

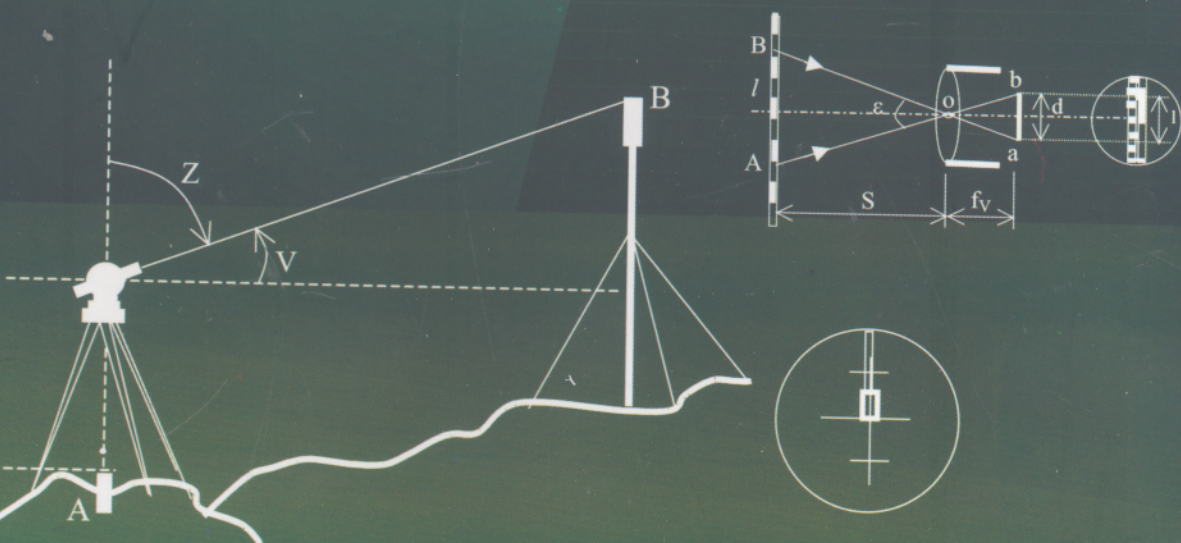


SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

GIÁO TRÌNH

Đo đạc Địa chính

DÙNG TRONG CÁC TRƯỜNG TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

PGS.TS. NGUYỄN TRỌNG SAN (*Chủ biên*)

GIÁO TRÌNH **ĐO ĐẠC ĐỊA CHÍNH**

(Dùng trong các trường THCN)

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2006

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI
4 - TỐNG DUY TÂN, QUẬN HOÀN KIẾM, HÀ NỘI
ĐT: (04) 8252916, 8257063, - FAX: (04) 8257063

GIÁO TRÌNH
ĐO ĐẠC ĐỊA CHÍNH
NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2006

Chủ biên
PGS.TS. NGUYỄN TRỌNG SAN
Tham gia biên soạn
PGS.TS. NGUYỄN TRỌNG SAN
KS. MAI THỊ NGHỊ

Chịu trách nhiệm xuất bản:
NGUYỄN KHÁC OÁNH

Biên tập:
TRƯƠNG ĐỨC HÙNG

Bìa:
PHAN ANH TÚ
Trình bày - Kỹ thuật vi tính:
CTY QUẢNG CÁO HÀ NỘI

Sửa bản in:
ĐÀM THỊ LY

In 1.100 cuốn, khổ 17 x 24cm tại Công ty in Khoa học kỹ thuật, 101A Nguyễn Khuyến, Đống Đa, Hà Nội. Quyết định xuất bản số 146 - 2006/CXB/121GT-19/HN. In xong và nộp lưu chiểu tháng 4/2006.

Lời giới thiệu

Nước ta đang bước vào thời kỳ công nghiệp hóa, hiện đại hóa nhằm đưa Việt Nam trở thành nước công nghiệp văn minh, hiện đại.

Trong sự nghiệp cách mạng to lớn đó, công tác đào tạo nhân lực luôn giữ vai trò quan trọng. Báo cáo Chính trị của Ban Chấp hành Trung ương Đảng Cộng sản Việt Nam tại Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ IX đã chỉ rõ: “Phát triển giáo dục và đào tạo là một trong những động lực quan trọng thúc đẩy sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa, là điều kiện để phát triển nguồn lực con người - yếu tố cơ bản để phát triển xã hội, tăng trưởng kinh tế nhanh và bền vững”.

Quán triệt chủ trương, Nghị quyết của Đảng và Nhà nước và nhận thức đúng đắn về tầm quan trọng của chương trình, giáo trình đối với việc nâng cao chất lượng đào tạo, theo đề nghị của Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội, ngày 23/9/2003, Ủyban nhân dân thành phố Hà Nội đã ra Quyết định số 5620/QĐ-UB cho phép Sở Giáo dục và Đào tạo thực hiện đề án biên soạn chương trình, giáo trình trong các trường Trung học chuyên nghiệp (THCN) Hà Nội. Quyết định này thể hiện sự quan tâm sâu sắc của Thành ủy, UBND thành phố trong việc nâng cao chất lượng đào tạo và phát triển nguồn nhân lực Thủ đô.

Trên cơ sở chương trình khung của Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành và những kinh nghiệm rút ra từ thực tế đào tạo, Sở Giáo dục và Đào tạo đã chỉ đạo các trường THCN tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình một cách khoa học, hệ

thống và cập nhật những kiến thức thực tiễn phù hợp với đối tượng học sinh THCS Hà Nội.

Bộ giáo trình này là tài liệu giảng dạy và học tập trong các trường THCS ở Hà Nội, đồng thời là tài liệu tham khảo hữu ích cho các trường có đào tạo các ngành kỹ thuật - nghiệp vụ và đông đảo bạn đọc quan tâm đến vấn đề hướng nghiệp, dạy nghề.

Việc tổ chức biên soạn bộ chương trình, giáo trình này là một trong nhiều hoạt động thiết thực của ngành giáo dục và đào tạo Thủ đô để kỷ niệm “50 năm giải phóng Thủ đô”, “50 năm thành lập ngành” và hướng tới kỷ niệm “1000 năm Thăng Long - Hà Nội”.

Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội chân thành cảm ơn Thành ủy, UBND, các sở, ban, ngành của Thành phố, Vụ Giáo dục chuyên nghiệp Bộ Giáo dục và Đào tạo, các nhà khoa học, các chuyên gia đầu ngành, các giảng viên, các nhà quản lý, các nhà doanh nghiệp đã tạo điều kiện giúp đỡ, đóng góp ý kiến, tham gia Hội đồng phản biện, Hội đồng thẩm định và Hội đồng nghiệm thu các chương trình, giáo trình.

Đây là lần đầu tiên Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình. Dù đã hết sức cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót, bất cập. Chúng tôi mong nhận được những ý kiến đóng góp của bạn đọc để từng bước hoàn thiện bộ giáo trình trong các lần tái bản sau.

GIÁM ĐỐC SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

Lời nói đầu

Đo đạc địa chính là môn học cần thiết đối với học sinh theo học chuyên ngành Quản lý đất đai. Để đáp ứng nhu cầu của học sinh về tài liệu học tập, chúng tôi biên soạn giáo trình Đo đạc địa chính gồm hai phần.

Phần lý thuyết do PGS.TS. Nguyễn Trọng San biên soạn sẽ cung cấp cho học sinh những kiến thức cơ bản về:

- Địa chính và chức năng của địa chính;
- Hình dạng, kích thước trái đất, hệ quy chiếu tọa độ thông dụng, khái niệm về bản đồ địa chính;
- Nguyên lý cấu tạo các máy đo góc, đo khoảng cách, đo độ cao và phương pháp đo ngắm, xử lý kết quả đo;
- Các vấn đề thành lập lưới khống chế tọa độ mặt phẳng và độ cao phục vụ đo vẽ bản đồ địa chính;
- Các phương pháp đo vẽ thành lập bản đồ địa chính và phương pháp sử dụng chúng phục vụ quản lý đất đai.

Phần thực hành do KS. Mai Thị Nghị biên soạn với nội dung:

- Sử dụng máy đo góc, đo khoảng cách và đo độ cao;
- Thành lập lưới khống chế đo vẽ;
- Thực hiện quy trình đo vẽ bản đồ địa chính;
- Thành lập bản đồ địa chính cho xã phường, thị trấn theo quy phạm.

Trong quá trình biên soạn, chúng tôi đã cố gắng diễn đạt ngắn gọn, cập nhật các thông tin mới. Song do khả năng và thời gian có hạn nên trong cuốn giáo trình này không thể tránh khỏi thiếu sót. Chúng tôi mong bạn đọc góp ý kiến xây dựng để cuốn giáo trình đạt chất lượng cao hơn trong những lần in sau.

Xin chân thành cảm ơn!

TÁC GIẢ

Phần mở đầu

I. KHÁI NIỆM VỀ TRẮC ĐỊA

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

Trắc địa bao gồm nhiều bộ môn khoa học và kỹ thuật quan hệ chặt chẽ với nhau, mỗi bộ môn có chức năng riêng.

Trắc địa cao cấp: Nghiên cứu về hình dạng, kích thước của toàn bộ hoặc các vùng rộng lớn của bề mặt trái đất, nghiên cứu các hiện tượng biến dạng của vỏ trái đất, xây dựng mạng lưới tọa độ quốc gia có độ chính xác cao

Trắc địa địa hình - địa chính: Nghiên cứu quy trình công nghệ thành lập bản đồ địa hình, bản đồ địa chính bằng phương pháp đo vẽ trực tiếp hoặc bằng phương pháp sử dụng ảnh chụp từ máy bay hay ảnh vũ trụ.

Trắc địa ảnh: Chuyên nghiên cứu các phương pháp chụp ảnh bề mặt trái đất và công nghệ đo ảnh để thành lập các loại bản đồ.

Trắc địa công trình: Nghiên cứu phương pháp trắc địa nhằm khảo sát địa hình phục vụ thiết kế công trình, đưa thiết kế ra thực địa, theo dõi thi công và đo đạc biến dạng các công trình xây dựng.

Bản đồ: Nghiên cứu các phương pháp biểu thị, biên tập, trình bày, chế in và sử dụng các loại bản đồ địa lý, bản đồ địa hình, bản đồ địa chính và các loại bản đồ chuyên đề khác.

Ngày nay cùng với sự phát triển của điện tử - tin học, người ta đưa ra khái niệm mới “Địa tin học” (*Geomatic*). Đó là thuật ngữ liên quan đến việc thu thập, lưu trữ, quản lý, thể hiện và ứng dụng thông tin trong hệ quy chiếu không gian. Các thông tin về vị trí, kích thước, hình dạng của các đối tượng trong thế

giới thực và các thông tin liên quan khác được thu thập bằng các kỹ thuật đo trực tiếp ở thực địa, kỹ thuật đo ảnh hàng không, ảnh viễn thám, sau đó chúng được quản lý trong hệ thống máy tính điện tử để khai thác sử dụng.

II. KHÁI NIỆM VỀ ĐỊA CHÍNH

Theo truyền thống, địa chính được xem như là “*trạng thái hộ tịch của quyền sở hữu đất đai*”, nhưng khái niệm này được tiến hoá theo thời gian. Ngày nay có thể hiểu địa chính là tổng hợp các tư liệu và văn bản xác định rõ vị trí, ranh giới, phân loại, số lượng, chất lượng của đất đai, quyền sở hữu, quyền sử dụng đất và những vật kiến trúc phụ thuộc kèm theo.

Lúc ban đầu địa chính chỉ nhằm mục đích chủ yếu là thu thuế, nhưng ngày nay nó không chỉ là đăng ký các đối tượng thuế khoá mà còn bao gồm cả đăng ký quyền sở hữu, quyền sử dụng đất, những số liệu thống kê diện tích các loại đất, phân hạng đất, ước tính giá đất, quy hoạch đất,... Để có cơ sở cho việc điều tra thu thập, tổng hợp các tư liệu trên, nhất thiết phải tiến hành đo vẽ bản đồ địa chính.

1. Nội dung công tác địa chính

Địa chính là tên gọi chung cho cả hệ thống công tác quản lý đất đai. Đó là hệ thống các biện pháp giúp cho cơ quan nhà nước nắm chắc được các thông tin đất đai, quản lý được quyền sở hữu, quyền sử dụng đất, bảo vệ quyền lợi hợp pháp cho người sở hữu và sử dụng đất. Nội dung của nó bao gồm: điều tra đất đai, đo đạc, lập bản đồ địa chính, đăng ký đất, cấp giấy chứng nhận quyền sử dụng đất, phân loại, phân hạng, định giá đất,... Nó có ý nghĩa to lớn trong việc quản lý đất đai, lập quy hoạch tổng thể, kế hoạch kinh tế quốc dân, kế hoạch sử dụng đất, định chính sách đất đai, thu thuế,...

Việc quản lý đất đai bao gồm trách nhiệm thành lập, cập nhật và bảo quản các tư liệu địa chính. Khi công nghệ thông tin phát triển mạnh mẽ, người ta sử dụng máy tính để lập cơ sở dữ liệu địa chính, lúc này hệ thống thông tin đất đai hiện đại ra đời, nó trở thành công cụ đắc lực phục vụ cho quản lý địa chính.

Do địa chính có tính không gian và tính pháp lý cao nên đòi hỏi tư liệu địa chính phải chính xác, có tính liên tục và quan hệ chặt chẽ với đo đạc địa chính. Có thể khẳng định rằng nếu không có đo vẽ địa chính để làm cơ sở thì không thể nói đến địa chính, vì vậy địa chính và đo đạc địa chính tuy hai mà một.

2. Phân loại địa chính

2.1. Phân loại theo đặc điểm và nhiệm vụ của địa chính

- Địa chính ban đầu: ở một thời kỳ, trong một khu vực, một địa hạt tiến hành điều tra một cách toàn diện toàn bộ đất đai, thành lập bản đồ địa chính, lập địa bạ. Đây có thể không phải là hồ sơ địa chính đầu tiên trong lịch sử của khu vực, nhưng nó bắt đầu cho một thời kỳ mới của công tác quản lý đất.

- Địa chính thường xuyên hay địa chính biến động: đó là sự biến động các tình trạng số lượng, chất lượng, phân bố không gian, quyền sở hữu, quyền sử dụng đất. Địa chính biến động dựa trên cơ sở địa chính ban đầu để bổ sung và đổi mới.

2.2. Phân loại theo độ chính xác

- Địa chính đồ giải: là địa chính thiết lập trên cơ sở đo vẽ đồ giải, sử dụng bàn đạc mà sản phẩm đầu tiên là các bình đồ địa chính tỷ lệ lớn. Có thể dùng phương pháp đồ giải để đọc toạ độ, khoảng cách, góc, diện tích, nhưng chỉ đạt độ chính xác hạn chế.

- Địa chính cho toạ độ giải tích: ở thực địa trực tiếp đo được toạ độ của các điểm bằng các máy toàn đạc điện tử, hoặc đo các yếu tố khác như góc, cạnh rồi tính ra toạ độ, diện tích,... Độ chính xác của kết quả sẽ tốt hơn so với phương pháp đồ giải.

III. VAI TRÒ CỦA TRẮC ĐỊA - ĐỊA CHÍNH TRONG ĐỜI SỐNG XÃ HỘI

1. Vai trò của trắc địa

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

Chúng ta có thể thấy rõ vai trò đặc biệt của trắc địa qua các giai đoạn thực hiện một công trình xây dựng cơ bản như: công trình thuỷ điện, thuỷ lợi, công trình cầu đường, khu công nghiệp, khu dân cư, v.v.

Ở giai đoạn quy hoạch, người ta sử dụng bản đồ địa hình tỷ lệ nhỏ để vạch ra các phương án quy hoạch tổng thể, các phương án xây dựng công trình, các kế hoạch tổng quát khai thác và sử dụng công trình.

Trong giai đoạn khảo sát, người ta phải nghiên cứu tổng hợp các điều kiện tự nhiên của vùng xây dựng, thu thập các số liệu về địa hình, địa mạo, địa chất công trình, v.v. để có giải pháp kỹ thuật hợp lý trong thiết kế xây dựng công trình. Tiến hành thành lập lưới khống chế trắc địa khu vực, đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ trung bình phục vụ cho giai đoạn thiết kế.

Ở giai đoạn thiết kế, cần lập bản đồ và mặt cắt địa hình tỷ lệ lớn để thiết kế chi tiết. Chuẩn bị phương án trắc địa để chuyển thiết kế ra thực địa.

Trong giai đoạn thi công, phải tiến hành công tác xây dựng lưới cơ sở trắc địa phục vụ công tác chuyển thiết kế ra thực địa. Mặt khác, phải theo dõi thi công để đảm bảo các công trình có kết cấu đúng thiết kế.

2. Vai trò của địa chính

Địa chính có vai trò to lớn trong công tác quản lý đất đai, một nguồn tài nguyên quan trọng của đất nước. Vai trò của nó thể hiện qua các chức năng cơ bản sau: *Chức năng kỹ thuật, chức năng tư liệu, chức năng pháp lý, chức năng định thuế và chức năng quy hoạch đất đai.*

2.1. Chức năng kỹ thuật

Để thực hiện các chức năng tư liệu, pháp lý và thuế khoá, ngành địa chính có một công cụ rất cơ bản đó là bản đồ địa chính, một chỗ dựa trực tiếp không thể thiếu cho mọi hoạt động nhận dạng, mô tả đặc điểm tự nhiên của đất đai. Do vậy việc xây dựng và duy trì bản đồ địa chính là yếu tố cơ bản của chức năng kỹ thuật của địa chính. Bản đồ địa chính thể hiện chính xác vị trí, kích thước, diện tích, chất lượng các thửa đất trong các đơn vị hành chính và các yếu tố địa lý có liên quan trong một hệ toạ độ thống nhất. Bản đồ được xây dựng trên cơ sở kỹ thuật và công nghệ ngày càng hiện đại, đảm bảo cung cấp các thông tin không gian của đất đai cho công tác quản lý. Bản đồ địa chính thường xuyên được cập nhật các thông tin về sự thay đổi hợp pháp của đất đai, việc cập nhật tiến hành hàng ngày và theo định kỳ.

2.2. Chức năng tư liệu

Địa chính là nguồn cung cấp tư liệu phong phú về nhà, đất, kinh tế đất, thuế,... Đó là các tư liệu dạng bản đồ, sơ đồ và các văn bản, chúng phục vụ cho các yêu cầu của cơ quan nhà nước và nhân dân. Các tư liệu này thường thông qua ba quá trình, gồm: xây dựng tư liệu ban đầu, cập nhật tư liệu khi có biến động đất đai và cung cấp tư liệu.

2.3. Chức năng pháp lý

Đây là chức năng cơ bản của địa chính. Sau khi có đủ tư liệu xác định hiện trạng và nguồn gốc đất đai, thông qua việc đăng ký cấp giấy chứng nhận quyền sử dụng đất thì tư liệu địa chính có hiệu lực pháp lý, nó trở thành cơ sở pháp lý về quyền sở hữu, quyền sử dụng đất đai và bất động sản. Chức năng pháp lý có hai tính chất:

- Tính đối vật: đó là nhận dạng, xác định về mặt vật lý của đất và tài sản gắn liền với thửa đất.

- Tính đối nhân: nhận biết quyền sở hữu, quyền sử dụng và các quyền lợi của chủ đất.

2.4. Chức năng định thuế

Đây là nhiệm vụ nguyên thủy và cơ bản của địa chính. Trước hết là nhận dạng vị trí, ranh giới, sau đó là xác định nội dung, đánh giá, phân hạng, định giá, xác định mức thuế, tính toán các khoản thuế.

2.5. Chức năng quy hoạch của địa chính

Quy hoạch lãnh thổ, quy hoạch vùng là một công việc quan trọng góp phần tổ chức không gian lãnh thổ một cách hợp lý, đầy đủ các đối tượng quy hoạch, góp phần thay đổi mối quan hệ sản xuất, mang lại hiệu quả kinh tế-xã hội và bảo vệ môi trường.

Trên cơ sở quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế xã hội, từng vùng phải xây dựng quy hoạch sử dụng đất. Quy hoạch sử dụng đất mang tính chất dự báo được xây dựng để thể hiện những mục tiêu chiến lược phát triển kinh tế xã hội của các ngành và các vùng lãnh thổ trên từng địa bàn cụ thể theo các mục đích sử dụng đất hợp lý và có hiệu quả cao.

Các loại bản đồ địa chính, bản đồ hiện trạng sử dụng đất, bản đồ đơn vị đất đai và các số liệu thống kê về đất đai là tài liệu quan trọng phục vụ công tác lập

quy hoạch. Bản đồ quy hoạch được lập ra để thể hiện lên bản vẽ kết quả quy hoạch sử dụng đất trong giai đoạn quy hoạch, nó là cơ sở để triển khai quy hoạch ra thực địa và kiểm tra thực hiện quy hoạch theo thời gian. Chỉ có ngành địa chính mới có điều kiện lập các loại bản đồ này.

3. Quan hệ của trắc địa - địa chính với các khoa học khác

Trắc địa - địa chính có liên quan chặt chẽ với nhiều ngành khoa học như toán học, vật lý học, tin học, địa chất, địa mạo, địa lý và rất nhiều ngành kỹ thuật khác. Mỗi quan hệ đó thường có tính chất hai chiều, thúc đẩy hỗ trợ nhau cùng phát triển.

Toán học cung cấp cho trắc địa những phương pháp xây dựng các thuật toán để giải các bài toán trắc địa trên mặt cầu và mặt quy chiếu toạ độ phẳng; cung cấp công cụ để nghiên cứu, xử lý các kết quả đo và đánh giá độ chính xác của các số liệu trắc địa thu được.

Vật lý học giúp trắc địa giải quyết vấn đề xây dựng mô hình trọng trường trái đất, mô hình vật lý bầu khí quyển bao quanh trái đất. Vật lý học cung cấp cho trắc địa những nguyên lý chế tạo các máy móc đo đạc quang học, đo đạc điện tử, các máy chụp ảnh, đo ảnh, v.v.

Sự phát triển của điện tử - tin học và máy tính kỹ thuật số đã đem lại khả năng tự động hoá cao cho trắc địa - địa chính. Các máy móc thiết bị hiện đại ngày nay được sử dụng rộng rãi như máy *kinh vĩ điện tử* (Digital Theodolite - DT), *máy đo xa điện tử* (Electronic Distance Measuring - EDM), *máy toàn đạc điện tử* (Total Station), *công nghệ định vị toàn cầu* (Global Positioning System - GPS), *công nghệ thông tin địa lý* (Geographic Information System-GIS), *máy in số* (Plotter)... Máy tính và các phần mềm chuyên dụng đã giúp ngành trắc địa xử lý nhanh chóng và chính xác toàn bộ số liệu, thành lập và lưu trữ bản đồ dưới dạng số, tạo điều kiện thuận lợi để tích hợp và sử dụng hợp lý các thông tin.

IV. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CỦA TRẮC ĐỊA - ĐỊA CHÍNH

Đất đai là sản phẩm của tự nhiên, là nguồn tài nguyên vô cùng quý giá mà thiên nhiên ban tặng cho con người. Đất đai là tư liệu sản xuất đặc biệt, là thành phần quan trọng của môi trường sống, là địa bàn phân bố dân cư, xây dựng các công trình kinh tế, văn hoá, an ninh, quốc phòng,... Đất là điều kiện, nền tảng tự nhiên của mọi ngành sản xuất. Từ xa xưa, con người đã biết khai

thác, sử dụng nguồn tài nguyên đất. Cùng với quá trình phát triển của xã hội, việc sử dụng đất lâu dài đã nảy sinh vấn đề quan hệ giữa con người với con người liên quan đến đất đai, đặc biệt là vấn đề chiếm hữu và sử dụng đất, vấn đề phân phối và quản lý đất.

Để đảm bảo việc thực hiện quyền sở hữu đất, quyền sử dụng đất mà đo đạc địa chính, quản lý địa chính và quản lý đất đai ra đời và phát triển không ngừng trên cơ sở của sự phát triển sản xuất và trình độ khoa học kỹ thuật. Lịch sử của trắc địa-địa chính trên thực tế trùng hợp với lịch sử và kinh tế của mỗi dân tộc và mỗi quốc gia.

Ngay từ thuở sơ khai của xã hội loài người, vấn đề sở hữu đất đai đã giữ một vai trò cốt lõi, nó đã từng là một trong những cơ sở chủ yếu tạo nên của cải và sự giàu có của mỗi cá nhân. Vì vậy mà các cộng đồng đã sớm nghĩ ra cách thu lại một phần từ loại của cải để đạt được này. Đó chính là điểm khởi đầu của thuế đất. Để đảm bảo phân bổ đúng đắn phần thu này, rõ ràng cần biết diện tích và giá trị đất, tức là phải mô tả và đánh giá đất.

Việc sở hữu ruộng đất tất yếu còn kéo theo vấn đề chuyển nhượng, thừa kế và phân chia đất. Khi đó việc mô tả các khoảnh đất sở hữu của mỗi cá thể cũng như sự hiểu biết chắc chắn diện tích và đường biên của chúng giữ một vai trò đặc biệt quan trọng.

Mặt khác, ngoài lý do thuế khoá nói trên, các nhà cầm quyền bao giờ cũng muốn biết chính xác khoảng trời đất thuộc quyền cai trị hoặc quản lý của mình, vì vậy tự thấy cần phải đo đạc địa chính. Những điều đó là lời giải thích về mối quan hệ chặt chẽ giữa lịch sử, địa lý và các hệ thống địa chính.

Ngày nay, chúng ta đã biết khá rõ lịch sử phát triển của Trắc địa-địa chính thông qua các tư liệu khảo cổ học. Người ta đã tìm thấy những khoảnh vùng chiếm hữu đất làm nông nghiệp ngay từ cuối thời kỳ đồ đá mới. Vào khoảng ba ngàn năm trước công nguyên, việc phân chia và chiếm hữu đất đai ở Ai Cập đã hình thành. Hàng năm sau các trận lũ của sông Nin, người ta phải xác định lại ranh giới chiếm hữu đất. Điều đó đã thúc đẩy con người sáng tạo ra các dụng cụ và phương pháp thích hợp để đo đạc, phân chia đất. Đó chính là điểm khởi đầu của môn đo đất. Sau Ai Cập đến nền văn minh Hy Lạp cổ đại. Khoảng thế kỷ thứ VI trước công nguyên, người Hy Lạp đã đề ra thuyết trái đất là một khối cầu. Vào thế kỷ thứ III trước công nguyên con người đã dùng các phương pháp

đo đạc để xác định độ dài của cung kinh tuyến và đưa ra kích thước gần đúng của quả đất. Bản đồ thế giới đầu tiên đã được nhà thiên văn học Teleme vẽ vào thế kỷ thứ II sau công nguyên.

Đến thế kỷ XVIII, hai nhà bác học người Pháp là Delambre và Machain đã đo chính xác chiều dài cung kinh tuyến đi qua Paris, tính từ xích đạo đến cực Bắc của trái đất. Chiều dài này đặt bằng 10 000 000 mét. Trên cơ sở kết quả này, năm 1791, tổ chức đo lường quốc tế chọn **MÉT** là đơn vị đo độ dài quốc tế hệ SI ($1\text{met} = 1: 40\,000\,000$ độ dài kinh tuyến qua Paris). Sau này rất nhiều nhà trắc địa trên thế giới đã xác định kích thước của Elipxoid trái đất như Bessel (1841), Everest (1830), Clarke (1866), Helmert (1906), Kraxovski (1940) và hiện tại nhiều nước đang dùng WGS (1984).

Ở Việt Nam, từ thời Âu Lạc đã biết sử dụng kiến thức trắc địa và kỹ thuật đo đạc để xây thành Cổ Loa xoay tròn ốc và sau đó xây dựng kinh đô Thăng Long, đào kênh nhà Lê (Tiền Lê), v.v... Theo các tài liệu lịch sử thì ở Việt Nam từ thế kỷ XI đã tiến hành công việc kiểm tra điền địa. Đến triều đại Lê Thánh Tông, thế kỷ XV, bộ luật Hồng Đức ra đời với một phần quan trọng để điều chỉnh các quan hệ về đất đai, đồng thời lần đầu tiên ở nước ta Nhà nước cho lập hệ thống địa bạ để quản lý đất đai, đó là “Địa bạ Hồng Đức” và cho đo đạc lập bản đồ để quản lý địa giới hành chính và “Tập bản đồ Hồng Đức” được thành lập. Đó là các tư liệu quý về quản lý lãnh thổ, địa chính, trắc địa, bản đồ tạo nên lịch sử 500 năm của ngành.

Năm 1806, vua Gia Long ban hành sắc luật đạc điền trong phạm vi toàn lãnh thổ và lập mỗi xã một bộ sổ địa bạ. Trong sổ phân biệt rõ ràng ranh giới giữa công, tư điền thổ, ghi rõ quy mô diện tích các loại đất, tứ cận, ghi đủ tên các chủ sở hữu đất trên các văn tự và đồ họa tương ứng. Đến thời Thiệu Trị thì công việc kiểm kê điền địa còn được thực hiện nghiêm chỉnh và phải tu chỉnh lại 5 năm một lần theo sắc lệnh của nhà vua. Như vậy từ đầu thế kỷ XIX, tư liệu địa chính của Việt Nam đã được xây dựng và có chế độ cập nhật rõ ràng.

Trong gần một trăm năm đô hộ Việt Nam, thực dân Pháp đã sử dụng địa chính vào việc điều hành kinh tế xã hội như một công cụ quan trọng để thống trị. Biện pháp kỹ thuật của họ là đo vẽ bản đồ và điều tra đất đai, lập địa bạ. Từ năm 1871 đến 1895, người Pháp đã cho lập lưới khống chế trắc địa ở Nam kỳ,

thành lập bản đồ địa chính ở các thôn ấp, làng, xã, xác định rõ ranh giới các loại đất, ranh giới các chủ sở hữu đất. Những năm sau đó đã đo vẽ bản đồ địa chính ở nhiều khu vực, đặc biệt là những vùng đất màu mỡ. Tỷ lệ bản đồ địa chính ở vùng đô thị là 1:200, 1:500, 1:1000, ở vùng nông thôn đồng bằng là 1:1000, 1:2000, 1:4000, còn ở vùng núi là 1:4000, 1:5000 và 1:15000. Tiến hành lập sổ địa chính hay sổ địa bạ để làm căn cứ tính thuế, lập sổ thuế điền thổ, áp dụng giấy chứng nhận (Bằng khoán) đối với đất đai ở khu vực đô thị. Về tổ chức, đã lập ra các Nha Điền địa ở Bắc kỳ, Trung kỳ và Nam kỳ, ở mỗi vùng áp dụng chế độ quản lý khác nhau.

Trong giai đoạn 1955 - 1975, ở Miền Nam có Nha Địa chính, sau chuyển thành Tổng Nha điền địa (1965 - 1975) đảm nhiệm việc xây dựng các tài liệu quản thổ, tài liệu địa chính và khai thác các tài liệu để thi hành luật thuế và cải cách điền địa.

Từ 1945, khi nước Việt Nam Dân chủ Cộng hoà ra đời, công tác địa chính luôn được quan tâm duy trì và phát triển.

- Ngày 2/2/ 1947, các Ty Địa chính được nhập vào Bộ Canh nông.

- Ngày 18/ 6/1949, Nha Địa chính hợp nhất với ngành công sản trực thu thành Nha Công sản Địa chính thuộc Bộ Tài chính.

- Ngày 3/7/1958, Chính phủ ban hành Chỉ thị 334/TTg về việc tiến hành công tác địa chính thuộc Bộ Tài chính.

- Ngày 14/12/1959, Nhà nước ra quyết định thành lập Cục Đo đạc Bản đồ trực thuộc Phủ Thủ tướng, ngành trắc địa-bản đồ Việt Nam thực sự trở thành một ngành độc lập.

- Ngày 9/12/1960, Chính phủ ra Nghị định 70/CP quy định nhiệm vụ tổ chức ngành Quản lý ruộng đất, chuyển ngành Địa chính thuộc Bộ Tài chính thành ngành Quản lý ruộng đất thuộc Bộ Nông nghiệp. Nghị quyết 548/NQ-QH ngày 21/5/1979 của Ủy ban Thường vụ Quốc hội và Nghị định số 404/CP ngày 9/11/1979 đã thành lập hệ thống cơ quan quản lý đất đai trực thuộc Hội đồng Bộ trưởng và Ủy ban nhân dân các cấp, thành lập Tổng cục Quản lý ruộng đất. Trong giai đoạn này, cả nước đã tiến hành đo vẽ bản đồ giải thửa phần lớn đất nông nghiệp và đất ở khu vực nông thôn. Năm 1988, Quốc hội nước Cộng hoà xã hội chủ nghĩa Việt Nam đã ban hành Luật Đất đai.

- Ngày 22/2/1994, Chính phủ ra Nghị định số 12/CP về việc thành lập Tổng cục Địa chính trên cơ sở hợp nhất Tổng cục Quản lý ruộng đất với Cục Đo đạc Bản đồ Nhà nước. Chính phủ ra Nghị định số 34/CP ngày 23/4/1994 quy định về chức năng, nhiệm vụ và quyền hạn của Tổng cục Địa chính. Đây là giai đoạn phát triển mạnh của ngành trắc địa-địa chính, hệ thống văn bản pháp luật và các quy phạm kỹ thuật ngày càng hoàn chỉnh, đất đai được giao cho các tổ chức, các hộ gia đình và cá nhân sử dụng ổn định lâu dài, đa số các thành phố và vùng đã đo vẽ xong bản đồ địa chính, hồ sơ địa chính được xác lập một cách có hệ thống, công nghệ mới được nghiên cứu ứng dụng mạnh mẽ, đất đai được quản lý chặt chẽ hơn.

Cuối năm 2002, Quốc hội khoá 11 quyết định thành lập Bộ Tài nguyên và Môi trường trên cơ sở hợp nhất tổ chức của Tổng cục Địa chính, Tổng cục Khí tượng-Thủy văn và một số cơ quan thuộc Bộ Công nghiệp, Bộ Khoa học và Công nghệ cũ. Sau đó Chính phủ ra Nghị định số 91/2002/NĐ-CP ngày 11/11/2002 quy định về chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Bộ Tài nguyên và Môi trường. Ngoài các Vụ, các trung tâm chức năng khác của Bộ, các cơ quan chức năng cơ bản của ngành địa chính trong Bộ Tài nguyên và Môi trường thực hiện chức năng quản lý nhà nước về đất đai gồm có: Vụ Đất đai, Vụ Đăng ký và Thống kê đất đai, Cục Đo đạc bản đồ, Trung tâm Điều tra quy hoạch đất đai, Trung tâm Viễn thám, Trung tâm Thông tin, Viện nghiên cứu địa chính. Cơ cấu tổ chức của ngành ở các tỉnh và thành phố trực thuộc Trung ương có Sở Tài nguyên và Môi trường. Ở cấp huyện, ngành quản lý đất đai cũng được tổ chức tương tự như cấp tỉnh. Lực lượng cán bộ địa chính xã phường được tăng cường. Như vậy, ngành địa chính được tổ chức lại trong ngành tài nguyên và môi trường nói chung từ Trung ương đến địa phương.

Ngành trắc địa-bản đồ Việt Nam đã triển khai công tác nghiên cứu và ứng dụng khoa học kỹ thuật trắc địa-bản đồ trong xây dựng lưới tọa độ, độ cao cấp nhà nước, thành lập các loại bản đồ địa hình, địa chính và bản đồ chuyên đề phục vụ điều tra cơ bản, quản lý, xây dựng và bảo vệ đất nước. Ngành địa chính Việt Nam từ chỗ chỉ có chức năng thuế, sau đó có chức năng quản lý đất nông nghiệp, quy hoạch nông nghiệp và sau cùng đã có chức năng đầy đủ hơn như ngày nay.

V. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU CỦA MÔN HỌC

Đo đạc địa chính là công tác đo vẽ và điều tra nhằm xác định các thông tin cơ bản về vị trí, kích thước thửa đất và các vật phụ thuộc trên đó, đồng thời tiến hành điều tra quyền sở hữu, quyền sử dụng, phân loại sử dụng, phân hạng đất nhằm cung cấp những thông tin về đất đai kịp thời phục vụ quản lý đất, quản lý nhà, thu thuế, quy hoạch thành phố, làng mạc, khai thác tài nguyên đất quốc gia một cách có hiệu quả, phục vụ phát triển kinh tế xã hội và bảo vệ môi trường... Đo đạc địa chính bao gồm đo đạc ban đầu để thành lập bản đồ, hồ sơ địa chính ban đầu và đo đạc hiện chính được thực hiện khi thửa đất có thay đổi về hình dạng, kích thước và chủ sử dụng đất.

Sản phẩm chủ yếu của đo đạc địa chính là bản đồ địa chính và các văn bản mang tính kỹ thuật và pháp lý cao phục vụ trực tiếp cho quản lý đất đai. Nó khác đo đạc thông thường ở chỗ có tính chuyên môn cao, thể hiện như:

- Hành vi hành chính có tính pháp lý cao.
- Có độ chính xác cao thoả mãn yêu cầu quản lý đất.
- Có tư liệu đồng bộ gồm bản đồ, sổ sách, giấy chứng nhận, v.v.
- Tư liệu có tính xác thực và tính hiện thời.
- Việc cập nhật tư liệu không nhất thiết phải theo chu kỳ cố định, khi yếu tố địa chính thay đổi phải kịp thời đo bổ sung và cập nhật hồ sơ địa chính.

Giáo trình **Đo đạc địa chính** là tài liệu tham khảo chính cho học sinh ngành Quản lý đất đai. Nội dung giáo trình bao gồm những vấn đề cơ bản sau:

1). Những kiến thức cơ bản về hình dạng, kích thước trái đất, về hệ quy chiếu toạ độ thông dụng; các khái niệm về bản đồ, bình đồ và phương pháp thể hiện các đối tượng trên mặt đất lên bản đồ; các khái niệm về phép đo và ước lượng sai số đo.

2). Nguyên lý đo góc, đo chiều dài và đo độ cao; cấu tạo và tính năng các máy móc, dụng cụ đo và phương pháp đo ngắm, xử lý kết quả đo.

3). Các vấn đề thành lập lưới khống chế toạ độ mặt phẳng và độ cao phục vụ đo vẽ bản đồ địa chính.

4). Các phương pháp đo vẽ thành lập bản đồ địa chính và phương pháp sử dụng chúng phục vụ quản lý đất đai.

Phần một

NHỮNG KIẾN THỨC CHUNG

Chương 1

KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ TRÁI ĐẤT VÀ BẢN ĐỒ

Mục tiêu:

Sau khi học chương 1, người học cần hiểu các khái niệm cơ bản nhất như: đơn vị đo, hình dạng đặc trưng của trái đất, khái niệm về bản đồ, bình đồ, tỷ lệ bản đồ và thước tỷ lệ, các hệ toạ độ và độ cao trên mặt cầu, các phép chiếu bản đồ và hệ toạ độ vuông góc phẳng, các loại góc định hướng.

Nội dung:

- Các đơn vị đo dài, đo diện tích, đo góc và ứng dụng nó trong đo đạc.
- Hình dạng đặc trưng của trái đất dùng trong trắc địa như Geoid, Kvazigeoid, Elipxoid quả đất và Elipxoid thực dụng.
- Khái niệm về bản đồ, bình đồ, tỷ lệ bản đồ và thước tỷ lệ; biết ứng dụng thước tỷ lệ trong khi vẽ và sử dụng bản đồ.
- Khái niệm các hệ toạ độ và độ cao trên mặt cầu, các phép chiếu bản đồ và hệ toạ độ vuông góc phẳng dùng trong trắc địa.
- Hiểu các khái niệm và biết ứng dụng các loại góc định hướng đường thẳng và định hướng bản đồ.

I. CÁC ĐƠN VỊ ĐO DÙNG TRONG TRẮC ĐỊA

Trong trắc địa thường phải đo các đại lượng hình học như chiều dài, góc bằng, góc đứng,... và các đại lượng vật lý như gia tốc trọng trường, thời gian, các yếu tố khí tượng, v.v.. Trong mục này ta tìm hiểu về các đơn vị đo góc và đo chiều dài.

1. Đơn vị đo chiều dài

Năm 1791, Tổ chức Đo lường quốc tế lấy đơn vị đo chiều dài trong hệ SI là mét và quy định: "*Một mét là chiều dài ứng với $4 \cdot 10^{-7}$ chiều dài của kinh tuyến đi qua Paris*" và chế tạo một thước chuẩn có độ dài 1 mét bằng thép không gỉ, có độ giãn nở rất nhỏ đặt ở Viện Đo lường Paris.

Từ sau thế kỷ 19, độ chính xác của thước chuẩn không còn đáp ứng được yêu cầu đo lường các phần tử vô cùng nhỏ, vì thế năm 1960 đã quy định lại đơn vị đo dài: "*Một mét là chiều dài bằng 1650763,73 chiều dài của bước sóng bức xạ trong chân không của nguyên tử Krypton-86, tương đương với quỹ đạo chuyển dời của điện tử giữa hai mức năng lượng $2P_{10}$ và $5d_5$* ". Một mét (m) = 10 decimet (dm) = 10^2 centimet (cm) = 10^3 milimet (mm) = 10^6 micromet (μm) = 10^9 nanomet (nm).

Đơn vị đo diện tích thường dùng là Mét vuông (m^2), Kilômet vuông (km^2) và Hecta (ha), $1\text{km}^2 = 1000\ 000\ \text{m}^2$, $1\text{ha} = 10\ 000\ \text{m}^2$.

Ngoài ra một số nước còn dùng đơn vị đo chiều dài của Anh: $1\text{ foot} = 0,3048\text{ m}$, $1\text{ inch} = 2,54\text{ cm}$, và $1\text{ dặm} = 5280\text{ ft} = 1609,344\text{ m}$.

2. Đơn vị đo góc

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

2.1. Radian

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

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

Ví dụ: Có góc $A = l/R = 1,2435\text{ rad}$

Góc tròn là góc ở tâm đường tròn chắn cung tròn có chiều dài đúng bằng chu vi hình tròn. Chu vi hình tròn có chiều dài là $2\pi R$ nên góc tròn có độ lớn là $2\pi\text{ rad}$.

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

2.2. Độ

Độ ký hiệu là ($^\circ$), là góc ở tâm đường tròn chắn một cung tròn có chiều dài bằng $1/360$ chu vi hình tròn.

Một độ chia thành 60 phút, một phút chia thành 60 giây, ký hiệu tương ứng là (') và (''), $1^{\circ} = 60' = 3600''$.

Ví dụ: Góc được viết như sau: $B = 123^{\circ} 35' 53''$.

Một góc tròn có $360^{\circ} = 21600' = 1296000''$

2.3. Grad

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

Grad còn được gọi là **Gon**, ký hiệu là **g**. Một grad chia thành 100 phút grad (miligrad), một phút grad chia thành 100 giây grad (decimiligrad), ký hiệu tương ứng là ($^{\circ}$) và (cc).

Ví dụ: Góc $C = 172^{\text{gr}} 21^{\circ} 37^{\text{cc}} = 172,2137^{\text{gr}} = 172,2137^{\text{g}}$.

Một góc tròn có $400^{\text{gr}} = 40000^{\circ} = 4000000^{\text{cc}}$.

2.4. Quan hệ giữa các đơn vị đo góc

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

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

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

$$\alpha \text{rad} = \alpha^{\circ} \cdot \pi/180$$

$$\alpha^{\circ} = \alpha \text{rad} \cdot 180/\pi$$

Đặt các hệ số:

$$\rho^{\circ} = 180^{\circ}/\pi = 57^{\circ} 17' 44'',8$$

$$\rho' = 180^{\circ} \times 60/\pi = 3438'$$

$$\rho'' = 180^{\circ} \times 60 \times 60/\pi = 206265''$$

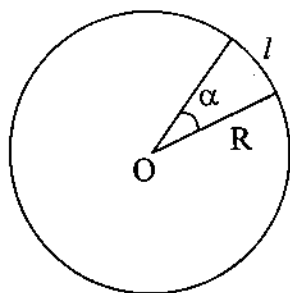
(đọc là rô độ, rô phút, rô giây) suy ra công thức

chuyển đổi giữa hệ đo độ và radian:

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

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

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



Hình 1.1

(1-1)

Tương tự có thể suy ra các công thức chuyển đổi giữa radian và grad thông qua hệ số chuyển đổi

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

Trong các bài toán kỹ thuật, khi tính toán giá trị các hàm số lượng giác của các góc nhỏ có thể dùng các quan hệ tương đương, nghĩa là chỉ lấy số hạng bậc nhất trong công thức khai triển hàm số lượng giác thành chuỗi số:

$$\sin \varepsilon = \varepsilon + \varepsilon^3/3! + \varepsilon^5/5! + \dots \approx \varepsilon$$

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \varepsilon + \varepsilon^3/3 + \varepsilon^5/15 + \dots \approx \varepsilon$$

Tức là giá trị góc nhỏ tính bằng giây được lấy bằng giá trị góc tính bằng radian:

$$1'' \approx \sin 1'' \approx 1 \text{ rad} / 206265 = 0,000004848 \text{ rad.}$$

Ví dụ: Có một góc nhỏ $\alpha'' = 15''$ chắn một cung tròn có bán kính $R=1000\text{m}$, xem hình 1.1, ta suy ra chiều dài cung tròn l chắn bởi góc đó:

$$l = R \cdot \alpha''/\rho'' = 1000 \times 15/206265 = 0,0727 \text{ m.}$$

II. KHÁI NIỆM VỀ HÌNH DẠNG VÀ KÍCH THƯỚC CỦA TRÁI ĐẤT

1. Hình dạng tự nhiên của trái đất

Mặt tự nhiên của trái đất là một bề mặt khá phức tạp, có diện tích khoảng 510575.10^3 km^2 , trong đó đại dương chiếm 71,8% và lục địa chiếm 28,2%. Độ cao trung bình của lục địa so với mực nước đại dương khoảng +875m, còn độ sâu trung bình của đáy đại dương khoảng -3800m. Chênh lệch độ cao giữa điểm cao nhất (đỉnh núi Chomolunga 8882m) và điểm sâu nhất (hố Marian -11032m) của vỏ trái đất khoảng 20km. Nhìn từ xa, trái đất có dạng một quả cầu hơi dẹt ở hai cực, bán kính xích đạo là 6378km, bán kính ở cực là 6356km, bán kính trung bình của trái đất là 6371km.

