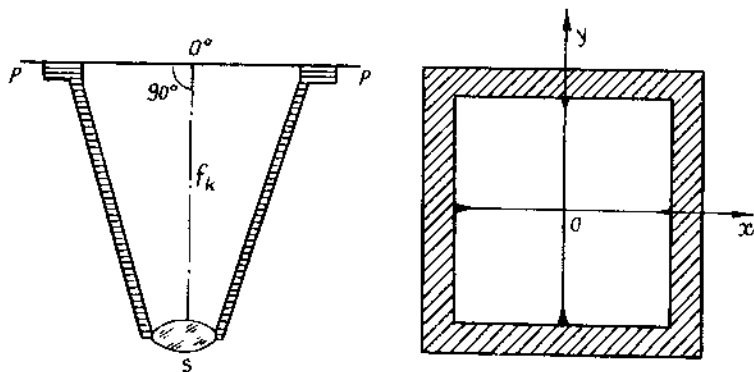
§17.2. ĐO VẼ ĐỊA HÌNH BẰNG ẢNH CHỤP TỪ TRÊN KHÔNG

Khi chụp ảnh theo thực địa từ trên không và bằng những máy ảnh hàng không chuyên môn sẽ cho ta các tấm ảnh hàng không.

Muốn đo các tấm ảnh hàng không và sau này biến chúng thành bình đồ và bản đồ, ta sử dụng các phương pháp đo ảnh đơn và đo vẽ ảnh lập thể. Nhờ phương pháp đo vẽ ảnh đơn dựa theo các tấm ảnh hàng không, ta sẽ xác định được hình dạng và kích thước thực của các đối tượng (phẳng) (của các vùng trên mặt đất).

Phương pháp đo vẽ ảnh lập thể dựa trên cơ sở đo các cặp ảnh hàng không có các phần phủ lên nhau. Những cặp ảnh này được chụp từ các đầu mút của một cạnh đáy nào đó. Việc đo đồng thời một cặp ảnh cho phép tìm được vị trí không gian, các điểm đáng đất của thực địa hay của đối tượng nào đó.

Máy ảnh hàng không có sơ đồ nguyên lý như vẽ trên hình 17.1, nó có kết cấu rất chặt chẽ. Kính vật là tâm quang học chiếu S, còn mặt phẳng PP để có ảnh được hình thành ở đáy gọi là mặt phẳng ảnh. Trong mặt phẳng ảnh có đặt khung hứng ảnh của máy ảnh hàng không. Kích thước bên trong của khung này sẽ giới hạn khổ của tấm ảnh hàng không. Các chỉ số có ở trên khung hứng ảnh (các vạch dấu tọa độ) sẽ xác định điểm góc và hướng của các trục tọa độ của một tấm ảnh hàng không.



Hình 17.1

Vị trí tâm chiếu S so với mặt của khung hứng ảnh được xác định bởi các yếu tố định hướng trong là: tiêu cự của máy chụp ảnh hàng không f_k và các toạ độ x_o , y_o của điểm chính O của tấm ảnh hàng không (nó là giao điểm của trục quang học máy ảnh với mặt phẳng ảnh). Thường thì $x_o = 0$; $y_o = 0$.

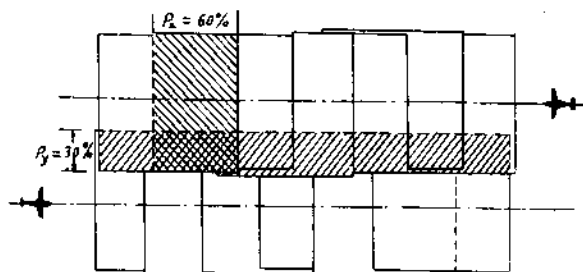
Nhờ máy ảnh hàng không ta sẽ thu được hàng loạt các tấm ảnh hàng không chụp được cách nhau sau những khoảng thời gian xác định. Khoảng thời gian giữa các lần lộ quang được tính theo điều kiện để có độ phủ nhất định của hai tấm ảnh liền kề nhau và nó sẽ đạt được trong khi chụp ảnh hàng không nhờ một dụng cụ chuyên môn là máy tính khoảng cách.

Một loạt các tấm ảnh hàng không chụp được trong một dải bay trên một hướng được gọi là một tuyến bay chụp. Độ phủ lên nhau của tấm ảnh hàng không ở trong một tuyến bay được chụp gọi là độ phủ dọc p_x , thường bằng 60%.

Việc chụp ảnh hàng không được tiến hành dưới dạng những chuyến bay chụp riêng biệt được gọi là chụp ảnh hàng không theo tuyến và nó thường được tiến hành để giải quyết những nhiệm vụ công trình chuyên môn như khi khảo sát đường, sông.

Muốn vẽ bản đồ một vùng rộng lớn, việc chụp ảnh hàng không được tiến hành theo một số tuyến bay chụp song song với nhau (h. 17.2). Độ phủ của các tấm ảnh giữa các tuyến bay chụp được gọi là độ phủ ngang p_y , thường bằng 30%.

Ngoài những độ phủ đã quy định trước, khi chụp ảnh hàng không còn cần phải giữ cho độ cao dải bay chụp và hướng trục quang học của máy ảnh hàng không luôn không đổi.



Hình 17.2

Ta chia ra làm: chụp ảnh hàng không mặt bằng và chụp ảnh hàng không phối cảnh.

Việc chụp ảnh hàng không mặt bằng được thực hiện khu trục quang học của máy chụp ảnh hàng không trùng với phương dây dọi (mặt phẳng của khung hứng ảnh nằm ngang). Các tấm ảnh hàng không chụp được khi các góc nghiêng của máy ảnh không vượt quá 3° được gọi là ảnh mặt bằng.

Việc làm cho máy ảnh hàng không nằm ngang có thể được thực hiện bằng tay hay tự động. Việc tự động đạt được nhờ có sử dụng thiết bị ổn định thuỷ lực chuyên môn, cho phép chụp được những tấm ảnh hàng không Tupocken: con quay có các góc nghiêng trung bình vào khoảng $10'$.

Khi chụp ảnh hàng không người ta sử dụng những phim ảnh hàng không có độ nhạy lớn và chất lượng truyền ảnh cao như phim vùng phổ, phim màu, phim trắng đen để chụp ảnh.

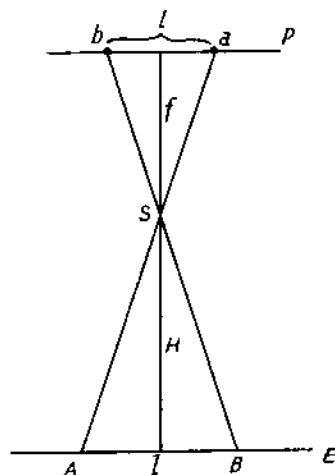
Các tấm ảnh chụp được khi chụp ảnh hàng không đều là ảnh của thực địa trong hình chiếu xuyên tâm. Bình độ của thực địa là hình chiếu vuông góc của các điểm mặt đất lên mặt phẳng nằm ngang.