Với số liệu trên, ta có thể hình dung hành tinh thu nhỏ của chúng ta như một quả cầu nước có bán kính 3m mà vết gợn lớn nhất trên bề mặt là 1cm (bằng 1/300 bán kính).

2. Các hình dạng đặc trưng của trái đất

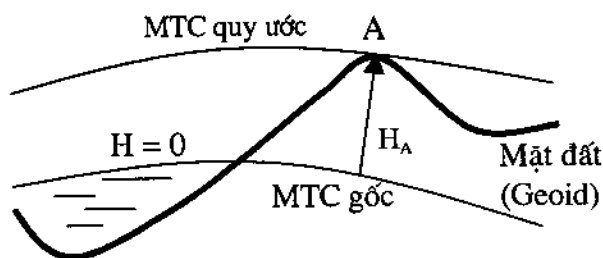
Khi đo đạc ta luôn thực hiện các phép đo trên mặt đất, các phép đo đều dựa vào phương dây dọi, còn khi tính toán lại phải dựa vào các mặt toán học đặc trưng, vì vậy cần hiểu khái niệm về các mặt đặc trưng của trái đất.

2.1. Mặt thủy chuẩn quả đất và mặt thủy chuẩn gốc

Mặt nước đại dương trung bình ở trạng thái yên tĩnh (không bị ảnh hưởng của chế độ gió và thủy triều...) trải dài xuyên qua lục địa, hải đảo tạo thành một mặt cong khép kín được gọi là mặt thủy chuẩn quả đất.

Trong trắc địa thực hành thường sử dụng mặt thủy chuẩn làm mặt chuẩn (hay mặt quy chiếu) độ cao.

Tuy nhiên để cho chuẩn xác, mỗi quốc gia bằng số liệu đo đạc của mình xây dựng một mặt chuẩn độ cao riêng gọi là *mặt thủy chuẩn gốc*. Ở Việt Nam lấy mặt nước biển trung bình nhiều năm của trạm nghiệm triều ở đảo Hòn Dấu, Đồ Sơn, Hải Phòng làm mặt thủy chuẩn gốc.



Hình 1.2

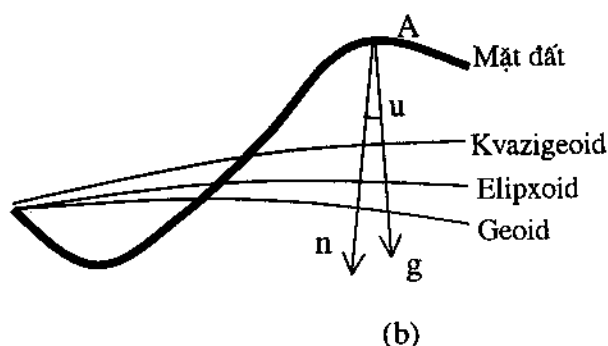
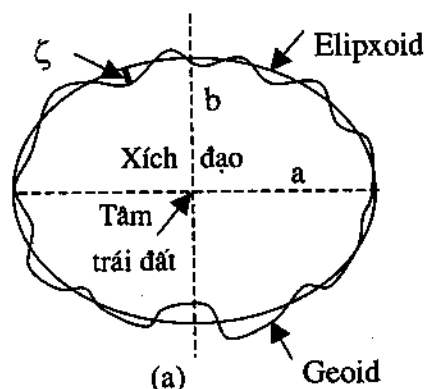
2.2. Geoid và Kvazigeoid

Khối vật thể bao bọc bởi mặt thủy chuẩn của trái đất được gọi là *Geoid*. Tâm của khối Geoid trùng với tâm của trái đất và tại mọi điểm trên mặt đất phương của trọng lực vuông góc với mặt Geoid.

Vì vật chất phân bố trong lòng đất không đồng đều nên phương của trọng lực (phương của đường dây dọi) tại các điểm trên Geoid không hội tụ về tâm quả đất, nghĩa là mặt Geoid là mặt tròn liên tục gợn sóng và khối Geoid là hình dạng vật lý của quả đất.

Việc xác định chính xác Geoid chung quả đất là rất khó. Trong thực tế người ta chỉ xác định được Geoid một cách gần đúng gọi là *Kvazigeoid* (Geoid gần đúng). Kvazigeoid là mặt chuẩn của hệ độ cao thường và thường được dùng trong mạng lưới độ cao Nhà nước.

2.3. Elipxoid trái đất và Elipxoid thực dụng



Hình 1.3

Mặt Geoid và Kvazigeoid không phải là một dạng mặt cong toán học trơn, trong khi đó các số liệu trắc địa phải được tính toán, xử lý trên bề mặt toán học. Vì lý do đó người ta thay thế Geoid bằng một hình gần với nó đó là *elip tròn xoay* và gọi là *Elipsoid trái đất*. Hình 1.3a là mặt cắt qua hai mặt đặc trưng kể trên. Chênh cao giữa Elipsoid và Geoid là ζ .

Elipsoid trái đất có những tính chất sau:

- Tâm của Elipsoid trùng với tâm của trái đất.
- Thể tích của Elipsoid bằng thể tích Geoid.
- Mặt phẳng xích đạo của Elipsoid trùng với mặt phẳng xích đạo của trái đất.
- Tổng bình phương chênh cao giữa mặt Elipsoid trái đất và mặt Geoid là nhỏ nhất $[\zeta^2] = \min$.
- Tại mọi điểm trên bề mặt Elipsoid, phương của pháp tuyến đều vuông góc với mặt của nó.

Như vậy, mặt Geoid và mặt Elipsoid quả đất không trùng nhau, và tại mỗi điểm trên bề mặt đất, phương của trọng lực g (phương vật lý) không trùng với phương của pháp tuyến n của mặt Elipsoid (phương toán học) mà tạo thành góc u gọi là độ lệch dây dọi. Độ lệch dây dọi u được xác định bằng phương pháp thiên văn - trắc địa và trọng lực, do đó cho phép tính chuyển các yếu tố đo được từ mặt đất sang mặt Elipsoid trái đất.

Việc xác định chính xác Elipsoid quả đất nhờ số liệu thiên văn, trắc địa và trọng lực đòi hỏi phải có số liệu đo đạc với mật độ lớn trên khắp bề mặt trái đất. Công việc này hết sức khó khăn, nhất là ở vùng đại dương, núi cao, vùng Bắc và Nam cực. Mặt khác, trong lĩnh vực thành lập bản đồ địa hình, vị trí của mỗi quốc gia trên quả đất khác nhau không nhất thiết phải sử dụng hệ quy chiếu Elipsoid chung. Vì vậy, *mỗi quốc gia bằng số liệu đo đạc của mình xây dựng một mặt Elipsoid riêng, gọi là **Elipsoid thực dụng** (Reference Elipsoid) hay **Elipsoid tham khảo**.*

Yêu cầu cơ bản của Elipsoid thực dụng là nó phải được định vị vào trái đất gần trùng nhất với mặt Geoid và bao trùm được toàn bộ lãnh thổ quốc gia. Elipsoid thực dụng là bề mặt toán học có vai trò quan trọng trong việc giải các bài toán lý thuyết cũng như các bài toán thực tiễn của công tác trắc địa.

Ở Việt Nam, trước năm 2000, miền Bắc đã sử dụng Elipsoid thực dụng Kraxovski, hệ tọa độ Nhà nước HN-72, còn miền Nam dùng Elipsoid Everest

(xem bảng 1.1). Hiện nay, trên cơ sở sử dụng Elipxoid WGS-84 cùng với số liệu đo đạc của Việt Nam, chúng ta xây dựng Elipxoid thực dụng riêng. Nó là cơ sở toán học của hệ toạ độ Nhà nước mới VN-2000 thay cho HN-72.

3. Kích thước trái đất

Mặt tự nhiên của trái đất rất lồi lõm, không thể xác định kích thước chung. Vì vậy người ta chỉ xác định kích thước của một bề mặt đặc trưng, đó là Elipxoid trái đất. Kích thước của Elipxoid trái đất được xác định bởi bán trục lớn a , bán trục nhỏ b và độ dẹt $\alpha = (a-b)/a$ đã được nhiều nhà khoa học xác định. Bảng 1.1 giới thiệu một vài kết quả mà trong công tác xử lý số liệu ở nước ta đã và đang sử dụng.

Bảng 1.1

Tên Elipxoid	Năm	Bán trục lớn a (m)	Độ dẹt α
Everest	1956	6377296	1: 300,8
Krasovski	1940	6378245	1: 298,3
WGS	1984	6378137	1: 298,2

Chú ý: Trong một số trường hợp, để đơn giản trong việc ước tính ta có thể coi gần đúng quả đất là hình cầu với bán kính $R = 6371\text{km}$, chu vi tính theo đường xích đạo $C = 2\pi R \approx 40.000\text{km}$ và chiều dài ứng với 1° trên các kinh tuyến hoặc xích đạo là $C/360^\circ \approx 111\text{km}$.

III. BẢN ĐỒ VÀ TỶ LỆ BẢN ĐỒ

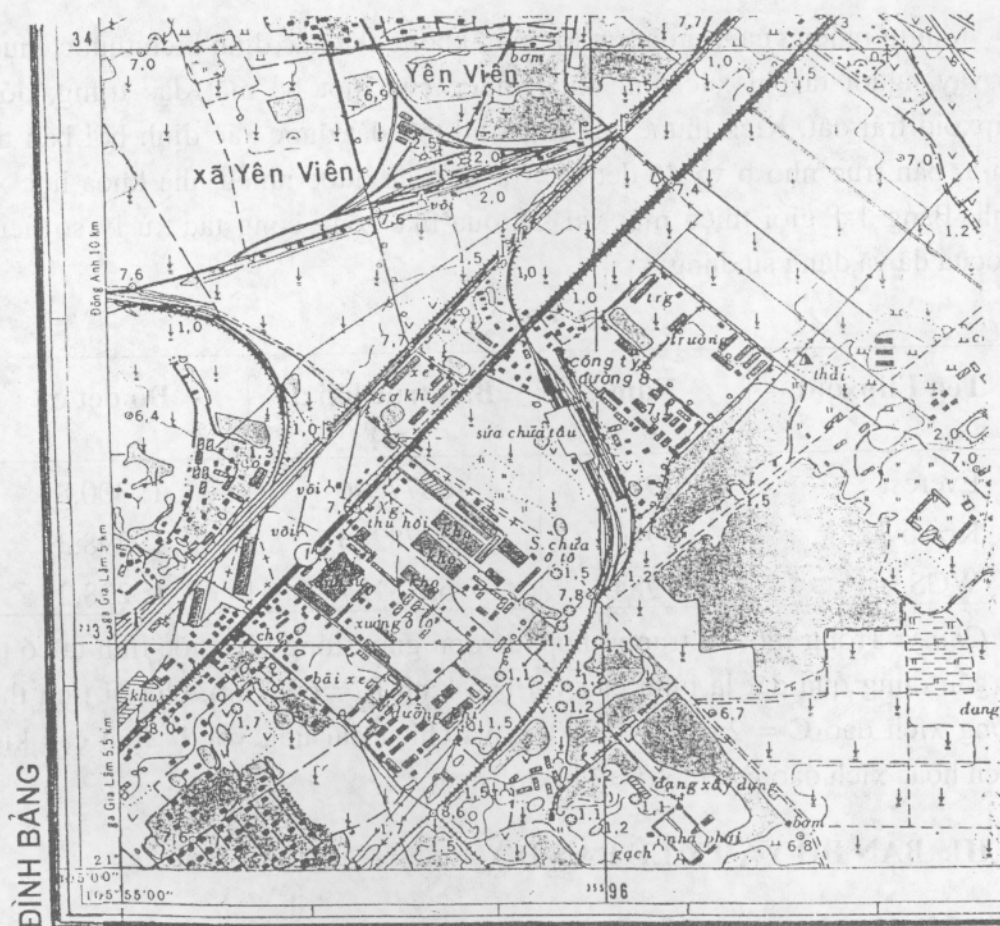
1. Khái niệm bản đồ và bình đồ

1.1. Bản đồ

Bản đồ là hình ảnh thu nhỏ và được khái quát hoá một phần rộng lớn của bề mặt trái đất lên mặt phẳng nằm ngang theo một phép chiếu hình bản đồ thích hợp và sử dụng những nguyên tắc biên tập khoa học.

Như vậy, phải hiểu khái niệm bản đồ biểu thị khu đất rộng lớn, có tính đến ảnh hưởng của độ cong trái đất, đặc điểm biến dạng của phép chiếu hình và sử dụng hệ toạ độ, độ cao Nhà nước.

Bản đồ được chia thành hai loại là bản đồ địa lý chung và bản đồ chuyên đề. Bản đồ địa lý chung gồm ba nhóm là bản đồ địa lý khái quát, bản đồ địa hình khái quát và bản đồ địa hình tỷ lệ lớn. Hình 1.4 thể hiện một góc tờ bản đồ địa hình tỷ lệ 1:10000.



Hình 1.4

1.2. Bình đồ

Bình đồ là bản vẽ thu nhỏ, khái quát một vùng đất nhỏ lên mặt phẳng nằm ngang, sử dụng phép chiếu thẳng góc đơn giản. Như vậy, trên bình đồ không chú trọng xử lý ảnh hưởng độ cong trái đất mà coi mặt đất là mặt phẳng. Bình đồ có thể sử dụng hệ toạ độ Nhà nước hoặc hệ toạ độ giả định.

2. Tỷ lệ bản đồ

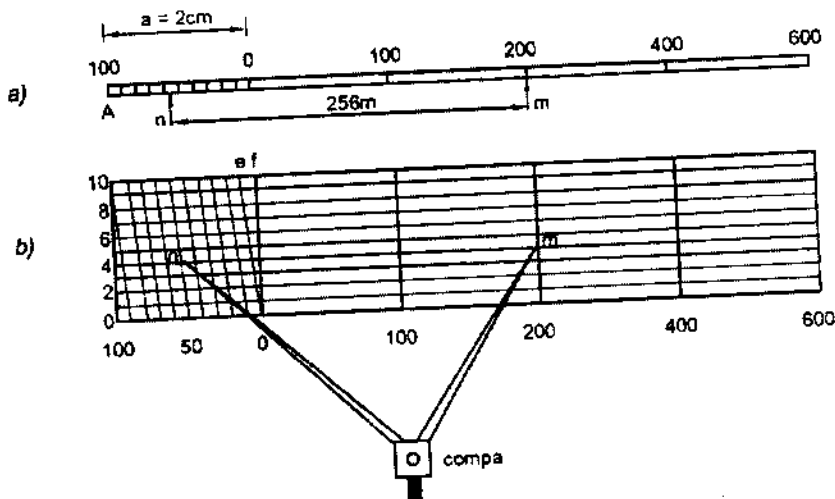
Tỷ lệ bản đồ là tỷ số giữa chiều dài đoạn thẳng S trên bản đồ và chiều dài thực của nó trên thực địa, ký hiệu là $1:M$.

$$\frac{1}{M} = \frac{S_{bd}}{S_{td}} \quad (1-2)$$

Để tiện sử dụng, ta chọn mẫu số M có giá trị chuẩn, ví dụ 1:200, 1:1000, 1:5000, 1:10000,... Tỷ số M càng lớn thì tỷ lệ bản đồ càng nhỏ và ngược lại. Trên bản đồ tỷ lệ lớn có thể biểu thị các địa vật một cách chi tiết hơn trên bản đồ tỷ lệ nhỏ. Bản đồ tỷ lệ lớn là các loại bản đồ có tỷ lệ 1: 200, 1:500, 1:1000, 1: 2000 và 1: 5000.

3. Thước tỷ lệ

Thước tỷ lệ là một dụng cụ vẽ trên giấy hoặc trên bản kim loại dùng trong đo đạc, chuyển đổi, tính chiều dài trên bản đồ. Có hai loại thước tỷ lệ là thước tỷ lệ thẳng và thước tỷ lệ xiên.



Hình 1.5

3.1. Thước tỷ lệ thẳng

Để lập một thước tỷ lệ thẳng, ta kẻ hai đoạn thẳng song song với gián cách 2mm. Từ điểm đầu A đặt liên tiếp các đoạn cơ bản a có độ dài được chọn sao

cho tương ứng với chiều dài chuẩn trên thực địa. Ví dụ, cho tỷ lệ bản đồ là 1:5000, chọn $a = 2\text{cm}$, ứng với đoạn trên thực địa là $s = a \cdot M_{bd} = 100\text{m}$. Trên đoạn a đầu tiên, ta chia ra thành 10 đoạn nhỏ bằng nhau, giá trị một đoạn nhỏ là $t = a/10 = 2\text{mm}$, ứng với giá trị 10m trên thực địa. Ghi các số lên thước như trên hình vẽ, tức là chiều dài đọc được trên thước là chiều dài trên thực địa, (xem hình vẽ 1. 5).

Sử dụng thước tỷ lệ thẳng: Dùng compa đo trên bản đồ một đoạn thẳng MN, giữ nguyên khẩu độ compa, ước hai mũi compa lệ thước tỷ lệ sao cho đầu M trùng với một vạch chuẩn, ví dụ vạch 200m. Căn cứ vào đầu N của compa để đọc số trên các đoạn nhỏ t . Trên hình 1.5a, đầu N cách vạch 0 là 5 đoạn nhỏ $5 \cdot t = 5 \times 10\text{m} = 50\text{m}$. Ước đọc đoạn lẻ là $0,6t = 0,6 \cdot 10\text{m} = 6\text{m}$. Vậy chiều dài đoạn MN là 256m. Như vậy, trên thực tế độ chính xác đọc số trên thước tỷ lệ thẳng đạt tới $0,1t = 0,01a$.

3.2. Thước tỷ lệ xiên

Để nâng cao độ chính xác đo chiều dài trên bản đồ người ta dùng thước tỷ lệ xiên. Cách xây dựng thước tỷ lệ xiên như sau: chọn đoạn cơ bản a , dựng các ô vuông liên tiếp nhau có kích thước $a \times a$, với tỷ lệ 1: 5000 ta có $a = 100\text{m}$. Theo chiều dọc và chiều ngang của ô vuông đầu tiên, chia các cạnh thành 10 phần đều nhau, sau đó kẻ các đường ngang và đường xiên như hình vẽ, xem hình 1.5b. Xét tam giác OEF, đáy $EF = t = 0,1a$. Trong tam giác OEF có 10 tam giác đồng dạng, theo định lý về tam giác đồng dạng, cạnh đáy tam giác nhỏ nhất bằng $0,1t = 0,01a$, như vậy nếu mũi compa nằm trên đường song song nằm ngang, tức là trùng với đáy tam giác nhỏ thì có thể đọc chính xác đến $0,1t$. Nếu điểm xét nằm ở khoảng giữa của hai đường song song nằm ngang thì có thể đọc ước lượng đoạn nhỏ đến $0,01t = 0,001a$. Chiều dài ghi trên thước tỷ lệ xiên cũng là chiều dài trên thực địa.

Sử dụng thước tỷ lệ xiên: Dùng compa đo đoạn MN trên bản đồ, ước compa lên thước tỷ lệ xiên sao cho hai mũi compa song song với đường nằm ngang, một đầu mũi compa luôn trùng với một vạch chuẩn, ví dụ, vạch 200m, còn đầu kia trùng với một đường xiên, ví dụ, ở vào khoảng giữa hàng thứ 4 và thứ 5. Theo chiều ngang, ta đọc được số 5, tức là có đoạn $5t = 50\text{m}$; theo chiều đứng ta, đọc chính xác $0,4t$ và có thể ước đọc $0,02t$, vậy số đọc theo chiều đứng tương ứng với 4,2m. Chiều dài đoạn MN là 254,2m.

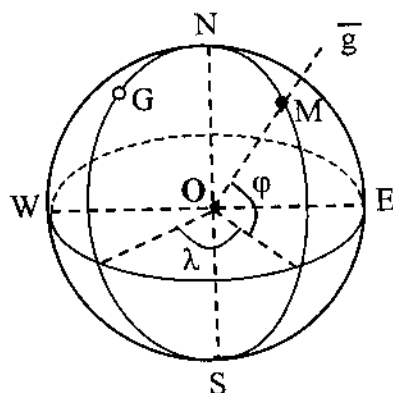
IV. HỆ TOẠ ĐỘ TRÊN MẶT CẦU VÀ HỆ ĐỘ CAO

Để xác định vị trí của các điểm trên bề mặt trái đất, trong trắc địa đã sử dụng nhiều hệ toạ độ khác nhau. Ở đây sẽ trình bày khái niệm các hệ toạ độ, độ cao trên mặt cầu thường sử dụng trong trắc địa thực hành.

1. Hệ toạ độ địa lý (φ , λ)

Trong hệ toạ độ địa lý, người ta coi trái đất là hình cầu, chọn tâm O của trái đất là điểm gốc toạ độ, hai mặt phẳng gốc toạ độ là *mặt phẳng xích đạo* và *mặt phẳng chứa kinh tuyến gốc Greenwich*, (xem hình 1.6). Toạ độ địa lý của một điểm M được xác định bởi vĩ độ φ và kinh độ λ của nó.

Vĩ độ địa lý của điểm M là góc có đỉnh O hợp với đường dây dọi (Phương trọng lực $\vec{g}$) qua điểm đó với mặt phẳng xích đạo, ký hiệu là φ_M . Nếu điểm M nằm ở phía bắc bán cầu thì gọi là vĩ độ Bắc, nếu nằm ở phía nam gọi là vĩ độ Nam. Trị số của vĩ độ biến thiên từ 0° đến 90° .



Hình 1.6

Kinh độ địa lý của điểm M là góc nhị diện hợp bởi mặt phẳng kinh tuyến gốc Greenwich và mặt phẳng chứa kinh tuyến đi qua điểm đó, ký hiệu là λ . Nếu điểm xét nằm ở phía đông kinh tuyến gốc sẽ có kinh độ Đông, còn ở phía tây kinh tuyến gốc sẽ có kinh độ Tây. Trị số kinh độ có giá trị từ 0° đến 180° .

Việt Nam hoàn toàn nằm ở phía bắc bán cầu và phía đông kinh tuyến gốc Greenwich nên tất cả các điểm nằm trên lãnh thổ nước ta đều có vĩ độ Bắc và kinh độ Đông.

Ví dụ: Cột cờ Hà Nội có toạ độ địa lý là $\varphi = 21^\circ 02' \text{ B}$, $\lambda = 105^\circ 50' \text{ Đ}$.

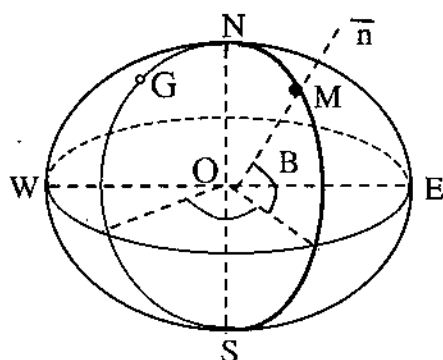
Trên tờ bản đồ địa hình, người ta biểu thị mạng lưới kinh vĩ tuyến và toạ độ địa lý ở phần góc khung của tờ bản đồ, (xem hình 1.5). Số chênh kinh độ, vĩ độ của hai điểm M và N gọi là *kinh sai* $\Delta\lambda = \lambda_N - \lambda_M$ và *vĩ sai* $\Delta\varphi = \varphi_N - \varphi_M$.

Toạ độ địa lý được xác định bằng phương pháp đo thiên văn nên nó còn được gọi là *toạ độ thiên văn*.

2. Hệ toạ độ trắc địa (B, L)

Hệ toạ độ trắc địa được xác lập trên Elipxoid trái đất có gốc là tâm O cùng hai mặt phẳng là mặt phẳng xích đạo và mặt phẳng kinh tuyến gốc đi qua Greenwich. Toạ độ của điểm M được xác định bởi độ vĩ trắc địa B và độ kinh trắc địa L.

Vĩ độ trắc địa (B) của điểm M là góc nhọn tạo bởi pháp tuyến ($\bar{n}$) của mặt Elipxoid tại điểm đó với mặt phẳng xích đạo, còn kinh độ trắc địa (L) của nó là góc nhị diện hợp bởi mặt phẳng kinh tuyến gốc và kinh tuyến đi qua điểm đó, (xem hình 1.7).



Hình 1.7

Như vậy, khác với hệ toạ độ địa lý, trong hệ toạ độ này mặt chuẩn là mặt Elipxoid và phương chiếu là phương của pháp tuyến.

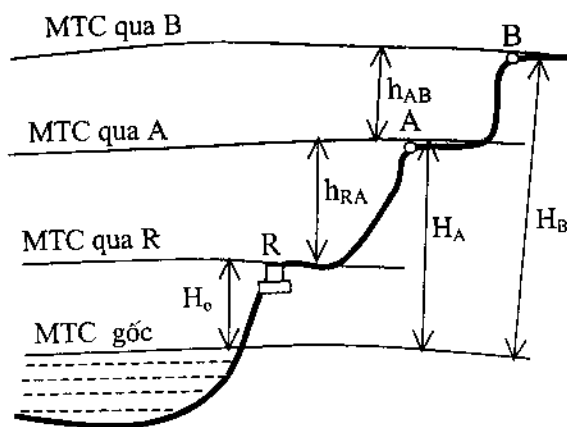
3. Hệ độ cao

Để xác định độ cao của các điểm trên mặt đất, người ta dùng các hệ thống độ cao. Các hệ thống độ cao đều phải chọn một mặt chuẩn quy chiếu để làm mức so sánh. Trong trắc địa người ta sử dụng mặt Geoid làm mặt quy chiếu độ cao. Tuy nhiên, như đã nói ở mục II phần 2 mặt Geoid khó xác định nên người ta xác định một bề mặt gần đúng là mặt thuỷ chuẩn gốc để thay thế.

Độ cao tuyệt đối của điểm trên bề mặt đất là khoảng cách tính theo hướng dây dọi từ điểm đó đến mặt thuỷ chuẩn gốc và hiệu số độ cao giữa hai điểm gọi là độ chênh cao. Cũng có thể hiểu gần đúng là “chênh cao giữa hai điểm là khoảng cách tính theo phương dây dọi giữa hai mặt phẳng thuỷ chuẩn quy ước đi qua hai điểm đó”.

Trên hình 1.8, H_A và H_B là độ cao của hai điểm A và B, còn chênh cao giữa hai điểm là $h_{AB} = H_B - H_A$. Độ cao các điểm trên mặt đất thường có giá trị dương, còn độ cao các điểm dưới đáy biển thường có giá trị âm. Độ chênh cao h_{AB} giữa hai điểm sẽ có dấu dương khi điểm B cao hơn điểm A, hoặc có dấu âm khi điểm B thấp hơn điểm A.

Để có độ cao chính xác của một điểm, trước hết ta xác định độ cao của điểm đó so với mặt thủy chuẩn gốc, sau đó cải chính thêm phần ảnh hưởng của trọng trường trái đất tại điểm đó. Tuy nhiên, với các phép đo cao có độ chính xác thấp, ta không cần tính các số hiệu chỉnh này.



Hình 1. 8

Trị số độ cao của các mốc trong mạng lưới khống chế độ cao của Việt Nam cho đến nay là độ cao đo được so với mặt thủy chuẩn gốc Hòn Dấu. Mặt thủy chuẩn gốc cho hệ thống độ cao này là mặt nước biển trung bình ở vùng biển Hòn Dấu, Đồ Sơn, Hải Phòng. Tại khu vực này, người ta xây dựng một trạm nghiệm triều và một hệ thống mốc chuẩn rất kiên cố làm *mốc gốc độ cao R*. Tiến hành quan sát mực nước biển nhiều năm rồi lấy giá trị trung bình làm mức chuẩn “O” để tính ra độ cao H_0 của mốc gốc R.

Muốn xác định độ cao của điểm khác trên toàn lãnh thổ, chỉ việc đo độ chênh cao của các điểm đó so với điểm gốc độ cao và tính độ cao của điểm cần tìm.

$$\begin{aligned} H_A &= H_0 + h_{RA} \\ H_B &= H_A + h_{AB} \end{aligned} \quad (1-3)$$

V. KHÁI NIỆM VỀ CÁC PHÉP CHIẾU BẢN ĐỒ VÀ HỆ TOẠ ĐỘ VUÔNG GÓC PHẪNG

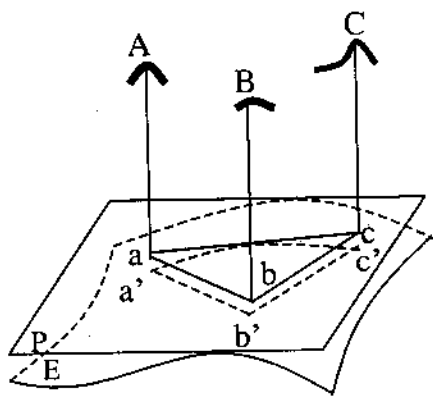
Để biểu thị các yếu tố địa hình (dáng đất), địa vật (các vật thể trên mặt đất như: sông, núi, nhà cửa...) lên mặt phẳng tờ bản đồ sao cho chính xác, ít bị biến dạng nhất ta phải sử dụng phép chiếu hình bản đồ thích hợp, gọi tắt là *phép chiếu bản đồ*. Các yếu tố địa hình, địa vật là tập hợp của vô số điểm có quy luật nhất định trong không gian và ta chỉ cần biểu thị một số điểm đặc trưng rồi dựa vào quy luật đó để nội suy, khái quát hoá các điểm khác.

Thông thường quy trình chiếu bản đồ được tiến hành tuân tự theo hai bước: trước tiên chiếu các yếu tố trên bề mặt đất lên mặt cầu chuẩn (mặt Elipxoid) sau đó chuyển từ mặt cầu sang mặt phẳng. Tùy theo vị trí địa lý của từng vùng lãnh thổ và yêu cầu về đặc điểm biến dạng mà áp dụng các phép chiếu bản đồ được trình bày chi tiết trong giáo trình “Bản đồ học”, trong bài này chỉ nêu khái niệm về một số phép chiếu thông dụng.

1. Phép chiếu hình đơn giản

1.1. Nội dung phép chiếu

Trong phạm vi lãnh thổ với bán kính nhỏ hơn 10km, do sai số biến dạng qua phép chiếu bản đồ nhỏ hơn sai số đo nên ta có thể coi mặt cầu (E) là mặt phẳng (P) và các tia chiếu từ tâm quả cầu là song song với nhau, xem hình 1.9.

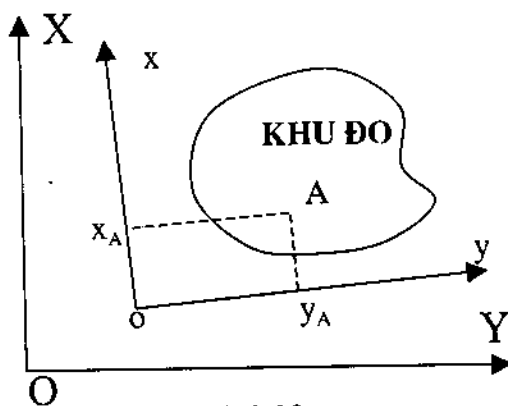


Hình 1.9

Giả sử có ba điểm A, B, C trên mặt đất không cùng nằm trên một mặt phẳng. Sử dụng phép chiếu đơn giản ta nhận được ba điểm a, b, c trên mặt phẳng. Độ biến dạng về chiều dài, góc và diện tích của hình abc trên mặt phẳng P so với hình a'b'c' trên mặt cầu E trong trường hợp này tương đối nhỏ so với sai số đo nên ta có thể bỏ qua.

1.2. Hệ tọa độ vuông góc quy ước

Khi đo vẽ bản đồ ở khu vực nhỏ và độc lập không có hoặc ở xa lưới khống chế tọa độ Nhà nước, ta có thể giả định một hệ tọa độ vuông góc, xem hình 1.10, trong đó chọn trục tung là hướng Bắc-Nam hoặc hướng gần đúng (ox). Ngoài ra, để tránh trị số x và y mang dấu âm nên chọn gốc tọa độ O ở góc Tây - Nam của khu đo. Tọa độ điểm A là x_A và y_A , (xem hình 1.10).



Hình 1.10

2. Phép chiếu Gauss và hệ toạ độ vuông góc phẳng Gauss - Kruger

2.1. Phép chiếu Gauss

Thế kỷ XIX nhà toán học K.F.Gauss đã đề ra phép chiếu hình bản đồ. Có thể miêu tả phép chiếu hình này như sau: Chia trái đất thành 60 múi (hình 1.11), mỗi múi 6° và đánh số thứ tự từ Tây sang Đông tính từ *kinh tuyến gốc* đi qua đài thiên văn Greenwich (ngoại ô London).

Mỗi múi được chia thành hai phần đều nhau đối xứng qua *kinh tuyến giữa* (còn gọi là *kinh tuyến trục*).

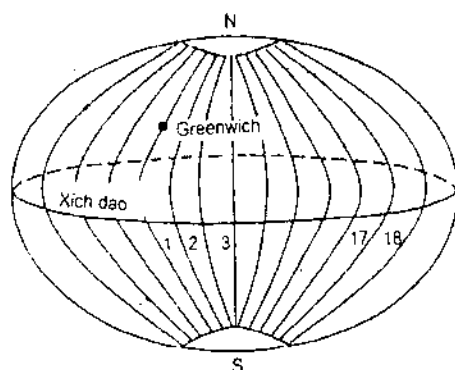
Đặt quả đất nội tiếp trong hình trụ ngang có bán kính bằng bán kính trái đất (xem hình 1.12a). Lấy tâm chiếu là tâm O của trái đất, lần lượt chiếu từng múi lên mặt trụ. Sau đó cắt mặt trụ theo hai đường sinh KK' rồi trải thành mặt phẳng (hình 1.12b) ta được hình chiếu của 60 múi. Mặt phẳng này gọi là *mặt phẳng chiếu hình Gauss*.

Như vậy, bằng phương pháp chiếu K.F.Gauss đã biểu thị mặt cầu liên tục của trái đất thành mặt phẳng bị biến dạng và đứt gãy về hai phía Bắc và Nam cực.

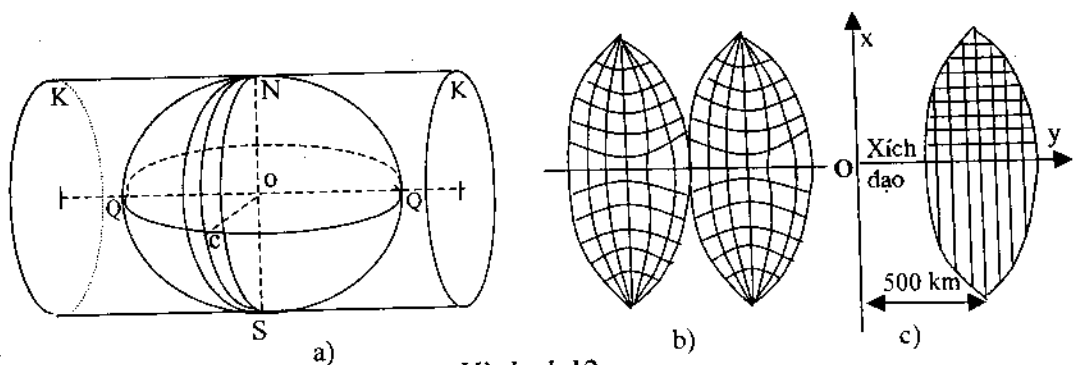
- Kinh tuyến giữa múi tiếp xúc hoàn toàn với mặt trụ nên hình chiếu của nó trên mặt phẳng là đoạn thẳng có chiều dài được giữ nguyên như trên mặt cầu.

- Hình chiếu của các kinh tuyến khác đều là những cung cong bị biến dạng chiều dài, quay bẻ lõm về phía kinh tuyến giữa. Hai kinh tuyến biên (ngoài cùng) của múi bị biến dạng chiều dài lớn nhất.

- Hình chiếu của xích đạo cũng là đoạn thẳng vuông góc với kinh tuyến giữa, nhưng chiều dài của nó bị biến dạng.



Hình 1.11



Hình 1.12

- Hình chiếu các vĩ tuyến là những cung cong bị biến dạng chiều dài, quay bề lõm về phía hai cực và đối xứng nhau qua xích đạo.

Hình chiếu của kinh tuyến giữa và xích đạo được chọn làm hệ trục tọa độ phẳng vuông góc Gauss sử dụng trong trắc địa. Khác với hệ tọa độ vuông góc Decac, trong hệ này chọn trục tung là Ox còn trục hoành là Oy, xem hình 1.12 c.

Trong phạm vi múi chiếu Gauss, các góc không bị biến dạng nên còn gọi là *phép chiếu đẳng góc*, hình chiếu các kinh tuyến và vĩ tuyến giao nhau với một góc bằng 90^0 . Diện tích của múi chiếu trên mặt phẳng Gauss lớn hơn trên mặt cầu. Độ biến dạng về chiều dài và diện tích tăng từ kinh tuyến giữa về phía hai kinh tuyến biên và giảm từ xích đạo về hai cực. Công thức gần đúng biểu thị độ biến dạng về chiều dài giữa hai điểm a và b trên múi chiếu hình là:

$$\Delta S = S_{ab} - d_{ab} \approx \frac{y_m^2}{2R^2} S_{ab} \quad \frac{\Delta S}{S_{ab}} = \frac{y_m^2}{2R^2} \quad (1-4)$$

Trong đó: d_{ab} là độ dài cung trên mặt cầu,

S_{ab} là khoảng cách tương ứng trên mặt phẳng Gauss,

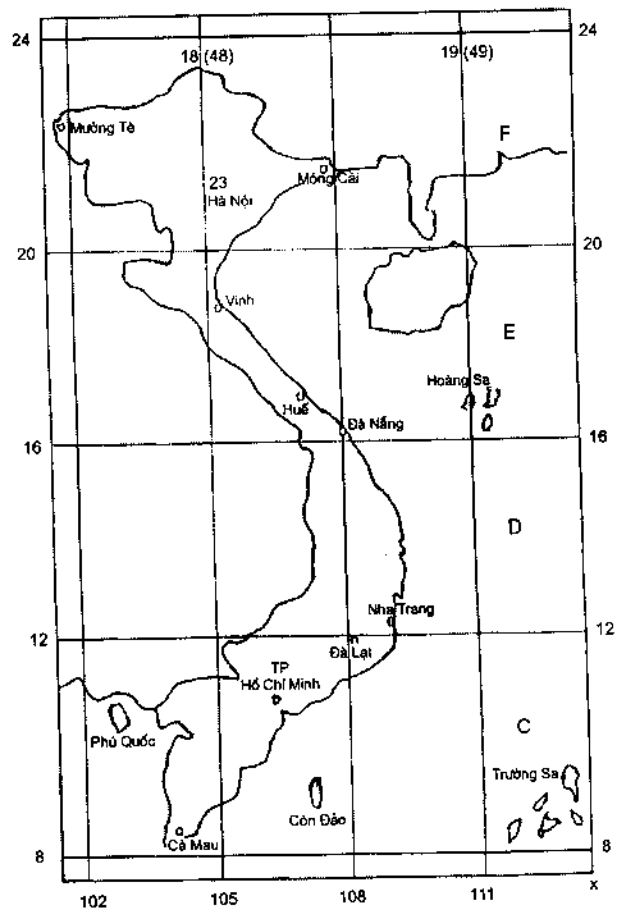
$y_m = (y_b - y_a)/2$ là hoành độ trung bình của hai điểm a và b trong hệ tọa độ vuông góc Gauss, gốc là kinh tuyến trục.

R là bán kính quả đất.

Từ công thức (1-2) ta thấy, nếu các điểm nằm dọc trên kinh tuyến giữa (trên trục Ox) thì $\Delta y = 0$ và $\Delta S = 0$ còn càng xa kinh tuyến giữa ΔS tăng theo chiều dài S. Tỷ số $k = d/s$ gọi là *tỷ lệ chiếu*, kinh tuyến giữa múi có $k = 1$.

Lãnh thổ Việt Nam theo phép chiếu hình Gauss chủ yếu nằm trong phạm vi múi thứ 18, một phần miền Trung (từ Đà Nẵng đến Bình Thuận và Hoàng Sa) thuộc múi thứ 19 và quần đảo Trường Sa thuộc múi thứ 20 có kinh tuyến giữa tương ứng là 105°Đ , 111°Đ , (xem hình 1.13).

Nếu xét trong múi thứ 18 thì hoành độ Y của điểm xa nhất (Móng Cái, Mường Tè...) so với kinh tuyến trục 105° vào khoảng 300km nên độ biến dạng chiều dài lớn nhất theo công thức (1-2) là 1/900. Kết quả nghiên cứu cho thấy, với độ biến dạng này cho phép dùng phép chiếu hình Gauss với múi 6° để làm cơ sở toán học khi thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1:10.000 và nhỏ hơn. Đối với bản đồ tỷ lệ lớn từ 1:5000 đến 1:500 để đảm bảo độ chính xác phải dùng phép chiếu Gauss với múi chiếu 3° .



Hình 1.13

2.2. Hệ toạ độ phẳng vuông góc Gauss-Kruger (X, Y)

Phép chiếu hình Gauss được Kruger phát triển và hoàn chỉnh nên còn được gọi là phép chiếu hình Gauss - Kruger. Trong phép chiếu này sử dụng các tham số của Elipxoid thực dụng.

Hệ toạ độ Gauss - Kruger được xây dựng trên mặt phẳng múi 6⁰ của phép chiếu Gauss, (xem hình 1.12c). Trong đó nhận hình chiếu của kinh tuyến trục làm trục X, còn hình chiếu của xích đạo làm trục Y.

Như vậy, nếu tính từ điểm gốc về phía Bắc X mang dấu dương còn về phía Nam X mang dấu âm; còn trị số Y về phía Đông mang dấu dương, về phía Tây mang dấu âm. Các điểm ở Bắc bán cầu có $X > 0$ nhưng Y có thể âm hoặc dương.

Để tiện sử dụng, trên bản đồ địa hình người ta kẻ sẵn lưới toạ độ vuông góc Gauss bằng những đường thẳng song song với trục Ox và Oy tạo thành lưới ô vuông. Chiều dài cạnh của lưới ô vuông có tính đến ảnh hưởng của biến dạng và tương ứng với tỷ lệ bản đồ. Ví dụ, với bản đồ tỷ lệ 1:10000, 1: 25000 và 1: 50000 chọn ô vuông ứng với 1km² và gọi là *lưới kilômét*, cụ thể là với bản đồ 1:10000 chọn cạnh ô vuông 10cm, bản đồ 1:25.000 chọn cạnh ô vuông 4cm còn bản đồ 1: 50000 là 2cm... Phía ngoài khung bản đồ có ghi trị số X và Y của các đường song song, xem hình 1.4. Để phân biệt ngay được toạ độ của điểm nằm ở múi chiếu thứ mấy và cách điểm gốc O bao nhiêu, người ta quy định cách viết hoành độ Y có ghi kèm theo số thứ tự múi.

Ví dụ: Toạ độ của điểm Láng Trung, Hà Nội là $x = 2325464,246\text{m}$; $y = 18.505973,362$; có nghĩa điểm cách xích đạo về phía bắc 2325464,246 m và ở múi thứ 18 về phía đông cách kinh tuyến trục 105⁰Đ là 5973,362m, ($5973,362\text{m} = 505973,362\text{m} - 50000,000\text{m}$).

Công thức tính trị số kinh độ của kinh tuyến giữa múi thứ n:

$$\lambda_n = 6^0 \cdot n - 3^0 \quad (1-5)$$

Quần đảo Hoàng Sa nằm ở múi thứ 19, kinh tuyến giữa của múi chiếu này có kinh độ là $\lambda = 6^0 \cdot 19 - 3^0 = 111^0\text{Đ}$.