Khi thực địa bằng phẳng và vị trí của mặt phẳng của tấm ảnh hàng không nằm ngang thì hình chiếu xuyên tâm của ảnh chụp được sẽ đồng nhất với hình chiếu vuông góc của vùng thực địa này. Do các mặt phẳng của tấm ảnh hàng không P và của thực địa E song song với nhau nên tỷ số giữa hai đoạn thẳng chiếu phối cảnh tương ứng l và L sẽ biểu thị tỷ lệ của ảnh (hình 17.3):

$$\frac{l}{L} = \frac{f_k}{H} = \frac{1}{m} \quad (17-1)$$

Trong trường hợp này tỷ lệ của tấm ảnh hàng không ở trong tất cả các phần của nó đều như nhau và bằng tỷ số giữa tiêu cự f_k với chiều cao chụp ảnh H .

Khi dáng đất của thực địa thay đổi rõ rệt hay là khi chụp mà trục quang học của máy ảnh hàng không bị nghiêng lệch đi thì tấm ảnh hàng không sẽ không cho ảnh giống như hình chiếu vuông góc của vùng thực địa tương ứng. Muốn loại trừ sự không phù hợp nói trên, các tấm ảnh hàng không phải được biến đổi (nắn lại) ở trên những thiết bị chuyên môn gọi là máy nắn ảnh. Sau đó từ những tấm ảnh đã được nắn lại ta sẽ thành lập các bình đồ ảnh, chúng là các ảnh chụp vuông góc của thực địa đã được chụp.



Hình 17.3

Muốn nắn lại các tấm ảnh hàng không thì trên các tấm ảnh cần phải có các điểm địa vật đã biết tọa độ mặt bằng. Chúng được xác định bằng các phương pháp trắc địa (ví dụ, bằng cách

đặt các đường chuyển kinh vĩ từ những điểm tam giác nhà nước) và được chêm đầy thêm bởi cách dựng chuyên môn ở trên các tấm ảnh gọi là phép tam giác ảnh hay phép đường truyền ảnh có thể được xác định theo phương pháp giải tích hay đồ thị và thực chất chúng là các điểm của lưới khống chế đo vẽ.

Các công tác trắc địa nhằm xác định toạ độ của các điểm địa vật gọi là đo nối các tấm ảnh.

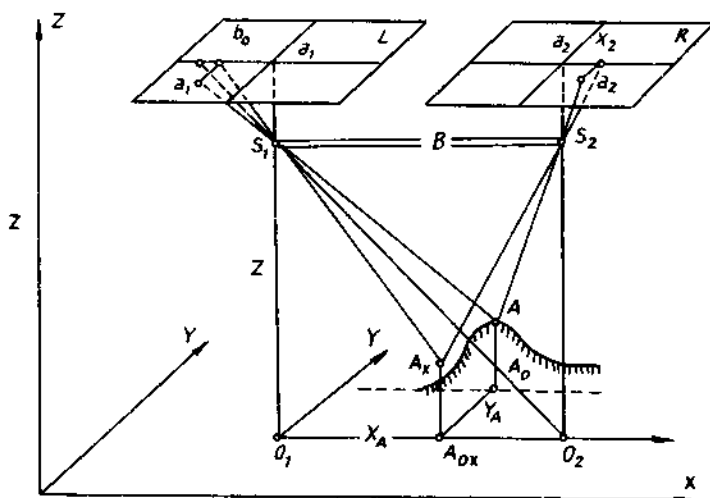
Việc biểu diễn dạng đất ở trên các bình đồ ảnh có thể được tiến hành bằng những phương pháp trắc địa thông thường ở ngoài trời hay bằng cách đo ảnh lập thể dựa theo các tấm ảnh hàng không và nhờ các dụng cụ chuyên môn ở trong phòng. Trong trường hợp đầu phương pháp nhận được các bình đồ địa hình được gọi là đo vẽ phối hợp, còn các trường hợp sau gọi là đo vẽ ảnh lập thể.

Các điểm thực địa có các độ cao đã được xác định bằng phương pháp trắc địa sẽ được đánh dấu trên tấm ảnh hàng không.

Khi đo vẽ ảnh lập thể chúng có thể được chêm đầy thêm bằng cách đo ảnh chuyên môn và tất cả tạo thành lưới khống chế đo vẽ độ cao dùng để vẽ dáng đất.

Trên hình 17.4 biểu diễn một cặp ảnh hàng không có phần phủ chồng lên nhau của một phần dáng đất thực địa. Các tấm ảnh này được chụp từ các đầu mút của cạnh đáy chụp ảnh. Mặt phẳng của các tấm ảnh và đường đáy phải thật nằm ngang. Trong trường hợp này điểm a của thực địa có độ chênh cao so với điểm của đầu gốc (thường các độ chênh cao được xác định so với điểm chính O_2 của tấm ảnh hàng không bên phải) được biểu diễn ở trên các tấm ảnh trái và phải là các điểm a_1 và a_2 tương ứng.

Các hoành độ và tung độ của những điểm này được ký hiệu là x_1, y_1, x_2, y_2 .



Hình 17.4

Hiệu số hoành độ của các điểm cùng tên được biểu diễn trên các tấm ảnh hàng không bên trái và bên phải được gọi là thị sai trái - phải (bằng, dọc) và ký hiệu là p , tức là:

$$p = x_1 - x_2. \quad (17-2)$$

Hiệu số các tung độ của các điểm cùng tên được gọi là thị sai trên dưới (đứng, ngang) và ký hiệu là q , tức là:

$$q = y_1 - y_2. \quad (17-3)$$

Các công thức liên hệ tọa độ của các điểm của tấm ảnh hàng không và thực địa đối với trường hợp đo vẽ chuẩn khi mà các tấm ảnh và cạnh đáy đều nằm ngang sẽ có dạng đơn giản nhất:

$$Z = B \cdot \frac{f_k}{p}; \quad X = Z \cdot \frac{x_1}{f_k}; \quad Y = Z \cdot \frac{y_1}{f_k}. \quad (17-4)$$

Thị sai của điểm khởi đầu là p_1 .

Người ta gọi biểu thức $p - p_1 = \Delta p$ là hiệu số của các thị sai trái - phải. Các hiệu số đo được của các thị sai trái - phải Δp đặc trưng cho dáng đất của thực địa và cho phép xác định độ chênh cao so với điểm khởi đầu theo công thức:

$$h = \frac{H}{b_0 + \Delta p} \cdot \Delta p, \quad (17-5)$$

trong đó:

H - độ cao chụp ảnh so với điểm khởi đầu b_0 là cạnh đáy bay chụp B theo tỷ lệ ảnh của điểm khởi đầu;

Δp - hiệu số đo được của các thị sai trái - phải.

Sự phụ thuộc ngược lại cho phép tính các hiệu số của các thị sai trái - phải tương ứng với chúng dựa theo các độ chênh cao sẽ như sau:

$$\Delta p = \frac{h}{H - h} \cdot b_0. \quad (17-6)$$

Muốn xác định tọa độ không gian và độ chênh cao của các điểm của vật thể dựa theo các tấm ảnh hàng không mặt bằng các công thức của trường hợp đo vẽ chuẩn cũng được sử dụng để lập các sự phụ thuộc cơ bản.