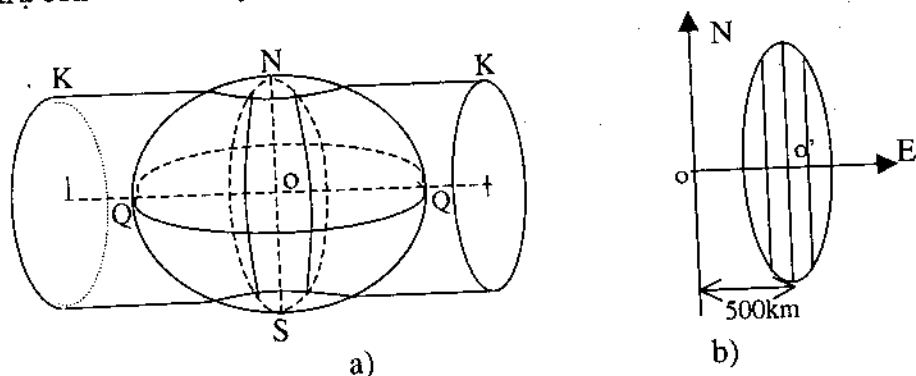
Lưới khống chế toạ độ mặt phẳng X và Y của Việt Nam trong hệ HN - 72 được xây dựng theo hệ toạ độ phẳng vuông góc Gauss - Kruger, trong đó dùng kích thước Elipxoid của Kraxovski.

3. Phép chiếu hình và hệ toạ độ vuông góc phẳng UTM

3.1. Phép chiếu UTM

Phép chiếu bản đồ UTM (Universal Transverse Mercator) cũng là phép chiếu hình trụ ngang đẳng góc với tâm chiếu là tâm quả đất và chiếu từng múi 6° tương tự trong phép chiếu Gauss.

Tuy nhiên, phép chiếu UTM khác với phép chiếu hình Gauss ở chỗ: hình trụ ngang có bán kính nhỏ hơn bán kính trái đất, nó cắt mặt cầu theo hai đường cong đối xứng và cách kinh tuyến trục khoảng ± 180 km. Kinh tuyến trục nằm phía ngoài mặt trụ còn hai kinh tuyến biên nằm phía trong mặt trụ, (xem hình 1.14).



Hình 1.14

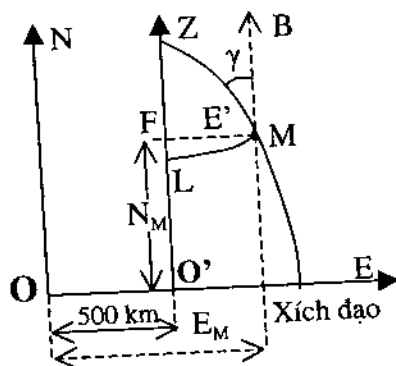
Như vậy, hai đường cong cắt mặt trụ không bị biến dạng chiều dài và có tỷ lệ chiếu $k = 1$, tỷ lệ chiếu của kinh tuyến trục mới là $k = 0,9996$ (nhỏ hơn 1), còn trên hai kinh tuyến biên tỷ lệ chiếu lớn hơn 1.

Phép chiếu hình UTM cũng là phép chiếu đẳng góc, độ biến dạng về chiều dài và diện tích lớn nhất ở vùng giao nhau giữa xích đạo với kinh tuyến giữa và tại hai kinh tuyến biên. Các điểm nằm phía trong đường cắt mặt trụ thì độ biến dạng mang dấu âm còn phía ngoài là dấu dương.

Như vậy, so với phép chiếu hình Gauss, phép chiếu UTM có ưu điểm nổi bật là độ biến dạng được phân bố đều hơn và có trị số nhỏ hơn. Mặt khác, để thuận tiện cho việc sử dụng hệ toạ độ chung trong khu vực và thế giới, nên từ tháng 7 năm 2001, Việt Nam chính thức sử dụng hệ toạ độ mới VN - 2000 với phép chiếu UTM thay cho phép chiếu Gauss - Kruger trong hệ HN - 72.

3.2. Hệ toạ độ vuông góc UTM (N, E)

Như đã nêu ở trên, trong phép chiếu hình UTM, hình chiếu của kinh tuyến giữa và xích đạo là hai đường thẳng vuông góc với nhau và được chọn làm hệ trục toạ độ. Đặc điểm của hệ trục toạ độ được mô tả trên hình 1.15, trong đó M là điểm cần xác định toạ độ, O' là giao điểm của hình chiếu kinh tuyến giữa O'Z và xích đạo O'E.



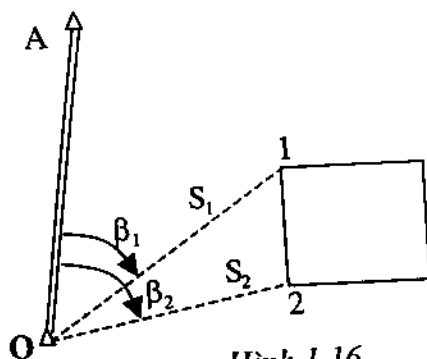
Hình 1.15

Điểm F là hình chiếu của điểm M trên kinh tuyến, cung LM là hình chiếu của vĩ tuyến qua M, cung ZM là hình chiếu của kinh tuyến đi qua M và γ là độ hội tụ kinh tuyến. Toạ độ UTM của điểm M được xác định bởi tung độ N_M (North) và hoành độ E_M (East). Ở đây cũng giống như quy định trong phép chiếu hình Gauss, trị số E_M được tính từ trục ON cách kinh tuyến giữa 500km về phía tây, nghĩa là $E_M = E' + 500\text{km}$.

Như vậy, ở nước ta hiện nay trên thực tế đang sử dụng các tài liệu trắc địa và bản đồ trong hai hệ toạ độ khác nhau. Khi cần, phải tính chuyển toạ độ UTM (E và N) sang hệ toạ độ Gauss - Kruger (X và Y) và ngược lại. Bài toán tính chuyển giữa các hệ toạ độ (φ, λ), (B, L), (E, N), (X, Y) được nghiên cứu trong giáo trình Trắc địa lý thuyết.

4. Hệ toạ độ cực (β, S)

Trên mặt phẳng chọn điểm O làm điểm cực và một hướng cố định OA là trục cực, xem hình 1.16. Vị trí của điểm i nào đó được xác định bởi góc cực β_i và cạnh cực S_i . Góc cực β_i là góc bằng tính từ hướng trục cực OA theo chiều kim đồng hồ đến hướng cạnh cực S_i , còn cạnh cực S_i là chiều dài nằm ngang tính từ điểm



Hình 1.16

góc O đến điểm i. Hệ toạ độ cực được áp dụng khi đo các điểm chi tiết địa vật để vẽ bản đồ địa hình hoặc bản đồ địa chính ở thực địa.

VI. ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ CONG TRÁI ĐẤT ĐẾN CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐO

Bề mặt trái đất là mặt cong, các đại lượng như chiều dài cạnh (D), góc bằng (β), chênh cao (h)... đều được đo trên mặt cong này. Khi xử lý số liệu ta phải chuyển các đại lượng đo trên mặt đất lên mặt phẳng nên chúng đều bị biến dạng. Như đã nêu ở mục IV, độ biến dạng này được xét cụ thể cho từng phép chiếu hình bản đồ với phạm vi lãnh thổ rộng. Trong trường hợp vùng lãnh thổ nhỏ, để cho đơn giản, có thể coi mặt chuẩn quy chiếu là mặt cầu với bán kính $R=6371\text{km}$, mặt phẳng chiếu hình là mặt phẳng tiếp tuyến với mặt cầu, khi đó độ biến dạng là sai số do ảnh hưởng của độ cong của trái đất đến các đại lượng đo. Dưới đây sẽ xét ảnh hưởng của sai số này đến các đại lượng đo cơ bản và từ đó rút ra những nhận xét mang tính thực tiễn cần lưu ý trong khi đo các đại lượng đó.

1. Ảnh hưởng độ cong trái đất đến kết quả đo chiều dài

Trên hình 1.17a, ta ký hiệu D là khoảng cách nghiêng đo được giữa hai điểm A và B trên mặt đất; d là độ dài cung ab tương ứng khi chuyển D xuống mặt cầu có bán kính R; ε là góc ở tâm O ứng với d, còn S là khoảng cách ngang ab' tương ứng trên mặt phẳng chiếu hình T.

Sai số do độ cong trái đất ảnh hưởng đến chiều dài chính là độ chênh giữa chiều dài nằm ngang S và chiều dài cung d:

$$\delta_s = S - d \quad (1-6)$$

Từ hình vẽ ta có:

$$S = R \cdot \text{tg} \varepsilon \quad (1-7)$$

Vì góc ở tâm ε chắn cung d rất nhỏ so với bán kính trái đất R nên ta có thể viết:

$$d = R \cdot \varepsilon \quad (1-8)$$

Thay (1-7) và (1-8) vào công thức (1-6) ta có:

$$\delta_s = R \cdot (\text{tg} \varepsilon - \varepsilon) \quad (1-9)$$

Triển khai gần đúng hàm $\text{tg} \varepsilon$:

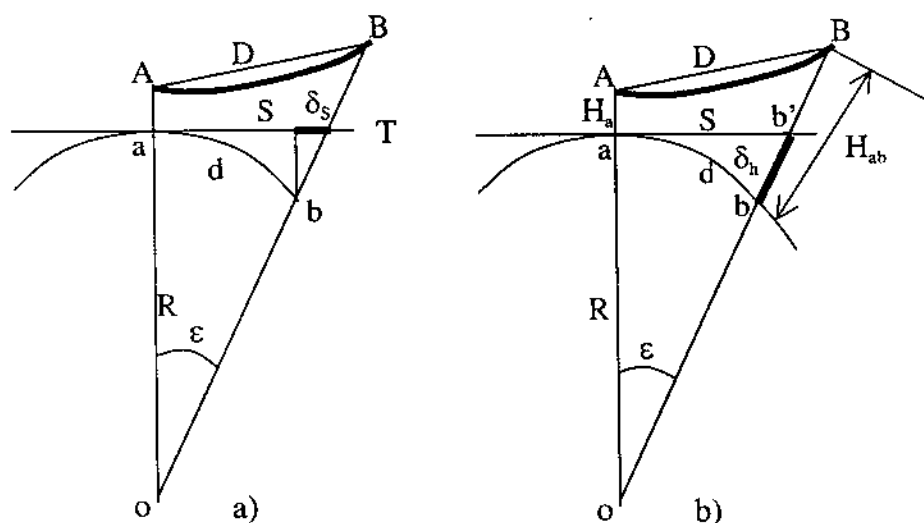
$$\text{tg} \varepsilon = \varepsilon + \varepsilon^3/3 + \dots \quad (1-10)$$

Thay vào (1-7) ta có:

$$\delta_s = \frac{R \varepsilon^3}{3}$$

Dùng quan hệ (1-10), tìm ε theo d và R rồi thay vào công thức trên, ta có:

$$\delta_s = \frac{d^3}{3.R^2} \longrightarrow \frac{\delta_s}{d} = \frac{d^2}{3.R^2} \quad (1-11)$$



Hình 1.17

Thay $R = 6371$ km và các giá trị của d từ 10km đến 100km vào công thức (1-11), ta nhận được kết quả trong bảng 1.2.

Bảng 1.2

d (km)	δ_s (cm)	δ_s/d
10	0,8	1:1 220 000
25	13	1:195 000
50	102	1: 49 000
100	821	1:12 000

Trong thực tế, các thiết bị đo chiều dài chỉ đạt độ chính xác tối đa là 1:1000000, từ đó đối chiếu với kết quả tính thử trong bảng 1.2 ta có kết luận là: với chiều dài nhỏ hơn 10km có thể bỏ qua ảnh hưởng của độ cong trái đất.

2. Ảnh hưởng của độ cong trái đất đến kết quả đo chênh cao

Theo định nghĩa thì độ cao của hai điểm trên mặt cầu luôn bằng nhau, (xem hình 1.17b). Nếu nhìn từ a về phía b theo hướng nằm ngang HH, ta sẽ không trông thấy điểm b mà thấy b'. Như vậy, sai số do độ cong trái đất ảnh hưởng đến kết quả đo cao ở điểm b chính là đoạn bb', ký hiệu là δ_h .

Từ hình 1.17b, ứng dụng định lý Pitago ta có:

$$(R + \delta_h)^2 = R^2 + S^2 \quad (1-12)$$

$$R^2 + \delta_h^2 + 2R\delta_h = R^2 + S^2$$

Suy ra:

$$\delta_h = \frac{S^2}{2R + \delta_h}$$

Bỏ qua giá trị nhỏ δ_h , ta có công thức:

$$\delta_h = \frac{d^3}{3.R} \quad (1-13)$$

Thay $R = 6371\text{km}$ và các giá trị d từ 50m đến 2km vào công thức (1-13) ta được kết quả trong bảng 1.3.

Bảng 1.3

d (km)	δ_h (mm)
0,05	0,2
0,50	20
1,00	78
2,00	314

Ta thấy giá trị δ_h tăng rất nhanh khi tăng khoảng cách d . Vì yêu cầu độ chính xác đo độ cao rất lớn nên trong mọi trường hợp ta không được bỏ qua ảnh hưởng của độ cong trái đất đến độ cao mà phải tìm cách tính các số cải chính vào kết quả đo cao.

VII. ĐỊNH HƯỚNG ĐƯỜNG THẲNG

Muốn biểu diễn một đoạn thẳng lên bản đồ không những cần biết chiều dài mà còn phải biết phương hướng của nó. *Định hướng một đường thẳng là việc xác định phương hướng của nó so với một hướng chuẩn đã chọn.* Trong trắc địa người ta thường dùng các hướng chuẩn như: hướng bắc thực, hướng bắc từ hoặc hướng trục Ox trong hệ toạ độ vuông góc phẳng (Gauss hoặc UTM).

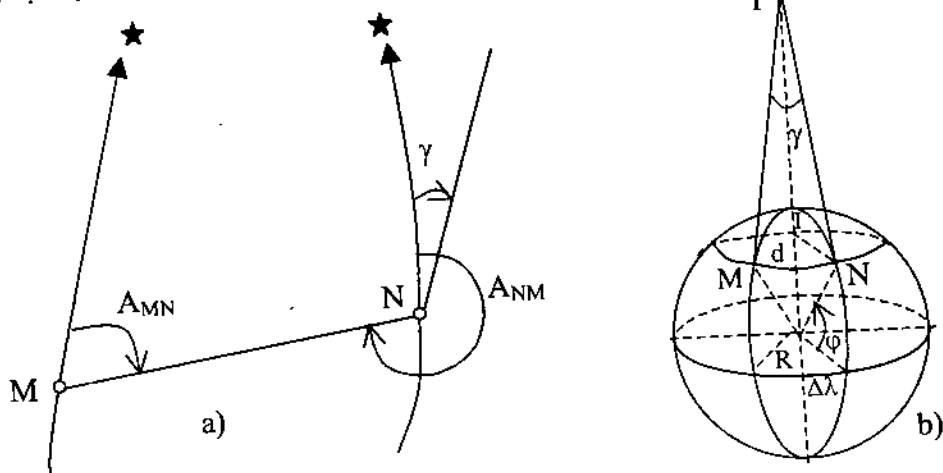
Góc phương vị hoặc góc định hướng của một đường thẳng là góc hợp bởi hướng chuẩn và hướng của đường thẳng đó. Tùy theo hướng chuẩn được chọn mà ta có các loại góc định hướng khác nhau, đó là góc phương vị thực, góc phương vị từ và góc định hướng.

Người ta dùng góc định hướng và các yếu tố đo khác để tính toán, xác định vị trí của các đối tượng cần biểu diễn lên bản đồ. Khi đã có bản đồ, nhờ có các yếu tố định hướng ta có thể định hướng được bản đồ trên thực địa. Trong mục này sẽ giới thiệu các loại góc dùng để định hướng đường thẳng.

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

1.1. Góc phương vị thực

Góc phương vị thực của một đường thẳng NM trên mặt phẳng là góc nằm ngang A tính từ hướng bắc của hình chiếu kinh tuyến thực đi qua điểm M theo chiều thuận kim đồng hồ đến hướng của đường thẳng đó. Trị số của góc phương vị thực biến thiên từ 0° đến 360° .



Hình 1.18

Nếu theo hướng từ điểm đầu M đến điểm cuối N ta có góc phương vị thuận A_{MN} , tính từ điểm N đến điểm M ta có góc phương vị nghịch A_{NM} , trong thực tế người ta hay gọi là góc phương vị thuận A_{th} và góc phương vị nghịch A_{ng} , (xem hình 1.18a).

1.2. Độ hội tụ kinh tuyến

Trên hình 1.18a, hình chiếu của hai kinh tuyến thực đi qua M và N không song song với nhau, chúng hội tụ ở hai cực Bắc và Nam của trái đất.

Góc hợp bởi hình chiếu của hai kinh tuyến thực này gọi là độ hội tụ kinh tuyến.

Nếu ta coi trái đất là hình cầu tâm O, bán kính R, (xem hình 1.18b). Điểm M và N nằm trên cùng một vĩ tuyến có độ vĩ là $\varphi_M = \varphi_N = \varphi$, độ kinh là λ_M và λ_N , $\Delta\lambda = \lambda_N - \lambda_M$, độ dài cung MN = d. Kẻ hai tiếp tuyến với hai cung kinh tuyến tại hai điểm M và N, chúng cắt nhau ở T nằm trên trục trái đất kéo dài. Cung d rất nhỏ so với chiều dài tiếp tuyến nên ta có thể coi nó là cung tròn tâm T, bán kính TM = TN và góc kẹp giữa chúng là độ hội tụ kinh tuyến γ . Vì góc này rất bé, ta có:

$$\gamma'' = \frac{d \cdot \rho''}{TM} \quad (1-14)$$

Từ tam giác vuông OTM ta có: $TM = R \cdot \cot g \varphi$

Thay TM vào (1-14) ta có:

$$\gamma'' = \frac{\rho'' \cdot d}{R \cot g \varphi} = \rho'' \frac{d}{R} \operatorname{tg} \varphi \quad (1-15)$$

Nếu tính độ hội tụ kinh tuyến theo $\Delta\lambda$, ta có công thức:

$$\gamma = \Delta\lambda \cdot \sin \varphi \quad (1-16)$$

Ví dụ: Hai điểm nằm trên vĩ tuyến $\varphi = 21^\circ 01'$ và có $\Delta\lambda = 0^\circ 00' 32''$, tương ứng với khoảng cách d = 1km, ta sẽ tính được $\gamma = 12''$.

Nhìn vào công thức (1-16) ta thấy: Độ hội tụ kinh tuyến có dấu + hoặc - tùy thuộc vào vị trí điểm đầu và cuối của đoạn thẳng NM. Khi $\Delta\lambda$ càng lớn thì giá trị độ hội tụ càng lớn và khi $\varphi = 90^\circ$, tức $\sin \varphi = 1$ thì độ hội tụ đạt giá trị cực đại.

Ta suy ra quan hệ giữa phương vị nghịch và phương vị thuận:

$$A_{NM} = A_{MN} \pm 180^\circ + \gamma \quad (1-17)$$

Dấu + hay dấu - sẽ tùy thuộc vào vị trí điểm đầu và điểm cuối được chọn là M hay N.

Trong phép chiếu hình Gauss và UTM, nếu hai điểm N và M nằm trên cùng một múi chiếu, điểm đầu M nằm trên kinh tuyến trục thì độ hội tụ γ sẽ bằng góc kẹp giữa hình chiếu của kinh tuyến qua N và đường song song với trục tung của hệ tọa độ.

2. Góc phương vị từ và độ từ thiên

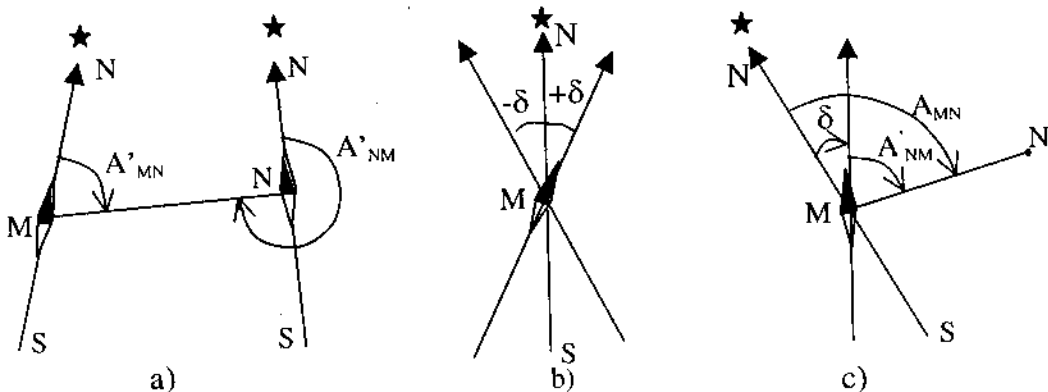
2.1. Góc phương vị từ

Do cấu tạo của vật chất trong lòng đất không đồng nhất nên trái đất có hai cực từ không trùng với cực Bắc và cực Nam của nó. Vị trí cực Bắc từ nằm ở vịnh Hutson, Canada, có tọa độ địa lý $\varphi = 70^\circ 05'$, $\lambda = 96^\circ 45'$ T. Cực Nam ở vùng biển Roso, Australia có tọa độ địa lý $\varphi = 70^\circ 06'$, $\lambda = 154^\circ 08'$ Đ. Các đường sức (hướng của kim nam châm) từ trường đều đi qua hai điểm này và được coi là kinh tuyến từ. Nếu chiếu các kinh tuyến từ lên mặt phẳng tọa độ, ta được các hướng chuẩn để xác định góc phương vị từ của các đường thẳng.

Góc phương vị từ của một đường thẳng là góc nằm ngang hợp bởi hướng của kinh tuyến từ và hướng của đường thẳng đó tính theo chiều kim đồng hồ, có giá trị từ 0° đến 360° , (xem hình 1.19a).

2.2. Độ từ thiên (δ)

Tại một điểm bất kỳ, kinh tuyến thực và kinh tuyến từ không trùng nhau. Góc hợp bởi hình chiếu của kinh tuyến thực và kinh tuyến từ tại một điểm gọi là độ từ thiên δ . Nếu kim nam châm lệch về phía đông kinh tuyến thực thì δ mang dấu dương, ngược lại nếu nó lệch về phía tây kinh tuyến thực thì δ mang



Hình 1.19

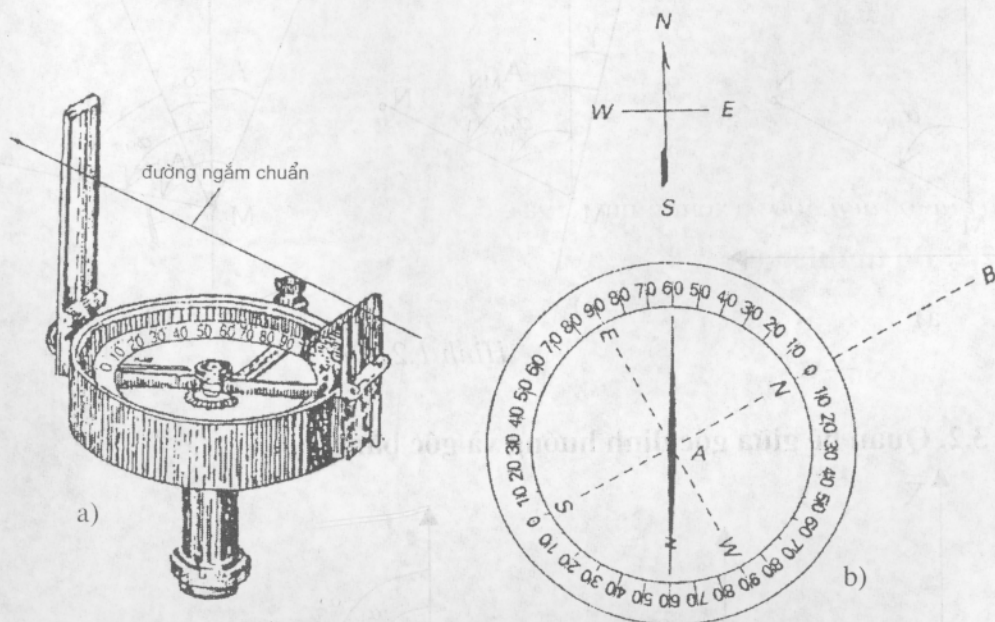
dấu âm, hình 1.19b. Giá trị của độ từ thiên luôn biến động vì cực từ của trái đất luôn di động.

Góc phương vị thuận và nghịch cũng chênh nhau 180° và độ từ thiên δ :

$$A'_{MN} = A'_{NM} \pm 180^\circ + \delta \quad (1-18)$$

2.3. Địa bàn

Để xác định góc phương vị từ người ta dùng địa bàn. Mỗi chiếc địa bàn có hai bộ phận chủ yếu là kim nam châm và bàn chia độ, xem hình 1.19. Kim nam châm có dạng hình thoi, đầu bắc sơn màu đen, đầu nam sơn màu trắng. Vòng chia độ được chia vạch từ 0° đến 360° , trong mỗi độ có thể chia nhỏ ra phút. Trục quay của kim nam châm trùng với tâm của bàn chia độ. Trên địa bàn có thể gắn thêm ống ngắm, trục của ống ngắm trùng với vạch $180^\circ - 0^\circ$ của bàn chia độ, xem hình 1.20a.



Hình 1.20

Khi cần đo góc phương vị từ của đường thẳng AB, ta đặt địa bàn sao cho tâm của vành chia độ trùng với đường dây dọi đi qua A. Xoay ống ngắm để ngắm về B. Theo đầu bắc của kim nam châm đọc số trên vành chia độ sẽ được góc phương vị từ của cạnh AB là $A'_{AB} = 60^\circ$, xem hình 1.20b.

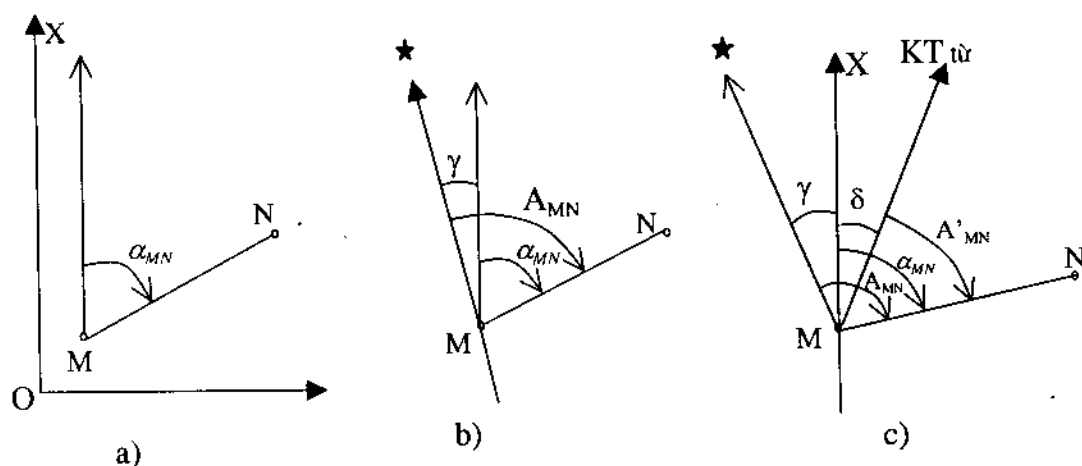
3. Góc định hướng

3.1. Góc định hướng

Góc định hướng của một đường thẳng MN là góc nằm ngang tính từ hướng Bắc của hình chiếu của kinh tuyến trục trong hệ toạ độ thẳng góc hoặc đường thẳng song song với nó đến hướng của đường thẳng, thuận theo chiều kim đồng hồ, lấy giá trị từ 0° đến 360° , ký hiệu là α_{MN} , (xem hình 1.21).

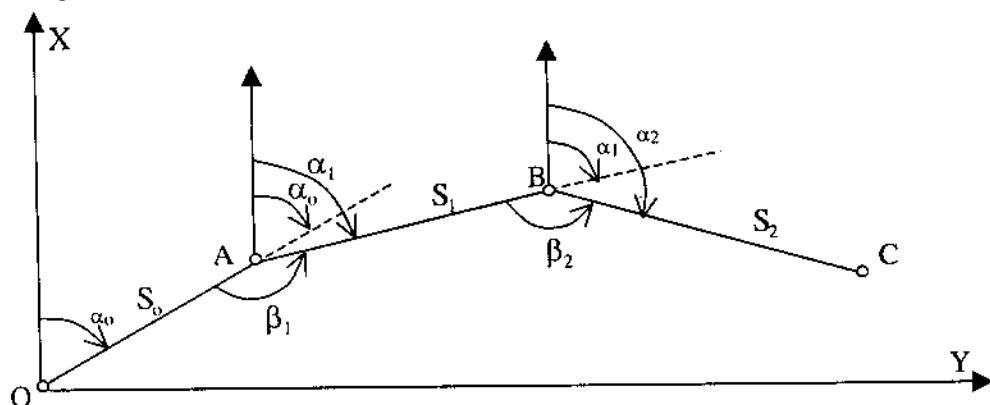
Do hướng gốc của góc định hướng là trục OX của hệ toạ độ vuông góc phẳng, tại mọi điểm trên mặt phẳng trục này luôn song song nhau, vì thế góc định hướng thuận và nghịch của một cạnh chỉ khác nhau 180° :

$$\alpha_{NM} = \alpha_{MN} + 180^\circ \quad (1-19)$$



Hình 1.21

3.2. Quan hệ giữa góc định hướng và góc bằng



Hình 1.22

Giả sử trên mặt phẳng tọa độ XOY, (hình 1.22), ta có các góc bằng $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ hợp với các cạnh $S_0, S_1, S_2, \dots$. Tại các điểm A, B, C, ... kẻ các đường song song với trục OX ta sẽ có các góc định hướng $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$. Các góc này sẽ được tính ra từ góc định hướng α_0 của cạnh khởi đầu và các góc nằm ngang β_1 . Trên hình vẽ 1.22, ta có:

$$\alpha_1 = \alpha_0 + 180^\circ - \beta_1$$

$$\alpha_2 = \alpha_1 + 180^\circ - \beta_2 = \alpha_0 + 2.180^\circ - (\beta_1 + \beta_2)$$

4. Quan hệ giữa các yếu tố định hướng

Từ hình 1.19 ta có quan hệ giữa góc phương vị thực và phương vị từ:

$$A = A' \pm \delta \quad (1-20)$$

Trên hình 1.21c, nếu tại điểm M có hình chiếu của kinh tuyến thực, kinh tuyến từ và kinh tuyến thực, ta có mối quan hệ giữa các yếu tố định hướng như sau:

$$\alpha_{MN} = A_{MN} - \gamma$$

$$\alpha_{MN} = A'_{MN} + \delta \quad (1-21)$$

Câu hỏi và bài tập chương 1

- Đơn vị đo dài, đo diện tích nào được sử dụng trong đo đạc địa chính ở Việt Nam ?
- Đơn vị đo nào được sử dụng để đo góc ở Việt Nam? Khi chuyển đổi các đơn vị đo góc ta phải làm thế nào?
- Mô tả hình dạng tự nhiên của trái đất.
- Nêu đặc tính và vai trò của mặt Geoid, mặt Elipsoid thực dụng.
- Tỷ lệ bản đồ là gì? Phân loại tỷ lệ bản đồ như thế nào?
- Thước tỷ lệ là gì? Trình bày cấu tạo và ứng dụng của thước tỷ lệ thẳng và thước tỷ lệ xiên.
- Nêu các điểm đặc trưng của hệ tọa độ địa lý. Nó được dùng để làm gì?
- Trong trắc địa ứng dụng người ta sử dụng hệ độ cao nào? Định nghĩa độ cao của một điểm trên mặt đất.

9. Trình bày khái niệm về phép chiếu tọa độ phẳng Gauss. Cho ví dụ về tọa độ phẳng Gauss- Kruger của một điểm trên mặt đất.

10. Trình bày khái niệm về phép chiếu tọa độ phẳng UTM. Cho ví dụ về tọa độ phẳng UTM của một điểm trên mặt đất.

11. Độ cong trái đất ảnh hưởng như thế nào đến kết quả đo chiều dài và kết quả đo độ cao?

12. Có mấy loại góc được dùng để định hướng các đường thẳng trong trắc địa?
Trình bày quan hệ giữa các loại góc định hướng đó.

13. Cho một đường chuyền có các góc đo nằm bên trái đường đo với giá trị góc lần lượt là $\beta_1 = 172^\circ 20'$, $\beta_2 = 167^\circ 33'$, $\beta_3 = 179^\circ 42'$, $\beta_4 = 197^\circ 53'$. Góc định hướng của cạnh mở đầu là $\alpha_o = 97^\circ 31'$. Hãy tính góc định hướng của các cạnh còn lại của đường chuyền đó.

14. Có một đường gấp khúc FEDCBA, biết góc định hướng của các cạnh là $\alpha_{FE} = 7^\circ 35'$, $\alpha_{ED} = 97^\circ 31'$, $\alpha_{DC} = 192^\circ 28'$, $\alpha_{CB} = 147^\circ 37'$, $\alpha_{BA} = 259^\circ 13'$.

a. Tính góc định hướng nghịch của các cạnh.

b. Tính giá trị góc nằm ngang tại các đỉnh của đường gấp khúc.

Chương 2

SAI SỐ TRONG ĐO ĐẶC

Mục tiêu:

Sau khi học chương 2, học sinh hiểu các khái niệm về phép đo, sai số đo đặc, các tiêu chuẩn dùng để đánh giá độ chính xác kết quả đo, luật lan truyền sai số và nắm vững phương pháp xử lý số liệu khi có dãy các kết quả đo trực tiếp của một đại lượng.

Nội dung:

Giới thiệu các khái niệm về phép đo, các loại sai số đo và nguồn gốc của chúng, đặc tính sai số ngẫu nhiên; các loại sai số đặc trưng như sai số trung bình, sai số trung phương, sai số tương đối dùng để đánh giá độ chính xác của đại lượng đo trực tiếp; sai số trung phương của hàm số các đại lượng đo trực tiếp; phương pháp tính trị số trung bình cộng của dãy trị đo trực tiếp cùng độ chính xác và không cùng độ chính xác; phương pháp đánh giá độ chính xác của các kết quả nhận được sau khi xử lý kết quả đo.

I. KHÁI NIỆM VỀ CÁC PHÉP ĐO VÀ SAI SỐ ĐO

1. Khái niệm về các phép đo

Muốn biết giá trị của một đại lượng như chiều dài của một đoạn thẳng, độ lớn của một góc, phải tiến hành đo đặc. Phép đo là sự so sánh đại lượng cần xác định với đại lượng cùng loại được chọn làm đơn vị. Ví dụ, khi đo chiều dài của một đoạn thẳng ta lấy thước thép làm dụng cụ đo, trên thước có khắc vạch chia đơn vị đo là mét. Giá trị của đại lượng đo sẽ là bội số của đơn vị đo. Trong thực tế có nhiều cách xác định giá trị của đại lượng đo. Có thể phân loại các phép đo như sau:

1.1. Đo trực tiếp và đo gián tiếp

Đo trực tiếp là so sánh trực tiếp đại lượng cần đo với đơn vị đo tương ứng.

Ví dụ:

- Đo độ dài của cạnh bằng thước thép, được chiều dài là $l = 122,43 \text{ m}$.

- Đo góc nằm ngang kẹp giữa hai hướng bằng máy kinh vĩ, được giá trị góc là $\beta = 67^{\circ} 20'$.

- Đo góc phương vị từ bằng địa bàn, được góc phương vị $A' = 137^{\circ} 23'$.

Đo gián tiếp là trường hợp trị số của đại lượng cần đo được tính toán thông qua các đại lượng đo trực tiếp khác. Ví dụ, muốn biết diện tích (S) của một hình chữ nhật ta cần phải đo trực tiếp chiều dài a và chiều rộng b rồi tính diện tích theo công thức $S = a.b$.

1.2. Đo cùng độ chính xác và không cùng độ chính xác

Nếu các kết quả đo nhận được trong cùng một điều kiện đo thì đó là các kết quả đo có cùng độ chính xác, ngược lại, nhận được trong điều kiện đo khác nhau sẽ không cùng độ chính xác.

Điều kiện đo đặc trưng bởi các yếu tố như người đo (thể hiện khả năng kỹ thuật và giác quan của từng người), máy móc, dụng cụ đo, môi trường đo, số lần đo... Ví dụ, kết quả đo góc $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ trong một tam giác, được một người đo dùng cùng một máy, đo theo một phương pháp với số lần đo như nhau và trong điều kiện thời tiết ổn định thì kết quả đo của ba góc đó nhận được cùng độ chính xác. Ngược lại, khi một trong các điều kiện trên khác đi, chẳng hạn, dùng loại máy khác, người đo khác hoặc áp dụng cách đo khác..., thì kết quả của ba góc sẽ không cùng độ chính xác.

1.3. Đo cần thiết và đo thừa

Để giải quyết bài toán trắc địa thông thường người ta phải đo thừa một số đại lượng hoặc một đại lượng phải đo nhiều lần. Ví dụ, để xác định 6 yếu tố của một tam giác phẳng gồm 3 góc và 3 cạnh, phải đo tối thiểu ba yếu tố, trong đó ít nhất phải đo một cạnh. Số đại lượng đo tối thiểu để có thể giải được bài toán được gọi là số đại lượng đo cần thiết. Nếu số đại lượng đo n vượt quá số đại lượng đo cần thiết (4 hoặc 5 hoặc 6 yếu tố trong tam giác) thì đại lượng đo thêm đó gọi là đại lượng đo thừa. Số đại lượng đo cần thiết ký hiệu là t, còn đại lượng đo thừa ký hiệu là r. Với ví dụ đo tam giác ta có $t = 3$, còn $r = n - t$.

Đại lượng đo thừa r đóng vai trò quan trọng trong bài toán trắc địa, nó dùng để kiểm tra kết quả đo ngắm, loại trừ được sai số thô (sai lầm), nâng cao độ chính xác kết quả đo. Ví dụ, để xác định các góc trong một tam giác ta chỉ cần đo hai góc β_1 và β_2 ($t = 2$) còn góc thứ ba β_3 có thể suy ra bằng quan hệ

$\beta_3 = 180^\circ - (\beta_1 + \beta_2)$, nhưng nếu đo thừa β_3 ($r=1$) thì không những giúp ta kiểm tra, phát hiện sai lầm trong khi đo mà còn dựa vào điều kiện toán học $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 180^\circ$, tìm ra được sai số khép góc $W_\beta = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 - 180^\circ$ để hiệu chỉnh vào từng góc một lượng $v = -w_\beta/3$ nhằm nâng cao độ chính xác kết quả đo góc.

2. Trị thực, sai số thực, trị bình sai và số hiệu chỉnh

Bất kỳ một phép đo nào dù hoàn chỉnh đến đâu vẫn có sai số, nghĩa là không thể xác định được giá trị thực của đại lượng cần đo. Nếu gọi L là trị đo, L_0 là trị thực của một đại lượng đo nào đó thì sai số thực của nó là:

$$\Delta_L = L_0 - L \quad (2-1)$$

Ví dụ, trị thực của một góc bằng là β_0 còn trị đo là β thì sai số thực là:

$$\Delta_\beta = \beta_0 - \beta$$

Sai số thực luôn luôn tồn tại, do đó phải tìm ra quy luật để xác định nó. Với ví dụ đo ba góc trong một tam giác nêu trên thì có thể hiểu $(\beta_1 + \beta_2 + \beta_3)$ là tổng các trị đo còn 180° là trị lý thuyết và là trị thực của tổng 3 góc. Trị thực L_0 trong thực tế thường không thể tìm được mà ta chỉ tìm được trị xác suất nhất L' bằng cách phân phối sai số đo thông qua số hiệu chỉnh v vào trị đo L , nghĩa là:

$$L' = L + v, \quad (2-2)$$

Với ví dụ trên, nếu đo cùng độ chính xác ta có số hiệu chỉnh của góc là $v_i = -W_\beta/3$ và tìm được $\beta'_i = \beta_i + v_i$ (với $i = 1, 2, 3$) là xác suất nhất hay gọi là trị sau bình sai (trị nhận được sau khi đã phân phối sai số khép).

3. Nguồn gốc của sai số đo

Có rất nhiều nguyên nhân gây ra sai số đo nhưng có thể quy gộp thành ba nguyên nhân chủ yếu sau đây:

3.1. Sai số do người

Sai số do người là sai số do các giác quan của con người không chuẩn xác gây nên. Ví dụ, mắt người chỉ phân biệt được hai điểm cách nhau 0,2mm nên khi đo chiều dài một đoạn thẳng bằng một thước thẳng khắc vạch đến milimet nếu ta ước đọc phần lẻ milimet (mm) sẽ có sai số đọc số.

3.2. Sai số do dụng cụ, máy móc

Sai số do dụng cụ, máy móc là sai số do sử dụng dụng cụ và máy móc không chính xác. Ví dụ, một thước thép có chiều dài danh nghĩa là $l_0 = 10\text{m}$, nhưng chiều dài thực tế của nó là $l_1 = 10,004\text{ m}$. Nếu không kiểm nghiệm và cải chính vào kết quả đo thì khi đo một cạnh dài, cứ một lần đặt thước ta sẽ phạm một sai số $\delta = +4\text{ mm}$.

3.3. Sai số do môi trường đo

Sai số do môi trường đo là sai số do thời tiết khi đo không ổn định và do mức độ phức tạp của yếu tố địa hình, địa vật gây nên. Ví dụ, cùng đo chiều dài một đoạn thẳng bằng thước thép nhưng khi đo nhiệt độ môi trường thay đổi làm chiều dài thước bị co giãn, hoặc địa hình gập ghềnh thước bị cong, vênh... thì kết quả đo sẽ kém chính xác.

4. Phân loại sai số đo

Khi xử lý số liệu đo, người ta phân loại các sai số đo theo tính chất và quy luật xuất hiện của chúng. Có ba loại sai số sau đây:

4.1. Sai số thô (sai lầm)

Sai số thô là sai số do nhầm lẫn trong khi đo, khi ghi số hoặc tính toán. Ví dụ, số đọc thực tế trên thước là 12 ta đọc nhầm 21. Sai số thô không xuất hiện theo quy luật nhưng có thể phát hiện để loại bỏ nếu đo thêm trị đo thừa.

4.2. Sai số hệ thống (δ)

Khi xét dãy trị đo của một đại lượng, nếu thấy các sai số đo có cùng trị số và dấu không đổi hoặc biến đổi theo một quy luật nhất định nào đó thì trong dãy đo đó tồn tại sai số hệ thống. Sai số hệ thống do các nguyên nhân hoàn toàn xác định gây ra và xuất hiện có quy luật rõ ràng. Với ví dụ đo chiều dài bằng thước thép nêu trên thì số chênh giữa chiều dài thực và chiều dài danh nghĩa của thước là sai số hệ thống $\delta = l_1 - l_0 = 10,004 - 10,000 = + 0,004\text{m}$ và khi đo đoạn thẳng với n lần đặt thước thì toàn bộ chiều dài của đoạn thẳng sẽ phạm phải sai số $\delta = 4.n(\text{mm})$.

Sai số δ có thể loại bỏ hoặc giảm bớt được nếu biết nguyên nhân và quy luật xuất hiện rồi dùng phương pháp kiểm định tìm được trị số của nó để cải chính vào kết quả đo. Với ví dụ nêu trên ta có thể kiểm nghiệm thước thép bằng cách so sánh nó với thước chuẩn chính xác để tìm ra $\delta = +4\text{ mm}$ sau đó cải chính vào chiều dài thước một lượng 4 mm .

4.3. Sai số ngẫu nhiên

Khác với sai số hệ thống, nếu trong dãy trị số đo xét thấy sai số có trị số và dấu luôn biến động không theo quy luật rõ ràng, lúc lớn, lúc bé, lúc âm, lúc dương thì trong dãy trị đo này tồn tại sai số ngẫu nhiên. Ví dụ, khi đo đoạn thẳng bằng thước thép ngoài sai số khắc vạch và sai số giãn nở nhiệt là mang tính chất hệ thống còn các sai số do lực kéo đầu thước không đều, do gió thổi mạnh hay yếu làm thước cong, do người đọc số không chuẩn xác,... tất cả các sai số này đều đồng thời tác động trong khoảnh khắc lên trị số đọc ở hai đầu thước theo độ lớn (trị số) và chiều (dấu) khác nhau, nên chúng là sai số ngẫu nhiên.

Vì sai số thô và sai số hệ thống có thể tìm biện pháp loại trừ hoặc giảm bớt được ảnh hưởng của chúng nên có thể coi sai số ngẫu nhiên là thành phần chủ yếu của sai số luôn luôn tồn tại trong kết quả đo và nó là đối tượng nghiên cứu của lý thuyết sai số.