Quá độ chuyển từ trường hợp đo vẽ mặt bằng sang trường hợp đo vẽ chuẩn được thực hiện bằng phương pháp giải tích hay phương pháp cơ - quang. Điều này đạt được bằng cách nắn các tấm ảnh hàng không, sau đó các tọa độ và thị sai của các điểm đã đo được trở nên không có trong biến dạng phối cảnh nữa.

Có thể tiến hành xử lý do ảnh lập thể các tấm ảnh bằng hai phương pháp: toàn năng và vi phân.

Trong phương pháp toàn năng, mô hình hình học không gian của thực địa sẽ được dựng theo hai tấm ảnh hàng không tạo

thành một cặp ảnh đặt trên các dụng cụ đo ảnh lập thể chuyên môn. Người quan sát sau khi đã lĩnh hội được mô hình này là hình khối nổi có thể thực hiện ngắm đến một điểm bất kỳ là trên bề mặt của nó và sẽ đọc được hay ghi lại được tất cả ba toạ độ không gian của một điểm x_1, y_1, z_1 .

Xử lý các tấm ảnh bằng phương pháp toàn năng sẽ trực tiếp cho ta bình đồ thực địa có cả địa vật và dáng đất.

Đối với các việc làm bằng phương pháp này hiện nay ở Liên Xô hay dùng các dụng cụ sau đây: máy chiếu hình lập thể của Bômannốp-xki và máy vẽ lập thể của Đrôbơ-xev.

Trong phương pháp vi phân, quá trình thành lập bình đồ được phân ra làm hai giai đoạn cơ bản.

Giai đoạn thứ nhất: xác định các độ chênh cao của điểm của các tấm ảnh hàng không hay là biểu diễn dáng đất bằng những đường đồng mức ở trên các tấm ảnh.

Giai đoạn thứ hai: xác định phân địa vật của bản đồ dưới dạng bình đồ ảnh hay là bình đồ biểu đồ.

Ngoài máy nắn ảnh ra, máy lập thể đo toạ độ và máy đo lập thể địa hình là những dụng cụ cơ bản của phương pháp vi phân. Máy lập thể đo toạ độ dùng để đo toạ độ vuông góc dựa trên các tấm ảnh hàng không.

Người ta đặt các tấm ảnh hàng không vào các giá giữa ảnh trái (TR) và phải (PH) rồi xoay những giá của ảnh này sao cho các trục toạ độ xx và zz ở trên các tấm ảnh song song với các trục toạ độ tương ứng của dụng cụ là XX và ZZ .

Việc dẫn các tiêu ngắm của các kính hiển vi đến các điểm được đo của các bản âm được thực hiện bằng các tay quay điều khiển toạ độ (độ chính xác của các số đọc theo các vành đo $\pm 0,001$ mm) và bằng các ốc vít với độ chính xác của số đọc $\pm 0,005$ mm.

Máy đo lập thể địa hình của Đrôbôxev CT- Δ2 được dùng để vẽ dáng đất dựa trên những tấm ảnh hàng không chưa được nắn lại.

Bộ phận hiệu chỉnh chuyên môn ở trong máy đảm bảo đo được các hiệu số thị sai trái - phải p không biến dạng và do đó tìm được các giá trị thực của các độ chênh cao h giữa các điểm ngoài thực địa.

Máy đo lập thể thuộc loại dụng cụ dạng phẳng cho phép đo các toạ độ phẳng x, y hay là hiệu của chúng.

Người ta sử dụng kính lúp có độ phóng đại 2^x làm hệ thống quan sát. Các vạch chỉ gặp trên các giá đỡ chuyên môn dùng làm các tiêu ngắm. Ốc vít thị sai cho phép đo hiệu số thị sai trái - phải với độ chính xác 0,01 mm lần thiết bị đo,

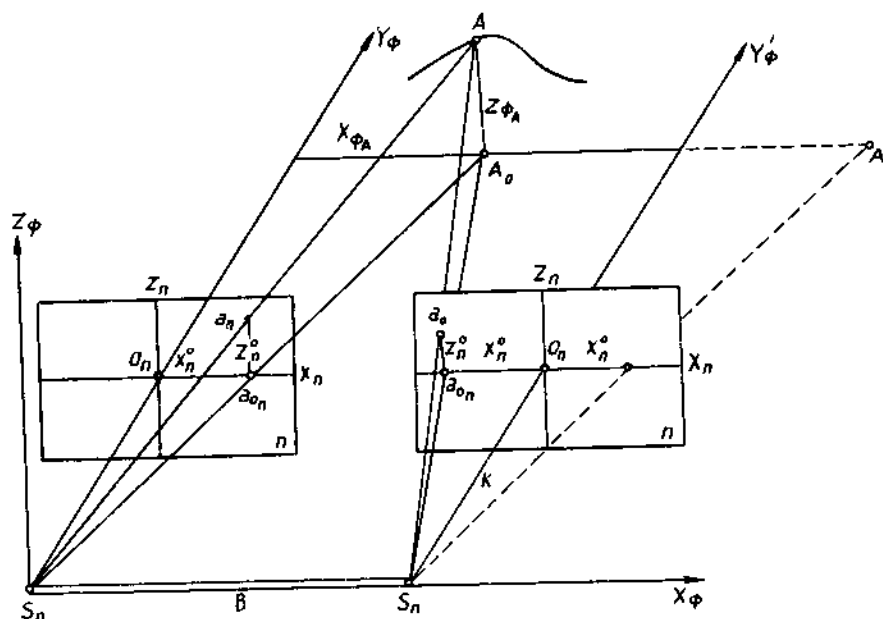
§17-3. ĐO VẼ ĐỊA HÌNH BẰNG ẢNH CHỤP TỪ MẶT ĐẤT

Việc đo vẽ địa hình bằng ảnh chụp từ mặt đất được tiến hành bằng dụng cụ chuyên môn là máy chụp ảnh kinh vĩ, nó là máy kinh vĩ phối hợp với máy ảnh hoặc là gắn liền với nhau, hoặc là có thể tách rời khỏi nhau.

Máy chụp ảnh kinh vĩ được dùng để chụp ảnh thực địa, cũng như dùng để đo các góc đứng, góc bằng nhằm mục đích xác định toạ độ trắc địa của trạm đặt máy chụp ảnh kinh vĩ. Muốn xác định vị trí không gian của các vật thể được chụp thì cần phải chụp ảnh ít nhất từ hai trạm. Khoảng cách giữa các trạm (cạnh đáy chụp ảnh) và hiệu các độ cao của chúng cần phải biết trước.

Ở Liên Xô hay dùng các loại máy ảnh kinh vĩ: "Trắc địa", C-3B; TAL; TAN và Pho Theo 19/1318.