5. Tính chất của sai số ngẫu nhiên

Nếu nhìn vào một dãy sai số ngẫu nhiên xuất hiện khi đo nhiều lần một đại lượng chúng ta cảm giác là chúng xuất hiện không có quy luật, nhưng khi nghiên cứu chúng trong cùng một điều kiện đo với số lần đo đủ lớn ta có thể thấy sai số ngẫu nhiên luôn xuất hiện theo một quy luật nhất định. Theo lý thuyết xác suất, dãy sai số ngẫu nhiên tuân theo bốn quy luật sau đây:

1). Trị tuyệt đối của sai số ngẫu nhiên không vượt quá một giới hạn nhất định, giới hạn này phụ thuộc vào điều kiện đo;

2). Các sai số ngẫu nhiên có trị tuyệt đối nhỏ xuất hiện nhiều hơn các sai số có trị tuyệt đối lớn;

3). Các sai số ngẫu nhiên âm và dương có trị tuyệt đối bằng nhau thì có khả năng xuất hiện như nhau;

4). Khi số lần đo n tăng lên vô hạn thì trị trung bình cộng của các sai số ngẫu nhiên sẽ tiến tới số không.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\Delta_1 + \Delta_2 + \dots + \Delta_n}{n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{[\Delta]}{n} = 0 \quad (2-3)$$

Chú ý: trong sai số dùng *dấu tổng của Gauss* [] thay cho dấu Σ . Ví dụ:

$$[vv] \text{ thay cho } \sum_{i=1}^n v_i^2$$

II. TIÊU CHUẨN ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC CÁC KẾT QUẢ ĐO TRỰC TIẾP

Trong trắc địa, một đại lượng thường được đo nhiều lần. Mỗi lần đo sẽ cho các kết quả khác nhau chút ít. Trong một dãy n trị đo $L_1, L_2, \dots, L_n$ của một đại lượng ta thấy sai số của từng trị đo riêng lẻ $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ có thể khác nhau, nhưng khái niệm về độ chính xác không nên hiểu riêng đối với từng trị số đo L_i mà nó phải đặc trưng cho điều kiện đo, bởi vì theo tính chất thứ hai của sai số, điều kiện đo tốt thì các sai số có trị tuyệt đối nhỏ xuất hiện nhiều và phân bố tập trung hơn. Muốn biết độ chính xác của phép đo và mức độ tin cậy của kết quả lựa chọn cuối cùng, ta phải dựa vào một số tiêu chuẩn. Đối với dãy kết quả đo trực tiếp của một đại lượng người ta dùng các chỉ tiêu sau đây để đánh giá độ chính xác.

1. Sai số trung bình (θ)

Với số lần đo n có hạn, sai số trung bình là trị trung bình cộng của các giá trị tuyệt đối của các sai số thành phần:

$$\theta = \frac{[\Delta]}{n} \quad (2-4)$$

Tuy nhiên, dùng sai số trung bình θ trong nhiều trường hợp chưa đánh giá được chính xác vì nó chưa phản ánh được độ biến động của sai số ngẫu nhiên. Để minh họa ta xét ví dụ sau:

Ví dụ: Xét hai dãy số khi cùng đo một góc β với hai điều kiện đo khác nhau. Dãy thứ nhất có các sai số $-5''$, $-3''$, $+7''$ và $+1''$, còn dãy thứ hai là $+5''$, $-4''$, $-3''$, $+4''$. Theo (2-4) ta có:

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

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

Với kết quả này ta lầm tưởng là hai kết quả đo ở hai điều kiện đo đạt độ chính xác như nhau, nhưng thực ra điều kiện đo của dãy thứ hai phải tốt hơn vì

độ biến động sai số ở đây này bé hơn so với dãy thứ nhất (dãy 1 biến động từ -3" đến +7", còn dãy 2 chỉ từ -4" đến +5").

2. Sai số trung phương (m)

Để khuếch đại phạm vi biến động của sai số ngẫu nhiên, giúp ta đánh giá độ chính xác chuẩn xác hơn, Gauss đã dùng tiêu chuẩn căn bậc hai của trị trung bình của tổng bình phương các sai số độc lập, gọi tắt là sai số trung phương, ký hiệu là m . Với số lần đo n là có hạn, ta có:

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

Ví dụ: Ta dùng số liệu ở trên thay vào (2-5):

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

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

Rõ ràng dãy đo thứ hai tốt hơn vì sai số trung phương của nó nhỏ hơn.

3. Sai số tương đối (1/T)

Ba chỉ tiêu đánh giá độ chính xác θ , m và r nêu trên là sai số tuyệt đối, nhưng trong một số trường hợp, chẳng hạn đo chiều dài, dùng sai số tương đối sẽ phản ánh rõ hơn và có thể so sánh mức độ chính xác của các kết quả đo.

Sai số tương đối là tỷ số giữa sai số đo và giá trị của đại lượng đo, trong đó tử số luôn nhận là 1 còn mẫu số được làm tròn đến bội số của 10.

$$\frac{1}{T} = \frac{m_L}{L} \quad (2-6)$$

Ví dụ: Đo hai đoạn thẳng bằng thước thép nhận được $S_1 = 298,232\text{m}$ với sai số $m_{S1} = \pm 0,025\text{m}$ và $S_2 = 126,612\text{m}$ với $m_{S2} = \pm 0,018\text{m}$. Nếu chỉ nhìn vào trị số tuyệt đối, ta thấy $m_2 < m_1$, dễ dàng kết luận S_2 đạt độ chính xác cao hơn. Tuy nhiên nếu tính sai số tương đối, ta có:

$$\frac{m_{S1}}{S_1} = \frac{0,025}{298,232} = \frac{1}{1200};$$

$$\frac{m_{S2}}{S_2} = \frac{0,018}{126,612} = \frac{1}{700};$$

Sai số tương đối đo đoạn S_2 lớn hơn sai số tương đối đo đoạn S_1 , tức là kết quả đo đoạn S_1 tốt hơn mới đúng.

4. Sai số giới hạn

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

Lý thuyết xác suất đã chứng minh rằng, trong cùng một điều kiện đo, khi đo một đại lượng 1000 lần và tính sai số trung phương theo công thức (2-5) sau đó xem xét thấy rằng chỉ có 50 sai số có trị tuyệt đối lớn hơn $2m$ và 3 sai số lớn hơn trị số $3m$ (chiếm 0,3%) nghĩa là trường hợp có sai số đo lớn hơn ba lần sai số trung phương m là rất hữu hạn. Vì thế người ta nhận sai số giới hạn bằng ba lần sai số trung phương:

$$\Delta_{\max} = 3.m \quad (2-7)$$

Sai số giới hạn chính là hạn sai đã được tính toán và định sẵn trước dựa vào yêu cầu cụ thể độ chính xác của đại lượng cần xác định. Biết được hạn sai $\Delta_{\max}$ ta tính được sai số trung phương m và bắt buộc phải chọn điều kiện đo để đạt được độ chính xác đó.

Việc quy định hạn sai có trị số bao nhiêu là tùy thuộc vào bản chất của bài toán trắc địa cụ thể mà ta tiếp tục tìm hiểu nó ở những vấn đề sau. Trong trắc địa, đối với các bài toán ước tính độ chính xác và lựa chọn phép đo, người ta thường yêu cầu độ chính xác cao, yêu cầu các kết quả đo ít tản mạn nên thường quy định sai số giới hạn bằng hai lần sai số trung phương:

$$\Delta_{\max} = 2.m \quad (2-8)$$

Khi đó sẽ loại bỏ các kết quả đo nào có sai số lớn hơn $2.m$.

III. SAI SỐ TRUNG PHƯƠNG CỦA HÀM SỐ CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐO

Trong bài toán trắc địa thường gặp trường hợp các đại lượng đo gián tiếp, tức là đại lượng cần tìm là hàm số của các đại lượng đo trực tiếp khác. Vì vậy muốn đánh giá độ chính xác các đại lượng đo gián tiếp, ta phải xác định sai số trung phương của hàm các đối số là trị đo trực tiếp độc lập nhau. Trường hợp hàm số có dạng tổng quát:

$$F = f(x, y, \dots, u)$$

Trong đó $x, y, \dots, u$ là đại lượng đo độc lập có các sai số trung phương tương ứng là $m_x, m_y, \dots, m_u$, ta cần xác định sai số trung phương m_f . Tùy theo mức độ phức tạp của hàm số mà có thể sử dụng các phương pháp tính sau đây.

1. Tính sai số trung phương hàm theo công thức Gauss

$$F + \Delta_F = f(x + \Delta_x, y + \Delta_y, \dots, u + \Delta_u) \quad (2-9)$$

Vì các sai số $\Delta_x, \Delta_y, \dots, \Delta_u$ rất bé nên khai triển hàm số (2-9) theo chuỗi Taylor và bỏ qua các số hạng bậc cao, ta có:

$$F + \Delta = f(x, y, \dots, u) + \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)_0 \Delta_x + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)_0 \Delta_y + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial u}\right)_0 \Delta_u \quad (2-10)$$

So sánh (2-10) với (2-9) đồng thời ký hiệu i là số lần đo ($i = 1, 2, \dots, n$) ta được:

$$\Delta_{f_i} = \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)_0 \Delta_{x_i} + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)_0 \Delta_{y_i} + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial u}\right)_0 \Delta_{u_i} \quad (2-11)$$

Ký hiệu $(\partial f / \partial x)_0, (\partial f / \partial y)_0, \dots$ là đạo hàm riêng của hàm f theo đối số $x, y, \dots$ tại giá trị gần đúng, mà khi thay số vào thì chúng trở thành các hằng số. Bình phương hai vế biểu thức (2-11) sau đó lấy tổng từng vế rồi chia cho số lần đo n :

$$\frac{[\Delta_{f_i} \Delta_{f_i}]}{n} = \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)_0^2 \frac{[\Delta_{x_i} \Delta_{x_i}]}{n} + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)_0^2 \frac{[\Delta_{y_i} \Delta_{y_i}]}{n} + 2 \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)_0 \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)_0 \frac{[\Delta_{x_i} \Delta_{y_i}]}{n} + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial u}\right)_0^2 \frac{[\Delta_{u_i} \Delta_{u_i}]}{n} \quad (2-12)$$

Theo tính chất thứ tư của sai số ngẫu nhiên, ta chỉ lấy các số hạng đầu, đồng thời theo định nghĩa sai số trung phương ta có:

$$m_f = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)_0^2 m_x^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)_0^2 m_y^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial u}\right)_0^2 m_u^2} \quad (2-13)$$

2. Sai số trung phương của một số hàm đơn giản

Vận dụng công thức (2-13) của Gauss, ta có thể tính sai số trung phương của một số hàm thường gặp trong các bài toán trắc địa. Dưới đây sẽ nêu một vài ví dụ cụ thể.

2.1. Khi bài toán có hàm dạng tổng

$$F = x_1 \pm x_2 \pm \dots \pm x_n \quad (2-14)$$

Vì $(\partial f / \partial x) = 1$ nên theo (2-13) ta có:

$$m_F^2 = m_{x_1}^2 + m_{x_2}^2 + m_{x_3}^2 + \dots + m_{x_n}^2 = \sum_1^n m_{x_i}^2 \quad (2-15)$$

Ví dụ: Trong một tam giác đo hai góc $\beta_1 = 59^\circ 12' 43,2''$ và $\beta_2 = 34^\circ 56' 16,4''$ với hai sai số $m_{\beta_1} = \pm 5''$, $m_{\beta_2} = \pm 3''$. Tính β_3 và sai số trung phương của nó.

Ta có hàm: $f = \beta_3 = 180^\circ - (\beta_1 + \beta_2) = 180^\circ 00' 00'' - 59^\circ 12' 43,2'' - 34^\circ 56' 14,4''$

$$\beta_3 = 85^\circ 51' 00'' 4.$$

Vì $(\partial f / \partial \beta_i) = 1$ nên:

$$m_{\beta_3} = \sqrt{m_{\beta_1}^2 + m_{\beta_2}^2} = \sqrt{25 + 9} = \pm 5'',8$$

2.2. Khi các đại lượng đo trong hàm tổng (2-14) có cùng độ chính xác

$$m_{x_1} = m_{x_2} = \dots = m_{x_n} = m \text{ thì } m_F = m \cdot \sqrt{n} \quad (2-16)$$

Ví dụ: Một đoạn thẳng S được chia làm ba phần đo bằng thước thép có cùng độ chính xác với kết quả $S_1 = 50,002\text{m}$; $S_2 = 49,994\text{m}$ và $m_{S_1} = 49,994\text{m}$ và $m_{S_1} = m_{S_2} = m_{S_3} = m = \pm 0,005\text{m}$. Tính chiều dài S và sai số trung phương tương đối của nó.

Ta có hàm:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 50,002 + 49,994 + 24,355 = 124,351\text{m}.$$

$$m_S = m \cdot \sqrt{n} = \pm 0,005 \cdot \sqrt{3} = \pm 0,009\text{m}$$

$$\frac{m_S}{S} = \frac{0,009}{124,351} = \frac{1}{1400}$$

2.3. Khi bài toán có hàm số dạng tuyến tính

$$F = k_1 x_1 \pm k_2 x_2 \pm \dots \pm k_n x_n \quad (2-17)$$

Vì k_i là hằng số nên theo công thức (2-13), ta có:

$$m_F^2 = k_1^2 m_{x_1}^2 + k_2^2 m_{x_2}^2 + \dots + k_n^2 m_{x_n}^2 = \sum_1^n k_i^2 m_{x_i}^2 \quad (2-18)$$

Ví dụ: Nếu một đoạn thẳng được biểu thị dưới dạng hàm số với $m_{S_1} = \pm 0,01m$; $m_{S_2} = \pm 0,02m$; $m_{S_3} = \pm 0,03m$ thì sai số của nó sẽ là:

$$S = \frac{1}{2}S_1 + \frac{1}{5}S_2 + \frac{1}{4}S_3$$

$$m_S = \sqrt{\frac{1}{4}m_{S_1}^2 + \frac{1}{25}m_{S_2}^2 + \frac{1}{16}m_{S_3}^2} = \sqrt{9,7 \cdot 10^{-5}} = \pm 0,0097 \approx \pm 0,01m.$$

2.4. Khi bài toán là hàm vừa có các trị đo góc vừa có trị đo dài (hoặc chênh cao hoặc tọa độ vuông góc) nếu sử dụng công thức (2-13) ta phải biểu thị sai số trung phương đo góc dưới dạng Radian m_p''/ρ'' .

Ví dụ: Trong đo cao lượng giác, độ chênh cao h được tính như sau:

$$h = S \cdot \text{tg} V + i - l$$

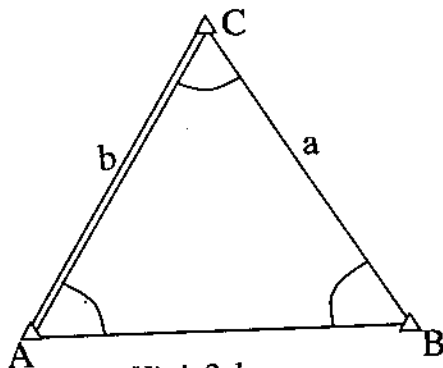
Trị đo và sai số trung phương của nó là: $S = 143,50 \text{ m}$; $V = +2^\circ 30'$;

$i = 1,50 \text{ m}$; $L = 2,20 \text{ m}$; $m_S = \pm 0,5 \text{ m}$; $m_V = \pm 1''$; $m_i = m_l = 0$ (coi như không có sai số), ta có hàm:

$$h = 143,50 \text{tg} 2^\circ 30' + 1,50 - 2,20 = 5,76 \text{ m}.$$

$$m_h = \sqrt{\text{tg}^2 V m_S^2 + \frac{S^2}{\cos^4 V} \frac{m_V^2}{\rho^2}} = \sqrt{(0,44 \times 0,50)^2 + \left(\frac{143,5}{0,996} \times \frac{1''}{3438'} \right)^2} = \pm 0,048 \text{ m}$$

Ví dụ: Trong tam giác ABC (hình 2.1) đo hai góc A, B và cạnh kề đầu b với trị số và sai số tương ứng là $A = 40^\circ 20' 25'', 5$; $B = 50^\circ 17' 36'', 4$; $m_A = m_B = \pm 5'' 9$ (đo cùng độ chính xác) và $b = 150,123 \text{ m}$; $m_b = \pm 0,002 \text{ m}$. Tính trị số cạnh a và sai số trung phương tương đối của nó.



Hình 2.1

Theo định lý sin trong tam giác ta có hàm số:

$$a = b \frac{\sin A}{\sin B}$$

$$m_a = \sqrt{\left(\frac{\partial a}{\partial b}\right)^2 m_b^2 + \left(\frac{\partial a}{\partial A}\right)^2 \left(\frac{m_A}{\rho''}\right)^2 + \left(\frac{\partial a}{\partial B}\right)^2 \left(\frac{m_B}{\rho''}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{\sin A}{\sin B} m_b\right)^2 + \left(b \frac{\cos A}{\sin B} \cdot \frac{m_A}{\rho''}\right)^2 + \left(\frac{b \sin A \cos B}{\sin^2 B} \cdot \frac{m_B}{\rho''}\right)^2}$$

Thay $p'' = 206265''$ và các trị số trên ta được $a = 126,317$; $m_a = \pm 0,005m$ và $m_a/a = 1/125000$.

3. Công thức Ferero

Một trong những phương pháp xây dựng lưới khống chế tọa độ mặt phẳng là lập mạng lưới gồm n tam giác dày đặc, trong đó phải đo tất cả các góc bằng A_i, B_i, C_i ($i = 1, 2, \dots, n$). Công thức Ferero dùng để tính sai số trung phương đo góc m_β của lưới n tam giác theo sai số khép góc w_β của các tam giác.

Nếu các góc A_i, B_i, C_i đo cùng độ chính xác m_β , tổng trị thực của chúng $(A_0 + B_0 + C_0) = 180^\circ$ thì có thể coi sai số khép góc tam giác w_β là sai số thực Δ_i

$$w_{\beta_i} = \Delta_i = (A_i + B_i + C_i) - 180^\circ \quad (2-19)$$

Theo định nghĩa sai số trung phương (2-5), nếu có n tam giác thì sai số trung phương của sai số khép góc là:

$$m_w = \pm \sqrt{\frac{[w_\beta w_\beta]}{n}} \quad (2-20)$$

Vì các góc đo cùng độ chính xác $m_{A_i} = m_{B_i} = m_{C_i} = m_\beta$ nên từ (2-19) theo công thức Gauss(2-13), ta có:

$$m_w^2 + m_{A_i}^2 + m_{B_i}^2 + m_{C_i}^2 = 3m_\beta^2$$

Cân bằng hai vế của công thức trên với công thức (2-20), ta suy ra:

$$m_\beta = \pm \sqrt{\frac{[ww]}{3n}} \quad (2-21)$$

Tuy nhiên, áp dụng công thức (2-21) của Ferero sẽ đáng tin cậy khi số lượng tam giác $n > 10$.

Ví dụ: Đo tất cả các góc của lưới 12 tam giác cùng độ chính xác, sau đó theo (2-20) tính được các sai số khép góc tương ứng là $w_1 = +8''$; $w_2 = -6''$; $w_3 = +4''$; $w_4 = -2''$; $w_5 = -7''$; $w_6 = +8''$; $w_7 = -8''$; $w_8 = +3''$; $w_9 = +2''$; $w_{10} = +9''$; $w_{11} = -1''$; và $w_{12} = +3''$.

Độ chính xác đo góc trong lưới tam giác này là:

$$m_{\beta} = \sqrt{\frac{64''+36''+16''+4''+49''+64''+64''+9''+4''+81''+1''+9''}{3.12}} = \sqrt{\frac{401''}{36}} = \pm 3'',3$$

IV. TRỊ TRUNG BÌNH CỘNG VÀ SAI SỐ TRUNG PHƯƠNG CỦA NÓ

1. Trị trung bình cộng

Trong thực tế khó có thể biết trước được trị thực L_0 của đại lượng đo và sai số thực Δ mà người ta thường tiến hành đo n lần, được dãy trị đo $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$. Trong trường hợp này không thể biết giá trị nào trong dãy kết quả đo là chính xác mà chỉ có thể coi trị trung bình của các trị đo L_i gần với trị thực nhất. Gọi x là trị trung bình cộng của n lần trị đo, ta có:

$$x = \frac{L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n}{n} = \frac{[L]}{n} \quad (2-22)$$

Khi tính toán thường gặp các giá trị L_i lớn và phức tạp, việc tính toán sẽ đơn giản hơn nếu ta lựa chọn một trị đo nào đó trong dãy trị đo L_i làm trị gần đúng x_0 của trị trung bình cộng x , sau đó tính độ lệch giữa trị gần đúng và các trị đo, cuối cùng tính được trị trung bình cộng:

$$\delta_i = L_i - x_0$$

$$x = x_0 + \frac{[\delta]}{n} \quad (2-23)$$

2. Sai số trung phương của trị trung bình cộng

Công thức (2-22) có thể viết dưới dạng sau:

$$x = \frac{1}{n}L_1 + \frac{1}{n}L_2 + \dots + \frac{1}{n}L_n$$

Như vậy hàm số x có dạng hàm tuyến tính (2-17), sai số trung phương của nó sẽ được tính theo công thức (2-18), ta có:

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

Nếu các trị đo L_i được đo trong điều kiện giống nhau, ta coi chúng có cùng độ chính xác, nghĩa là:

$$m_1 = m_2 = \dots = m_n = m$$

Khi đó suy ra:

$$\begin{aligned} m_x^2 &= \frac{m^2}{n} \\ m_x &= \frac{m}{\sqrt{n}} \end{aligned} \quad (2-24)$$

Từ công thức (2-24) ta khẳng định rằng sai số trung phương m_x của trị trung bình cộng $\bar{x}$ của dãy trị đo n lần của cùng một đại lượng nhỏ hơn sai số trung phương của một lần đo là $\sqrt{n}$ lần. Điều đó chứng tỏ đại lượng $\bar{x}$ là đáng tin cậy nhất, nó có sai số trung phương nhỏ nhất.

3. Tính sai số trung phương của dãy trị đo cùng độ chính xác một đại lượng theo công thức Betxen và công thức Peterx

Để tính được sai số trung phương của trị trung bình cộng m_x theo công thức (2-24) ta cần biết sai số trung phương m đặc trưng cho độ chính xác của dãy trị đo. Theo định nghĩa sai số trung phương, ta có công thức (2-5) dùng để tính sai số trung phương m theo sai số thực Δ_i . Tuy nhiên, trong thực tế hầu như không biết được trị thực L_0 của đại lượng đo nên không thể tính được sai số thực Δ_i và đương nhiên không tính được sai số trung phương theo công thức (2-5).

Khi có dãy trị đo n lần của một đại lượng, ta tính được trị số tin cậy nhất $\bar{x}$ theo công thức (2-23), do đó tính được số hiệu chỉnh v_i của trị đo L_i là:

$$v_i = \bar{x} - L_i, \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (2-25)$$

Lấy hiệu của sai số thực Δ_i và số hiệu chỉnh v_i , ta có:

$$(\Delta_i - v_i) = (L_0 - L_i) - (\bar{x} - L_i) = L_0 - \bar{x} \quad (2-26)$$

Ký hiệu Δ_e là sai số thực của trị trung bình cộng:

$$\Delta_e = L_0 - \bar{x} \quad (2-27)$$

Thay (2-27) vào (2-26), ta có sai số thực của trị đo L_i là:

$$\Delta_i = v_i + \Delta_e \quad (2-28)$$

Bình phương hai vế của biểu thức (2-28), lấy tổng rồi chia cho số lần đo n , với lưu ý rằng Δ_ϵ là hằng số, ta có:

$$\frac{[\Delta\Delta]}{n} = \frac{[vv]}{n} + 2\frac{\Delta_\epsilon}{n}[v] + \Delta_\epsilon^2 \quad (2-29)$$

Theo (2-25) ta suy ra:

$$[v] = nx - [L] \quad (2-30)$$

$$[v] = \frac{nx}{n} - [L] = 0 \quad (2-31)$$

Như vậy, khác với sai số thực, số hiệu chỉnh v có tính chất là tổng của chúng triệt tiêu:

$$[v] = 0 \quad (2-32)$$

Mặt khác, cũng theo công thức (2-28) ta có:

$$[\Delta] = [v] + n\Delta_\epsilon \quad (2-33)$$

$$[v] = 0 \rightarrow \Delta_\epsilon = \frac{[\Delta]}{n}$$

$$\Delta_\epsilon^2 = \frac{(\Delta_1 + \Delta_2 + \dots + \Delta_n)^2}{n^2} = \frac{1}{n^2} \{ [\Delta_1\Delta_1] + \dots + 2[\Delta_1\Delta_{i+1}] \} \quad (2-34)$$

Vì tích của hai sai số ngẫu nhiên vẫn là sai số ngẫu nhiên nên theo tính chất thứ tư của sai số ngẫu nhiên (công thức 2-3), khi số lần đo n đủ lớn thì các số hạng $2[\Delta_i\Delta_{i+1}] = 0$, do đó:

$$\Delta_\epsilon^2 = \frac{[\Delta\Delta]}{n^2} \quad (2-35)$$

Lưu ý tính chất (2-32) và thay (2-35) vào công thức (2-29), ta có:

$$\frac{[\Delta\Delta]}{n} = \frac{[vv]}{n} + 0 + \frac{[\Delta\Delta]}{n^2} \quad (2-36)$$

Theo định nghĩa sai số trung phương (công thức 2-5) ta suy ra:

$$m^2 = \frac{[vv]}{n} + \frac{m^2}{n} \quad (2-37)$$

Cuối cùng ta có công thức tính sai số trung phương m đặc trưng cho độ chính xác của dãy trị đo L_i theo số hiệu chỉnh v_i :

$$m = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} \quad (2-38)$$

Đây là công thức Betxen dùng để tính sai số trung phương của đại lượng L được đo n lần. Thay (2-38) vào (2-24) ta nhận được công thức tính sai số trung phương của số trung bình cộng x :

$$m_x = \pm \frac{m}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}} \quad (2-39)$$

Theo quan hệ giữa θ và m là $m = 1,253\theta$, Peterx đã chứng minh ra công thức tính sai số trung phương trị đo theo trị tuyệt đối của v_i :

$$m = \frac{1,253 \cdot [v]}{\sqrt{n(n-1)}} \quad (2-40)$$

Công thức Peterx cũng được sử dụng để đánh giá độ chính xác của trị đo. Giá trị m tính theo công thức này gần bằng giá trị tính theo công thức Betxen nên ta có thể dùng công thức này để tính kiểm tra kết quả tính toán.

4. Bình sai kết quả đo trực tiếp cùng độ chính xác một đại lượng

Bình sai là giải quyết mâu thuẫn, loại trừ sự không phù hợp với quan hệ toán học vốn có giữa các trị đo bằng cách tìm ra số hiệu chỉnh v_i cải chính vào trị đo để tìm trị xác suất nhất của nó và đánh giá độ chính xác của kết quả tìm được. Có một dãy kết quả đo cùng độ chính xác của một đại lượng là $L_1, L_2, \dots, L_n$, thực chất của bài toán bình sai chỉ là tính trị số trung bình cộng và sai số trung phương của nó. Sử dụng các công thức nêu ở phần trên, ta rút ra trình tự bình sai trị đo trực tiếp có cùng độ chính xác của một đại lượng như sau:

- 1). Chọn trị gần đúng x_0 , tính δ_i theo công thức (2-23a).
- 2). Tính trị trung bình cộng x theo (2-23b).
- 3). Tính số hiệu chỉnh V_i theo (2-25) và tính $[v^2]$.
- 4). Tính sai số trung phương của trị đo L theo công thức Betxen (2-38).
- 5). Tính sai số trung phương của trị trung bình cộng theo công thức (2-24).
- 6). Ghi kết quả cuối cùng.

Các bước tính toán bình sai được sắp xếp trong một bảng tính để dễ dàng tính toán và kiểm tra.

Ví dụ 1: Cạnh S được đo 5 lần với số liệu được ghi ở cột 2 bảng (2.1). Việc tính trị trung bình S và sai số trung phương của nó được thực hiện theo trình tự từ cột 3 đến cột 5.

Bảng 2.1

Lần đo	Kết quả đo S_i (m)	V_i (cm)	$V_i \cdot V_i$	Kết quả
1	2	3	4	5
1	48,39	-1	1	$S_{tb} = \frac{[S]}{n} = \frac{2410,90}{5} = 48,38m$ $m_s = \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} = \sqrt{\frac{16}{4}} = \pm 2\text{ cm}$ $m_{S_{tb}} = \frac{m_s}{\sqrt{n}} = \frac{2}{\sqrt{5}} = \pm 0,9\text{ cm}$
2	48,35	+3	9	
3	48,40	-2	4	
4	48,37	+1	1	
5	48,39	-1	1	
[S]	241,90	[v] = 0	[vv]=16	$S = (48,38 \pm 0,009)m$

Ví dụ 2: Một góc nằm ngang β được đo 5 lần, trị đo ghi trong cột 2 bảng 2.2. Tính trị trung bình cộng và đánh giá độ chính xác kết quả đo. Các bước tính toán thực hiện theo các cột sau của bảng.

Bảng 2.2

TT	Trị đo β_i	$\delta_i = \beta_i - \beta_o$	v_i	$v_i v_i$	Kết quả
1	52° 20' 26"	+16"	- 8	64	$\beta_b = \beta_o + \frac{[\delta]}{n} = \beta_o + \frac{40''}{5} = \beta_o + 8''$ $m_\beta = \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} = \sqrt{\frac{160}{4}} = \pm 6'',3$ $m_{\beta_b} = \frac{m_\beta}{\sqrt{n}} = \frac{6,3}{\sqrt{5}} = 2'',8$
2	52° 20' 22"	+12"	- 4	16	
3	52° 20' 18"	+8"	0	0	
4	52° 20' 14"	+4"	+ 4	16	
5	52° 20' 10"	0"	+ 8	64	
β_o	52° 20' 10"	[δ] = +40"	[v] = 0	[vv]=160	$\beta_b = \beta_o + 8'' = 52^\circ 20' 18''$

V. TRỌNG SỐ VÀ TRỊ TRUNG BÌNH CỘNG MANG TRỌNG SỐ

1. Trọng số và sai số trung phương trọng số đơn vị

Khi đo không cùng độ chính xác một đại lượng thì kết quả nhận được sẽ có độ tin cậy khác nhau và không thể tính trị trung bình cộng theo phương pháp

thông thường được. Để giải quyết vấn đề này khi tính toán người ta đưa vào một con số bổ trợ biểu thị mức độ chính xác của kết quả đo gọi là trọng số, ký hiệu là P.

Độ chính xác của kết quả đo càng cao thì trị số của P càng lớn còn trị số của sai số trung phương m càng nhỏ. Trọng số P luôn luôn là trị số dương và thường không có đơn vị vật lý. Vì thế, trọng số là con số bổ trợ tỷ lệ nghịch với bình phương của sai số trung phương của trị đo không cùng độ chính xác, nghĩa là:

$$P_i = \frac{C}{m_i^2} \quad (2-41)$$

Trong đó C là hằng số tự chọn sao cho P trở thành con số tiện lợi và đơn giản khi xử lý số liệu đo. Về nguyên tắc có thể chọn trị số C tùy ý nhưng phải nhất quán trong một bài toán xử lý số liệu, nghĩa là với trị đo thứ nhất chọn C bao nhiêu thì trị đo tiếp theo cũng phải chọn C bấy nhiêu.

Nếu chọn trị số C bằng bình phương sai số trung phương của trị đo nào đó thì trọng số của trị đo này sẽ bằng 1, nghĩa là:

$$P_o = \frac{m_o^2}{m_o^2} = 1 \quad (2-42)$$

P_o được gọi là trọng số đơn vị, sai số trung phương tương ứng với $P_o = 1$ gọi là sai số trung phương trọng số đơn vị, ký hiệu là μ . Khi đó công thức (2-42) có dạng:

$$P_i = \frac{\mu^2}{m_i^2} \quad (2-43)$$

Vai trò của μ và P rất quan trọng khi xử lý bài toán trắc địa hỗn hợp có nhiều trị đo không cùng độ chính xác.

Ví dụ: Cạnh S được đo bằng 3 phương pháp khác nhau không cùng độ chính xác, nhận được kết quả và sai số trung phương nêu ở bảng 2.3.

Nếu chọn $\mu = m_2 = \pm 0,12$ thì ta có: $P_1 = (0,12/0,30)^2 = 0,16$

$$P_2 = 1$$

$$P_3 = (0,12/0,18)^2 = 0,44$$

Bảng 2.3

Trị đo số	S_i	m_i	Trọng số (P_i)
1	48,38	$\pm 0,30$	0,16
2	48,28	$\pm 0,12$	1,00
3	48,29	$\pm 0,18$	0,44

2. Trị trung bình cộng mang trọng số và sai số trung phương của nó

Trong ví dụ trên, cạnh S được đo theo ba phương pháp khác nhau, được 3 kết quả S_1, S_2, S_3 . Từng trị số S_i có thể là kết quả trung bình của một dãy trị đo riêng với số lần đo khác nhau nên sai số trung phương m_{s_i} khác nhau, ta có dãy trị đo không cùng độ chính xác. Để tính trị số tin cậy nhất và đánh giá độ chính xác của cạnh S trong trường hợp này không thể dùng các công thức đã nêu trong mục IV mà phải dùng công thức tính trị trung bình cộng mang trọng số:

$$X = \frac{P_1 L_1 + P_2 L_2 + \dots + P_n L_n}{P_1 + P_2 + \dots + P_n} = \frac{[PL]}{[P]} \quad (2-44)$$

Tương tự như khi tính trị trung bình cộng cùng độ chính xác, trong thực tế tính toán thường gặp các giá trị L_i lớn và phức tạp, việc tính toán sẽ đơn giản hơn nếu ta lựa chọn một trị đo nào đó trong dãy trị đo L_i làm trị gần đúng X_0 của trị trung bình cộng X , sau đó tính độ lệch δ giữa trị gần đúng và các trị đo, cuối cùng tính được trị trung bình cộng mang trọng số theo công thức thực dụng sau:

$$\delta_i = L_i - X_0 \quad (2-45)$$

$$X = X_0 + \frac{[P \cdot \delta]}{[P]} \quad (2-46)$$

Để đánh giá độ chính xác của trị trung bình cộng mang trọng số ta dùng công thức:

$$m_X = \frac{\mu}{\sqrt{[P]}} \quad (2-47)$$

Trong đó sai số trung phương trọng số đơn vị tính theo công thức sau:

$$\mu = \sqrt{\frac{[p v v]}{(n-1)}} \quad (2-48)$$

$$v_i = X - L_i, \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (2-49)$$

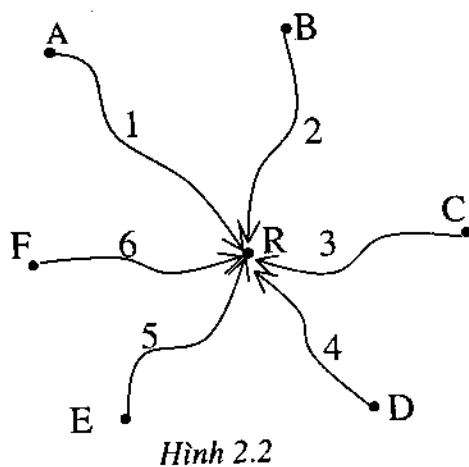
3. Bình sai kết quả đo trực tiếp không cùng độ chính xác của một đại lượng

Có một dãy kết quả đo không cùng độ chính xác của một đại lượng là $L_1, L_2, \dots, L_n$, biết sai số trung phương tương ứng của các trị đo là m_i , thực chất của bài toán bình sai chỉ là tính trị số trung bình cộng mang trọng số và sai số trung phương của nó. Sử dụng các công thức đã trình bày ở phần trên ta rút ra trình tự bình sai trị đo trực tiếp không cùng độ chính xác của một đại lượng như sau:

- 1). Chọn trị gần đúng X_0 , tính độ lệch δ_i theo công thức (2-45).
- 2). Chọn một hằng số C cho bài toán, tính trọng số của các kết quả đo theo công thức (2-41).
- 3). Tính trị trung bình cộng mang trọng số X theo (2-46).
- 4). Tính số hiệu chỉnh v_i theo (2-49) và tính $[pvv]$.
- 5). Tính sai số trung phương trọng số đơn vị theo công thức (2-48).
- 6). Tính sai số trung phương của trị trung bình cộng mang trọng số theo công thức (2-47).
- 7). Ghi kết quả cuối cùng.

Các bước tính toán bình sai được sắp xếp trong bảng tính để dễ kiểm tra.

Ví dụ: Có một lưới độ cao hình (2.2), độ cao của điểm nút R là H_R được tính từ 6 tuyến đo cao với các phương pháp khác nhau có kết quả là H_i và sai số trung phương tương ứng m_{H_i} ghi ở cột 2 và 3 bảng (2.4). Hãy tính trị xác suất nhất độ cao điểm và độ chính xác của nó.



Trình tự giải bài toán được nêu trong bảng (2.4), trong đó đã chọn:

$H_0 = 57,300\text{m}$, hằng số $C = 10$ và trọng số của từng tuyến tính theo công thức:

$$P_i = \frac{10}{m_{H_i}^2}$$

Kết quả tính toán được thực hiện trong bảng 2.4.

Bảng 2.4

Số hiệu tuyến i	Độ cao $H_i(m)$	m_{H_i} (mm)	$p_i = \frac{10}{m_{H_i}^2}$	δ (mm)	$P\delta$	$p\delta\delta$	v (mm)	$p v$	$p v v$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	57,317	15,6	0,32	+17	+5,44	92,5	-0,4	-0,13	0,05
2	310	8,1	0,15	+10	+1,50	15,0	-7,4	-1,11	8,21
3	305	8,7	0,13	+5	+0,65	3,2	-12,4	-1,61	19,36
4	320	2,0	2,50	+20	+50,00	1000,0	+2,6	+6,50	16,90
5	318	3,7	0,73	+18	+13,14	236,5	+0,6	+0,44	0,26
6	308	4,8	0,43	+8	+3,44	27,5	-9,4	-4,04	37,98
H_0	57,300							+6,94	
$\frac{[p\delta]}{[P]}$	$\pm 17,4 mm$							-6,89	
$H_R = X$	57,3174	$\Sigma = 4,26$		+74,17		1374,7		+0,05	83,36

Kiểm tra kết quả tính $[p v v]$ theo công thức:

$$[p v v] = [p \delta^2] - \frac{[p \delta]^2}{[p]} = 1374,7 - \frac{3501,2}{4,26} = 83,34$$

Sai số trung phương trọng số đơn vị:

$$\mu = \sqrt{\frac{[p v v]}{(n-1)}} = \sqrt{\frac{83,36}{5}} = \pm 4,1 \text{ mm}$$

Sai số trung phương của trị trung bình cộng mang trọng số:

$$m_x = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}} = \frac{4,1}{\sqrt{4,26}} = \pm 2,0 \text{ mm}$$

Kết quả độ cao điểm nút:

$$H_R = X = (57,3474 \pm 0,0020)m$$

Câu hỏi và bài tập chương 2

1. Hãy phân biệt thế nào là đại lượng đo, giá trị đo, giá trị thực, sai số thực, số hiệu chỉnh?
2. Trình bày nguồn gốc của sai số đo và phân loại chúng.
3. Nêu các tính chất của sai số ngẫu nhiên.
4. Người ta dùng những sai số đặc trưng nào để đánh giá độ chính xác của dãy kết quả đo? Sai số tuyệt đối và sai số tương đối có gì khác nhau và chúng được sử dụng trong trường hợp nào?
5. Làm thế nào để phát hiện sai lầm và các sai số lớn để loại chúng ra khỏi dãy kết quả đo?
6. Đo một tam giác phẳng được các góc $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ với sai số trung phương tương ứng là m_1, m_2 và m_3 . Hãy lập công thức tính sai số khép tam giác, sai số trung phương của tổng các góc đo trong tam giác đó.
7. Trị trung bình cộng là gì? Nó dùng trong trường hợp nào?
8. Trọng số là gì? Trị trung bình cộng mang trọng số có gì khác so với trị trung bình cộng thông thường?
9. Cho dãy kết quả đo của một đoạn thẳng trên thực địa như ở cột 2 bảng sau:

Số thứ tự trị đo	Trị đo (met)	Sai số trung phương (cm)
1	2	3
1	200,325	± 4
2	200,315	± 2
3	200,319	± 3
4	200,321	± 5
5	200,323	± 1
6	200,318	± 8
7	200,320	± 7

- a. Hãy tính trị trung bình cộng và sai số trung phương của dãy kết quả đo khi coi các trị đo có cùng độ chính xác.
- b. Hãy tìm trị số đáng tin cậy nhất của dãy trị đo trên và đánh giá độ chính xác của nó khi các trị đo có sai số trung phương tương ứng cho ở cột 3 của bảng.

Phần hai

MÁY ĐO ĐẶC VÀ ỨNG DỤNG

Chương 3

ĐO GÓC

Mục tiêu:

Sau khi nghiên cứu chương 3, học sinh hiểu được nguyên lý đo góc bằng và góc đứng, nắm chắc cấu tạo máy kinh vĩ và biết sử dụng máy kinh vĩ quang học để đo góc bằng và góc đứng.

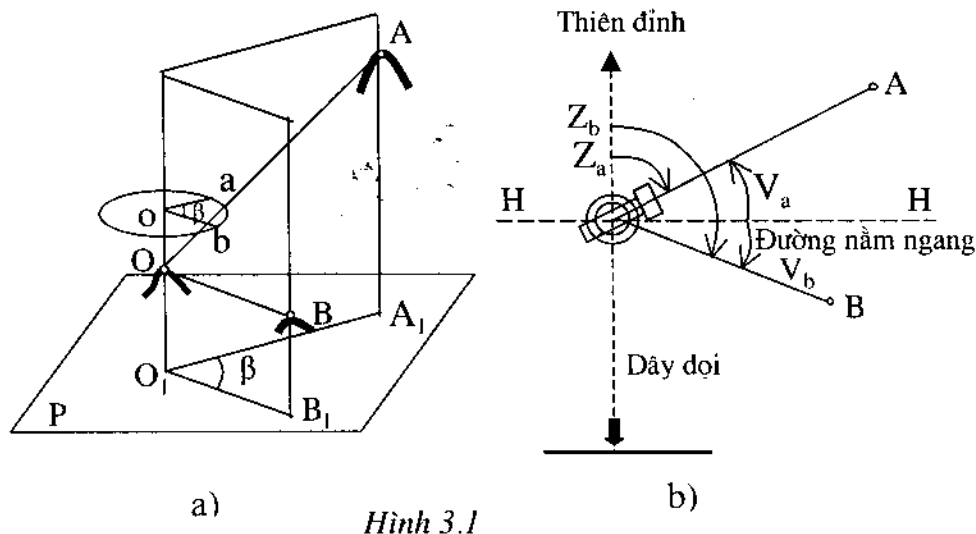
Nội dung:

Gồm các vấn đề sau: nguyên lý đo góc, cấu tạo và tính năng của máy kinh vĩ, phương pháp đọc số trên máy kinh vĩ quang học, kiểm nghiệm và hiệu chỉnh máy kinh vĩ, phương pháp đo góc nằm ngang và góc đứng.

I. NGUYÊN LÝ ĐO GÓC

Giả sử có 3 điểm O, A, B trên mặt đất, không cùng độ cao. Góc AOB kẹp giữa hai hướng OA và OB là một góc nghiêng trong không gian. Dùng phép chiếu thẳng góc, chiếu các hướng ngấm xuống mặt phẳng nằm ngang P, ta được góc nằm ngang (hay góc bằng) $A_1 O_1 B_1$, xem hình 3.1a.

Vậy, góc bằng là góc nhị diện của hai mặt phẳng thẳng đứng chứa hai hướng ngấm OA và OB.



Hình 3.1

Muốn đo được góc nằm ngang β , ta dùng một bàn chia độ đặt nằm ngang (bàn độ ngang) sao cho đường dây dọi đi qua đỉnh góc O cũng đi qua tâm của bàn độ ngang O. Hai mặt phẳng thẳng đứng chứa hai hướng ngắm OA và OB sẽ cắt bàn độ ngang tại hai vị trí có số đọc tương ứng là a và b. Hiệu của hai số đọc sẽ là giá trị của góc $\beta = b - a$. Dựa vào nguyên lý này người ta chế tạo ra bàn độ ngang của máy kinh vĩ, dùng nó đo góc nằm ngang β .

Góc đứng là góc nằm trong mặt phẳng thẳng đứng, hợp bởi tia ngắm và đường nằm ngang HH, ký hiệu là V.

Góc đứng có thể có dấu dương hoặc dấu âm tùy theo vị trí của tia ngắm nằm trên hay nằm dưới đường nằm ngang. Góc đứng của hướng ngắm OA có dấu dương vì A cao hơn O, ngược lại góc đứng của hướng OB có dấu âm vì B thấp hơn O, xem hình 3.1b.

Góc thiên đỉnh là góc nằm trong mặt phẳng thẳng đứng, hợp bởi hướng thiên đỉnh và hướng ngắm.

Góc thiên đỉnh Z có giá trị từ 0° đến 180° . Góc thiên đỉnh và góc đứng có quan hệ sau:

$$V + Z = 90^\circ$$

Trên một máy kinh vĩ, ngoài bàn độ nằm ngang, người ta còn chế tạo một bàn chia độ đặt thẳng đứng, có tâm trùng với trục quay của ống ngắm và hướng nằm ngang HH trùng với hướng $0^{\circ} - 180^{\circ}$ hoặc $0^{\circ} - 0^{\circ}$. Trị số đọc được trên bàn độ đứng ứng với hướng ngắm OA chính là góc đứng V_a .

II. MÁY KINH VĨ

1. Sơ đồ cấu tạo máy kinh vĩ

Trong quá trình phát triển của ngành chế tạo máy đo góc, ban đầu người ta chế tạo máy kinh vĩ cơ học, sau đó là máy kinh vĩ quang học và ngày nay có máy kinh vĩ điện tử.

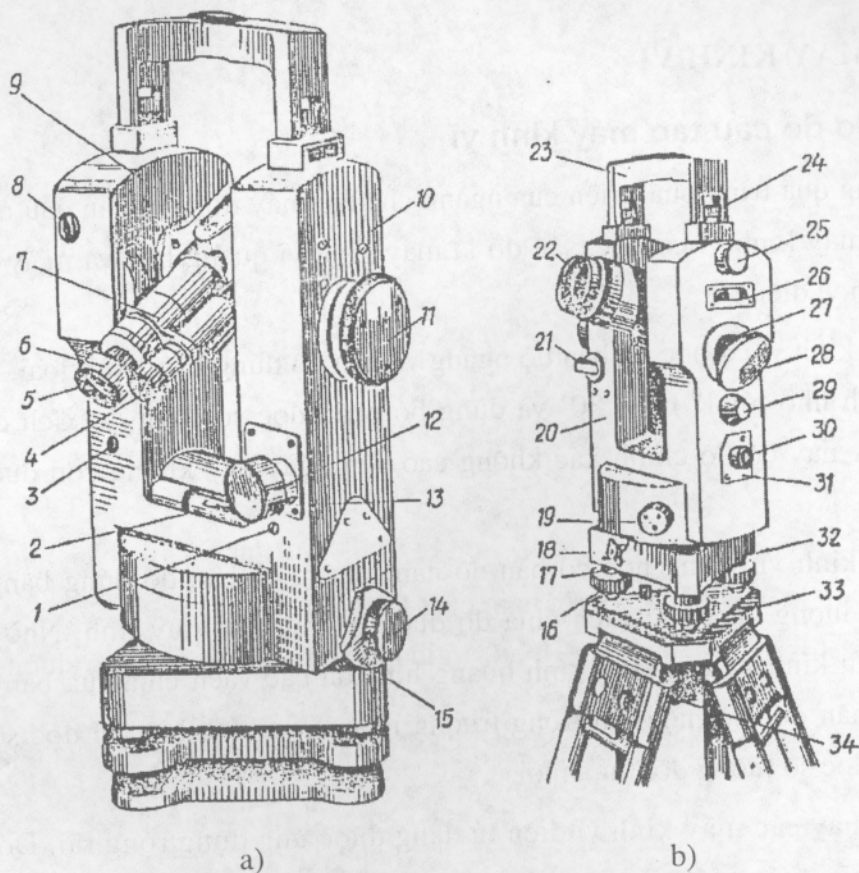
Máy kinh vĩ cơ học có bàn độ ngang và bàn độ đứng bằng kim loại, thường khắc vạch nhỏ tới 1° hoặc $30'$ và dùng bộ phận đọc số dạng du xích cơ học. Loại máy này có độ chính xác không cao nên ngày nay không còn được ứng dụng nữa.

Máy kinh vĩ quang học có bàn độ nằm ngang và bàn độ đứng bằng thủy tinh chất lượng cao, các vạch chia độ được in trên đĩa thủy tinh. Nhờ có hệ thống thấu kính và các lăng kính quang học mà các vạch chia của bàn độ và của bộ phận đọc số hiện lên trong trường ngắm của kính hiển vi đọc số giúp cho việc đọc số tương đối thuận lợi.

Hiện nay các máy kinh vĩ điện tử đang được ứng dụng rộng rãi. Đó là sự kết hợp giữa máy kinh vĩ quang học và kỹ thuật điện tử. Các bộ phận cơ bản của máy kinh vĩ điện tử tương tự như một máy kinh vĩ quang học, riêng các bàn độ không chia vạch đều nhau như kinh vĩ thường mà nó được chia và đọc số theo kiểu mã hoá. Nhờ có các thiết bị điện tử và các phần mềm chuyên dụng mà các số đọc được hiện lên màn hình giúp cho việc đọc số được dễ dàng hơn. Máy còn kèm theo thiết bị ghi tự động để người đo không phải đọc số và ghi sổ, tăng tốc độ đo đạc và tránh nhầm lẫn trong quá trình đọc số và ghi chép sổ sách.

1.1. Hình dạng bên ngoài của máy kinh vĩ

Trên hình 3.2 mô tả những bộ phận chủ yếu bố trí bên ngoài vỏ máy kinh vĩ quang học.

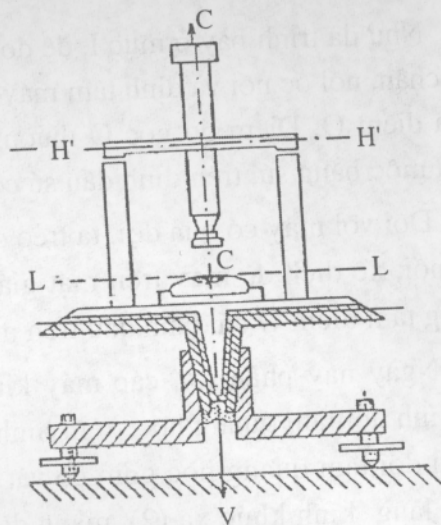


Hình 3.2

- | | | |
|-----------------------------------|---|---------------------------------|
| 1. Ốc chỉnh ống thủy bàn độ ngang | 9. Điểm ngắm sơ bộ | 18. Đặt số đọc bàn độ ngang |
| 2. Ống thủy dài | 11. Ốc đảo ảnh bộ đọc số | 22. Kính vật của ống kính |
| 4. Kính hiển vi đọc số | 12, 13. Ốc hãm và ốc vi động bàn độ đứng | 23, 24, 25. Quai xách |
| 5, 6. Kính mắt của ống kính | 14, 15. Ốc hãm và ốc vi động bàn độ ngang | 26. Ống thủy bàn độ đứng |
| 7. Vòng quay điều quang | 16, 17. Ốc cân máy | 27, 28. Gương chiếu sáng |
| 8. Ốc chỉnh ống thủy bàn độ đứng | | 29. Ốc cân ống thủy bàn độ đứng |
| | | 30. Kính dọi tâm |

1.2. Sơ đồ hệ trục của máy kinh vĩ

Trên hình 3.3 giới thiệu các hệ trục cơ bản của một máy kinh vĩ quang học. Các trục chính của máy bao gồm: Trục đứng VV trùng với trục quay của máy, trục ngấm CC của ống kính, trục nằm ngang HH là trục quay của ống kính và trục nằm ngang LL là trục của ống thuỷ dài. Điều kiện hình học của hệ trục máy là: VV vuông góc với HH, VV vuông góc với LL, CC vuông góc với HH và LL song song với HH.



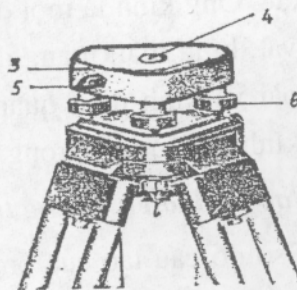
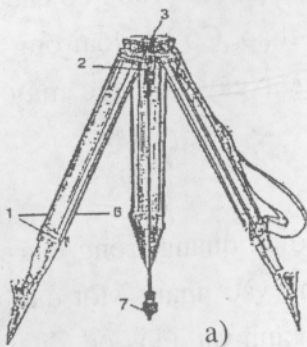
Hình 3.3

2. Các bộ phận chủ yếu của máy kinh vĩ

2.1. Bộ phận chiếu điểm và cân máy

Máy kinh vĩ thường được đặt trên giá 3 chân bằng gỗ hoặc bằng hợp kim nhôm, xem hình 3.4a. Có thể thay đổi chiều cao của chân bằng cách nới ốc hãm (1) và kéo dài chân máy rồi hãm chặt lại.

Đế máy (3) làm bằng kim loại, ở giữa có một lỗ tròn (4) có đường kính bằng đường kính trục máy, bên thành đế máy có chốt giữ trục máy (5). Phía dưới đế máy có ba ốc cân máy (6). Ở chính giữa phía dưới đế máy có bộ phận để vận chắc ốc nối đế máy với chân máy (2). Chính giữa ốc nối có móc treo quả dọi (7) để định tâm máy, hình 3.4b.

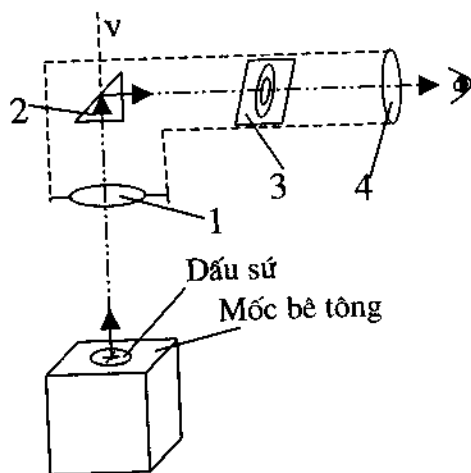


Hình 3.4

Như đã trình bày ở mục I, để đo được góc bằng $\angle AOB$, ta cần đặt máy lên giá ba chân, nối ốc nối và định tâm máy sao cho tâm máy nằm trên đường dây dọi đi qua điểm O. Điểm đo góc O thường được đánh dấu bằng mốc bê tông có gắn dấu mốc bằng sứ, trên đỉnh dấu sứ có kẻ dấu chữ thập làm vị trí tâm điểm đo.

Đối với máy có quả dọi, ta treo quả dọi vào móc phía dưới ốc nối. Vận lỏng ốc nối, xê dịch đế máy trên mặt giá ba chân cho đến khi mũi của quả dọi chỉ đúng tâm điểm O đã đánh dấu trên mốc.

Ngày nay phần lớn các máy kinh vĩ có kính dọi tâm quang học, xem hình 3.5. Kính dọi tâm quang học gồm có vật kính (1), lăng kính khúc xạ (2), màng dây có khắc 2 vòng tròn đồng tâm (3) và kính mắt (4). Điều kiện cơ bản của kính dọi tâm quang học là trục quang học đi từ kính vật phải trùng với trục đứng VV của máy. Khi đặt và cân máy ta phải điều chỉnh sao cho hình ảnh của dấu chữ thập trên mốc sứ vào đúng tâm vòng tròn nhỏ của ống kính định tâm.



Hình 3.5

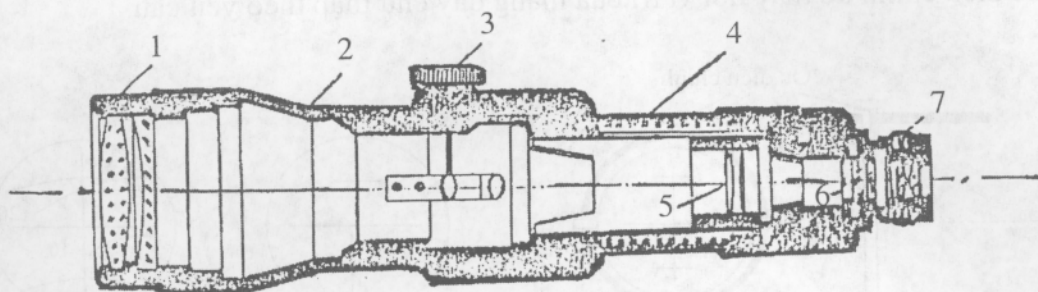
2.2. Ống kính

Ống kính trong máy trắc địa là loại kính viễn vọng cho phép ngắm được vật ở xa và chính xác. Ống kính là một ống kim loại, bên trong có các bộ phận chủ yếu gồm kính vật, kính mắt, màng dây chữ thập. Có hai loại ống kính là kính điều quang ngoài và kính điều quang trong. Ngày nay các máy trắc địa chỉ dùng kiểu ống kính điều quang trong.

2.2.1. Cấu tạo kính điều quang trong

Hình 3.6 là sơ đồ cấu tạo của ống kính điều quang trong của máy kinh vĩ Theo 020 của Đức. Nó gồm ba ống thép lồng vào nhau. Một đầu của ống trụ ngoài (2) gắn một hệ thấu kính hội tụ gọi là kính vật (1), ốc điều quang (3), bánh răng điều quang (4), kính điều quang (5), dây chữ thập (6), và kính mắt (7). Khi vận ốc điều quang (3), bánh răng (6) quay làm cho kính điều quang

chuyển động dọc theo trục ngắm CC của ống kính nhằm đưa ảnh của vật đến trùng với màng dây chữ thập giúp ta nhìn rõ vật quan sát. Yêu cầu cơ bản của ống kính là quang tâm của kính vật, quang tâm kính mắt, quang tâm kính điều quang và tâm của màng dây chữ thập phải nằm trên trục hình học của ống kính.

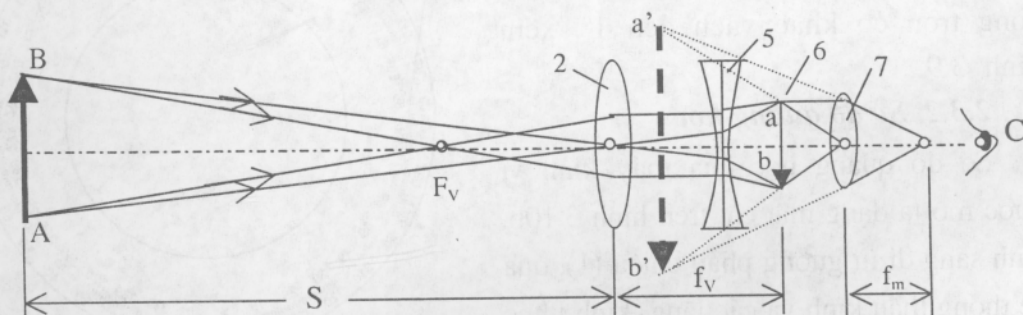


Hình 3.6

2.2.2. Nguyên lý tạo ảnh trong ống kính

Giả sử có vật AB đặt cách ống kính một đoạn S, hình 3.7.

Khi vặn ốc điều quang (3), (xem hình 3.6), kính điều quang (5) dịch chuyển sẽ làm thay đổi khoảng cách giữa kính vật (2) và ảnh thật ab. Khi ảnh ab trùng với mặt phẳng màng dây chữ thập (6) thì qua kính mắt (7) ta sẽ thấy ảnh ảo a'b' ngược chiều với ảnh thật ab nhưng được phóng đại lên nhiều lần.

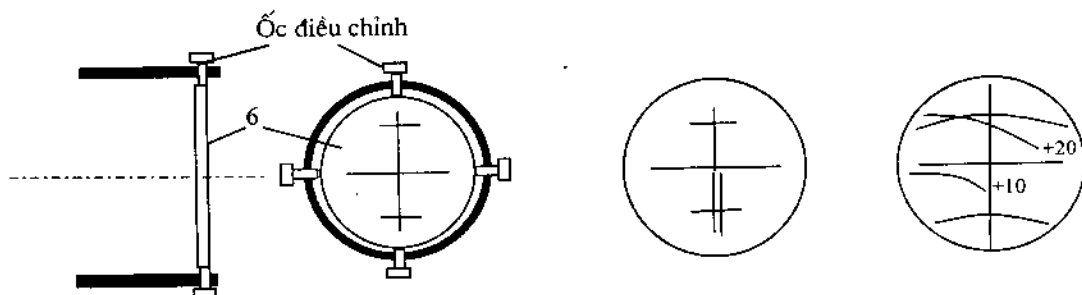


Hình 3.7

2.2.3. Màng dây chữ thập

Màng dây chữ thập là một tấm kính mỏng đặt trong khung thép tròn, xem hình 3.8. Trên kính phẳng khắc một lưới chỉ màu đen sắc nét. Lưới chỉ có hai dây chỉ chính là dây chỉ đứng và dây chỉ ngang tạo thành chữ thập, giao điểm

của chúng là điểm chuẩn để ngắm mục tiêu khi đo. Ngoài hai dây chỉ đứng và ngang, tùy theo tính năng của máy mà người ta còn khắc thêm hai chỉ ngang phụ hoặc các dây chỉ cong dùng để đo khoảng cách (sẽ giới thiệu sau ở chương 4). Màng dây chữ thập được giữ chắc bởi 4 ốc điều chỉnh. Khi cần có thể vận các ốc điều chỉnh để thay đổi vị trí của màng dây chữ thập theo yêu cầu.



Hình 3.8

2.3. Bộ phận đọc số

2.3.1. Cấu tạo bàn độ

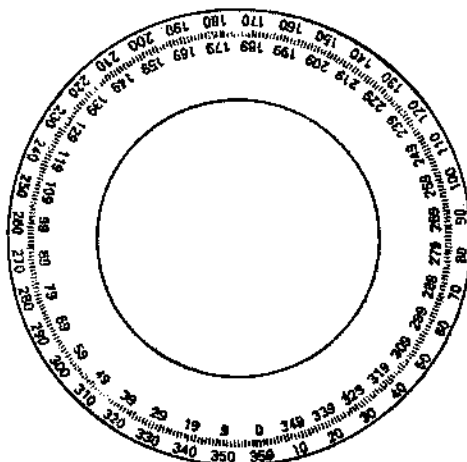
Bàn chia độ là một đĩa thủy tinh chất lượng cao, đường kính cỡ 7cm, trên vòng tròn có khắc vạch đến 1° , xem hình 3.9.

2.3.2. Sơ đồ quang học

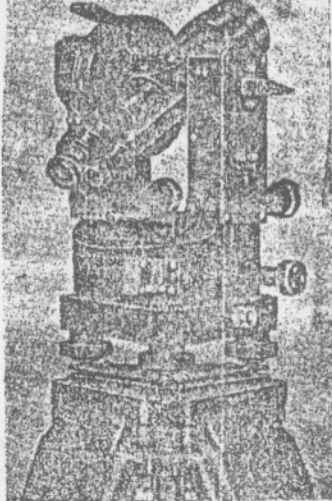
Sơ đồ quang học của máy kinh vĩ được mô tả dạng mặt cắt trên hình 3.10b.

Ánh sáng đi từ gương phản chiếu (1), qua hệ thống thấu kính và các lăng kính khúc xạ (4), sẽ đi qua bàn độ ngang (3), qua thấu kính (2), lăng kính (5), thang đọc số (6), tới lăng kính (9). Ảnh bàn độ ngang (3) và thang đọc số (6) qua lăng kính (9) được chuyển đến kính hiển vi đọc số (8).

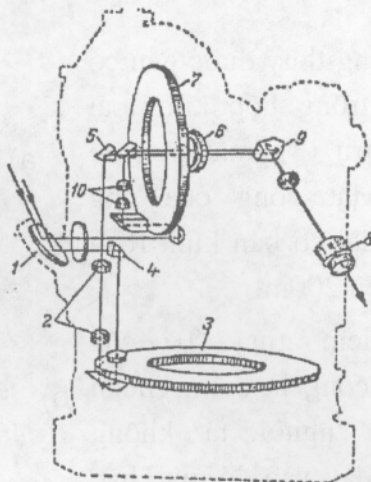
Nhờ có kính hiển vi đọc số (8) và vạch chuẩn đọc số mà ta đọc được trị số hướng trên bàn độ ngang.



Hình 3.9



a)



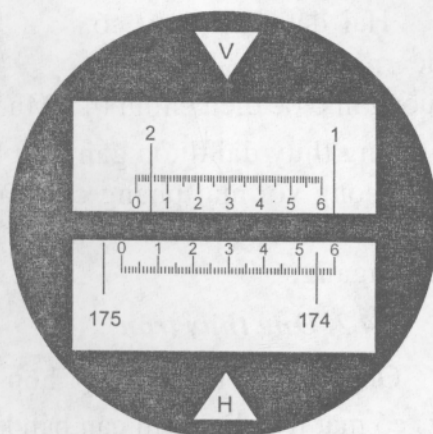
b)

Hình 3.10

Hình ảnh bàn độ đúng (7) và thang đọc số (6) được chuyển vào kính hiển vi đọc số nhờ hệ thống lăng kính (5), thấu kính (10). Qua kính hiển vi đọc số ta cũng đọc được trị số góc đứng trên bàn độ đúng.

2.3.3. Cách đọc số

Đối với các máy kinh vĩ có bàn độ ngang chia làm 360 vạch, mỗi vạch là 1° và thang đọc số có độ dài tương ứng với 1° được chia ra 6 vạch lớn và mỗi vạch lớn chia 10 vạch nhỏ, một nhỏ ứng với $1'$, xem hình 3.11. Trên hình 3.11 ta đọc được trị số hướng nằm ngang $H = 174^\circ 55'$, trị số góc đứng là $V = 2^\circ 04',6$.



Hình 3.11

2.4. Ống thuỷ

Dựa vào đặc tính của chất lỏng là bọt nước luôn luôn chiếm vị trí cao nhất, người ta chế tạo ra ống thuỷ dùng để cân bằng máy kinh vĩ làm cho bàn độ ngang về vị trí nằm ngang, trục đứng của máy về vị trí thẳng đứng.

2.4.1. Ống thuỷ dài

Hình 3.12 mô tả cấu tạo của một ống thuỷ dài. Nó là một ống thuỷ tinh hình trụ cong bịt kín (1), bên trong chứa ête hoặc cồn, có chứa một khoảng chứa không khí mà người ta quen gọi là “bọt nước”, “bọt thuỷ”.

Ống thủy được gắn cố định trong hộp kim loại hình trụ (3), mặt trên để hở. Mặt cong của ống thủy dài có bán kính R từ 2m đến 200m.

Điểm giữa "0" của cung cong là điểm chuẩn nhưng người ta không đánh dấu vào đó mà khắc vạch đối xứng qua điểm chuẩn. Các vạch cách đều nhau một đoạn $l = 2\text{mm}$, hình 3.12c.

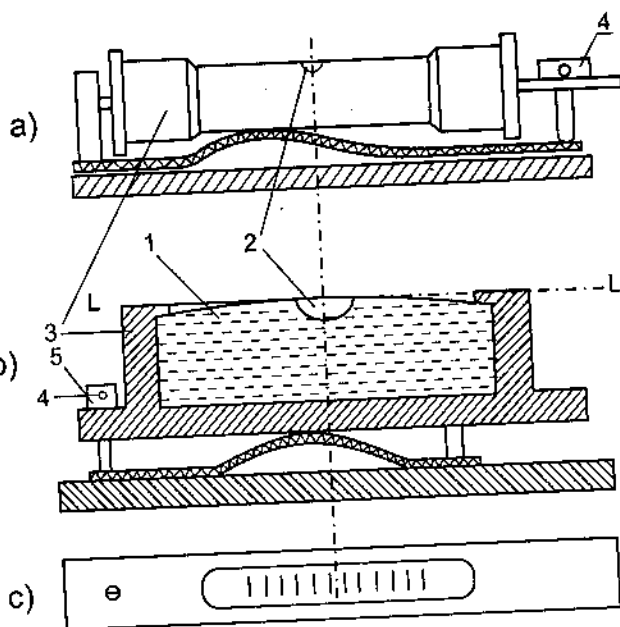
Hai đầu ống thủy có thể nâng lên hoặc hạ xuống nhờ ốc điều chỉnh (4).

Muốn vận ốc (4) ta dùng một que kim loại nhỏ.

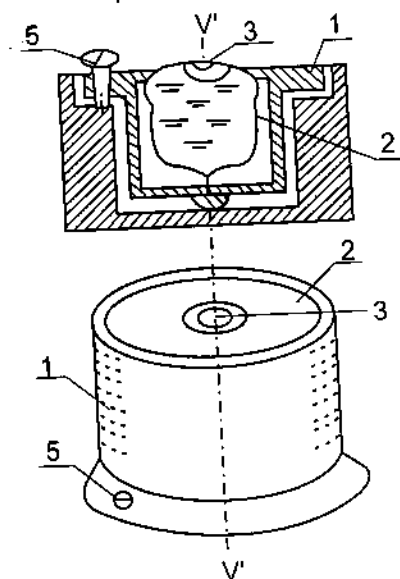
Ống thủy dài được gắn trên bàn độ nằm ngang sao cho trục ống thủy LL song song với mặt phẳng của bàn độ, vuông góc với trục quay của máy VV nên khi cân cho trục ống thủy nằm ngang thì trục máy thẳng đứng và bàn độ nằm ngang.

2.4.2. Ống thủy tròn

Ống thủy tròn gồm một hộp thủy tinh (2) có mặt trên là chỏm cầu bán kính 0,5m đến 2m, bên trong chứa chất lỏng để lại bọt nước (3) tương tự như ống thủy dài. Hộp thủy tinh được đặt trong hộp kim loại hình trụ đứng (1), xem hình 3.13. Trên mặt chỏm cầu có khắc một vòng tròn làm dấu điểm "0". Người ta gắn bọt thủy tròn vào máy sao cho trục đứng $V'V'$ của nó song song với trục đứng VV của máy.



Hình 3.12



Hình 3.13

Khi cân cho bọt nước vào tâm chỏm cầu của ống thủy, trục V'V' sẽ thẳng đứng và trục máy VV cũng thẳng đứng. Ống thủy tròn thường có độ chính xác kém hơn ống thủy dài, nên người ta dùng nó để cân bằng sơ bộ máy trắc địa.

3. Một số tính năng kỹ thuật của máy kinh vĩ

Khi tiến hành các công việc đo đạc, người ta phải chọn máy đo có độ chính xác thích hợp. Độ chính xác của một máy phụ thuộc vào các tính năng kỹ thuật của các bộ phận trong máy. Trong phần này chúng ta nghiên cứu một số tính năng kỹ thuật của máy kinh vĩ.

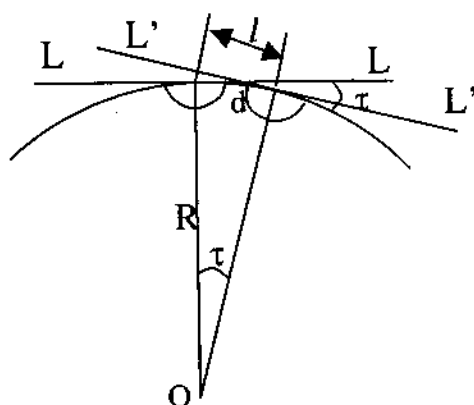
3.1. Độ nhảy của ống thủy

Trên hình 3.14, nếu ống thủy nghiêng đi một góc nào đó thì bọt nước dịch chuyển khỏi điểm O một cung có độ dài d tương ứng. Nếu cung d có độ dài đúng bằng độ giãn cách hai vạch chia ($d = l = 2\text{mm}$) thì góc ở tâm tương ứng là τ'' . Góc τ'' được gọi là độ, có thể tính theo công thức:

$$\tau'' = \frac{l}{R} \rho'' \quad (3-1)$$

Ví dụ: khi $l = 2\text{mm}$, $R = 20,6\text{m}$, $\rho'' = 206265''$ thì $\tau'' = 20''$.

Các ống thủy dài thường có độ nhảy từ $5''$ đến $30''$ được dùng để cân bằng chính xác các máy trắc địa, còn các ống thủy tròn có độ nhảy từ $5'$ đến $30'$ được dùng để cân bằng sơ bộ máy.



Hình 3.14

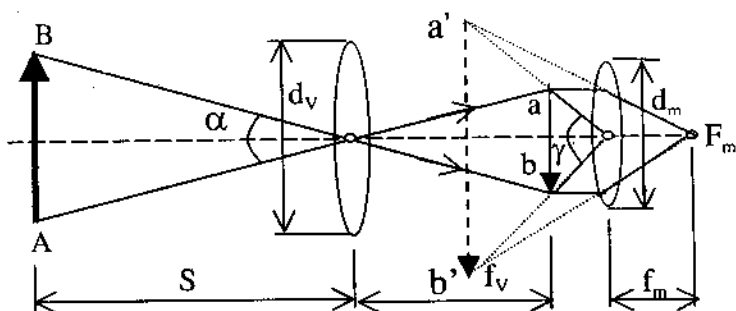
Đối với máy kinh vĩ Theo 020 B, độ nhảy của ống thủy dài là $\tau'' = 30''$, độ nhảy ống thủy tròn là $\tau = 8'$.

3.2. Độ phóng đại của ống kính

Độ phóng đại của ống kính là tỷ số giữa góc (γ) nhìn ảnh ab từ tâm của kính mắt và góc (α) nhìn vật AB bằng mắt thường từ điểm đặt máy, (xem hình 3.15). Độ phóng đại được ký hiệu là V^x :

$$V^x = \frac{\gamma}{\alpha} \quad (3-2)$$

Vì khoảng cách giữa kính vật và kính mắt rất gần nên khoảng cách từ vật AB đến hai kính trên chênh nhau rất đáng kể. Mặt khác các góc α và γ rất nhỏ nên có thể tính V^x bằng tỷ số giữa tiêu cự của kính vật (f_v) và tiêu cự của kính mắt (f_m):



Hình 3.15

$$V^x = \frac{f_v}{f_m} \quad (3-3)$$

Các máy trắc địa thường có độ phóng đại từ 20^x đến 60^x , trong lý lịch của máy còn ghi rõ các giá trị tiêu cự f_v , f_m và V^x .

3.3. Trường ngắm của ống kính

Trường ngắm hay còn gọi là vùng ngắm của ống kính là phạm vi không gian nhìn thấy được qua ống kính. Trên mặt phẳng đứng nó là góc ε kẹp giữa hai đường thẳng nối từ quang tâm vật kính đến mép ngoài của tấm kính màn dây chữ thập, xem hình 3.16. Vì vật AB ở rất xa nên có thể coi khoảng cách từ tâm vật kính đến màn dây bằng tiêu cự của kính vật f_v . Vì góc ε nhỏ nên ta có:

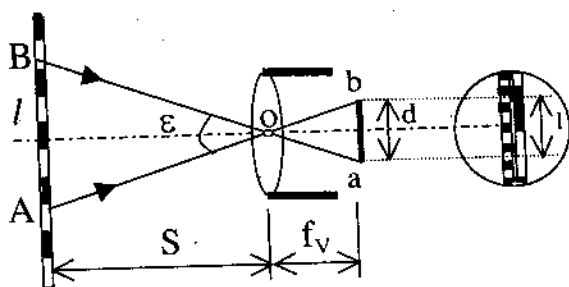
$$\varepsilon = \frac{d}{f_v} \rho' \quad (3-4)$$

Thay (3-3) vào (3-4) ta có:

$$\varepsilon = \frac{d \rho'}{f_m \cdot V^x} \quad (3-5)$$

Như vậy nếu ống kính có độ phóng đại càng lớn thì trường ngắm của nó càng nhỏ, nghĩa là vùng nhìn thấy càng hẹp. Trường ngắm của các ống kính máy trắc địa thường từ $30'$ đến 2° .

Để xác định trường ngắm ε một cách gần đúng, ta dựng một thước cách máy một đoạn $S = 50\text{m}$. Dùng hai dây chỉ của màng dây chữ thập đọc được đoạn chắn trên thước l , dùng thước thép đo khoảng cách S từ hình vẽ ta suy ra:



Hình 3.16

$$\varepsilon = \frac{l}{S} \rho' \quad (3-6)$$

Ví dụ: Đo được $l = 1530\text{m}$, $S = 56,12\text{m}$, $\rho' = 3438'$, ta tính được $\varepsilon = 1^\circ 32'$.

3.4. Sai số bất mục tiêu

Sai số bất mục tiêu biểu thị khả năng phân biệt của ống kính. Kết quả nghiên cứu cho thấy, mắt người chỉ phân biệt được hai điểm A và B tách rời nhau khi góc nhìn đến hai điểm đó là α lớn hơn $60''$. Do đó, có thể coi sai số ngắm giới hạn của mắt thường là $m_\alpha \geq 60''$. Khi ngắm qua ống kính có độ phóng đại là $V^\times$ lần, thì khả năng phân biệt được tăng lên $V^\times$ lần. Như vậy, sai số bất mục tiêu của ống kính sẽ là:

$$m_v = \frac{m_\alpha}{V} = \frac{60''}{V} \quad (3-7)$$

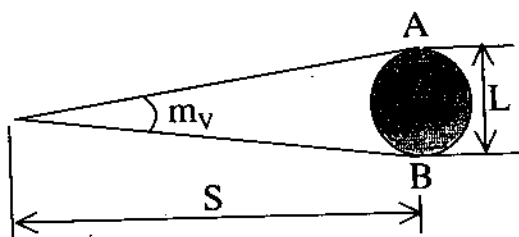
Với $V^\times$ từ $20^\times$ đến $60^\times$ lần thì sai số ngắm chuẩn qua ống kính sẽ từ $3''$ đến $1''$.

3.5. Độ rõ của ảnh và tầm ngắm xa nhất của máy

Vật AB càng gần mắt thì nhìn ảnh càng rõ, khi đó góc nhìn α càng lớn. Nếu nhìn vật qua ống kính của máy thì góc nhìn ảnh sẽ tăng lên $V^\times$ lần và sai số bất mục tiêu là m_v . Tuy nhiên, nếu vật AB đặt càng xa máy cho đến khi góc nhìn α nhỏ hơn sai số bất mục tiêu m_v của ống kính thì ảnh của a và b sẽ trùng nhau, xem hình 3.17. Vì vậy, có thể dựa vào sai số bất mục tiêu để tính ra tầm ngắm xa nhất $S_{\max}$ đối với một mục tiêu.

Nếu AB có kích thước L, sai số bất mục tiêu m_v rất bé nên có công thức:

$$S_{\max} = \frac{L\rho''}{m_v} \quad (3-8)$$



Hình 3.17

Ví dụ: Dùng máy kinh vĩ có độ phóng đại $V^x = 30^x$, vật ngắm có kích thước $L = 0,3\text{m}$ thì vật có thể đặt xa máy 2060m. Nếu vật có kích thước $L = 0,05\text{m}$ thì khoảng ngắm xa nhất từ máy tới vật là $S_{\max} = 340\text{m}$.

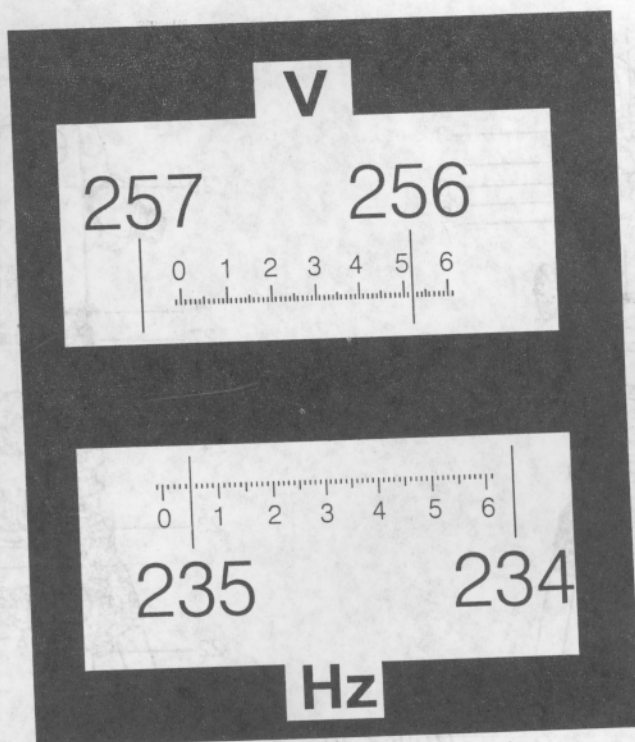
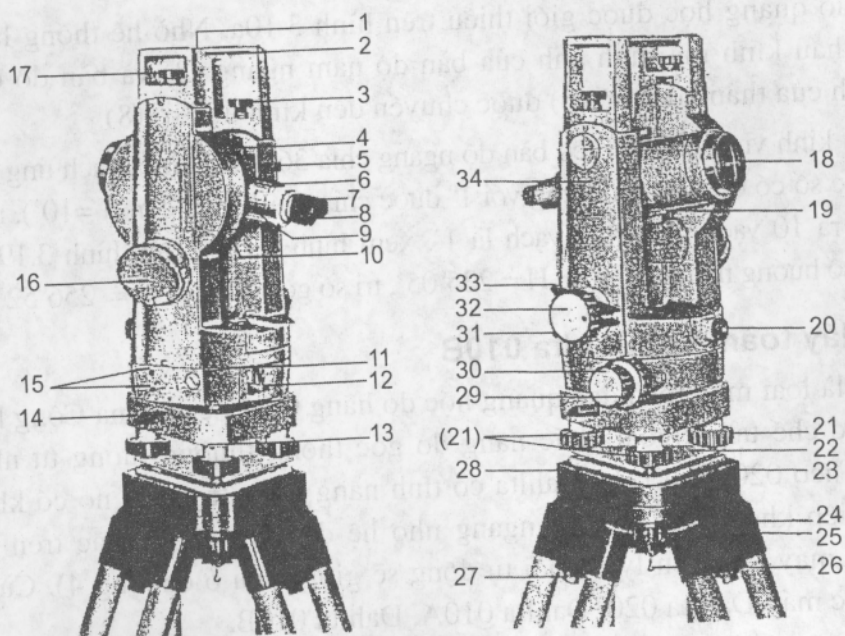
III. PHƯƠNG PHÁP ĐỌC SỐ MÁY KINH VĨ QUANG HỌC

Các máy kinh vĩ quang học thường có cấu tạo cơ bản tương tự nhau như đã trình bày ở phần trên. Nhưng cấu tạo các chi tiết của chúng lại rất khác nhau. Tùy theo cấu tạo máy mà mỗi máy có phương pháp đọc số khác nhau. Trong phần này chúng ta nghiên cứu cách đọc số hai loại máy kinh vĩ quang học thông dụng, đó là máy Theo 020B và máy Dahlta 010B.

1. Máy kinh vĩ quang học Theo 020B

Đây là loại máy do hãng Carl Zeiss Jena Cộng hoà liên bang Đức chế tạo. Hình ảnh bên ngoài của máy Theo 020B được giới thiệu trên hình 3.18. Nó có các bộ phận sau:

- | | | |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|
| 1, 2, 3 và 17. Quai xách | 16. Gương chiếu sáng | 29. Ốc vi động đứng |
| 4. Kính chiếu sáng | 18. Kính vật | 30. Ốc vi động ngang |
| 7. Kính hiển vi đọc số | 20. Kính dọi tâm | 31. Khoá bộ phận |
| 8. Kính mắt của ống kính | 21. Ốc cân máy | ngắm quay ngang |
| 9. Vòng quay điều quang | 13, 22 và 23. Đế máy | 33. Khoá ống kính |
| 10. Bàn độ đứng | 24. Chân máy | 32. Ốc hiện ảnh bàn độ đứng |
| 14. Ốc hãm trục và đế máy | 25. Ốc nối | 34. Điểm trục ngang |
| 11 và 12. Ốc hãm khi đo lặp | 26. Móc treo quả dọi | |



Hình 3.19

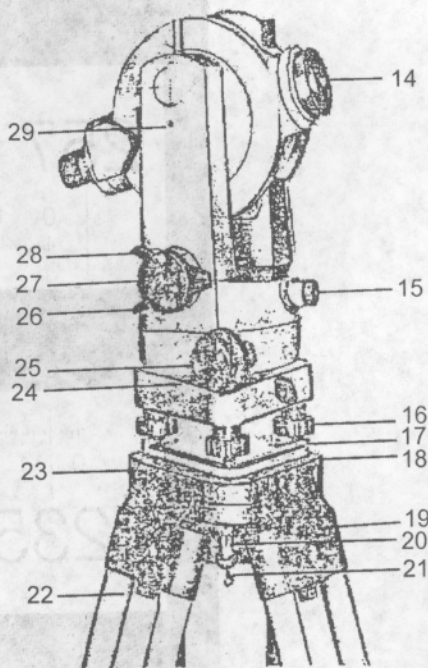
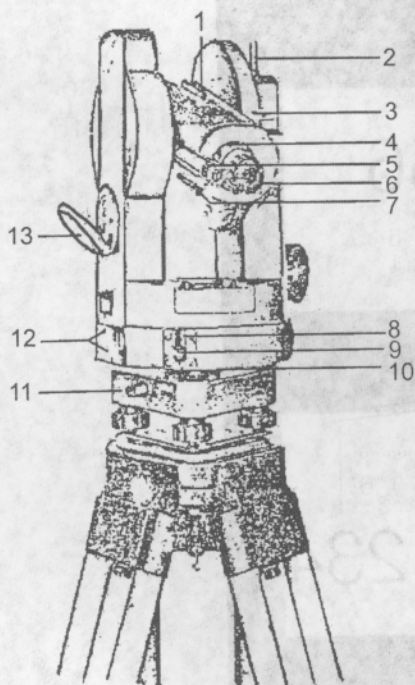
Sơ đồ quang học được giới thiệu trên hình 3.10a. Nhờ hệ thống lăng kính và các thấu kính mà hình ảnh của bàn độ nằm ngang (3) và bàn độ đứng (7) cùng ảnh của thang đọc số (6) được chuyển đến kính đọc số (8).

Máy kinh vĩ Theo 020B có bàn độ ngang chia 360 vạch, mỗi vạch ứng với 1° và thang đọc số có độ dài tương ứng với 1° được chia ra 6 vạch lớn ($t=10'$), một vạch lớn chia ra 10 vạch nhỏ, mỗi vạch là $1'$, xem hình 3.19b. Trên hình 3.19b ta đọc được trị số hướng nằm ngang là $H = 235^\circ 05'$, trị số góc đứng là $V = 256^\circ 52'$.

2. Máy toàn đạc Dahlta 010B

Đây là loại máy toàn đạc quang học do hãng Carl Zeiss Jena Cộng hoà liên bang Đức chế tạo. Ngoài chức năng đo góc thông thường tương tự như máy kinh vĩ Theo 020, loại máy Dahlta có tính năng quan trọng là nó có khả năng đo trực tiếp khoảng cách nằm ngang nhờ hệ dây chỉ cong khắc trên bàn độ đứng của máy (nguyên lý đo dài tự động sẽ giới thiệu ở chương 4). Cùng loại này có các máy Dahlta 020, Dahlta 010A, Dahlta 010B.

Hình ảnh bên ngoài máy Dahlta 010B được giới thiệu trên hình 3.20.



Hình 3.20

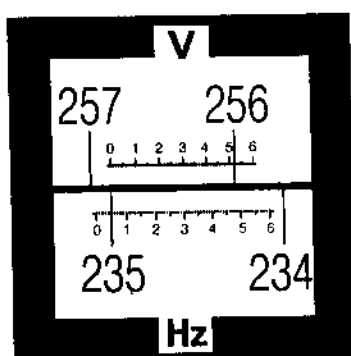
Chú giải:

- | | | |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 1, 7. Ống ngắm sơ bộ | 12. Ốc chỉnh bộ tự cân bằng | 21. Móc treo quả dọi |
| 2. Chốt đặt địa bàn | 13. Gương chiếu sáng | 24. Ốc vi động đứng |
| 3. Bàn khắc vạch đo dài | 14. Kính vật | 25. Ốc vi động ngang |
| 4. Vòng quay điều quang | 15. Kính dọi tâm | 26. Khoá bộ phận ngắm quay ngang |
| 5. Kính hiển vi đọc số | 16. Ốc cân máy | 27. Ốc hiện ảnh bản đồ đứng |
| 6. Kính mắt | 17. Mặt tam giác đế máy | 28. Khoá ống kính |
| 8, 9, 10. Ốc đặt số bản đồ | 19, 22, 23. Chân máy | 29. Dấu tâm trục ngang |
| 11. Ốc hãm trục và đế máy | 20. Ốc nối | |

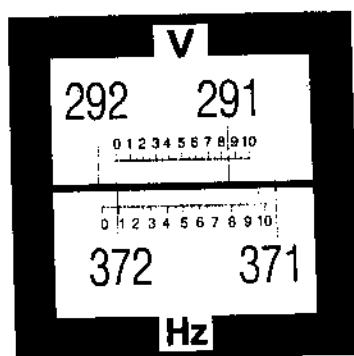
Sơ đồ quang học trong bộ phận đo góc của máy Dahlta 010B cũng tương tự như máy Theo 020B. Nhờ hệ thống lăng kính và các thấu kính mà hình ảnh của bản đồ nằm ngang và bản đồ đứng cùng ảnh của thang đọc số được chuyển đến mặt phẳng màng dây chữ thập của kính hiển vi đọc số.

Máy toàn đạc Dahlta 010B có hai cách chia vạch bản đồ. Hình 3.21a giới thiệu loại máy có bản đồ ngang chia 360 vạch, mỗi vạch ứng với 1° và thang đọc số có độ dài tương ứng với 1° được chia ra 6 vạch lớn ($t=10'$) và một vạch lớn chia ra 10 vạch nhỏ, mỗi vạch là $1'$. Trên hình 3.21a ta đọc được trị số hướng nằm ngang $H_z = 235^\circ 05'$, trị số góc đứng $V = 256^\circ 52'$.