Trên hình 17-5 vẽ hai trạm S_T và S_p của máy chụp ảnh kinh vĩ ở hai đầu cạnh đáy B. Vị trí các trục quang học máy ảnh so với cạnh đáy có thể khác nhau. Trong thực tế thường áp dụng trường hợp chuẩn là khi các trục nằm ngang và vuông góc với cạnh đáy. Điều này sẽ đạt được nhờ các ống thẳng bằng gắn trên hộp máy ảnh và nhờ thiết bị định hướng.



Hình 17-5

Muốn xác định toạ độ không gian của điểm A ở ngoài thực địa ta lấy quang tâm kính vật bên trái S_T làm điểm khởi đầu của hệ thống đo ảnh không gian. Trục Z_ϕ trùng với đường thẳng đứng đi qua quang tâm kính vật, còn trục Y trùng với hướng trục quang học của máy ảnh. Trục X được bố trí sao cho hệ thống toạ độ tìm là vuông góc, nghĩa là ở trong trường hợp đo vẽ chuẩn

thì nó trùng với hướng của cạnh đáy chụp ảnh lên trên mặt phẳng nằm ngang.

Khi đó từ hình vẽ ta có:

$$\frac{Y_{\phi}}{f_k} = \frac{B}{x_1^o - x_p^o}, \quad (17-7)$$

trong đó:

$x_1^o - x_p^o = p^o$ (thị sai trên - dưới của điểm) luôn luôn dương.

Khi để ý đến những tam giác đồng dạng khác, ta có:

$$\frac{X_{\phi}}{x_1^o} = \frac{Z_{\phi}}{z_1^o} = \frac{Y_{\phi}}{f_k} = \frac{B}{p^o}, \quad (17-8)$$

nghĩa là:

$$\left. \begin{aligned} X_{\phi} &= \frac{B}{p^o} \cdot x_1^o ; \\ Y_{\phi} &= \frac{B}{p^o} \cdot f_k ; \\ Z_{\phi} &= \frac{B}{p^o} \cdot z_1^o ; \end{aligned} \right\} \quad (17-9)$$

Các đại lượng x_1^o , z_1^o và p^o ở trong các công thức ở trên được xác định theo các kết quả đo cặp ảnh ở trên máy lập thể đo toạ độ. Muốn đo toạ độ các điểm trên tấm ảnh ta chọn hệ toạ độ vuông góc phẳng Oxz. Vị trí của các trục này được cố định bằng ảnh của các dấu toạ độ trên khung hứng ảnh của máy chụp ảnh.

Sau khi tính được các toạ độ không gian dựa theo các công thức ở trên ta có thể căn cứ vào các toạ độ đó mà chấm điểm lên bình đồ so với hệ thống đo ảnh đối với cạnh đáy đã cho.

Muốn thành lập bình đồ chung của khu vực đã chụp ảnh ở trên tất cả các cạnh đáy đo vẽ ta đi xác định toạ độ của các điểm

bên trái của trạm máy và góc định hướng của trục quang học máy ảnh vào trong một hệ thống toạ độ trắc địa duy nhất.

Tuy vậy phương pháp giải tích xử lý các tấm ảnh và thành lập bình đồ rất công kênh, vì khối lượng tính toán lớn. Bởi vậy người ta thường lập bình đồ bằng các dụng cụ toàn năng chuyên môn gọi là máy đo ảnh mặt đất.

Muốn xử lý các tấm ảnh bằng máy đo ảnh mặt đất cần phải có bản vẽ với những điểm khống chế đã được chấm lên (điểm khống chế trắc địa có các điểm kiểm tra) và các điểm mút bên trái của các cạnh đáy chụp ảnh. Bản vẽ như vậy sẽ được đem đặt lên bản vẽ toạ độ.

Đối với mỗi cặp ảnh lập thể cần phải biết giá trị của cạnh đáy đo vẽ, nó được đặt lên các thang chia độ tương ứng của máy.

Tiêu đo được chuyển động nhờ các tay lái và được làm trùng với điểm cần đo của mô hình lập thể đã được dựng lại, còn bút chì của bộ phận vẽ toạ độ sẽ cố định vị trí của nó lên trên bản vẽ. Độ cao của điểm được đọc từ máy đo độ cao và được viết cạnh nó. Nếu như ta di chuyển tiêu ngắm bằng các tay lái theo mô hình lập thể ở một độ cao nào đó thì bút chì sẽ vẽ lên bản vẽ đường đồng mức tương ứng.

Việc vẽ sẽ được kiểm tra theo các điểm trắc địa kiểm tra đa phần gần đều nhau trên khắp khu vực và đã được biểu diễn ở trên các tấm ảnh.

§17.4. CÁC HƯỚNG ỨNG DỤNG CHÍNH CỦA CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO ẢNH TRONG KHI KHẢO SÁT, XÂY DỰNG VÀ KHAI THÁC CÁC CÔNG TRÌNH KỸ THUẬT

Trong những năm gần đây các phương pháp đo ảnh ngày càng tìm thấy nhiều ứng dụng dưới những dạng khác nhau trong khi khảo sát, xây dựng và khai thác công trình.

Các phương pháp đo ảnh đã làm thay đổi đặc tính của đo vẽ thực địa và của đo đạc. Chúng đẩy nhanh công tác khảo sát thiết kế và nâng cao chất lượng đo ngắm kiểm tra được tiến hành trong quá trình của các công tác dựng lắp và sử dụng khai thác công trình.

I. Trong xây dựng dân dụng và công nghiệp

1. Các bản đồ địa hình tỷ lệ $1:10.000 \div 1:500$ được sử dụng trong xây dựng dân dụng và công nghiệp hợp lý hơn cả là được thành lập dựa theo các tài liệu đo vẽ ảnh hàng không. Những bản đồ này được dùng để thành lập các bản thiết kế quy hoạch chi tiết của các công trình kỹ thuật, để thành lập tổng bình đồ, các bản vẽ thi công, giải quyết các nhiệm vụ quy hoạch mặt đứng, để thiết kế các công trình ngầm, v.v...

Khi khảo sát và thiết kế ở vùng núi, người ta thường áp dụng phương pháp đo vẽ địa hình bằng ảnh chụp từ mặt đất (đo vẽ chụp ảnh kinh vĩ). Khi có "không gian chết" thì đo vẽ chụp ảnh kinh vĩ được phối hợp với đo vẽ chụp ảnh hàng không.

2. Việc thí nghiệm các công trình kỹ thuật và quan sát sự biến dạng của chúng có thể được tiến hành bằng các phương pháp đo ảnh rất tốt, nó cho hình ảnh biến dạng của công trình được theo dõi đầy đủ hơn so với các phương pháp trắc địa. Các công tác ngoài trời và các việc đo trong phòng được tiến hành tương đối nhanh và có kiểm tra được các kết quả đã tìm được. Chúng bao gồm việc xác định và so sánh toạ độ không gian của các điểm công trình kỹ thuật vào lúc trước và sau khi có biến dạng. Ưu điểm của phương pháp này là khả năng xác định biến dạng với số điểm của công trình lấy nhiều tùy ý.

Người ta đo chụp ảnh từ các đầu mút của cạnh đáy và dựa theo các kết quả đo cặp ảnh lập thể nhận được sau khoảng thời

gian cách nhau nhất định được dịch chuyển ΔX , ΔY , ΔZ của các điểm đã đánh dấu của công trình theo ba trục.