Hình 3.21b giới thiệu loại máy có bản đồ ngang chia 400 vạch, mỗi vạch ứng với 1° và thang đọc số có độ dài tương ứng với 1° được chia ra 10 vạch lớn và một vạch lớn chia ra 10 vạch nhỏ, mỗi vạch là $1'$. Trên hình 3.21b ta đọc được trị số hướng nằm ngang $H_z = 372^\circ 08' = 372,08^\circ$ và trị số góc đứng là $V = 291^\circ 86' = 291,86^\circ$.



a)



b)

Hình 3.21

IV. KIỂM NGHIỆM VÀ HIỆU CHỈNH MÁY KINH VĨ

1. Những điều kiện cơ bản của máy kinh vĩ

Từ sơ đồ cấu tạo của máy kinh vĩ, hình (3.3), ta thấy các trục của máy phải thoả mãn điều kiện hình học sau:

- 1). Trục ống thuỷ dài LL trên bàn độ ngang phải vuông góc với trục đứng VV của máy.
- 2). Trục ngắm CC của ống kính phải vuông góc với trục quay ống kính HH (trục ngang).
- 3). Trục quay ống kính HH phải vuông góc với trục đứng VV.
- 4). Dây đứng của màn dây chữ thập phải thẳng đứng.
- 5). Tâm bàn độ ngang phải trùng với trục quay VV của máy.

Để kiểm tra xem các điều kiện trên đây đã được đảm bảo chưa, cần phải tiến hành kiểm nghiệm máy. Nếu phát hiện sai lệch phải hiệu chỉnh, sửa lại cho thoả mãn các điều kiện hình học.

2. Kiểm nghiệm và hiệu chỉnh máy kinh vĩ

Sau một thời gian bảo quản trong kho, sử dụng hoặc vận chuyển cần phải kiểm nghiệm và hiệu chỉnh lại máy kinh vĩ trước khi đưa ra đo đạc. Việc kiểm nghiệm nhằm phát hiện các sai số, tiến hành hiệu chỉnh, sửa chữa và tìm ra giải pháp làm giảm ảnh hưởng của sai số trong quá trình đo hoặc tính toán hiệu chỉnh sai số vào kết quả đo. Đối với máy kinh vĩ quang học độ chính xác trung bình và thấp, công tác kiểm nghiệm và hiệu chỉnh chủ yếu nhằm đảm bảo các điều kiện hình học của máy nên chỉ thực hiện các mục kiểm nghiệm cơ bản.

2.1. Kiểm tra chất lượng các phụ kiện

Trước hết kiểm tra hòm máy xem có chắc chắn không. Chân máy phải vững, các ốc hãm chân máy phải chặt chẽ khi vận vào. Kiểm tra các linh kiện có trong hòm máy xem có đầy đủ như ghi trong lý lịch máy.

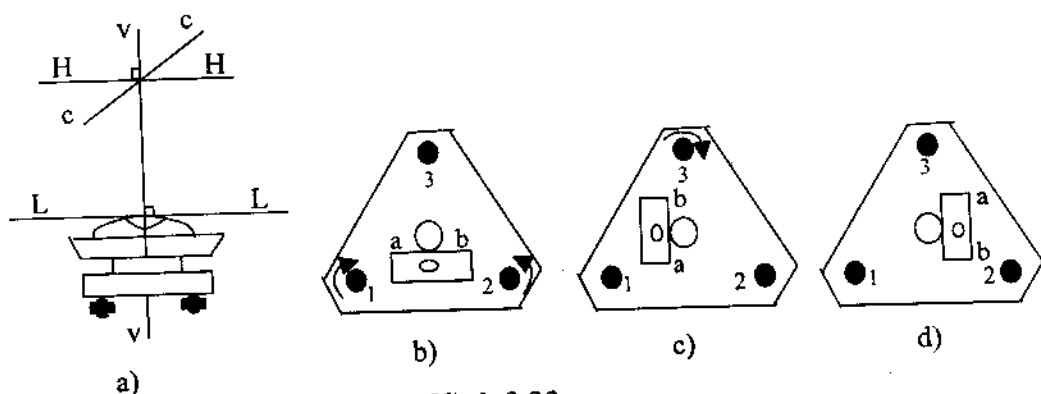
Đặt máy lên giá ba chân, vặn chặt ốc nối và kiểm tra kỹ các ốc cân máy, các ốc hãm, ốc vi động bàn độ làm việc bình thường... Quay ống kính quanh trục ngang, quay máy quanh trục đứng, ngắm thử mục tiêu ở các khoảng cách khác nhau, v.v.

Chỉ khi các bộ phận của máy hoạt động bình thường ta mới bắt đầu kiểm nghiệm và hiệu chỉnh máy.

2.2. Kiểm nghiệm và điều chỉnh ống thuỷ dài

Điều kiện hình học của ống thuỷ là trục ống thuỷ LL phải vuông góc với trục đứng VV của máy. Việc kiểm nghiệm sẽ thực hiện theo trình tự sau:

Trước hết quay máy cho ống thuỷ dài nằm song song với đường thẳng nối hai ốc cân (1) và (2) của đế máy, xem hình 3.22b. Dùng hai ốc này đưa bọt nước vào giữa. Sau đó xoay máy đi 90° , hình 3.22c, dùng ốc cân thứ ba đưa bọt nước vào giữa. Cuối cùng quay máy đi 180° , hình 3.22d.



Hình 3.22

Nếu bọt nước nằm ở vị trí giữa ống thuỷ là máy thoả mãn điều kiện trục LL vuông góc với trục đứng VV. Nếu bọt nước lệch khỏi vị trí giữa n khoảng chia, ta phải điều chỉnh.

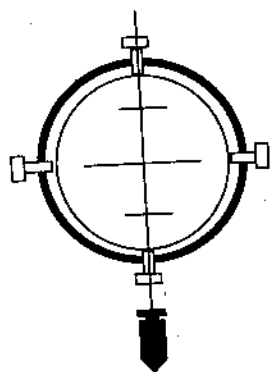
Dùng que hiệu chỉnh vặn một đầu ống thuỷ để đưa bọt nước chạy $n/2$ số vạch lệch về phía tâm, nửa còn lại dùng ốc cân thứ ba của máy để điều chỉnh nốt. Sau đó kiểm tra lại điều kiện trên và điều chỉnh cho đến khi ta quay máy quanh trục đứng, bọt nước luôn tập trung ở giữa là được.

2.3. Kiểm nghiệm ống thuỷ tròn

Sau khi điều chỉnh ống thuỷ dài chính xác, nếu bọt nước của ống thuỷ tròn lệch khỏi tâm vòng tròn nhỏ trên mặt ống thuỷ thì ta dùng que hiệu chỉnh xoay ốc cân dưới đáy ống thuỷ tròn để đưa bọt nước của nó về tâm.

2.4. Kiểm nghiệm màng dây chữ thập

Màng dây chữ thập phải thoả mãn điều kiện: chỉ đứng của màng dây phải nằm trong mặt phẳng đứng chứa trục ngắm CC, tâm của màng dây nằm trên mặt phẳng ngang chứa trục quay ống kính HH. Khi chế tạo người ta đã đảm bảo cho hai dây ngang và đứng của màng dây vuông góc với nhau nên chỉ cần kiểm nghiệm và điều chỉnh cho dây đứng thẳng đứng là được.



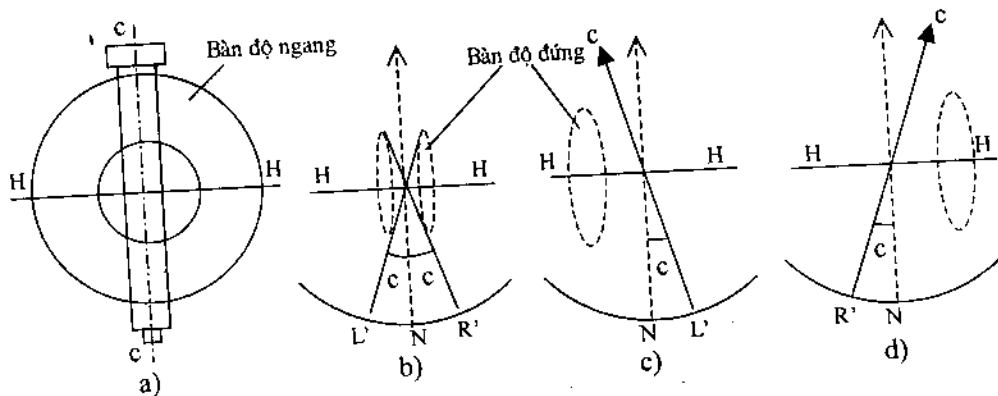
Hình 3.23

Sau khi đặt máy, cân máy chính xác, treo một quả dọi trên một sợi dây mảnh ở chỗ lặng gió, quay máy quan sát dây dọi. Nếu chỉ đứng của màng dây trùng với dây dọi là được. Nếu không đạt thì dùng 4 ốc điều chỉnh màng dây chữ thập để xô dịch nó cho tới khi dây đứng trùng với dây dọi thì vặn chặt các ốc lại, xem hình 3.23.

2.5. Kiểm nghiệm và điều chỉnh sai số trục ngắm của ống kính (2c)

2.5.1. Sơ đồ nguyên lý

Điều kiện cơ bản của trục ngắm CC là nó phải vuông góc với trục ngang HH. Nếu điều kiện này không đạt sẽ sinh ra sai số ngắm chuẩn, gọi là sai số 2C, hình 3.24 mô tả sai số này, nhìn máy từ trên xuống theo hướng trục đứng VV.



Hình 3.24

Nếu trục ngắm CC vuông góc với trục quay của ống kính HH thì khi ống kính quay quanh trục HH, trục ngắm CC sẽ quét thành một mặt phẳng thẳng đứng, đó là mặt phẳng ngắm chuẩn. Khi đó trị số hướng đọc được trên bàn độ nằm ngang là số đọc đúng N, xem hình 3.24. Nếu trục ngắm CC không vuông

góc với trục quay của nó thì khi ống kính quay xung quanh trục HH, trục ngắm CC sẽ quét thành một mặt hình nón, xem hình 3.24b. Lúc này ở vị trí bàn độ trái ta đọc được số đọc trên bàn độ là L' , ở vị trí bàn độ phải ta đọc được số đọc trên bàn độ là R' , xem hình 3.24 c và 3.24d.

Khi ngắm một mục tiêu nào đó, nếu trục CC vuông góc với HH thì ta có hai số đọc đúng ở bàn độ trái là L và ở bàn độ phải là R , ta có:

$$L = R - 180^\circ = N$$

Nếu CC không vuông góc với HH thì các số đọc có chứa sai số ngắm chuẩn C , ta có :

$$L = L' - C$$

$$R = R' + C \quad (3-9)$$

Từ công thức (3.9) suy ra:

$$2C = L' - (R' - 180^\circ) \longrightarrow C = \frac{L' - (R' - 180^\circ)}{2} \quad (3-10)$$

Số đọc đúng ở vị trí bàn độ trái là:

$$L = \frac{L' - C + (R' + C - 180^\circ)}{2} = \frac{L' + (R' - 180^\circ)}{2} \quad (3-11)$$

2.5.2. Phương pháp kiểm nghiệm $2C$

Chọn một mục tiêu A có độ cao xấp xỉ bằng độ cao trục ngắm của máy. Cân bằng máy thật chính xác. Để bàn độ đứng ở vị trí bên trái người ngắm (bên trái hướng ngắm), tiến hành ngắm chuẩn mục tiêu A (đưa tâm màn dây chữ thập trùng với điểm A), đọc được số đọc trên bàn độ ngang là $L' = 25^\circ 39', 4$. Đảo kính sang vị trí bàn độ phải, ngắm chuẩn mục tiêu A, đọc được số đọc bàn độ ngang là $R' = 205^\circ 40', 2$. Theo (3 -10) ta tính được trị số $2C$:

$$2C = (25^\circ 39', 4 - 205^\circ 40', 2 - 180^\circ) / 2 = - 0,4 = - 24''$$

2.5.3. Điều chỉnh sai số $2C$

Nếu trị số $2C$ lớn hơn $12''$, ta cần phải điều chỉnh sai số này, trình tự thực hiện như sau:

- Tính số đọc đúng theo công thức (3-11):

$$L = 25^\circ 39', 4 - (- 0', 4) = 25^\circ 39', 8$$

hoặc:

$$R = 205^\circ 40', 2 - (- 0,4) = 205^\circ 39', 8.$$

Dùng ốc vít động ngang đặt cho số đọc bàn độ ngang đúng bằng số đọc đúng R (hoặc L). Lúc này tâm của màng dây chữ thập sẽ lệch khỏi điểm ngắm A. Khoá chặt các ốc hãm bàn độ.

Mở vòng bảo vệ màng dây chữ thập, dùng que chỉnh nối lỏng hai ốc giữ theo hướng ngang của màng dây chữ thập, dịch chuyển màng dây về một phía cho tâm của màng dây trùng với điểm ngắm A.

Việc điều chỉnh sai số 2C thường phải làm một vài lần cho đến khi sai số này đủ nhỏ theo yêu cầu.

2.5.4. Biện pháp khắc phục sai số 2C

Từ công thức (3.11), ta nhận thấy rằng: dù số đọc ở hai vị trí bàn độ ngang có sai số ngắm chuẩn 2C nhưng khi ta lấy trị số trung bình thì sai số này bị triệt tiêu. Vì vậy, người ta đặt ra quy định là khi đo góc nằm ngang giữa các mục tiêu luôn luôn phải đo ở hai vị trí bàn độ trái và phải rồi lấy kết quả trung bình.

Ngoài ra, tại một trạm máy có nhiều hướng, thì mỗi hướng J sẽ tính được một trị số $2C_j = L_j - R_j \pm 180^\circ$. *Chênh lệch giữa trị số 2C lớn nhất và nhỏ nhất ở một trạm máy gọi là độ biến động của 2C:*

$$\Delta_{2C} = 2C_{\max} - 2C_{\min} \quad (3-12)$$

Ví dụ: Tại một trạm đo có 4 hướng, sau khi đo ta tính được các trị số 2C là: $2C_1 = -0',2$; $2C_2 = -0',3$; $2C_3 = 0$; $2C_4 = +0'$, 2 khi đó độ biến động 2C sẽ là:

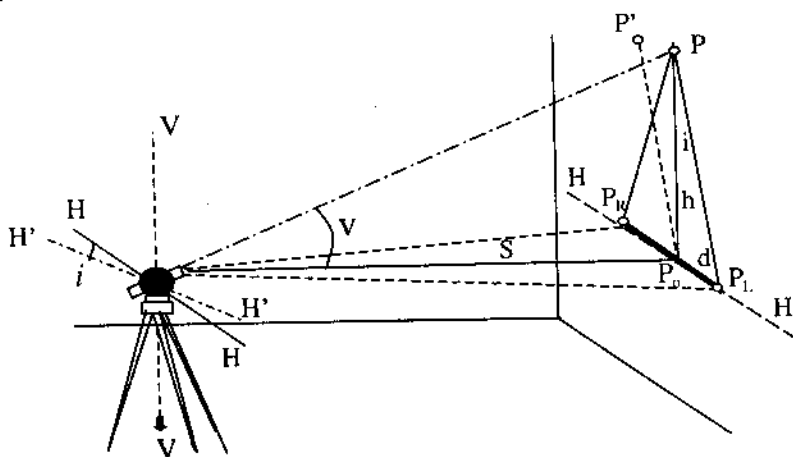
$$\Delta_{2C} = +0',2 - (-0',3) = 0',5 = 30''$$

Ta thấy rằng sai số 2C của một máy là tương đối ổn định. Tuy nhiên, khi lấy một số đọc ta phải ngắm chuẩn mục tiêu và đọc số một lần, việc ngắm chuẩn và đọc số có cả sai số do chính người đo gây ra nữa nên trong sai số 2C có cả sai số đọc số và sai số bất mục tiêu. Các sai số này làm cho trị số 2C của máy bị biến động. Nếu đo tốt thì 2C biến động ít, ngược lại nếu đo kém thì trị số 2C sẽ biến động nhiều. Nói cách khác chính độ biến động của trị số 2C phản ánh chất lượng đo ngắm. Vì vậy, trong các quy phạm đo góc, người ta thường quy định trị số biến động Δ_{2C} tương ứng với từng cấp chính xác cần thiết và dùng nó để kiểm tra chất lượng đo góc. Khi đo góc, tại mỗi trạm máy nếu vòng đo nào có Δ_{2C} vượt quá giới hạn quy định đều phải loại bỏ và phải đo lại vòng đo đó.

2.6. Kiểm nghiệm và điều chỉnh sai số trục quay ống kính (2i)

Trục quay HH của ống kính phải đảm bảo điều kiện hình học là vuông góc với trục quay của máy VV. Nếu điều kiện này không đạt, nghĩa là trục HH lệch khỏi đường nằm ngang một góc i và ứng với hai vị trí bàn độ trái và phải ta có góc $2i$, nên thường gọi tắt là sai số $2i$, xem hình 3.25.

Sau khi đã điều chỉnh tốt sai số trục ngắm $2C$, nếu góc i lớn thì khi quay ống kính quanh trục HH, ở hai vị trí bàn độ, mặt phẳng ngắm sẽ tạo ra hai mặt phẳng nghiêng và chúng cắt nhau theo đúng trục ngắm nằm ngang.



Hình 3.25

Cách kiểm nghiệm sai số $2i$ như sau:

Đặt máy kinh vĩ cách một bức tường phẳng khoảng 20m, cân bằng máy chính xác. Đặt ống kính nằm ngang ($v=0^\circ$), ngắm một điểm trên tường, khoá chặt ốc hãm bàn độ đứng, quay máy theo hướng ngang, vẽ một đường nằm ngang HH trên tường. Chọn một điểm P trên tường cao sao cho góc đứng $V \approx 30^\circ$. Để bàn độ đứng phía trái, đưa ống kính ngắm P chính xác (tâm màn dây chữ thập đúng vào P). Từ từ hạ thấp ống kính xuống đường nằm ngang và đánh dấu được điểm P_L trên đường nằm ngang HH. Đảo kính sang bàn độ phải, ngắm lại điểm P chính xác, từ từ đưa ống kính xuống đường nằm ngang HH, đánh dấu điểm ngắm P_R trên đường nằm ngang.

Nếu điểm P_L trùng P_R thì điều kiện thoả mãn, tức là trục ngắm vuông góc với trục quay ống ngắm HH, ($i = 0$). Ngược lại, nếu P_L và P_R cách nhau một đoạn $2d$ (d là đoạn $P_O P_L$) thì có tồn tại sai số $2i$ và phải điều chỉnh.

Chia đôi đoạn $P_L P_R$, có đoạn $P_O P_L = d$. Góc kẹp giữa PP_O và PP_L chính là góc i .
 Nếu ký hiệu đoạn $PP_O = h$, ta có:

$$i = \arctg \frac{d}{h} \quad (3-13)$$

Vì i là góc nhỏ nên:

$$i = \frac{d}{h} \rho' \quad (3-14)$$

Nếu dùng thước thép khắc vạch đến milimet ta có thể đo được đoạn d và h , từ đó có thể tính ra góc i . Ví dụ: $d = 4\text{mm}$, $h = 10\text{m}$, $\rho = 3438'$, suy ra góc $i = 1',37 = 1'22''$.

Mặt khác, ta có thể tính h theo khoảng cách từ máy tới bức tường S :

$$h = S.tgv$$

Suy ra:

$$i = \rho' \frac{d}{S} \cot gv \quad (3-15)$$

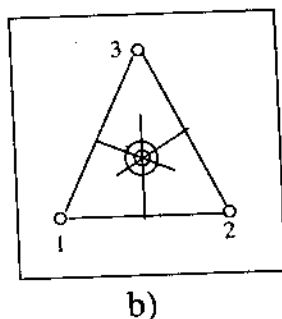
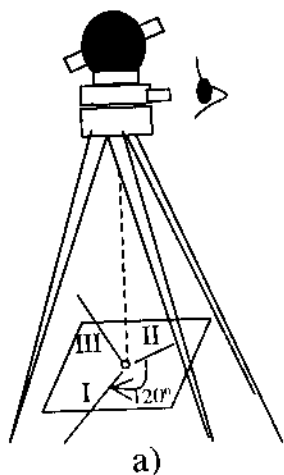
* *Điều chỉnh góc i:*

- Đưa ống kính ngắm chính xác vào điểm P_O đã đánh dấu trên tường. Vận ốc hãm khoá chặt bàn độ ngang lại. Mở ốc hãm bàn độ đứng, từ từ đưa ống kính lên cao ngang tầm với điểm P . Ta quan sát thấy tâm màn dây chữ thập không trùng với P mà ngắm vào điểm P' trên tường. Dùng tuốc-nơ-vít mở tấm bao che bên thành giá đỡ trục quay ống kính, vận ốc hãm đưa một đầu trục HH lên hoặc xuống, vừa vận vừa quan sát, khi thấy tâm màn dây chữ thập trùng với điểm P là được.

- Sai số do góc i gây ra sẽ bị triệt tiêu khi độ cao điểm ngắm đúng bằng độ cao máy. Mặt khác, nếu chiều cao của hai tiêu ngắm bằng nhau thì trong kết quả đo góc bằng kẹp giữa hai hướng ngắm đó, sai số do góc i gây ra cũng bị triệt tiêu.

2.7. Kiểm nghiệm kính dọi tâm quang học

Như đã giới thiệu ở phần cấu tạo máy, điều kiện hình học của kính dọi tâm quang học là trục quang học của nó phải trùng với trục đứng VV của máy và phải đi qua tâm vòng tròn nhỏ trên màn dây của kính dọi tâm. Trên hình 3.26a, giới thiệu cách bố trí kiểm nghiệm điều kiện này.



Hình 3.26

Đặt máy kinh vĩ trên mặt đất tương đối bằng phẳng, cân máy chính xác. Đặt trên mặt đất một tờ giấy phẳng. Chia góc tròn trên tờ giấy thành 3 hướng cách nhau 120° . Xoay máy kinh vĩ, đặt kính dọi tâm tương ứng với từng hướng I, II, III qua tâm vòng tròn nhỏ của kính dọi tâm đánh dấu được 3 điểm 1, 2, 3 trên tờ giấy.

Nếu điều kiện này đảm bảo thì 3 điểm trên trùng làm một. Trường hợp có sai số thì ba điểm trên sẽ tạo thành một tam giác, xem hình 3.26b. Khi đó phải điều chỉnh kính dọi tâm.

Xác định điểm O là trọng tâm tam giác 123, mở ốc hãm màng dây của kính dọi tâm, điều chỉnh cho tâm của vòng tròn nhỏ trùng với điểm O. Sau đó vừa quay máy quanh trục đứng vừa quan sát qua kính dọi tâm, nếu thấy điểm O luôn ở giữa vòng tròn nhỏ là được.

V. PHƯƠNG PHÁP ĐO GÓC BẰNG

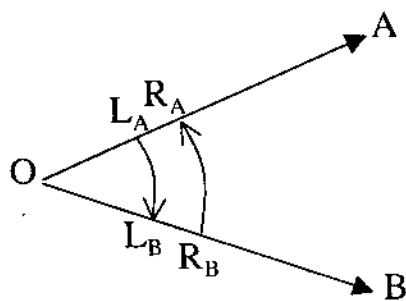
Căn cứ vào yêu cầu độ chính xác của góc cần đo, căn cứ vào cấu tạo máy mà người ta có thể chọn một trong ba phương pháp được giới thiệu sau đây để đo góc bằng.

1. Phương pháp đo góc đơn

Đối với trạm đo chỉ có hai hướng, tức là chỉ có một góc, người ta sử dụng phương pháp đo góc đơn giản hay còn gọi là phương pháp đo góc đơn. Giả sử có góc AOB như hình 3.27, ta tiến hành đo góc như sau:

Đặt máy kinh vĩ lên giá ba chân tại điểm O, dựng hai tiêu ngắm tại A và B. Định tâm và cân bằng máy chính xác. Các tiêu ngắm cũng phải định tâm chính xác.

Để loại trừ ảnh hưởng của một số nguồn sai số do máy kinh vĩ gây ra, người ta phải đo góc theo hai vị trí bàn độ.



Hình 3.27

1.1. Nửa lần đo thuận kính

Để bàn độ đứng của máy phía bên trái người đo, mở các ốc hãm đưa ống kính ngắm về mục tiêu A. Khoá các ốc hãm, dùng ốc vi động bàn độ ngang và ốc vi động ống kính đưa tâm màn dây chữ thập trùng với mục tiêu A. Đặt số đọc ban đầu trên bàn độ ngang gần bằng 0° . Ngắm chuẩn mục tiêu A một lần nữa, dựa vào thang đọc số, đọc trị số hướng trên bàn độ ngang được số đọc L_A , ví dụ $L_A = 0^\circ 00' 12''$. Số đọc này ghi ở cột 3, dòng A, bảng 3.1.

Mở ốc hãm bộ phận ngắm và ốc hãm ống kính, quay máy thuận chiều kim đồng hồ sang mục tiêu B. Ngắm chính xác mục tiêu B tương tự như đã ngắm mục tiêu A và đọc được số đọc bàn độ L_B , ví dụ: $L_B = 56^\circ 23' 48''$. Số đọc được ghi ngay vào sổ đo, bảng 3.1, cột 3, dòng B. Làm như trên ta đã kết thúc nửa lần đo thuận kính.

1.2. Nửa lần đo đảo kính

Mở ốc hãm ống kính, đảo kính sang vị trí bàn độ phải (bàn độ đứng nằm phía bên tay phải người đo). Mở ốc hãm bộ phận ngắm, quay máy ngược chiều kim đồng hồ, ngắm chuẩn mục tiêu B, đọc số đọc R_B , ví dụ: $R_B = 236^\circ 23' 54''$. Số đọc trên được ghi vào bảng 3.1, cột 4, dòng B.

Mở ốc hãm bộ phận ngắm, tiếp tục quay ngược chiều kim đồng hồ, ngắm chuẩn mục tiêu A, đọc được số đọc R_A , ví dụ $R_A = 180^\circ 00' 06''$. Ghi số đọc này vào bảng 3.1, cột 4, dòng A. Đến đây ta kết thúc một lần đo góc theo phương pháp đo góc đơn.

Để tăng độ chính xác của góc cần đo, phải tiến hành đo góc n lần. Nhằm khắc phục ảnh hưởng của sai số khắc vạch bàn độ không đều, người ta quy

định phải đo góc ở các vùng bàn độ khác nhau. Muốn vậy, nếu đo góc n lần thì sau mỗi lần đo, phải thay đổi số đọc ban đầu trên bàn độ một góc là:

$$\beta_0 = 180^\circ/n \quad (3-16)$$

Tức là khi sang lần đo thứ hai, ta phải đặt số đọc ban đầu trên bàn độ nằm ngang xấp xỉ β_0 , rồi tiến hành đo tương tự như vòng đầu. Đến lần đo thứ i , phải đặt số đọc ban đầu xấp xỉ $(i.\beta_0)$. Ví dụ: Đo góc với 4 lần đo thì số đọc ban đầu trên bàn độ ngang phải đặt xấp xỉ $135^\circ = 3.180^\circ/4$.

Trong mẫu sổ đo, bảng 3.1, có các cột:

Cột 5 tính trị số $2C$ theo công thức:

$$2C = L - (R \pm 180^\circ) \quad (3-17)$$

Tính biến động của $2C$ theo công thức (3-12), so sánh với hạn sai cho phép, nếu đạt yêu cầu thì tính trị số hướng trung bình:

$$\begin{aligned} J_A &= [L_A + (R_A - 180^\circ)]/2 \\ J_B &= [L_B + (R_B - 180^\circ)]/2 \end{aligned} \quad (3-18)$$

và trị số góc theo công thức:

$$\beta = J_B - J_A \quad (3-19)$$

Kết quả ghi vào cột 6, cột 7, bảng 3.1.

Nếu đo góc n lần thì sau khi đo xong, ta tính trị số hướng trung bình của n lần đo, ghi vào cột 8 của bảng 3.1.

Mẫu sổ đo góc theo phương pháp đo góc đơn

Ngày đo: 20 - 7 - 2004

Máy kinh vĩ: Theo 020 số 38452

Bắt đầu: 8^h 20

Người đo: Nguyễn Văn Đoàn

Kết thúc: 8^h 40

Người ghi: Lê Hùng Thắng

Thời tiết: Râm mát, gió nhẹ

Người kiểm tra: Vũ Thị Hoa

Trạm máy: KVI- 20

Độ cao máy: 1,54m

Bảng 3.1

Lần đo	Điểm ngắm	Số đọc bàn độ ngang		2C= L-R	Trị số hướng trung bình	Trị số góc một lần đo	Trị số góc n lần đo	Ghi chú
		Trái (L)	Phải(R)					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	A	0°00'12"	180°00'06"	+ 6"	0° 00'09"	56°23'42"	56°23'39"	
	B	56°23'48"	236°23'54"	- 6"	56° 23'51"			
2	A	90°00'12"	270°00'18"	- 6"	90° 00'15"	56°23'36"		
	B	146°23'54"	326°23'42"	+12"	146°23'51"			

2. Phương pháp đo toàn vòng

Phương pháp đo góc toàn vòng được ứng dụng khi tại trạm máy có từ 3 hướng trở lên. Trên hình 3.28, có trạm máy O, với 3 hướng ngắm OA, OB, OC.

Trình tự thao tác như sau:

Đặt máy kinh vĩ tại điểm O, dựng tiêu ngắm tại A, B, C. Định tâm máy và cân máy chính xác. Chọn hướng mở đầu là hướng có chiều dài cạnh trung bình để tránh phải điều quang nhiều.

Trước hết tính trị số hướng mở đầu cho các vòng đo theo công thức (3-16). Một lần đo được thực hiện như sau:

2.1. Nửa lần đo thuận kính

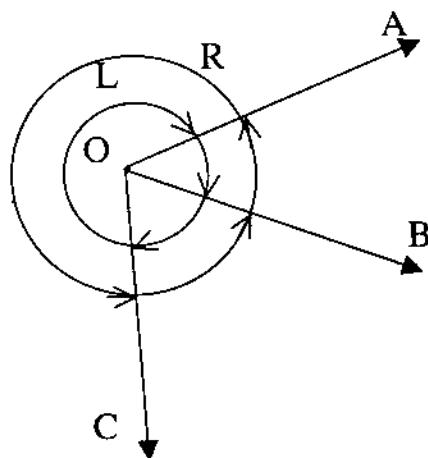
Để bàn độ đứng phía bên trái hướng đo, đưa ống kính ngắm điểm mở đầu A, đặt trị số hướng mở đầu với trị số gần bằng 0° 00' và đọc số, ví dụ: $L_A = 0^\circ 00' 12''$, ghi vào sổ đo, cột 3 dòng A, bảng 3.2. Theo chiều thuận kim đồng hồ, quay máy lần lượt ngắm chuẩn các mục tiêu B, C đọc số L_B , L_C rồi quay về A, đọc được các số đọc lần thứ hai L'_A , ghi tiếp vào cột 3. Độ lệch giữa số đọc L'_A và số đọc L_A được gọi là sai số khép hướng mở đầu.

$$f_0 = L'_A - L_A \quad (3-20)$$

2.2. Nửa lần đo đảo kính

Đảo kính sang vị trí bàn độ phải. Hãm chặt bàn độ, mở ốc hãm bộ phận ngắm, quay máy ngược chiều kim đồng hồ, ngắm lại mục tiêu A và đọc số, ví dụ: $R_A = 180^\circ 00' 12''$, ghi vào cột 4. Tiếp tục quay máy ngược chiều kim đồng hồ, lần lượt ngắm mục tiêu C, B rồi quay về A đọc số R_C, R_B, R'_A . Ví dụ: $R'_A = 180^\circ 00' 06''$. Tính sai số khép hướng mở đầu:

$$f_0 = R'_A - R_A$$



Hình 3.28

Mẫu số đo góc theo phương pháp toàn vòng

Ngày đo: 26 - 7 - 2004

Máy kinh vĩ: Theo 020 số 38452

Bắt đầu: 8^h00

Người đo: Nguyễn Văn Đoàn

Kết thúc: 8^h30

Người ghi: Lê Hùng Thắng

Thời tiết: Râm mát, gió nhẹ

Người kiểm tra: Vũ Thị Hoa

Trạm máy: KVI- 22

Độ cao máy: 1,51 m

Bảng 3.2

Lần đo	Điểm ngắm	Số đọc bàn độ ngang		2C = L-R	Trị số hướng trung bình	Trị số hướng đã quy "0"	Trị số hướng N lần đo	Ghi chú
		Trái(L)	Phải(R)					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	A	0°00'12"	180°00'06"	+ 6"	0° 00'09"	0°00'00"	0°00'00"	
	B	66°23'48"	246°23'54"	- 6"	66° 23'51"	66°23'39"	66°23'33"	
	C	140°20'42"	320°20'36"	+ 6"	140° 20'39"	140°20'27"	140°20'25"	5
	A	0°00'18"	180°00'12"	+ 6"	0° 00'15"			
2	A	90°00'18"	270°00'12"	+ 6"	90°00'15"	0°00'00"		
	B	156°23'42"	336°23'42"	0	156°23'42"	66°23'27"		
	C	230°20'42"	50°20'36"	+ 6"	230°20'39"	140°20'24"		
	A	90°00'12"	180°00'18"	- 6"	90°00'15"			

Tính các trị số 2C theo công thức (3-7) ghi vào cột (5) và trị số hướng trung bình H_i của các hướng đo theo (3-18) ghi vào cột (6).

Sau khi kết thúc một lần đo (còn gọi là một vòng đo), cần phải tính *trị số quy “0” cho vòng đo*, thực chất là tính trị trung bình các số đọc được ở lần đầu J_A và lần đọc khép vòng J'_A , cột (6):

$$q_0 = (J_A + J'_A) / 2 \quad (3-21)$$

Ví dụ: Trị số quy “0” của vòng đo 1 là $q_0 = (9'' + 15'') / 2 = 12''$

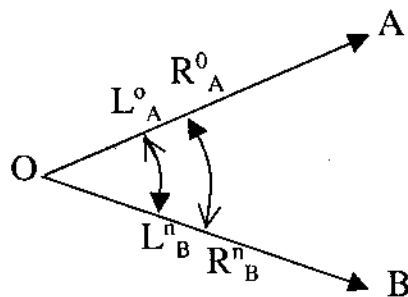
Trị số hướng sau quy “0” của các hướng là hiệu số giữa trị số hướng trung bình (cột 6) và trị số quy “0” vừa tính được, kết quả ghi ở cột (7). Như vậy sau khi quy “0”, trị số hướng mở đầu của các vòng đo đều là $0^\circ 00' 00''$.

Ví dụ: Trong bảng 3.2, ta có trị số quy “0” hướng mở đầu OA của vòng đo là $(0^\circ 00' 09'' + 0^\circ 00' 15'') / 2 = 0^\circ 00' 12''$. Trị số hướng sau khi quy “0” của hướng mở đầu sẽ là $0^\circ 00' 12'' - 0^\circ 00' 12'' = 0^\circ 00' 00''$. Trị số sau khi quy “0” của hướng thứ hai OB sẽ là $66^\circ 23' 51'' - 0^\circ 00' 12'' = 66^\circ 23' 39''$, trị số sau quy “0” của hướng thứ hai OC là $140^\circ 20' 39'' - 0^\circ 00' 12'' = 140^\circ 20' 27''$.

Nếu đo góc với n vòng đo thì sau mỗi vòng đo phải thay đổi vị trí ban đầu của bàn độ ngang một góc β_0 , tính theo công thức (3-16). Trường hợp đo góc toàn vòng với 2 vòng đo thì số đọc ban đầu bàn độ ngang ở vòng thứ hai xấp xỉ 90° .

3. Phương pháp đo lặp

Phương pháp đo lặp được sử dụng để đo các góc đơn tại các trạm máy chỉ có hai hướng. Thực chất của phương pháp đo lặp n lần là lần lượt cộng trên bàn độ ngang n lần giá trị góc đo, chỉ đọc số lần đầu ở hướng bên trái và lần cuối đối với hướng bên phải rồi chia cho n ta sẽ được góc cần đo.



Hình 3.29

Trên hình 3.29, cần đo góc AOB theo phương pháp đo lặp, ta thực hiện theo trình tự sau:

3.1. Đo thuận kính

1). Đặt máy kinh vĩ tại điểm O, định tâm và cân bằng máy chính xác. Đặt bàn độ đứng bên trái hướng ngắm, mở ốc hãm bộ phận ngắm, quay máy đưa số đọc bàn độ ngang về gần 0° .

2). Mở ốc hãm bàn độ, giữ nguyên số đọc, quay máy về mục tiêu bên trái A, ngắm chuẩn và đọc số, ví dụ: $L_A^0 = 0^\circ 00' 06''$ hãm chặt bàn độ.

3). Mở ốc hãm bộ phận ngắm, quay máy thuận chiều kim đồng hồ về mục tiêu bên phải B, ngắm chuẩn và đọc được số đọc $L_B = 50^\circ 25' 18''$, ghi lại để kiểm tra hãm chặt bộ phận ngắm. Thực chất đây là giá trị góc β một nửa lần đo ở vị trí bàn độ trái.

4). Mở ốc hãm bàn độ (giữ nguyên số đọc L_B), quay máy ngược chiều kim đồng hồ về mục tiêu A, ngắm chuẩn và hãm chặt bàn độ.

5). Lặp lại bước 3, ngắm mục tiêu phải B, ta có giá trị số đọc bằng 2β . Tiếp tục lặp lại các bước 4 - 3 - 4 - 3 - 4 đến lần thứ n ta đã cộng n lần góc β trên máy. Đến lần cuối cùng ta đọc được số đọc L_B^n . Ví dụ: đo lặp 4 lần ($n = 4$), ta có số đọc $L_B^n = L_B^4 = 201^\circ 25' 30''$.

3.2. Đo đảo kính

1). Đảo kính sang vị trí bàn độ phải, giữ nguyên bàn độ ngang, mở ốc hãm bộ phận ngắm, quay máy ngược chiều kim đồng hồ, ngắm chuẩn mục tiêu bên phải B, đọc số R_B^n . Ví dụ, $R_B^n = R_B^4 = 21^\circ 25' 36''$. Thực chất số đọc phải là $381^\circ 25' 36'' = 201^\circ 25' 36'' + 180^\circ$, do bàn độ đã quay quá 360° nên chỉ đọc được $21^\circ 25' 36''$, ký hiệu số lần bàn độ quay quá 360° là i lần.

2). Mở ốc hãm bộ phận ngắm, tiếp tục quay ngược chiều kim đồng hồ, ngắm chuẩn mục tiêu A, không đọc số.

3). Hãm bộ phận ngắm, mở ốc hãm bàn độ, quay máy thuận chiều kim đồng hồ, ngắm chuẩn mục tiêu B, không đọc số.

4). Hãm chặt bàn độ, mở ốc hãm bộ phận ngắm, quay máy ngược chiều kim đồng hồ, ngắm chuẩn A, không đọc số.

5). Tiếp tục lặp lại bước 3 và 4 cho đến n lần, tức là trừ dần n lần góc β . Cuối cùng đọc được số đọc R_A^n . Ví dụ: $R_A^n = 180^\circ 00' 24''$.

3.3. Tính toán giá trị góc

Từ số đọc bàn độ trái, ta có:

$$\beta^L = \frac{L_B^n - L_A^n + i.360^\circ}{n} \quad (3-22)$$

Từ số đọc bàn độ phải, ta có:

$$\beta^R = \frac{R_B^n - R_A^n + i.360^\circ}{n} \quad (3-23)$$

Trị số góc trung bình:

$$\beta = \frac{\beta^L + \beta^R}{2} \quad (3-24)$$

Trong ví dụ trên, ta có:

$$\beta^R = \frac{21^\circ 25' 36'' - 180^\circ 00' 24'' + 360^\circ}{n} = 50^\circ 21' 18''$$

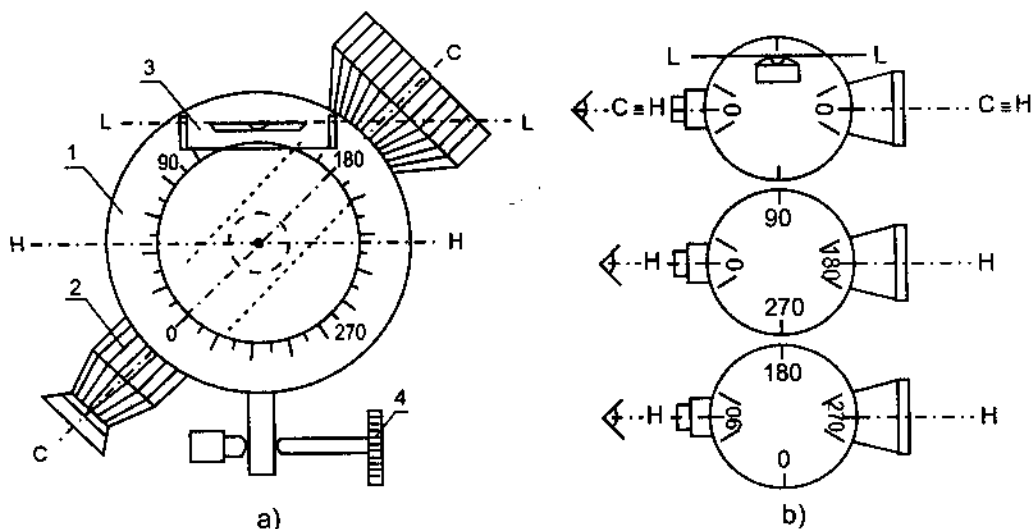
$$\beta^L = \frac{201^\circ 25' 30'' - 0^\circ 00' 06''}{n} = 50^\circ 21' 21'' \quad \beta_{tb} = 50^\circ 21' 19'',5$$

VI. ĐO GÓC ĐÚNG VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐO GÓC ĐÚNG

1. Đặc điểm cấu tạo bàn độ đứng máy kinh vĩ

1.1. Cấu tạo bàn độ đứng

Tương tự như bàn độ ngang, bàn độ đứng của máy kinh vĩ cũng làm bằng thủy tinh chất lượng cao. Tuy nhiên, bàn độ đứng có hai đặc điểm khác bàn độ ngang là:



Hình 3.30

- Trên bàn độ ngang, số đọc ghi liên tục từ 0° đến 360° hoặc từ 0° đến 400° theo chiều thuận kim đồng hồ, còn trên bàn độ đứng có thêm kiểu khắc vạch khác như: $0^\circ - 0^\circ$ ($0^\circ - 90^\circ$ đối xứng), $0^\circ - 180^\circ$ hoặc $90^\circ - 270^\circ$, hình 3.30. Tâm bàn độ đứng trùng với tâm hình học của trục quay ống kính HH.

- Bàn độ đứng (1) được gắn chặt với ống kính sao cho trục ngắm CC song song với đường kính 0-0 hoặc 0-180 của bàn độ đứng. Khi quay ống kính quanh trục HH thì bàn độ đứng quay theo.

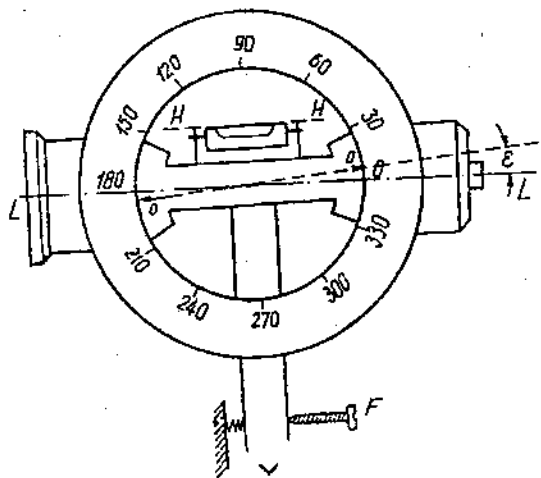
1.2. Cân bằng vạch chuẩn bàn độ đứng

Như ta đã biết, góc đứng là góc hợp bởi trục ngắm CC của ống kính và đường chuẩn nằm ngang. Nếu ta tạo được vạch chuẩn đọc số trùng với đường chuẩn nằm ngang thì dựa vào nó có thể đọc được góc đứng trên bàn độ.

1.2.1. Máy kinh vĩ cơ học

Đối với các máy kinh vĩ kiểu cũ, hai vạch chuẩn đọc số của bàn độ đứng được khắc đối xứng trên bàn du xích (hai mũi tên trên hình 3.31) và được gắn với ống thủy dài sao cho trục ống thủy dài LL song song với đường thẳng nối hai vạch chuẩn. Khi cân ống thủy dài bằng ốc cân (F) thì vạch chuẩn đọc số sẽ nằm ngang, tức là ta xác định được hướng chuẩn nằm ngang và căn cứ vào đó đọc số trên bàn độ.

Cấu tạo máy như trên thể hiện rõ nguyên lý tạo vạch chuẩn nằm ngang. Tuy nhiên ngày nay, các máy kinh vĩ quang học thế hệ mới và các máy kinh vĩ điện tử không còn sử dụng vạch chuẩn ngang cơ học mà sử dụng thang đọc số quang học hoặc bộ cân bằng tự động.



Hình 3.31

1.2.2. Máy kinh vĩ quang học sử dụng ống thủy để cân bằng

Ống thủy được liên kết với thang đọc số quang học sao cho trục LL của nó song song với thang đọc số, tức là vuông góc với vạch chuẩn đọc số (vạch chuẩn "0" của thang đọc số). Trên hình 3.30a, khi điều chỉnh ốc cân (4) cho bọt nước của ống thủy vào giữa thì vạch chuẩn "0" của thang đọc số vuông góc với đường nằm ngang HH. Nếu ống thủy ở vị trí cân bằng, thang đọc số nằm ngang và ống kính nằm ngang thì số đọc bàn độ đứng sẽ là $0^{\circ}00'00''$. Nếu quay ống kính ngắm về mục tiêu cần đo, ta sẽ đọc được góc đứng tương ứng.

1.2.3. Máy kinh vĩ quang học sử dụng bộ cân bằng tự động

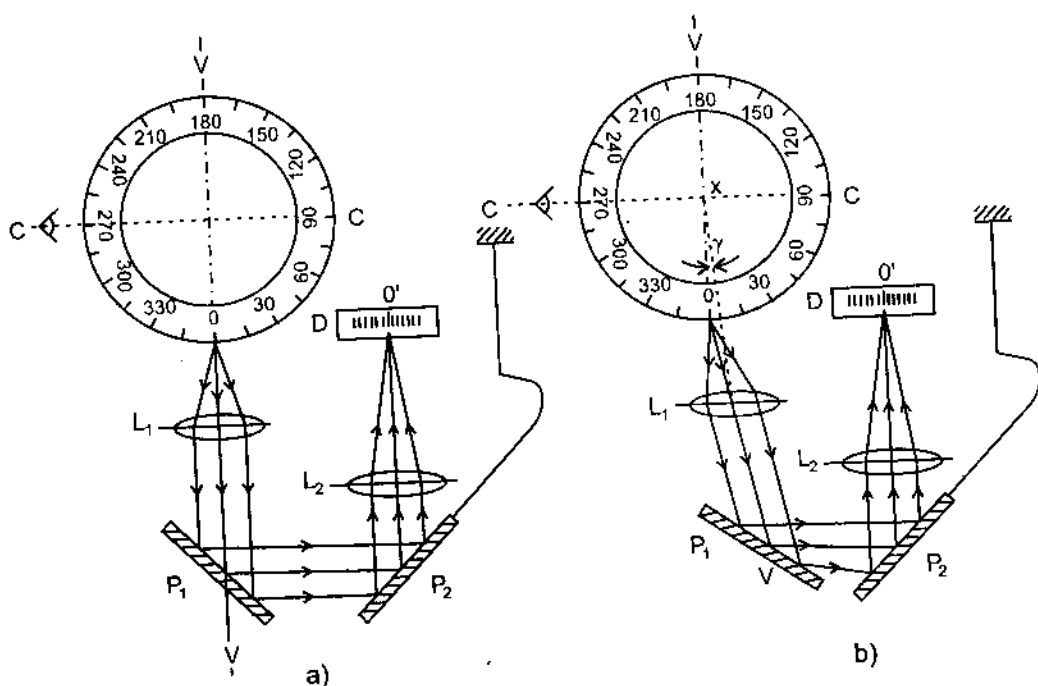
Bộ cân bằng tự động dựa trên nguyên lý dao động của con lắc quang học quanh vị trí cân bằng, xem hình 3.32. Nó gồm hai thấu kính L_1 , L_2 , hai gương phẳng P_1 , P_2 và màng khắc thang đọc số D có vạch chuẩn "0". Gương phẳng P_1 được gắn cố định vào thành máy, gương phẳng P_2 treo liên kết với L_1 , L_2 và màng khắc thang đọc số D.

Khi trục quay VV của máy ở vị trí thẳng đứng và trục ngắm CC của ống kính nằm ngang thì vạch "0" trên bàn độ đứng được các thấu kính L_1 , L_2 và các gương phẳng P_1 , P_2 truyền đến thang đọc số D tại điểm "0" của thang, xem hình 3.32a.

Khi trục đứng VV nghiêng đi một góc nhỏ γ thì con lắc quang học tự điều chỉnh bù trừ. Lúc đó, nếu đưa trục ngắm CC của ống kính về vị trí nằm ngang thì vạch "0" của bàn độ đứng vẫn được truyền lên thang đọc số D ở vị trí trùng với vạch "0" của thang đọc số như trường hợp trục VV thẳng đứng, xem hình 3.32b.

Để tạo được con lắc tự cân bằng trên, người ta phải tính toán các thông số kỹ thuật và vị trí đặt các thấu kính, các gương và thang đọc số D một cách hợp lý và chính xác.

Ảnh bàn độ đứng và thang đọc số cũng được truyền vào trường ngắm của kính hiển vi đọc số tương tự như bàn độ ngang. Để tiện lợi cho việc đọc số trong kính hiển vi, người ta gắn thêm hệ lăng kính để xoay ảnh bàn độ đứng và ảnh thang đọc số về cùng mặt phẳng với ảnh bàn độ ngang và trùng với màng dây chữ thập của kính hiển vi đọc số. Thông thường ảnh bàn độ đứng được ký hiệu là V, bàn độ ngang ký hiệu là H_z . Dựa vào vạch chuẩn đọc số, ta đọc được góc đứng.



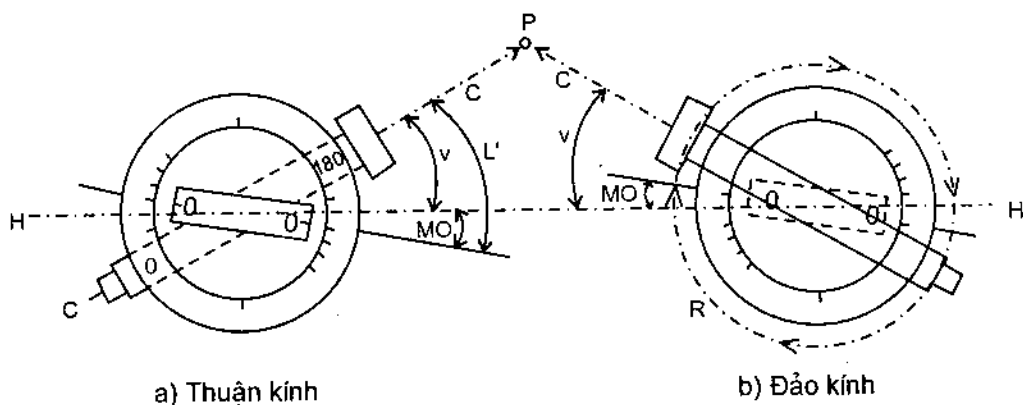
Hình 3.32

2. Công thức tính góc đứng và sai số chỉ tiêu

Từ đặc điểm cấu tạo bàn độ đứng đã trình bày ở phần trên ta thấy khi trục ngắm CC nằm ngang, góc đứng $V=0^\circ$ thì đường thẳng nối hai vạch $0^\circ - 0^\circ$ (hoặc vạch $0^\circ - 180^\circ$) trên bàn độ đứng phải trùng với vạch chuẩn đọc số hoặc vạch "0" của thang đọc số. Nếu điều kiện này không đảm bảo sẽ sinh ra sai số chỉ tiêu MO. Sai số MO chính là số đọc thực tế khi thang đọc số đã được cân bằng và trục ống kính trùng với đường nằm ngang HH (số đọc lý thuyết là $0^\circ 00' 00''$).

Nếu máy đã điều chỉnh tốt các sai số $2C$ và $2i$ thì chỉ còn hai nguyên nhân cơ bản gây ra sai số MO là bộ phận cân bằng (ống thủy) không chuẩn xác hoặc giao điểm của màng dây chữ thập bị dịch chuyển lên hoặc xuống theo chiều đứng.

Người ta xác định trị số MO bằng cách đo góc đứng đến một mục tiêu theo hai vị trí bàn độ trái và phải. Ta xem xét cụ thể trường hợp trên hình vẽ 3.33, bàn độ khắc vạch kiểu đường kính gốc $0^\circ - 180^\circ$.



Hình 3.33

Khi ngắm một điểm P ở hai vị trí thuận và đảo kính thì góc hợp bởi trục ngắm CC và đường nằm ngang HH là góc đứng V. Số đọc thực tế là L' và R' được tính từ trục ngắm CC (đường 0° - 180°) trên bàn độ đứng đến vạch chuẩn 0 trên thang đọc số. Vì vạch chuẩn 0 của thang đọc số không trùng với đường thẳng nằm ngang nên góc lệch giữa chúng chính là sai số MO. Từ hình 3.33, ở vị trí thuận kính (bàn độ trái) ta có:

$$V = L' - MO \quad (3-25)$$

Ở vị trí đảo kính (bàn độ phải) ta có:

$$V = 360^\circ - R' + MO \quad (3-26)$$

Lấy trị trung bình, ta có:

$$V = \frac{L' - R' + 360^\circ}{2} \quad (3-27)$$

Đây chính là công thức tính góc đứng V, trong đó đã loại trừ được sai số chỉ tiêu MO.

Để lập công thức tính sai số chỉ tiêu MO, ta lấy hiệu của (3-25) và (3-26):

$$MO = \frac{L' + R' - 360^\circ}{2} \quad (3-28)$$

Các công thức trên chỉ đúng với máy kinh vĩ khắc vạch bàn độ đứng từ 0° đến 360° , còn các máy kinh vĩ khác phải tùy theo kiểu khắc vạch bàn độ đứng của nó mà xác định công thức tính MO và góc V cho thích hợp.

Ví dụ. Dùng máy kinh vĩ đo góc đứng một mục tiêu, số đọc bàn độ đứng ở vị trí thuận và đảo kính là $L' = 5^{\circ}27'$, $R' = 354^{\circ}35'$. Theo các công thức trên ta có:

$$MO = \frac{5^{\circ}27' + 354^{\circ}35' - 360^{\circ}}{2} = + 0^{\circ}01'$$

$$V = \frac{5^{\circ}27' - 354^{\circ}35' + 360^{\circ}}{2} = + 5^{\circ}26'$$

$$V = 5^{\circ}27' - 0^{\circ}01' = + 5^{\circ}26'$$

$$V = 360^{\circ} - 354^{\circ}35' + 0^{\circ}01' = + 5^{\circ}26'$$

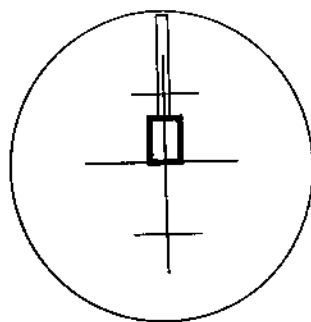
$$Z = 90^{\circ} - V = 84^{\circ}34'$$

3. Kiểm nghiệm và điều chỉnh sai số chỉ tiêu MO

Để kiểm nghiệm bàn độ đứng, ta đặt máy kinh vĩ, cân máy chính xác, chọn một mục tiêu rõ ràng, đo góc đứng về mục tiêu vừa chọn theo hai vị trí bàn độ. Sử dụng các công thức thích hợp tính trị số MO. Nếu MO chênh với trị số lý thuyết vượt quá 0,3t (t là giá trị khoảng chia nhỏ nhất trên thang đọc số) thì phải hiệu chỉnh. Cách điều chỉnh phụ thuộc vào đặc điểm của bộ phận cân bằng bàn độ đứng.

3.1. Đối với máy có ống thủy dài

Để bàn độ đứng phía tay trái người đo, dùng dây chỉ ngang của màng dây chữ thập ngắm chuẩn mục tiêu, xem hình 3.34. Dùng ốc cân của ống thủy cân bằng ống thủy bàn độ đứng và đọc số trên bàn độ đứng được số L' . Đảo kính sang vị trí bàn độ phải, thực hiện các động tác tương tự như trên, đọc số bàn độ đứng, được số R' . Giữ nguyên tình trạng của máy. Tính trị số MO bằng công thức thích hợp. Nếu trị số MO vượt quá hạn sai cho phép thì phải điều chỉnh.



Hình 3.34

Tính trị số đúng của góc đứng (góc đã loại trừ sai số chỉ tiêu MO) và số đọc đúng:

$$V = L' - MO$$

$$R = R' + MO$$

Máy đang ở vị trí bàn độ phải có số đọc R' , ta dùng ốc cân ống thuỷ đưa số đọc trên bàn độ đúng về số đọc đúng R . Lúc này bọt nước bị lệch. Dùng que chỉnh vặn ốc điều chỉnh ống thuỷ nâng hoặc hạ một đầu ống thuỷ đưa bọt nước trở lại vị trí cân bằng. Thực hiện lại kiểm nghiệm này cho đến khi trị số MO nhỏ hơn hạn sai cho phép.

3.2. Đối với máy có bộ cân bằng tự động

Bố trí kiểm nghiệm tương tự như trên, ở vị trí bàn độ trái đọc được L' , ở vị trí bàn độ phải đọc được R' (chỉ khác trường hợp trên là không cần cân ống thuỷ bàn độ đúng mà máy tự cân). Tiến hành tính MO và các số đọc đúng L, R . Nếu MO vượt quá hạn sai thì phải điều chỉnh máy. Đối với máy Theo 020 sẽ có hai cách điều chỉnh:

- Trường hợp giá trị MO nhỏ, ta dùng ốc vi động bàn độ đúng đưa số đọc trên bàn độ đúng bằng số đọc đúng vừa tính được. Lúc này chỉ ngang của màn dây chữ thập bị nâng lên hoặc hạ xuống, không còn ngắm đúng mục tiêu. Sử dụng các ốc giữ màn dây chữ thập điều chỉnh màn dây cho dây ngang của nó trùng với mục tiêu.

- Trường hợp sai số MO lớn ta phải điều chỉnh lăng kính truyền ảnh để điều chỉnh vạch chuẩn 0 của thang đọc số về trùng với số đọc đúng đã tính.

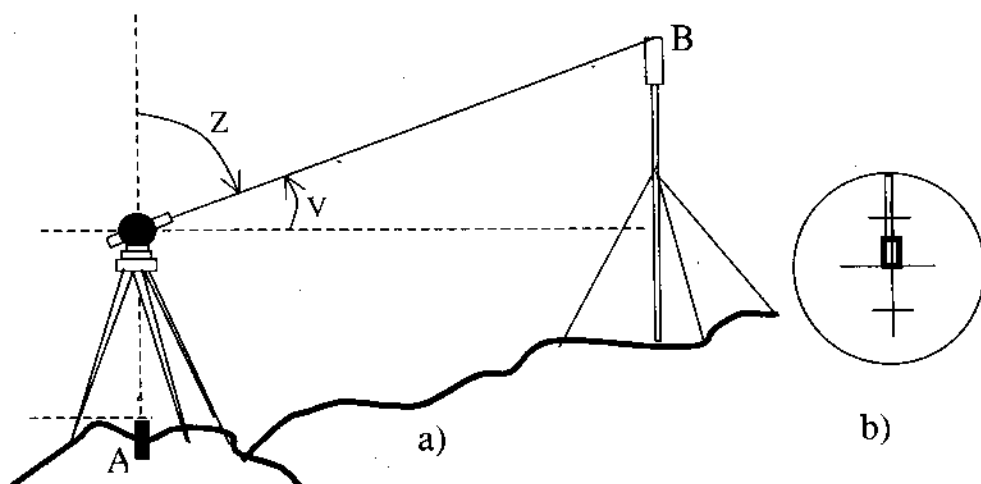
4. Phương pháp đo góc đứng

Góc đứng là đại lượng cần đo phục vụ cho việc tính độ chênh cao trong đo cao lượng giác. Tùy theo cấu tạo máy, ta có thể đo được góc đứng V hoặc góc thiên đỉnh Z . Trước khi đo góc đứng phải kiểm nghiệm và hiệu chỉnh sai số chỉ tiêu MO.

Đặt máy, cân bằng máy chính xác tại A, xem hình 3.35.

- Để bàn độ đứng ở phía tay trái người đo, quay máy ngắm sơ bộ mục tiêu B, hãm các bàn độ. Dùng ốc vi động bàn độ đứng đưa dây ngang của màn dây chữ thập trùng với điểm ngắm đã chọn (đỉnh của mục tiêu vừa sát dây chữ thập), xem hình 3.35b. Dùng ốc cân ống thuỷ cân bằng bọt nước ống thuỷ bàn độ đứng (đối với máy tự cân bằng thì không phải thực hiện động tác này). Đọc số trên thang V , ta được số đọc $L'_B = 2^\circ 30' 18''$.

- Đẩu kính sang vị trí bàn độ phải, thao tác tương tự, đọc được số đọc $R'_B = 357^\circ 30' 06''$. Các số đọc được ghi vào bảng 3.3. Việc tính toán thực hiện ngay trên bảng. Trong ví dụ là số liệu đo góc đứng với 3 lần đo.



Hình 3.35

Mẫu số đo góc đứng

Ngày đo: 26 - 7 - 2004

Bắt đầu: $10^h 00$

Kết thúc: $10^h 20$

Thời tiết: Râm mát, gió nhẹ

Trạm máy: A

Máy kinh vĩ: Theo 020 số 38452

Người đo: Nguyễn Văn Đoàn

Người ghi: Lê Hùng Thắng

Người kiểm tra: Vũ Thị Hoa

Chiều cao máy: 1,51 m

Bảng 3.3

Điểm ngắm	Lần đo	Sơ đồ vị trí điểm ngắm	Số đọc trên bàn độ đứng		Sai số chỉ tiêu MO	Trị số góc đứng V
			L	R		
B	1		$2^\circ 30' 18''$	$357^\circ 30' 06''$	+ 12"	$2^\circ 30' 06''$
	2		$2^\circ 30' 24''$	$357^\circ 30' 06''$	+ 15"	$2^\circ 30' 09''$
	3		$2^\circ 30' 30''$	$357^\circ 30' 12''$	+ 21"	$2^\circ 30' 09''$

Câu hỏi và bài tập chương 3

1. Trình bày nguyên lý đo góc, sơ đồ cấu tạo của máy kinh vĩ và nêu các điều kiện cơ bản đối với hệ trục của máy.
2. Sơ đồ cấu tạo và phương pháp ngắm chuẩn mục tiêu bằng ống kính điều quang trong.
3. Sơ đồ cấu tạo ống thủy và phương pháp cân bằng máy nhờ ống thủy dài.
4. Trình bày nguyên lý cấu tạo bộ phận đọc số của máy kinh vĩ quang học.
5. Phương pháp đọc số máy Theo 020B và máy toàn đạc Dalhta 010B.
6. Độ phóng đại của ống kính là gì? Trình bày phương pháp xác định nó.
7. Độ nhảy của ống thủy là gì? Nêu phương pháp xác định nó.
8. Trình tự kiểm nghiệm máy kinh vĩ.
9. Trình bày phương pháp kiểm nghiệm và hiệu chỉnh ống thủy dài và ống thủy tròn của máy kinh vĩ.
10. Trình bày phương pháp kiểm nghiệm và hiệu chỉnh sai số $2C$ của máy kinh vĩ quang học.
11. Trình bày phương pháp kiểm nghiệm và hiệu chỉnh sai số $2i$ của máy kinh vĩ quang học.
12. Trình bày phương pháp kiểm nghiệm và hiệu chỉnh ống kính dọi tâm quang học của máy kinh vĩ.
13. Trình bày ba phương pháp đo góc bằng.
14. Nêu đặc điểm cấu tạo bàn độ đứng của máy kinh vĩ quang học.
15. Trình bày phương pháp kiểm nghiệm sai số MO của bàn độ đứng và phương pháp đo góc đứng.

Chương 4

ĐO KHOẢNG CÁCH

Mục tiêu:

Sau khi học chương 4, học sinh hiểu được nguyên lý và phương pháp đo chiều dài bằng thước thép; đo khoảng cách bằng dây thị cự thẳng trong máy kinh vĩ và bằng dây thị cự cong trong các máy toàn đạc quang học; đo khoảng cách bằng các máy đo xa điện tử.

Nội dung:

Giới thiệu nguyên lý và phương pháp đo khoảng cách bằng các dụng cụ và máy móc cơ bản như: thước thép, máy kinh vĩ, máy toàn đạc quang học và máy đo xa điện tử.

I. KHÁI NIỆM VỀ PHƯƠNG PHÁP ĐO KHOẢNG CÁCH

Để xác định vị trí của các đối tượng trên mặt đất và biểu thị chúng lên bản đồ cần phải có số liệu chiều dài của đối tượng và khoảng cách giữa các điểm. Dựa vào yêu cầu độ chính xác và dụng cụ đo, có thể tiến hành đo khoảng cách theo nhiều phương pháp khác nhau. Hiện nay, trong thực tế có ba phương pháp đo khoảng cách với độ chính xác trung bình đang được áp dụng phổ biến phục vụ trực tiếp cho công tác đo vẽ bản đồ tỷ lệ lớn.

1). Đo khoảng cách trực tiếp bằng thước thép: dùng thước thép cuộn có khắc vạch đến centimet (hoặc milimet) để đo chiều dài các đoạn thẳng.

2). Đo khoảng cách bằng các máy quang học: Sử dụng hệ thống lưới chỉ trong các máy kinh vĩ hoặc máy toàn đạc quang học để đo khoảng cách giữa hai điểm.

3). Đo khoảng cách bằng các máy đo dài điện tử: Sử dụng sóng ánh sáng hoặc sóng radio có bước sóng xác định truyền đi và về trong không gian giữa hai điểm đồng thời xác định thời gian truyền sóng để đo khoảng cách.

Trong chương này ta sẽ lần lượt nghiên cứu các dụng cụ và phương pháp đo khoảng cách theo ba nguyên lý kể trên.

II. PHƯƠNG PHÁP ĐO KHOẢNG CÁCH TRỰC TIẾP BẰNG THUỐC THÉP

Đo khoảng cách trực tiếp là so sánh chiều dài cần đo với một dụng cụ là thước hoặc dây có độ dài đã biết. Nếu gọi D là khoảng cách cần đo, l là chiều dài của thước và n là số lần đặt thước, theo hình 4.1, ta có:

$$D = n.l + r \quad (4-1)$$

Trong đó r là phần lẻ của thước.



Hình 4.1

1. Dóng hướng đường thẳng

Thông thường khoảng cách cần xác định lớn hơn nhiều so với độ dài của thước, do vậy để đo được chính xác, ta phải tiến hành dóng hướng đường đo. Dóng hướng đường đo là xác định một loạt điểm nằm trên hướng đường thẳng (trong mặt phẳng dây dọi) từ điểm đầu đến điểm cuối khoảng cách cần đo, sao cho độ dài giữa hai điểm kế tiếp nhau phải ngắn hơn độ dài của thước một ít. Dụng cụ để đánh dấu các điểm trên hướng đường đo thường là que sắt hoặc sào tiêu bằng gỗ có sơn các khoảng màu trắng - đỏ xen kẽ nhau, vừa để biểu thị chiều cao, vừa giúp ta dễ dàng phát hiện nó từ xa. Tùy theo yêu cầu độ chính xác của việc dóng hướng mà có thể tiến hành bằng mắt hoặc bằng máy kinh vĩ.

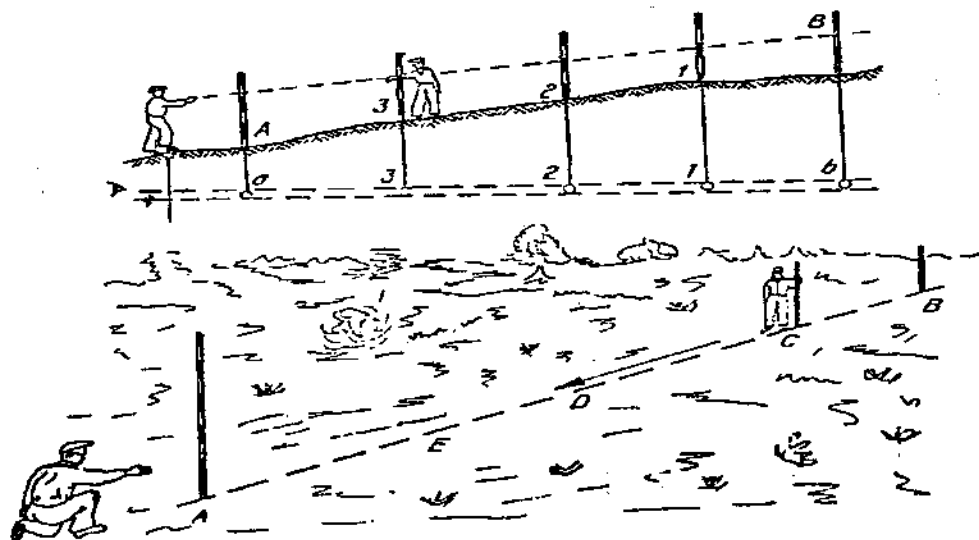
1.1. Dóng hướng bằng mắt

1.1.1. Trường hợp hai điểm A và B trông thấy nhau

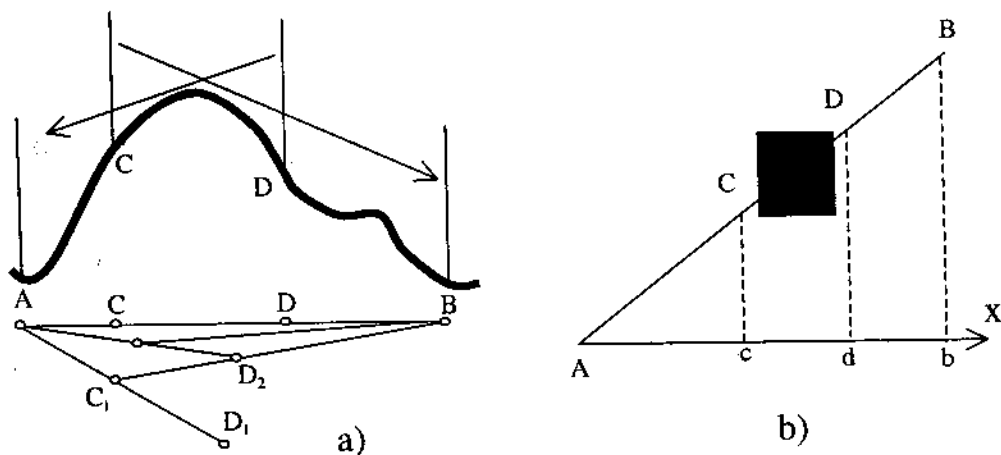
Ta cắm hai sào tiêu cố định ở A và B, một người đứng ở A dùng mắt điều khiển cho người thứ hai lần lượt đặt và đánh dấu vị trí các sào tiêu C, D... trên hướng ngắm AB. Muốn kéo dài hướng AB ta cũng làm tương tự, xem hình 4.2.

1.1.2. Trường hợp hai điểm A và B không trông thấy nhau

Nếu giữa điểm A và điểm B là một ngọn đồi, ta phải đóng hướng theo phương pháp nhích dần, mô tả trên hình 4.3a.



Hình 4.2



Hình 4.3

Dựng sào tiêu ở A và B, chọn điểm D_1 sao cho điểm này nhìn thấy A, trên hướng AD_1 chọn điểm C_1 sao cho từ C_1 thấy B và chọn D_2 sao cho từ đó nhìn thấy A, trên hướng D_2A chọn C_2 ,.... cuối cùng chọn được điểm D, C nằm trên đường thẳng AB.

1.1.3. Trường hợp giữa A và B có chướng ngại vật (hình 4.3b)

Trong trường hợp này ta phải dùng phương pháp tam giác vuông góc đồng dạng để tính toán và dóng hướng đường thẳng. Giả sử, cần xác định hai điểm C và D nằm trên hướng AB, ta làm như sau: Ngắm một hướng phụ AX, trên nó dựng Bb vuông góc với AX, chọn các điểm c, d. Đo chiều dài Ab, bB, Ac, Ad tính đoạn cC và dD theo quan hệ đồng dạng:

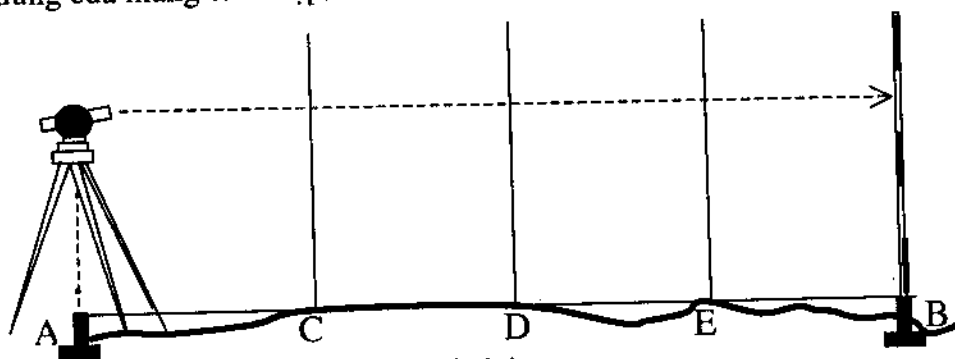
$$cC = \frac{Bb}{Ab} Ac; \quad Dd = \frac{Bb}{Ab} Ad \quad (4-2)$$

Từ c và d theo hướng vuông góc với Ax dựng các đoạn cC và dD ta sẽ định được C và D nằm trên đường thẳng AB.

1.2. Dóng hướng bằng máy kinh vĩ

Khi yêu cầu dóng hướng đường thẳng để đo dài với độ chính xác cao ta dùng phương pháp dóng hướng bằng máy kinh vĩ.

Ta đặt máy kinh vĩ ở A, sau khi định tâm và cân bằng máy, đưa ống kính ngắm vào sào tiêu ở B và đưa ảnh của sào tiêu trùng với chỉ đứng của màn chữ thập, cố định bàn độ ngang. Tiếp đó người đứng máy điều khiển cho người cầm sào tiêu lần lượt cầm vào các điểm C, D... sao cho ảnh của sào tiêu trùng với chỉ đứng của màn chữ thập, xem hình 4.4.

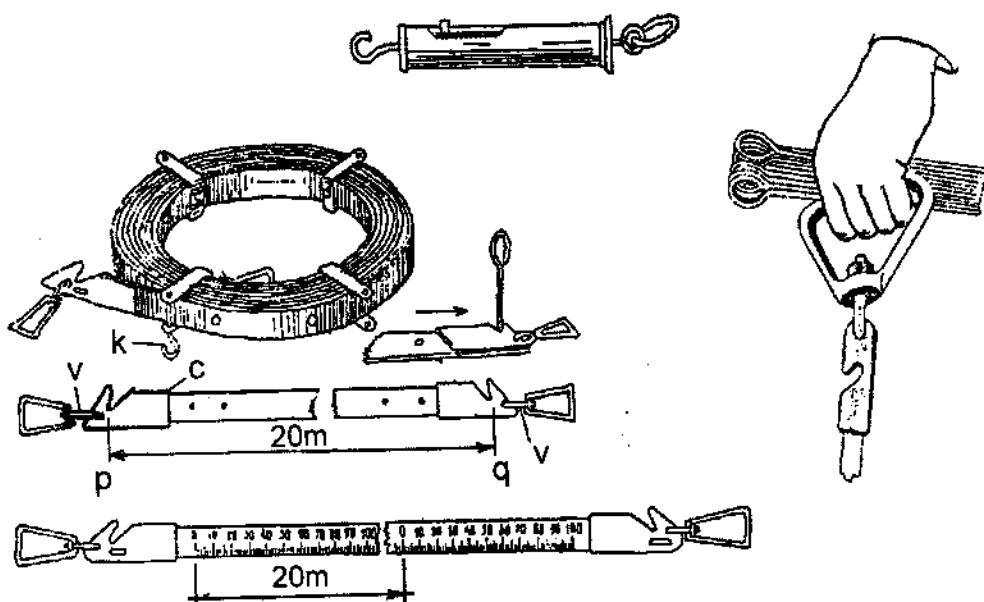


Hình 4.4

2. Dụng cụ sử dụng trong đo chiều dài trực tiếp bằng thước thép

Trong phương pháp đo khoảng cách trực tiếp tùy theo yêu cầu độ chính xác có thể dùng các loại thước thép có độ chính xác khác nhau. Trong chương này giới thiệu trường hợp đo chiều dài trực tiếp bằng thước thép thông thường. Các dụng cụ được dùng trong khi đo bao gồm:

- Thước thép.
- Que sắt và cọc gỗ để đánh dấu số lần đặt thước thép và làm chuẩn khi đọc số, xem hình 4.5.
- Máy kinh vĩ, sào tiêu, cờ hiệu để đóng hướng.
- Lực kế dùng để kéo thước đúng bằng lực đã kéo nó khi kiểm nghiệm.
- Nhiệt kế dùng đo nhiệt độ để cải chính độ giãn nở của thước.
- Thước đo góc đứng hoặc máy và mìn thuỷ chuẩn dùng xác định chênh cao giữa hai đầu đặt thước để tính chuyển trị số đo khoảng cách nghiêng D về trị khoảng cách ngang S .



Hình 4.5

3. Cấu tạo, kiểm nghiệm và phương trình của thước thép

3.1. Cấu tạo

3.1.1. Thước thép thường: Là loại thước có chiều dài 20m, 30m hoặc 50m, với khoảng chia nhỏ nhất là 1cm; nó dùng để đo chiều dài với độ chính xác thấp (khoảng 1:2000) nên thường không có phương trình riêng. Vạch "0" có thể được đánh dấu trên thước hoặc tính từ mép đầu của vòng tay kéo của nó.

3.1.2. Thước thép chính xác: Là loại thước được làm bằng hợp kim có hệ số giãn nở nhiệt thấp, dài từ 20 đến 50m với khoảng chia nhỏ nhất là 1mm. Thông thường ngoài thước ra còn có một thang đọc số phụ dài 20cm, được chia chính xác tới milimet có thể gắn vào bất cứ deximet nào trên thước. Nhờ thang chia vạch trên thước nhỏ đến milimet nên cho phép đọc số đến 0,1mm. Loại thước này dùng để đo chiều dài với độ chính xác cao (1: 20000). Loại thước này phải kiểm nghiệm và có phương trình riêng.

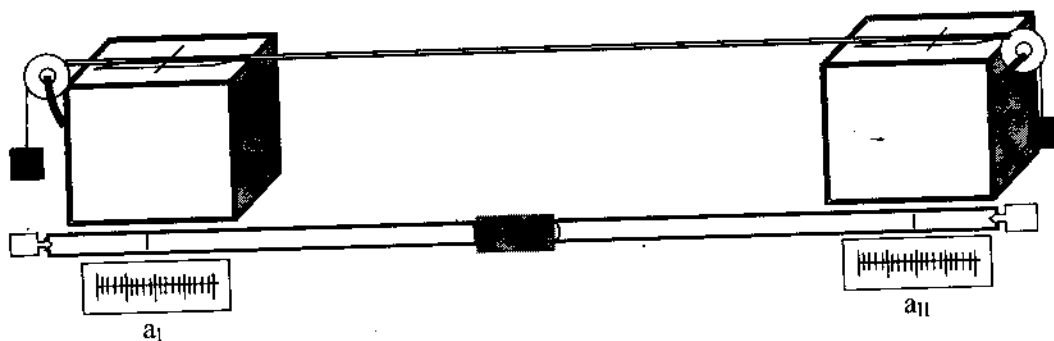
3.2. Kiểm nghiệm thước thép

3.2.1. Mốc chuẩn

Vì chiều dài của thước thép luôn bị thay đổi theo nhiệt độ của môi trường đo, nên trước khi đưa nó ra sử dụng cần phải kiểm nghiệm ở bãi chuẩn. Để có chiều dài chuẩn, trên bãi kiểm nghiệm người ta xây hai mốc bê tông, (xem hình 4.6). Khoảng cách giữa hai tâm mốc bê tông được đo bằng dây invar hoặc máy đo xa điện tử với độ chính xác 1: 500000 trở lên. Kích thước của mặt mốc khoảng 25 x 25cm, ở hai phía ngoài có hai giá rồng rọc để treo quả tạ. Trên mặt mốc có hai thang đọc số bằng kim loại dài 1dm có hệ số giãn ở nhiệt nhỏ và được chia vạch rất chính xác, khoảng chia nhỏ nhất là 1mm, vạch chuẩn "0" nằm ở giữa và đánh số về hai phía vạch chuẩn đó, xem hình 4.6. Số đọc phía phải vạch "0" mang dấu (-) còn số đọc phía trái mang dấu (+).

3.2.2. Cách kiểm nghiệm

Đặt hai đầu thước thép lên đầu hai mốc và căng thước với lực như nhau bằng hai quả tạ 10kg. Dùng hai vạch chuẩn trên hai đầu thước (ví dụ vạch "0" và vạch "20") để đọc số dựa vào thang đọc số kim loại gắn trên mặt mốc. Phải có hai người đọc số hai đầu thước cùng một lúc theo sự chỉ huy của người ghi số. Tiến hành đọc số nhiều lần, mỗi lần phải xê dịch vạch chuẩn của thước và ghi nhiệt độ.



Hình 4.6

Chiều dài của thước thép ở nhiệt độ kiểm nghiệm (t_0) tính theo công thức:

$$l_{t_0} = L_0 + (a_{II} - a_I) \quad (4-3)$$

hay:

$$l_{t_0} = L_0 + \Delta l_k \quad (4-4)$$

Trong đó: L_0 - chiều dài chuẩn (khoảng cách giữa hai vạch "0" của hai thang đọc số trên mặt mốc); a_I, a_{II} là số đọc trung bình ở thang I và II.

$\Delta l_k = a_{II} - a_I = l_{t_0} - L_0$: Là số chênh chiều dài thước thép so với chiều dài chuẩn giữa hai mốc lúc kiểm nghiệm.

Ví dụ: Ở $t_0 = 20^\circ\text{C}$ đọc được $a_{II} = + 1,2\text{mm}$, $a_I = + 0,7\text{mm}$, chiều dài chuẩn là $L_0 = 20,002\text{m}$ thì chiều dài thước thép lúc kiểm nghiệm là:

$$l_{t_0} = 20,002\text{m} + 0,005 = 20,007\text{m}, \Delta l_k = 7\text{mm}.$$

3.3. Phương trình của thước thép

Công thức (4-4) là chiều dài của thước thép ở nhiệt độ lúc kiểm nghiệm. Khi đo ngoài thực địa chiều dài đó sẽ thay đổi theo nhiệt độ của môi trường. Lúc này chiều dài thực tế của thước được tính theo phương trình riêng của nó là:

$$l_t = l_0 + \Delta l_k + \alpha \cdot l_0 (t - t_0) \quad (4-5)$$

Trong đó:

l_0 - chiều dài danh nghĩa,

α - hệ số dẫn nở nhiệt của thước,

t_0 - nhiệt độ khi kiểm nghiệm thước,

t - nhiệt độ môi trường khi đo.

$\Delta l_k = (l_t - l_0)$ - là số chênh chiều dài thước ở nhiệt độ lúc

kiểm nghiệm so với chiều dài chuẩn L_0 .

Ví dụ: với $l_0 = 20,000\text{m}$; $\alpha = 0,000012$; $t_0 = 20^\circ\text{C}$; $\Delta l_k = + 0,007\text{m}$. Khi đo ở nhiệt độ $t = 25^\circ\text{C}$ thì chiều dài thực tế của thước sẽ là: $l_t = 20,008\text{m}$.

Nếu ký hiệu $\alpha (t - t_0) = \Delta l_i$ và cộng gộp với Δl_k để số cải chính chung của thước là $\Delta l_0 = (\Delta l_k + \Delta l_i)$ thì mỗi một mét trên thước sẽ có số cải chính trung bình $\Delta l_0 / l_0$

Như vậy, nếu gọi D_d là trị số khoảng cách đo được bằng thước thép có chiều dài danh nghĩa l_0 thì chiều dài của khoảng cách cần xác định sẽ là:

$$D = D_d \pm D_d \frac{\Delta l_0}{l_0}, \quad (4-6)$$

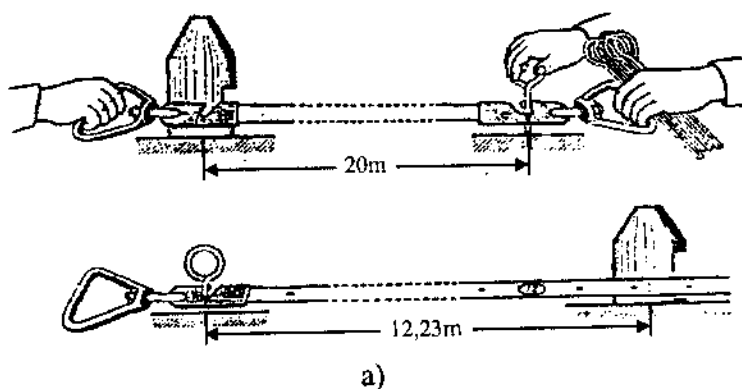
Trong đó dấu (+) ứng với trường hợp $l_t > l_0$

4. Đo chiều dài bằng thước thép với độ chính xác thấp

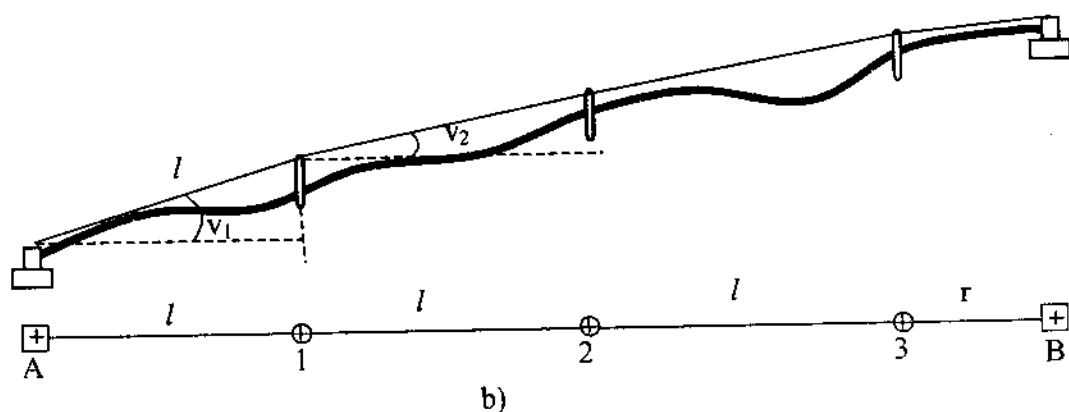
Để đo chiều dài có độ chính xác nhỏ hơn 1: 2000 ta dùng thước thép cuộn có chia vạch đến centimet, bộ que sắt (hoặc cọc gỗ), sào tiêu và thước đo góc nghiêng đơn giản.

4.1. Đo trên khu đất bằng phẳng

Để đo khoảng cách AB, trước tiên phải dọn sạch cỏ cây và tiến hành đóng hướng. Sau đó, người thứ nhất dùng que sắt giữ chặt đầu thước sao cho vạch "0" trùng với tâm vạch điểm A, người thứ hai kéo căng thước cho thật nằm ngang, không được chênh ra khỏi hướng AB và cũng dùng que sắt cắm vào vạch cuối cùng của thước (ví dụ, vạch "20" của thước 20m) ta có điểm 1, xem hình 4.7a. Sau đó, nhờ que ở A và cả hai người cùng tiến về phía điểm B. Khi người thứ nhất đi đến điểm 1 thì công việc lại lặp lại như trên. Tiếp tục đo cho đến đoạn cuối cùng. Nếu đoạn cuối ngắn hơn chiều dài thước thì căn cứ vào tâm đỉnh điểm B để đọc phần lẻ r trên thước. Số que sắt mà người thứ hai đã cắm chính là số lần đặt thước n , khi đó khoảng cách được tính theo công thức (4-1).



a)



b)

Hình 4.7

Ví dụ: $n = 3$ (que); $r = 12,17\text{m}$; $l = 20\text{m}$ thì

$$D_{AB} = 20 \times 3 + 12,17 = 72,17\text{m}.$$

Thông thường phải tiến hành đo theo hai chiều thuận và nghịch (đo đi - đo về). Tính ra độ lệch giữa hai lần đo $\Delta D = (D_{đi} - D_{về})$ và sai số khép tương đối $\Delta D / D$ để đánh giá độ chính xác, giá trị này phải nhỏ hơn $1/2000$.

Lấy giá trị trung bình của hai lần đo làm kết quả độ dài của cạnh AB.

4.2. Đo chiều dài trên vùng đất dốc

Khi đo chiều dài trên vùng đất dốc, ta phải đo được góc dốc v hoặc độ chênh cao h của hai đầu các đoạn thước để tính số cải chính đưa chiều dài nghiêng về chiều dài nằm ngang, xem hình 4.7b.

4.2.1. Đo góc nghiêng v_i để tính chiều dài nằm ngang

Kỹ thuật này chỉ áp dụng khi đo chiều dài với độ chính xác thấp. Công tác đo được tiến hành như sơ đồ hình 4.7b. Sau khi có trị số khoảng cách nghiêng D của mỗi đoạn đặt thước và góc nghiêng v tương ứng, ta phải chuyển về trị số chiều dài nằm ngang S .