Ta chọn giá trị cạnh đáy chụp ảnh lớn nhất là bằng một phần tư khoảng cách từ máy chụp ảnh đến vật thể cần theo dõi.

Muốn nâng cao độ chính xác của việc xác định độ biến dạng cần phải giữ các yếu tố định hướng và tiến hành đo dựa theo các mốc chuyên môn đã được đặt lên công trình trước khi chụp ảnh. Khi chụp ảnh, máy kinh vĩ chụp ảnh được đặt tại một vị trí nhất định trên khối đổ bê tông.

Cần phải tiến hành định kỳ kiểm tra vị trí tám khối đổ bê tông về mặt bằng và độ cao từ những điểm khống chế khác.

Muốn xác định các số điều chỉnh do phạm vi các yếu tố định hướng ngoài thực địa, ta đo xác định từ 2 đến 3 điểm kiểm tra.

Độ chính xác của việc xác định độ biến dạng sẽ được nâng cao bằng cách giảm khoảng cách Y , nhưng khi các khoảng cách bé thì cần phải tính đến khả năng xuất hiện sự không rõ nét của ảnh.

Theo các số liệu thực nghiệm thì độ chính xác của việc xác định độ biến dạng sẽ được đặc trưng bằng những giá trị sau đây (khi $Y = 10\text{m}$): $m_x = m_z = \pm 0,6 \text{ mm}$, còn $m_y = \pm 2,3 \text{ mm}$.

Nếu như sự biến dạng của mô hình xảy ra tương đối nhanh thì có thể áp dụng phương pháp chụp ảnh hai lần bằng một máy ảnh với một tám hay chụp đồng thời bằng hai máy chụp ảnh kinh vĩ được ghép lại với nhau.

Việc nâng cao độ chính xác đo biến dạng có thể bằng cách nâng cao khả năng cho phép của vật liệu ảnh, ứng dụng các máy chụp ảnh kinh vĩ có tiêu cự lớn và máy đo ảnh lập thể chính xác cao.

3. Các phương pháp đo ảnh lập thể được sử dụng rất có hiệu quả để tính khối lượng công tác đất đá và khối lượng khác được

tiến hành ở trên công trường xây dựng. Đối tượng (hố, móng, hầm, mặt bằng được san,...) sẽ được định kỳ chụp ảnh từ những điểm của cạnh đáy đã cố định thường xuyên ở ngoài thực địa. Dựa theo sự thay đổi tọa độ của các điểm trong các tấm ảnh do sự thay đổi dáng đất ta đo xác định khối lượng công tác đã thực hiện trong thời kỳ giữa hai lần chụp ảnh. Độ chính xác của phương pháp giải tích tính khối lượng dựa theo kết quả đo cặp ảnh lập thể của các tấm ảnh chụp từ mặt đất thường cao hơn so với phương pháp trắc địa (sai số không quá 2-3%), còn thời gian thì tốn ít hơn $2 \div 4$ lần.

4. Đo vẽ địa hình bằng đo ảnh lập thể được áp dụng rất có hiệu quả khi nghiên cứu hình dạng của nhà, của tượng đài và của các công trình kiến trúc khác, vì việc đo vòng trực tiếp rất khó khăn, đòi hỏi dựng các cầu thang chuyên môn.

Muốn đo công trình kỹ thuật, ta sử dụng các tấm ảnh được chụp bằng máy chụp ảnh kinh vĩ với khoảng cách không lớn lắm (tỷ lệ $1:100 \div 1:200$) và với các cạnh đáy ngắn. Trong các trường hợp nếu đối tượng vật thể không nằm gọn trong một cặp ảnh lập thể thì ta tiến hành chụp ảnh từ một số cạnh đáy. Những công trình cao sẽ được chụp ảnh ở các vị trí các trục quang học của máy ảnh nghiêng đó so với phương nằm ngang.

Các tấm ảnh sẽ được xử lý bằng máy đo ảnh lập thể, máy đo ảnh mặt đất hay máy đo vẽ lập thể toàn năng. Trong quá trình xử lý chúng ta sẽ tìm được tọa độ không gian của các điểm thuộc công trình hay bản vẽ bình đồ tỷ lệ lớn ($1:100 \div 1:50$).

Độ chính xác xác định tọa độ các điểm công trình phụ thuộc vào giá trị cạnh đáy chụp ảnh, khoảng cách tiêu cự của máy ảnh và vào độ chính xác đo trên các tấm ảnh các tọa độ m_x , m_y và các thị sai m_p .

Năng suất lao động khi đo kích thước công trình bằng phương pháp đo ảnh cao hơn một số lần so với phương pháp đo đạc trực tiếp thông thường.

II. Trong xây dựng thành phố và nông thôn

Khi xây dựng thành phố và nông thôn, việc chụp ảnh hàng không và các phương pháp đo ảnh được áp dụng để thành lập sơ đồ ảnh, bình đồ ảnh của những phần đất thuộc thành phố có xây dựng và không xây dựng. Thông thường việc chụp ảnh hàng không được tiến hành bằng hai máy chụp ảnh hàng không các tiêu cự là $f_k = 350 \div 500$ mm và $f_k = 70 \div 100$ mm.

Do việc ứng dụng các phương pháp này mà tăng năng suất lao động và chất lượng công tác được nâng cao, một phần lớn các công tác ngoài trời, tốn kém và vất vả được đổi thành công tác trong phòng, ảnh hưởng của khí hậu theo từng mùa sẽ tiến tới ít nhất.

Các sơ đồ ảnh và bình đồ ảnh cho phép người thiết kế dễ nhìn rõ và đầy đủ về lãnh thổ thành phố, công trình trong các ô phố và trạng thái của nó, các dải rừng,... Phương pháp hiệu đính bản đồ nhờ chụp ảnh hàng không cho phép kịp thời sinh động nhất bổ sung vào các bình đồ ảnh hiện có mọi sự đổi thay xung quanh gần thành phố hay nông thôn.

Phạm vi áp dụng đo vẽ địa hình bằng ảnh các vùng thành phố đã xây dựng với các tỷ lệ $1:2000 \div 1:5.000$ đang được tiếp tục mở rộng. Đã đến lúc khởi thảo ra các phương pháp đo vẽ bản đồ thành phố bằng cách sử dụng các tài liệu chụp ảnh ở những tỷ lệ lớn $1:500 \div 1:1.000$.

Giai đoạn khó khăn và quan trọng nhất trong tất cả các công tác đo ảnh để thành lập bình đồ là việc điều vẽ các tấm ảnh hàng không. Việc điều vẽ có ý nghĩa đặc biệt khi chụp ảnh hàng không thành phố, làng xóm.

Việc điều vẽ địa hình không những chỉ bao gồm việc biểu diễn địa vật này hay địa vật khác lên tấm ảnh hàng không, mà

còn phải thành lập đối với từng địa vật đặc tính và tên gọi của nó (vật liệu công trình, mấy tầng nhà, tác dụng của nó, chất đất và độ lớn của rừng...).

Các công tác khảo sát kỹ thuật, nghiên cứu khác nhau, đòi hỏi phải biểu diễn lên tấm ảnh hàng không toàn bộ hàng loạt các đối tượng chuyên môn chỉ đặc trưng đối với dạng công tác đã quy định và không được biểu diễn trên các bình đồ địa hình (ví dụ: điều vẽ để đo vẽ lưới trên không và công trình dưới đất). Trong thực tế thường áp dụng cả điều vẽ ngoài trời và điều vẽ trong phòng. Ta sử dụng các kính lúp, kính hiển vi lập thể thấu kính khản quang để làm các thiết bị cần thiết, trong khi điều vẽ trong phòng. Sai số khi mang các địa vật lên bình đồ ảnh khi điều vẽ không được vượt quá 0,3mm, để thành lập các bình đồ ảnh tỷ lệ lớn của vùng đã xây dựng thì áp dụng điều vẽ phối hợp là hợp lý. Điều vẽ phối hợp là tiến hành điều vẽ sơ bộ ở trong phòng các bình đồ ảnh đã được chuẩn bị sau đó ra ngoài thực địa đối chiếu lại.

Việc vẽ lập thể đáng đất khi thành lập bình đồ thành phố tỷ lệ 1:2.000 ÷ 1:5.000 được tiến hành trên các máy đo lập thể địa hình CT A2.

Các đường đồng mức được chuyển lên bình đồ ảnh nhờ kính lập thể có thấu kính phản quang có kết cấu đặc biệt. Khi vẽ đáng đất bằng các máy toàn năng CP và C, đường đồng mức được vẽ trực tiếp lên các bản sao lại từ bình đồ ảnh.

Độ chính xác biểu diễn đáng đất ở vùng đồng bằng và vùng đồi trên các bình đồ tỷ lệ 1:2.000 được đặc trưng bởi sai số trung phương $m_h = \pm 0,22 - 0,32$ m.

Việc ứng dụng các phương pháp đo vẽ địa hình bằng ảnh hàng không để đo vẽ thành phố cho hiệu quả cao nhất khi công trình xây dựng phức tạp.

III. Trong khảo sát và xây dựng công trình thủy lợi

Khi khảo sát và xây dựng công trình thủy lợi, các phương pháp đo ảnh cho khả năng rất nhanh chóng tìm được các sản phẩm trung gian (ảnh hàng không, sơ đồ ảnh) cần thiết cho việc thiết kế các trạm thủy lợi.

Khi nhìn ảnh lập thể dựng lại từ các tấm ảnh hàng không ta sẽ nghiên cứu được điều kiện địa hình trong khi lựa chọn hướng đập của các công trình thủy lợi then chốt, xác định được đặc điểm địa chất trong khu vực công trình, v.v...

Các tấm ảnh hàng không đã được phóng đại và các sơ đồ ảnh cũng được sử dụng để giải quyết những nhiệm vụ thiết kế khác nhau trên hồ chứa nước, để nghiên cứu các điểm dân cư, thiết kế vùng ngập nước, v.v...

Việc đo vẽ các công trình thủy lợi then chốt được tiến hành theo các tỷ lệ $1:5.000 \div 1:10.000$, còn đối với hồ chứa nước theo tỷ lệ $1:25.000$. Muốn xử lý các tấm ảnh hàng không có thể áp dụng phương pháp vi phân cũng như phương pháp toàn năng.

Muốn lập bản đồ toàn khối hai - ba lần trong một năm ta tiến hành đo vẽ địa hình bằng ảnh hàng không tỷ lệ $1:2.500 \div 1:3.000$. Khi nhịp độ xây dựng nhà máy thủy điện rất nhanh thì có thể làm tăng sự luân phiên các chuyến bay chụp.

Đo vẽ bằng ảnh hàng không có ý nghĩa đặc biệt trong lúc ngân lòng sông. Các tấm ảnh hàng không và các sơ đồ ảnh tạo cho khả năng tổ chức tốt nhất các công tác tháo dỡ đê quai và xác định thời điểm tối ưu bắt đầu chặn sông.

Hướng và tốc độ dòng nước chảy, động lực học của băng trôi được xác định dựa theo các tài liệu chụp ảnh hàng không nhiều lần lòng sông. Sau khi chụp ảnh hàng không đồng thời từ hai máy bay hay là từ một máy bay mang hai máy chụp ảnh ở hai cánh sẽ có thể xác định được chiều sâu của nơi chứa nước cũng

như một số thông số của sóng, ví như chiều cao, chiều dài, độ nghiêng, tốc độ truyền sóng, v.v...

Trong các công tác đo độ sâu ở trên các hướng đó, muốn xác định vị trí các con tàu nhỏ ở vào thời điểm đo độ sâu ta dùng máy chụp ảnh chuyên môn АФА - М, nó sẽ ghi các điểm đã đánh dấu trên bờ lên phim. Trong khi xử lý các kết quả chụp ảnh bằng đo ảnh bài toán giao hội ngược nhiều lần sẽ được giải và nhờ bản vẽ và dụng cụ chuyên môn là compa đo góc ta sẽ tìm được vị trí con tàu nhỏ trên hướng đóng.

Khi khảo sát và thiết kế ta cũng áp dụng phương pháp đo vẽ địa hình bằng chụp ảnh từ mặt đất (đo vẽ chụp ảnh kinh vĩ để thu được các bình đồ địa hình của khu công trình thuỷ lợi chủ yếu, cũng như để giải quyết hàng loạt các nhiệm vụ kỹ thuật công trình khác (xác định hướng và tốc độ cùng dòng nước chảy ở trong khe thoát nước, hiện tượng trượt trên từng đoạn, xác định áp lực sóng, sự chuyển động của bãi bồi,...).

Việc đo vẽ ảnh lập thể chụp từ mặt đất rất lý thú đối với việc nghiên cứu thuỷ lực các mô hình công trình thuỷ công. Kết quả xử lý các tấm ảnh chụp đồng thời cho ta các bình đồ bề mặt hình dáng của dòng chảy, tốc độ và quỹ đạo chuyển động của dòng tia trên bề mặt khi dòng chảy bao quanh các mô hình của các đập được nghiên cứu. Độ chính xác xác định độ cao các điểm ở trên bề mặt dòng nước chảy tương đối cao (0,3 - 0,5 mm), điều này vượt xa yêu cầu hiện đại đối với việc làm mô hình (sự mô hình hoá).

Khi khảo sát địa hình ở vùng công trình thuỷ lợi then chốt thì việc áp dụng phương pháp đo vẽ địa hình bằng ảnh chụp từ mặt đất rất có hiệu quả ở các vùng núi.

Trong thời kỳ xây dựng nhà máy thuỷ điện, các phương pháp đo vẽ ảnh có thể được áp dụng có hiệu quả để tính khối lượng

công tác đất đá ở trong các hố móng, đường hầm, âu thuyền, ở chỗ khoét vào đập, và khi kiểm tra việc làm sạch đáy hố móng, khi đắp đập đất, đổ bê tông các mái dốc kênh, kiểm tra tính thẳng đứng của các mố trụ, xác định sự biến dạng của các khối và đoạn riêng lẻ của công trình, v.v...

IV. Trong khảo sát và xây dựng các công trình dạng tuyến tính

Trong khi khảo sát và xây dựng các công trình dạng tuyến tính, việc áp dụng môn đo ảnh sẽ rút ngắn thời hạn thiết kế đường ô tô và đường sắt, đường tải điện và đường dây điện thoại, các đường ống dẫn, v.v... và nâng cao chất lượng thiết kế.

Chụp ảnh hàng không tỷ lệ $1:2.000 \div 1:3.000$ là phương pháp cơ bản để thành lập các bình đồ khảo sát đối với các loại công trình trên. Việc đo nổi độ cao của các tấm ảnh hàng không được tiến hành bằng đo độ cao máy bay, còn đo nổi mặt bằng theo phép vẽ tam giác ảnh và sử dụng số ghi theo máy vô tuyến đo cao và máy đo chênh cao hàng không.

Khi khảo sát các sơ đồ ảnh và sơ đồ ảnh lập thể được áp dụng phổ biến nhất. Các sơ đồ ảnh lập thể cho phép tìm được hiệu ứng lập thể trong giới hạn của toàn tuyến.

Các phương pháp đo ảnh lập thể cho khả năng hoàn thiện tất cả các công tác vạch tuyến các công trình kỹ thuật nhờ áp dụng các máy ảnh qua các phương pháp vi phân và toàn năng. Người ta đã khởi thảo ra các loại kết cấu thiết bị khác nhau của các máy này sẽ cho phép xác định được các mặt cắt tuyến theo các hướng bất kỳ. Việc vạch tuyến trực tiếp có thể được tiến hành theo các tấm ảnh chụp từ máy chụp ảnh kính vĩ mà không cần quá trình thành lập bình đồ.

KẾT LUẬN CHUNG

Các lĩnh vực áp dụng đo vẽ địa hình bằng ảnh rất phong phú, trong khi không dừng lại ở việc nghiên cứu các phạm vi có thể khác có ứng dụng các dạng đo vẽ này cần phải thấy được tính hiệu quả kinh tế cao của các phương pháp đo ảnh so với các phương pháp trắc địa thông thường.

Việc cơ giới hoá và tự động hoá trong tương lai đối với công tác đo ảnh đã được bắt đầu từ việc sử dụng các máy tính điện tử sẽ còn rút ngắn rất nhiều thời hạn thành lập bản đồ, bình đồ và giải quyết những nhiệm vụ kỹ thuật khác nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO CHÍNH

1. Trắc địa công trình. Chủ biên P.S. Zakatov; NXB "Nhedra". M, 1969.
2. Trắc địa. V.K.Kurtsev, S.Atanacov; "Texnika". Sofia, 1982.
3. Đo đạc đại cương. Phan Khang,... Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp. Hà Nội, 1970.
4. Quy phạm đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ 1: 5.000, 1:2.000, 1:1.000, 1: 500. Cục đo đạc và bản đồ nhà nước. Hà Nội, 1976.
5. Đo đạc công trình. Bùi Đức Tiến, Lê Thanh Tịnh. Nhà xuất bản Công nhân kỹ thuật, Hà Nội, 1979.
6. Tóm tắt bài giảng trắc địa đại cương. Phạm Văn Chuyên, Hà Nội, 1967.
7. Hướng dẫn thực tập trắc địa đại cương. Bộ môn trắc địa Trường Đại học Xây dựng, Hà Nội, 1990.
8. Sổ tay xây dựng thuỷ điện... Pgs, Pts. Phạm Văn Chuyên... (17 tác giả). Nhà xuất bản Giao thông vận tải. Hà Nội, 1996.
9. Sổ tay trắc địa công trình. Phạm Văn Chuyên, Lê Văn Hưng, Phan Khang. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội, 1996.
10. Trắc địa trong xây dựng. Phạm Văn Chuyên. Nhà xuất bản Giáo dục, 1996.
- 11- Báo cáo khoa học xây dựng hệ qui chiếu và hệ thống điểm toạ độ quốc gia - Tổng cục địa chính - Hà Nội 2000.
- 12- Tạp chí "Địa chính" số 7, tháng 7 năm 2001.

13- Đề tài NCKH cấp Bộ: "Quan trắc lún phục vụ xây dựng công trình trên nền đất yếu Hà Nội". Mã số: B94-16-6d-43. Chủ nhiệm đề tài: Phạm Văn Chuyên.

14- Phạm Văn Chuyên: "Xác định độ chính xác đo đạc khi bố trí nhà công nghiệp theo phương pháp tọa độ vuông góc". Tạp chí "Trắc địa" số 1/1984 (Bungari).

15- Phạm Văn Chuyên: "Xác định dung sai trắc địa trong xây dựng lắp ghép. Tạp chí "Trắc địa" số 3/1984 (Bungari).

16- Phạm Văn Chuyên: "Nghiên cứu chương trình giảng dạy trắc địa trong trường Đại học Xây dựng Hà Nội". Tạp chí "Trắc địa và Bản đồ" số 1/1993.

17- Vũ Nghiễn, Phạm Văn Chuyên: "Các phương pháp giải bài toán trắc địa bất định". Tạp chí "Trắc địa - Bản đồ" số 2/1993.

18- Phạm Văn Chuyên: "Nghiên cứu các yếu tố liên quan đến biến dạng công trình". Tạp chí "Trắc địa - Bản đồ" số 2/1993.

19- Phạm Văn Chuyên: "Quan trắc lún các công trình bằng đất". Tạp chí "Xây dựng" số 2/1994.

20- Phạm Văn Chuyên: "Đo vẽ hoàn công". Tạp chí "Xây dựng" số 4/1994.

21- Phạm Văn Chuyên: "Quan trắc lún nhà nhiều tầng". Tạp chí "Người Xây dựng" số 4/1994.

22- Phạm Văn Chuyên: "Độ chính xác tính toán khối lượng đất đào hay đắp khi san nền công trình". Tạp chí "Trắc địa - Bản đồ" số 1/1995.

23- Phạm Văn Chuyên: "Dung sai trắc địa trong xây dựng". Tạp chí "Xây dựng" số 3/1996.

24- Phạm Văn Chuyên: "Công tác bố trí trắc địa khi xây nhà". Tạp chí "Người Xây dựng" số 7/1996.

25- Phạm Văn Chuyên: "Nghiên cứu dung sai trắc địa theo chuỗi kích thước". Tạp chí "Cầu đường Việt Nam" số 4/2000.

26- Phạm Văn Chuyên: "Các phương pháp thiết kế công tác trắc địa". Tạp chí "Địa chính" số 6/2000.

27- Phạm Văn Chuyên: "Bố trí điểm phụ của đường cong tròn". Tạp chí: "Xây dựng" số 7/2000.

28- Phạm Văn Chuyên: "Mặt thuỷ chuẩn và hệ thống độ cao công trình". Tạp chí: "Người Xây dựng" số 10/2000.

29- Phạm Văn Chuyên: "Chuyên trục lên cao khi xây nhà nhiều tầng". "Tuyển tập công trình Đại học Xây dựng" số 1/2000.

30- Phạm Văn Chuyên: "Phiên hiệu bản đồ địa hình kiểu Việt Nam 2000". Tạp chí "Người Xây dựng" số 10/2001.

31- Phạm Văn Chuyên: "Hệ thống định vị toàn cầu GPS". Tạp chí "Địa chính" số 11/2001.

32- Phạm Văn Chuyên: "Hệ tọa độ vuông góc phẳng UTM-VN2000". Tạp chí "Người Xây dựng" số 9/2002.

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
Lời nói đầu.....	3
Mở đầu.....	5
Chương 1. Định vị điểm	8
§1-1. Khái niệm.....	8
§1-2. Mặt thuỷ chuẩn và hệ thống độ cao.....	9
§1-3. Hệ toạ độ địa lý.....	13
§1-4. Hệ toạ độ vuông góc phẳng UTM-VN2000.....	15
§1-5. Hệ thống định vị toàn cầu (GPS).....	22
Chương 2. Định hướng đường thẳng	37
§2-1. Góc hội tụ kinh tuyến.....	37
§2-2. Góc phương vị thực A	38
§2-3. Góc định hướng.....	39
§2-4. Góc phương vị từ A_1	42
§2-5. Quan hệ giữa điểm với đoạn thẳng và góc định hướng.....	44
Chương 3. Bản đồ địa hình	52
§3-1. Phân loại bản đồ.....	52
§3-2. Tỷ lệ bản đồ.....	53
§3-3. Phiên hiệu bản đồ địa hình Việt Nam kiểu UTM-VN2000.....	56
§3-4. Biểu diễn địa vật trên bản đồ.....	72
§3-5. Biểu diễn địa hình trên bản đồ.....	75
§3-6. Khái niệm về hệ thống thông tin địa lý (GIS)....	80
Chương 4. Sử dụng bản đồ	87
§4-1. Khái niệm.....	87

§4-2. Xác định toạ độ của một điểm trên bản đồ.....	87
§4-3. Xác định độ cao của một điểm theo đường đồng mức.....	85
§4-4. Xác định độ dốc mặt đất.....	89
§4-5. Xác định chiều dài của một đường.....	89
§4-6. Xác định diện tích theo bản đồ.....	90
§4-7. Lập mặt cắt thực địa nhờ bản đồ.....	93
Chương 5. Tính toán trắc địa.....	97
§5-1. Các loại sai số đo đạc.....	97
§5-2. Các tiêu chuẩn đánh giá độ chính xác đo đạc.....	99
§5-3. Sai số trung phương của một hàm số các kết quả đo	103
§5-4. Số trung bình cộng và sai số trung phương m của nó.	104
§5-5. Thiết kế công tác đo đạc.....	107
§5-6. Tính toán trắc địa.....	111
Chương 6. Đo góc.....	116
§6-1. Phân loại góc đo.....	116
§6-2. Máy kinh vĩ.....	118
§6-3. Kiểm nghiệm và điều chỉnh máy kinh vĩ.....	132
§6-4. Đo góc bằng.....	134
§6-5. Độ chính xác đo góc bằng.....	139
§6-6. Đo góc đứng.....	142
§6-7. Sử dụng máy kinh vĩ điện tử Leica T-100.....	145
Chương 7. Đo dài.....	162
§7-1. Phân loại đo dài.....	162
§7-2. Đo dài bằng thước thép.....	164
§7-3. Đo dài bằng máy có vạch ngắm xa và mia đứng	168
Chương 8. Đo cao.....	172
§8-1. Phân loại đo cao.....	173

§8-2. Máy nivô và mia.....	176
§8-3. Kiểm nghiệm và điều chỉnh máy nivô.....	177
§8-4. Các phương pháp đo cao hình học.....	181
§8-5. Độ chính xác đo cao hình học.....	184
§8-6. Đo cao lượng giác.....	185
Chương 9. Lưới khống chế mặt bằng.....	194
§9-1. Phân loại lưới khống chế mặt bằng.....	194
§9-2. Đường chuyền kinh vĩ.....	196
§9-3. Lưới tam giác nhỏ.....	201
Chương 10. Lưới khống chế độ cao.....	205
§10-1. Phân loại lưới khống chế độ cao.....	205
§10-2. Lưới độ cao nhà nước.....	205
§10-3. Lưới độ cao kỹ thuật.....	206
§10-4. Lưới độ cao do vẽ.....	209
Chương 11. Đo vẽ bản đồ địa hình.....	212
§11-1. Nội dung đo vẽ bản đồ.....	212
§11-2. Đo vẽ toàn đạc.....	215
§11-3. Kiểm tra đánh giá độ chính xác bản đồ địa hình..	221
§11-4. Máy toàn đạc điện tử (TOTAL STATION).....	222
Chương 12. Đo vẽ mặt cắt địa hình.....	224
§12-1. Nội dung đo vẽ mặt cắt địa hình.....	224
§12-2. Cố định tuyến trên thực địa.....	224
§12-3. Đo cao dọc tuyến.....	226
§12-4. Tính toán.....	227
§12-5. Vẽ mặt cắt.....	228
Chương 13. Công tác bố trí công trình.....	230
§13-1. Khái niệm.....	230
§13-2. Độ chính xác bố trí công trình.....	231

§13-3. Bố trí các yếu tố cơ bản.....	235
§13-4. Các phương pháp bố trí điểm.....	238
§13-5. Công tác trắc địa khi xây nhà.....	243
Chương 14. Bố trí đường cong tròn.....	259
§14-1. Khái niệm.....	259
§14-2. Bố trí các điểm chính của đường cong tròn.....	259
§14-3. Bố trí các điểm phụ của đường cong tròn.....	261
§14-4. Bố trí đường cong đứng.....	268
Chương 15. Đo vẽ hoàn công.....	275
§15-1. Mục đích, ý nghĩa của đo vẽ hoàn công.....	275
§15-2. Nội dung đo vẽ hoàn công.....	276
§15-3. Bình đồ hoàn công.....	277
Chương 16. Quan trắc biến dạng công trình.....	279
§16-1. Mục đích ý nghĩa và các yếu tố có liên quan đến biến dạng công trình.....	279
§16-2. Quan trắc lún công trình.....	281
§16-3. Quan trắc độ dịch chuyển ngang công trình....	283
§16-4. Quan trắc độ nghiêng công trình.....	284
Chương 17. Trắc địa ảnh.....	288
§17-1. Khái niệm.....	288
§17-2. Đo vẽ địa hình bằng ảnh chụp từ trên không...	288
§17-3. Đo vẽ địa hình bằng ảnh chụp từ mặt đất.....	297
§17-4. Các hướng ứng dụng chính của các phương pháp đo ảnh trong khi khảo sát, xây dựng và khai thác các công trình kỹ thuật.....	300
Tài liệu tham khảo chính.....	310
Mục lục.....	313

Giá: 22.000đ