Khoảng cách nằm ngang S_i được tính theo công thức sau:

$$S_i = D_i \cos v_i \quad (4-7)$$

Ví dụ: Nếu khoảng cách S_{AB} được đo bởi hai phân đoạn với trị số tương ứng $D_{A1} = 20m$; $v_{A1} = +5^{\circ}45'$; $D_{13} = 40m$; $v_{13} = 2^{\circ}31'$; ta sẽ tính được:

$$S_{AB} = S_{A1} + S_{13} = 19,90 + 39,96 + 12,17 = 72,03m.$$

Tuy nhiên, trong thực tế hiện nay dụng cụ đo góc nghiêng v ít được sử dụng, người ta thường dựa vào trị số chênh cao h để chuyển D thành S .

4.2.2. Đo chênh cao h để tính chiều dài nằm ngang

Khi cần đo chiều dài với độ chính xác trung bình, người ta dùng thước thép có phương trình và có 2 thang số phụ khắc vạch đến milimet ở hai đầu thước để đọc số. Sử dụng máy thủy chuẩn đo độ chênh cao hai đầu thước, dùng lực kế để kéo căng thước, đồng thời phải đo nhiệt độ để tính số hiệu chỉnh ảnh hưởng nhiệt độ đến chiều dài đo được.

Đặt máy kinh vĩ và sào tiêu để dóng hướng đường thẳng chính xác tới 1'. Đồng thời với việc dóng hướng phải sơ bộ phân từng đoạn đo bằng cách lấy thước vải đặt các đoạn A-1, 1-2, ..., n-B, có độ dài ngắn hơn độ dài thước thép vài centimet và dóng cọc phụ 1, 2, ..., n. Đoạn cuối cùng (n-B) = r phần lẻ ngắn hơn chiều dài thước. Trên các cọc phụ kẻ vạch chữ thập làm chuẩn đọc số trên thước thép.

Nối lực kế vào hai đầu thước, hai người kéo thước sao cho đúng bằng lực kéo căng nó lúc kiểm nghiệm. Hai người đọc số, dựa vào thang đọc số phụ gắn trên thước và vạch chuẩn trên hai đầu cọc, chờ cho thước ổn định, dưới sự chỉ huy của người ghi sổ, phải đọc số ở cùng một thời điểm. Để nâng cao độ chính xác kết quả đo, trong mỗi đoạn phải xê dịch thước và đọc số ba lần, số chênh của hiệu số đọc không vượt quá $\pm 1mm$. Để cho công việc tiến hành nhịp nhàng và đồng thời cùng một khoảnh khắc, thường người ta quy

ước khi người chỉ huy hô “*chuẩn bị ...kéo!*” thì hai người kéo thước, và khi hô “*đọc số!*” thì cả hai người cùng đọc số. Số đọc của người phía trước (phía đến điểm B) ký hiệu là T và của người sau là S. Chênh lệch giữa các số đọc $(T - S) \leq \pm 1\text{mm}$.

Dùng máy thuỷ chuẩn (sẽ giới thiệu ở chương 5) để đo độ chênh cao h giữa hai đầu cọc ở từng đoạn thước với độ chính xác tương đương thuỷ chuẩn cấp kỹ thuật. Nếu độ chênh cao hai đầu thước là h, chiều dài thước là l thì số hiệu chỉnh chiều dài của một đoạn thước do ảnh hưởng độ chênh cao sẽ là:

$$\delta l_h = -\frac{h^2}{2l} \quad (4-8)$$

Chiều dài nằm ngang sẽ là:

$$l' = l + \delta l_h \quad (4-9)$$

Ngoài ra để tính được số hiệu chỉnh nhiệt độ, cứ mỗi lần đặt thước người ghi số phải đo nhiệt độ không khí một lần (số đo là t). Các số đo được ghi vào sổ.

Chiều dài nằm ngang S tính theo công thức sau:

$$S = nl_0 + \sum_i^n (b - a)_{ib} + r + \Delta S_k + \Delta S_t + \Delta S_h \quad (4-10)$$

Trong đó:

n là số lần đặt thước (số đoạn thước).

l_0 là chiều dài danh nghĩa một đoạn thước.

a_i, b_i là giá trị trung bình các số đọc hai đầu thước ở đoạn đo thứ i.

r là giá trị đoạn lẻ.

ΔS_k là số hiệu chỉnh chiều dài cạnh tính theo số cải chính kiểm nghiệm chiều dài thước:

$$\Delta S_k = n \cdot \delta l_k \quad (4-11)$$

ΔS_t là số hiệu chỉnh chiều dài cạnh do ảnh hưởng nhiệt độ. Ký hiệu t_i là nhiệt độ thước lúc đo, t_0 là nhiệt độ lúc kiểm nghiệm ta sẽ tính được ΔS_t theo công thức:

$$\Delta S_t = \sum \delta l_t = \sum \alpha \cdot l \cdot (t_i - t_0) \quad (4-12)$$

ΔS_h là số hiệu chỉnh chiều dài cạnh do ảnh hưởng của độ chênh cao hai đầu các đoạn thước:

$$\Delta S_h = \sum \delta l_h = - \sum \frac{h^2}{2l} \quad (4-13)$$

III. ĐO KHOẢNG CÁCH BẰNG MÁY KINH VĨ QUANG HỌC CÓ DÂY THỊ CỤ THẲNG

1. Trường hợp tia ngắm nằm ngang

Phương pháp đo chiều dài trực tiếp chỉ thực hiện được khi điều kiện địa hình thuận lợi. Trong trường hợp phải vượt qua sông ngòi, ao, hồ... ta phải áp dụng phương pháp đo gián tiếp đó là phương pháp đo bằng hệ lưới, chỉ đo khoảng cách gọi là dây thị cự trong các máy kinh vĩ quang học hay máy thủy chuẩn. Phương pháp này được áp dụng trong trường hợp đo khoảng cách ngắn với độ chính xác không cao, nhưng nó có ưu điểm là tốc độ đo nhanh, đơn giản, đo được qua sông, hồ hẹp và nơi có địa hình dốc.

Nguyên lý chung của phương pháp này là giải tam giác thị sai (góc nhỏ) trong mặt phẳng thẳng đứng chứa trục ngắm CC của ống kính, hình 4.8.

Tam giác thị sai là một tam giác cân có đỉnh ở tiêu điểm kính vật F của máy đặt ở đầu đường đo A, còn đáy l là một đoạn thẳng mà góc thị sai ε chắn trên *mia* dựng thẳng đứng ở điểm B cuối đường đo.

Khi trục ngắm CC nằm ngang, nếu ký hiệu ε là góc thị sai, l là đáy, c là khoảng cách tính từ trục đứng VV của máy đến tiêu điểm kính vật F, theo hình 4.8, khoảng cách ngang S sẽ là:

$$S = S = \delta + f + \frac{1}{2} \cdot \cot g \frac{\delta}{2} \quad (4-14)$$

Hay:
$$S = c + \frac{l}{2} \cot g \frac{\varepsilon}{2}$$

Như vậy, đối với một máy kinh vĩ thì c là hằng số, khi đó khoảng cách S phụ thuộc vào góc ε và đáy b .

Vì $c = (\delta + f_v)$ nên:

$$S = \frac{f_v}{P} l + c$$

So sánh với (4-12) ta suy ra:

$$p = \frac{f_v}{K} = \frac{2f_v}{\cot g \frac{\varepsilon}{2}} \quad (4-17)$$

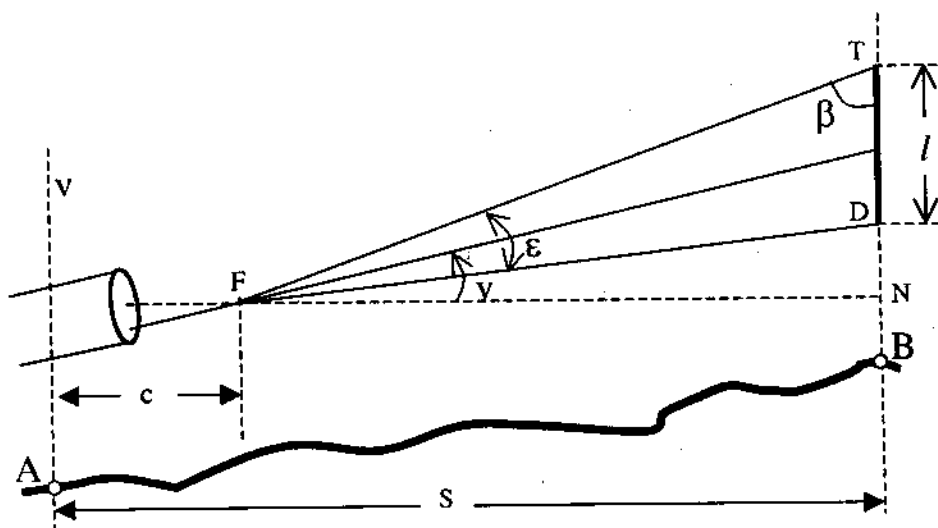
Công thức trên cho thấy: đối với một máy kinh vĩ có vật kính với tiêu cự là f_v nếu ta chọn $K = 100$ hoặc ε thích hợp thì sẽ tính ra khoảng cách p giữa hai dây thị cự (hai dây chỉ ngang phụ) để khắc trên màng dây chữ thập phục vụ đo khoảng cách.

Đối với máy kinh vĩ có hệ thống điều quang trong thì có thể bỏ qua hằng số c trong công thức tính khoảng cách.

Hiệu số đọc chắn bởi chỉ trên T và chỉ dưới D chính là giá trị khoảng cách l . Nếu mĩa khắc vạch đến cetimet, số đọc được l trên mĩa đến milimet hệ số $K = 100$ thì S tương ứng ngoài thực địa chỉ chính xác đến decimet.

2. Trường hợp tia ngắm nghiêng

Trường hợp tổng quát của đo khoảng cách bằng dây thị cự thẳng (lưới chữ thập) là máy có góc thị sai ε cố định mà đỉnh của nó nằm ở tiêu điểm kính vật F , trục ngắm CC ống kính nghiêng một góc đứng v và mĩa dựng thẳng đứng tại B , xem hình 4.9.



Hình 4.9

Gọi l là hiệu số đọc chuẩn bởi hai dây thị cự ngang (dây trên T và dây dưới D). Theo hình 4.11 khoảng cách ngang S sẽ là:

$$S = c \cos v + FD \cos \left(v - \frac{\varepsilon}{2} \right) \quad (a)$$

Giải tam giác FTD để tìm FD :

$$FD = l \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \varepsilon}$$

Từ tam giác vuông THN ta có $\beta = 90^\circ - \left(v + \frac{\varepsilon}{2} \right)$ và $\sin \beta \approx \cos(90^\circ - \beta)$,
nên:

$$FD = \frac{l \cos \left(v + \frac{\varepsilon}{2} \right)}{\sin \varepsilon}$$

Sau phép biến đổi lượng giác ta có:

$$FD = l \left\{ \frac{\cos v}{2 \sin \frac{\varepsilon}{2}} - \frac{\sin v}{2 \cos \frac{\varepsilon}{2}} \right\} \quad (b)$$

Thay FD từ (b) vào (a) và biến đổi tiếp ta sẽ nhận được công thức tổng quát tính trị số khoảng cách ngang khi đo bằng dây thị cự thẳng là:

$$S = K \cdot l \cdot \cos^2 v + c \cdot \cos v - l \frac{\sin^2 v}{4K} \quad (4-18)$$

Thực tế đối với máy điều quang trong thì số hạng thứ hai và thứ ba nhỏ, ít ảnh hưởng đến độ chính xác đo khoảng cách bằng phương pháp này nên ta có thể bỏ qua, nghĩa là:

$$S = K \cdot l \cdot \cos^2 v \quad (4-19)$$

Khi đo khoảng cách bằng dây thị cự thẳng trong máy kinh vĩ quang học, ta chỉ cần dựa vào hai dây chỉ trên và dưới đọc được đoạn l chính xác đến milimet và đọc được góc đứng v thì sẽ tính được khoảng cách nằm ngang theo công thức trên.

3. Xác định hằng số cộng c và hệ số nhân K

Trong quá trình sử dụng máy hằng số c và K có thể bị biến động, vì vậy cần phải xác định lại chúng. Có nhiều phương pháp xác định, dưới đây chỉ giới thiệu những phương pháp thông dụng nhất.

3.1. Xác định hằng số cộng c

Để xác định c cần phải biết được khoảng cách từ tâm kính vật đến trục quay của máy (δ) và tiêu cự của kính vật (f_v). Muốn vậy ta làm như sau:

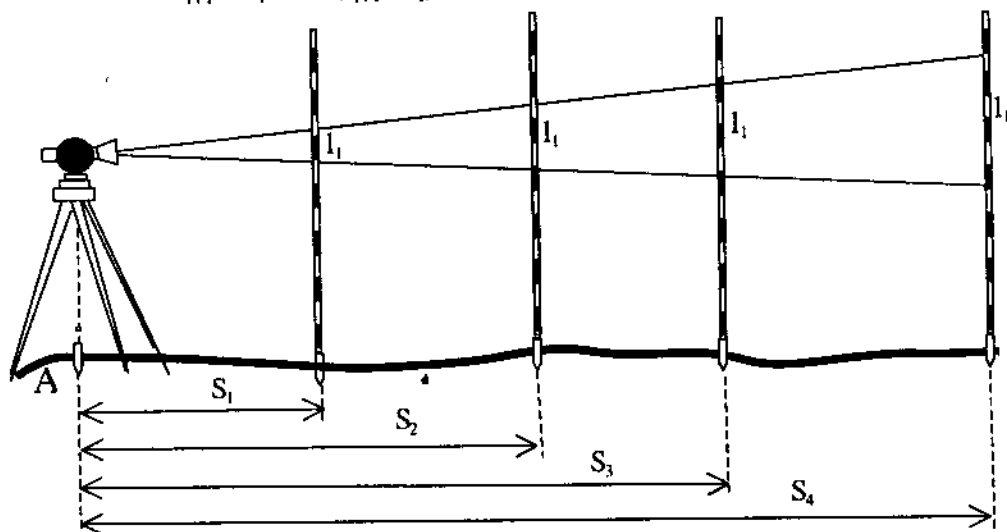
Đưa máy ngắm vào một vật xa khoảng 100m, điều chỉnh tiêu cự sao cho ảnh của nó rõ nét nhất. Lấy thước milimet đo khoảng cách từ kính vật đến màn chỉ chữ thập sẽ được f_v và khoảng cách từ kính vật đến trục quay của máy chính là δ . Đối với các máy điều quang trong, tiêu cự f luôn thay đổi theo khoảng cách S nên c thay đổi và K cũng thay đổi nhỏ, như vậy thực chất K chỉ là một hằng số gần đúng.

3.2. Xác định hệ số nhân K

Để xác định hệ số K thực tế của máy ta làm như sau: Trên bãi đất phẳng đóng cọc A, hình 4.10, dùng thước thép đo các đoạn S_i , đóng các cọc tại 1, 2, 3,... Đặt máy tại A, dựng mìa thẳng đứng lần lượt ở các điểm i rồi dựa vào dây thị cự đọc được các trị số l_i .

Theo công thức (4-19), ta có:

$$\begin{aligned} S_i &= K l_i + c \\ S_{i+1} - S_i &= K (l_{i+1} - l_i) \end{aligned} \quad (4-20)$$



Hình 4.10

Ta có:

$$K = \frac{S_{(i+1)} - S_i}{l_{(i+1)} - l_i} \quad (4-21)$$

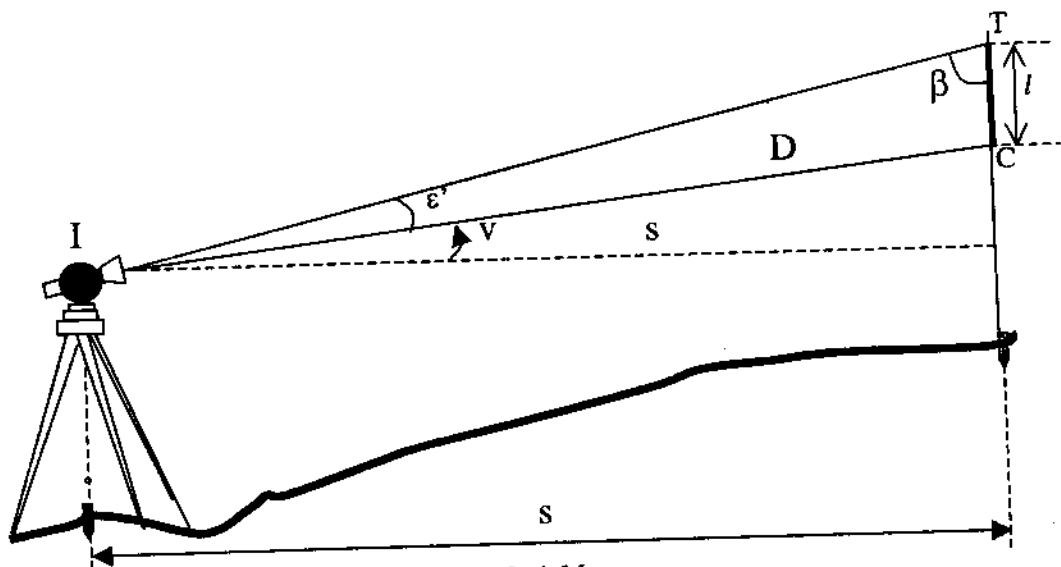
Lấy trung bình cộng trị số K làm kết quả để ứng dụng trong đo đạc.

IV. ĐO KHOẢNG CÁCH BẰNG MÁY TOÀN ĐẠC QUANG HỌC CÓ DÂY THỊ CỤ CONG

Đo khoảng cách bằng các máy có dây thị cụ thẳng khi tia ngắm nghiêng phải tính toán khá phức tạp. Để khắc phục nhược điểm này người ta chế tạo loại máy có dây thị cụ cong tự động đưa giá trị khoảng cách nghiêng về khoảng cách ngang.

1. Nguyên lý cấu tạo dây thị cụ cong

Nguyên lý chung của nó là cho góc thị sai ε thay đổi, hay nói cách khác là khoảng cách p giữa hai dây thị cụ không cố định. Để xét nguyên lý cấu tạo của dây thị cụ cong ta thiết lập mối quan hệ giữa khoảng cách ngang S với góc thị sai ε và góc đứng v , hình 4.11.



Hình 4.11

Với loại dây thị cự cong, tia ngắm của máy loại này đi qua giao điểm giữa dây thị cự dưới (gọi là dây cơ bản) và chỉ đứng nên trên hình 4.11 góc v là góc đứng và góc $\varepsilon' = \frac{\varepsilon}{2}$ là một nửa góc thị sai.

Từ hình vẽ ta có: $S = D \cos v$,

Trong đó khoảng cách nghiêng D ta suy ra được từ tam giác ITC:

$$D = l \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \varepsilon}$$

Vì $\beta = 90^\circ - (v + \varepsilon)$ nên khoảng cách ngang S là:

$$S = l \frac{\cos(v + \varepsilon') \cos v}{\sin \varepsilon'}$$

hay: $S = l (\cos v \cot g \varepsilon' - \sin v) \cos v$

Để cho công thức trên đơn giản ta đặt:

$$(\cos v \cot g \varepsilon' - \sin v) \cos v = \text{const} = K_D \quad (4-22)$$

Khi đó:

$$S = K_D \cdot l \quad (4-23)$$

Muốn cho K_D là một hằng số (const) thì góc thị sai ε phải biến đổi theo góc nghiêng v . Từ công thức (4-22) ta rút ra:

$$\cot g \varepsilon' = \frac{K_D + \sin v \cdot \cos v}{\cos^2 v}$$

Mặt khác, dựa theo công thức (4-15) và (4-17) để áp dụng cho trường hợp này ta có:

$$\cot g \varepsilon' = \frac{2f}{P_D}$$

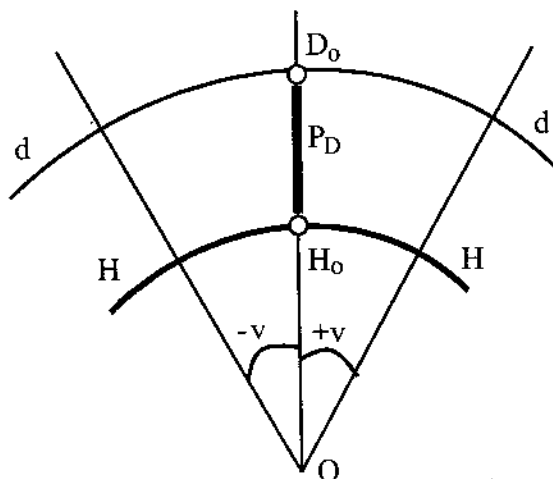
Do đó:

$$P_D = \frac{2f \cos^2 v}{K_D + \sin v \cdot \cos v} \quad (4-24)$$

Ở đây hai đại lượng f và K_D không đổi nên khoảng cách P_D giữa dây cơ bản và dây thị cự cong là một hàm số biến thiên theo góc nghiêng v .

** Cách dựng dây thị cự cong:*

Từ nguyên lý cấu tạo ta thấy có thể dựng được dây thị cự cong nếu biết f và K_D . Các đường cong sẽ được khắc lên tấm kính mỏng đặt ở mặt phẳng màng chữ thập hoặc khắc trên bản đồ đứng. Cách dựng như sau, xem hình 4.12.



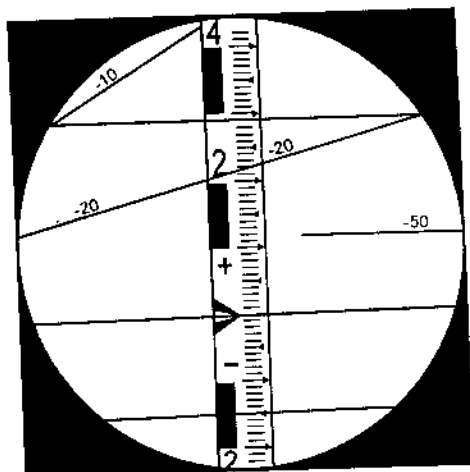
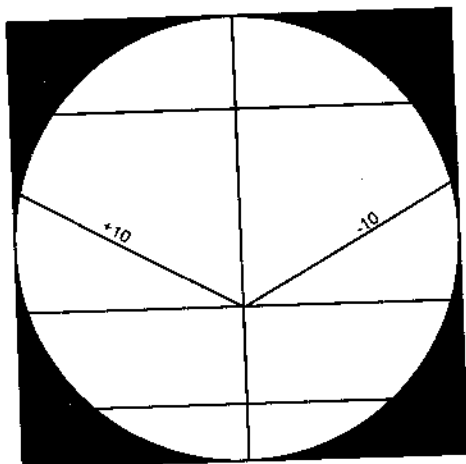
Hình 4.12

Kẻ một cung tròn H-H với bán kính khoảng 3cm. Chỉ đứng của dây chữ thập cắt cung này tại H_0 . Trên OH_0 kéo dài, từ H_0 ta đặt một đoạn $P_D = 2f/K_D$, nghĩa là ứng với $v = 0$ theo công thức (4-24). Lấy OH_0 làm chuẩn dựng các góc biến đổi từ 0 đến $+v$ và $-v$. Tương ứng với mỗi góc v , theo hướng bán kính từ cung cơ bản lấy những đoạn P_D tính theo (4-24). Nối các điểm đó lại ta được dây thị cự cong dD_0d là dây đo khoảng cách ngang.

Ngoài dây đo khoảng cách ngang, cũng bằng cách dựng tương tự trong máy còn có các dây đo chênh cao mà ta sẽ tìm hiểu ở chương 7. Ta thường gặp các máy có dây đo khoảng cách ngang như máy toàn đạc Dalhta 010, Dalhta 020 (Đức), TA-2 (Nga).

2. Phương pháp đo khoảng cách bằng máy có dây thị cự cong

Đặt máy toàn đạc tại điểm trạm đo, định tâm, cân máy chính xác. Dựng mìa thẳng đứng tại đầu kia của cạnh cần đo. Quay máy ngắm mìa, đặt dây cơ bản vào một số chắn. Căn cứ vào điểm giao cắt giữa dây chỉ cong đo khoảng cách (dây trên) đọc số trên mìa, ta được số đọc l , nhân với hằng số K ta sẽ có khoảng cách nằm ngang giữa hai điểm.



Hình 4.13

Hình 4.13 là ví dụ trường ngắm của ống kính máy toàn đạc tự động Dalhta 010. Số đọc theo dây cơ bản (tính từ đế mĩa) là $1m = 100,0cm$, số đọc trên dây chỉ cong đo khoảng cách là $129,2cm$. Khoảng cách ngang S là hiệu số đọc giữa dây thị cự và dây cơ bản ($29,2cm$) nhân với hệ số K_D của máy:

$$S = K_D \cdot l = 100 \times 29,2cm = 29,2m$$

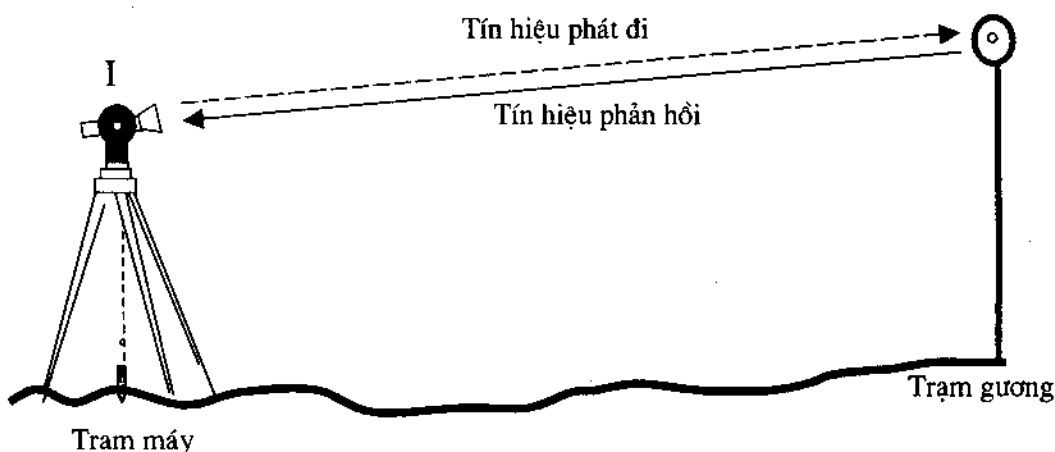
V. NGUYÊN LÝ ĐO KHOẢNG CÁCH BẰNG MÁY ĐO XA ĐIỆN TỬ

Ngày nay các máy đo xa điện tử (EDM - Electronic Distance Measuring) được ứng dụng rất rộng rãi trong ngành trắc địa, địa chính. Các máy này đo khoảng cách dựa trên nguyên lý: Tạo một bộ phận phát sóng điện từ, đặt tại một đầu cạnh cần đo, đầu kia của cạnh đặt bộ phận phản xạ (gương), tín hiệu đo máy phát truyền qua khoảng cách từ trạm máy đến gương và phản hồi quay về, xem hình 4.14. Nếu đo được thời gian truyền sóng t , biết tốc độ truyền sóng V , ta sẽ tính được khoảng cách hai điểm là:

$$D = \frac{1}{2} V t \quad (4-25)$$

Vận tốc truyền sóng V tương đương vận tốc ánh sáng ($300\,000km/s$). Đây là vận tốc rất lớn nên chỉ cần một sai số nhỏ của phép đo thời gian cũng gây sai số rất lớn đối với khoảng cách cần đo. Để đo được khoảng cách với độ chính xác $1,5cm$ thì phải đo thời gian truyền sóng với sai số

nhỏ hơn 10^{-10} giây. Đây là độ chính xác rất cao vì vậy phải dùng các thiết bị và phương pháp đặc biệt mới đo được thời gian chính xác theo yêu cầu. Phương pháp cơ bản để xác định thời gian được ứng dụng trong các máy đo dài và các máy toàn đạc điện tử hiện nay là phương pháp đo pha và phương pháp đo xung.



Hình 4.14

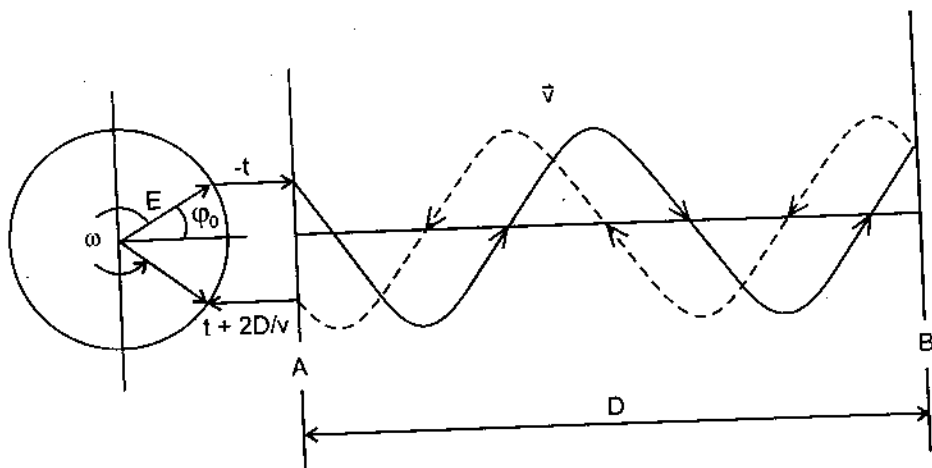
Ở đây chỉ giới thiệu sơ lược về nguyên lý xác định khoảng cách bằng các máy đo xa loại pha và loại xung là loại được dùng phổ biến trong công tác đo đạc địa hình, địa chính.

1. Nguyên lý phương pháp pha

Nguyên lý đo khoảng cách bằng các máy đo xa điện tử loại pha là dựa vào mối quan hệ giữa khoảng cách cần đo D với giá trị pha tức thời φ của sóng điện từ truyền trên khoảng cách đó, hình 4.15. Đây là dao động điều hoà, đồ thị biểu diễn là một hình sin với bước sóng λ , chu kỳ dao động là T ứng với góc quay chẵn 2π .

Giả sử bộ phận phát tín hiệu ở điểm A đầu đường đo, tại thời điểm t phát đi sóng điện từ điều hoà với vận tốc V và có phương trình:

$$e = E \cos(\omega t + \varphi_0) \quad (4-26)$$



Hình 4.15

Trong đó E là biên độ, $\omega = 2\pi f$ là tần số góc và ϕ_0 là pha ban đầu.

Trong phương trình (4-26), giá trị pha tức thời của dao động là:

$$\zeta_1 = \omega t + \phi_0 \quad (4-27)$$

Đến điểm B cuối đường đo, sóng được bộ phản xạ đưa trở lại bộ thu tín hiệu vào bộ đo pha của máy đo xa. Lúc này giá trị pha tức thời sẽ là:

$$\zeta_2 = \omega \left(t + \frac{2D}{v} \right) + \phi_0 \quad (4-28)$$

Bộ đo pha sẽ đo được hiệu pha giữa hai thời điểm phát và thu là:

$$\psi = \zeta_2 - \zeta_1 = \omega \frac{2D}{v} \quad (4-29)$$

Vì $\omega = 2\pi f$ nên:

$$D = \frac{\psi}{2\pi} \cdot \frac{v}{2f} \quad (4-30)$$

Như vậy, nếu biết được tốc độ v và tần số đo f của sóng và đo được hiệu pha ψ ta sẽ xác định được khoảng cách D . Nhưng giá trị ψ là bất kỳ, nó có thể nhỏ hơn hoặc lớn hơn 2π . Mặt khác, bộ đo pha của máy chỉ đo được trị số hiệu pha từ 0 đến 2π . Vì vậy ψ được biểu thị tổng quát:

$$\psi = \psi' + \Delta \quad (4-31)$$

Trong đó ψ' là giá trị hiệu pha đúng bằng số nguyên lần 2π , còn $\Delta\psi$ là giá trị hiệu pha trong giới hạn một chu kỳ ($\Delta\psi < 2\pi$) xác định được bằng bộ đo pha. Thay (4-31) vào công thức (4-30) ta có:

$$D = \left(\frac{\psi'}{2\pi} + \frac{\Delta\psi}{2\pi} \right) \frac{v}{2f} \quad (4-32)$$

Hay biểu thị dưới dạng:

$$D = N \frac{\lambda}{2} + \frac{\Delta\psi}{2\pi} \cdot \frac{\lambda}{2} \quad (4-33)$$

Trong đó: $\lambda = \frac{v}{f}$ là bước sóng, N là một số nguyên dương hoặc số 0.

Công thức (4-33) là công thức tổng quát xác định khoảng cách bằng các máy đo xa điện tử loại pha. Nhìn vào công thức (4-33) ta thấy về nguyên lý phương pháp này gần giống phương pháp đo trực tiếp bằng thước nếu như ta tưởng tượng là thước có chiều dài $l = \lambda/2$, chỉ khác là số nguyên đa trị N không thể đếm được mà phải dựa vào các số liệu v , f , $\Delta\psi$ và trị gần đúng của D để xác định.

Vì các máy đo xa điện tử đều có hằng số K và các đại lượng v , f , $\Delta\psi$ đều có sai số, nên công thức (4-33) cần phải cộng thêm các sai số đó. Công thức để tính khoảng cách đo bằng máy đo xa điện tử loại pha sẽ có dạng:

$$D = N \frac{\lambda}{2} + \frac{\Delta\psi}{2\pi} \cdot \frac{\lambda}{2} + K + \delta_v + \delta_{\Delta\psi} + \delta_{q,t} + \delta_{cq} \quad (4-34)$$

Trong đó:

K - hằng số của máy;

δ_v - số cải chính do sai số xác định tốc độ truyền sóng (thực tế nó là sai số xác định hệ số chiết suất n , vì $v = C_0/n$);

δ_f - số cải chính do sai số xác định tần số đo;

$\delta_{\Delta\psi}$ - số cải chính do sai số đo hiệu pha;

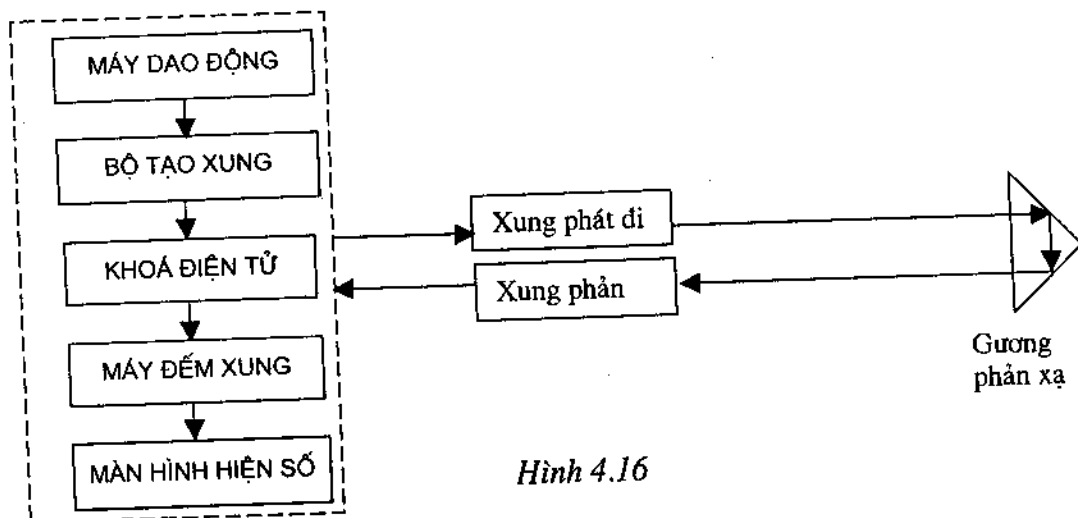
$\delta_{q,t}$ - sai số quy tâm máy và quy tâm gương phản xạ;

δ_{cq} - sai số do ảnh hưởng của chiết quang.

Ngày nay các máy đo xa điện tử được tự động hoá rất cao, trong máy có các phần mềm chuyên dụng xử lý các số đo, cuối cùng hiện lên màn hình của máy kết quả chiều dài cạnh cần đo. Nhiều máy tự động tính các số hiệu chỉnh cần thiết nêu trong công thức (4-34).

2. Nguyên lý phương pháp đo xung

Hiện nay rất nhiều loại máy đo xa điện tử sử dụng phương pháp xung để đo khoảng cách đo có sự tiến bộ vượt bậc đạt được của kỹ thuật đếm xung điện và kỹ thuật số. Trên hình 4.16 mô tả sơ đồ hoạt động của máy đo khoảng cách theo phương pháp xung.



Quá trình hoạt động của máy được thể hiện trên hình 4.17. Máy phát ra dao động hình sin có tần số f_0 , tần số này được chọn một cách hợp lý cho từng loại máy đo. Dao động hình sin được truyền tới bộ phát xung. Khoá điện tử được điều khiển bởi một xung phát đi và xung phản hồi. Xung phát mở khoá điện tử, còn xung phản hồi sẽ đóng mở khoá điện tử, như vậy khoá chỉ mở khi xung phát từ máy phát tới hệ thống phản hồi và quay trở lại máy thu. Máy đếm sẽ đếm được số xung đi qua khoá điện tử. Số xung này sẽ tỷ lệ với thời gian tín hiệu đi từ máy phát tới bộ phận phản hồi và quay trở lại máy thu. Như vậy, khoảng cách cần đo sẽ là hàm số của thời gian hay số xung đếm được. Ta có:

$$D = f(N) \quad (4-35)$$

$$D = \frac{1}{2} V t$$

$$t = N.T_d$$

$$D = \frac{1}{2} V . N . \frac{1}{f_d} \quad (4-36)$$

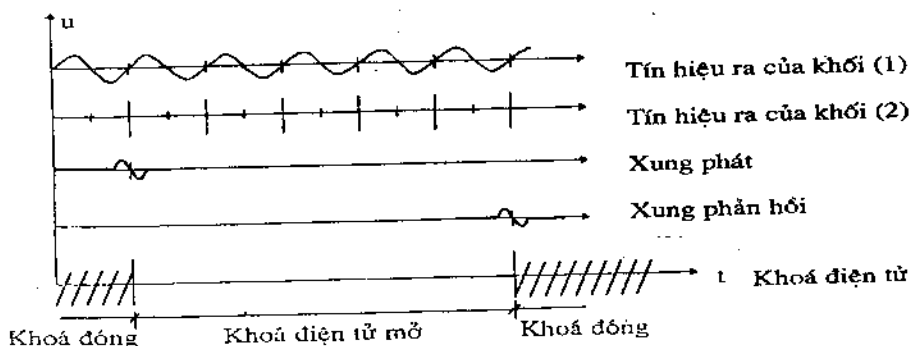
Trong đó: N là số xung đếm được.

T_d là chu kỳ phát xung.

V là vận tốc lan truyền sóng điện từ.

f_d là tần số phát xung.

t là thời gian lan truyền tín hiệu đi và về.



Hình 4.17

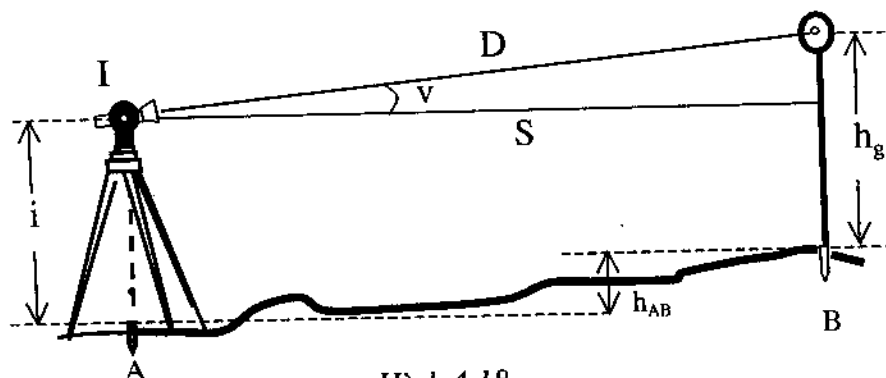
Từ công thức (4-36) ta thấy rằng khoảng cách D tỷ lệ thuận với số xung đếm được, do vậy bước sóng càng nhỏ thì độ chính xác xác định khoảng cách càng cao. Ngày nay thành tựu khoa học công nghệ đạt tiến bộ vượt bậc trong kỹ thuật điện tử và kỹ thuật xung đã tạo ra được xung ánh sáng cực ngắn, vì vậy máy đo xa điện tử ứng dụng kỹ thuật xung có độ chính xác cao tương tự như các máy ứng dụng phương pháp pha. Mặt khác, các máy hoạt động theo phương pháp xung có kích thước nhỏ hơn và tiêu thụ ít năng lượng hơn, do được khoảng cách xa hơn các máy đo pha, vì vậy phương pháp xung được ứng dụng ngày càng rộng rãi.

3. Phương pháp đo và tính khoảng cách bằng các máy đo xa điện tử

Các máy đo xa điện tử có bộ phận chính là bộ đo khoảng cách. Ngoài ra, máy có bộ phận dọi tâm quang học, bộ phận cân bằng và các ốc hãm, ốc vi động tương tự như một máy kinh vĩ. Bộ phận phản xạ của máy là một gương phản xạ, đó là một gương lõm. Gương có thể đặt trên giá ba chân hoặc đặt trên sào gương, trên đó có gắn ống thủy tròn để dựng gương thẳng đứng.

Khi cần đo khoảng cách giữa hai điểm bằng máy đo xa điện tử, ta đem máy đặt tại một đầu cạnh, dựng gương ở đầu kia của cạnh. Định tâm, cân bằng máy và gương thật chính xác, máy và gương hướng về nhau, hình 4.18.

Sử dụng chức năng đo khoảng cách ta sẽ đo được khoảng cách nghiêng D giữa tâm máy và tâm gương.



Hình 4.18

Nếu đo được các yếu tố khác như: góc nghiêng V của tia ngắm, độ cao máy i và độ cao gương h_g ta sẽ tính được các yếu tố cần thiết để sử dụng như:

- Khoảng cách nằm ngang giữa hai điểm A và B:

$$S_{AB} = D \cdot \cos V \quad (4-37)$$

- Độ chênh cao giữa hai điểm A và B:

$$h_{AB} = D \cdot \sin V + i - h_g \quad (4-38)$$

4. Độ chính xác đo khoảng cách bằng các máy đo xa điện tử

Độ chính xác của khoảng cách đo được bằng máy đo xa điện tử phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như:

- Sai số xác định hằng số của máy;
- Sai số xác định tốc độ truyền sóng;
- Sai số xác định tần số phát sóng của máy;

- Sai số đo hiệu pha (với máy đo theo phương pháp pha);
- Sai số xác định tần số phát xung (với máy đo phương pháp xung);
- Sai số do ảnh hưởng môi trường (ảnh hưởng chiết quang).

Trong thực tế sản xuất người ta thường dùng công thức thực nghiệm để đánh giá độ chính xác đo khoảng cách bằng các máy đo dài điện tử (máy sử dụng sóng ánh sáng hoặc sóng radio cực ngắn), công thức có dạng:

$$m_D = a + bD \quad (4-39)$$

Trong đó các hệ số a , b xác định bằng thực nghiệm, D tính bằng kilomet.

Ví dụ: Máy CT-5 ta có $m_D = 10\text{mm} + 5 \cdot 10^{-6} D\text{km}$.

Máy RED 2 có $m_D = 5\text{mm} + 3 \cdot 10^{-6} D\text{km}$.

Máy TC 500 có $m_D = 5\text{mm} + 5 \cdot 10^{-6} D\text{km}$.

Câu hỏi và bài tập chương 4

1. Trình bày cấu tạo thước thép. Phương trình thước là gì? Nó có vai trò gì trong đo chiều dài?
2. Tại sao phải dóng hướng đường thẳng khi đo dài bằng thước thép? Nêu phương pháp dóng hướng.
3. Trình bày phương pháp đo chiều dài bằng thước thép và phương pháp tính toán kết quả đo.
4. Đo chiều dài một đoạn thẳng bằng thước thép, chiều dài thước là $l = 20\text{m}$. Số đoạn thước là 4, độ chênh cao hai đầu các đoạn thước là $+0,25\text{m}$, $+0,31\text{m}$, $+0,45\text{m}$, $-0,27\text{m}$. Hãy tính chiều dài nằm ngang của đoạn thẳng đó.
5. Trình bày nguyên lý và phương pháp đo khoảng cách bằng máy kinh vĩ quang học có dây thị cự thẳng.
6. Trình bày nguyên lý và phương pháp đo khoảng cách bằng máy toàn đạc quang học có dây thị cự cong.
7. Phương pháp xác định hằng số đo khoảng cách của máy kinh vĩ.
8. Nêu nguyên lý đo khoảng cách bằng máy đo xa điện tử.
9. Đặt máy toàn đạc điện tử tại A, ngắm về B đo được khoảng cách nghiêng là $S = 498,245\text{m}$ và góc nghiêng $V = 2^\circ 12' 21''$, độ cao máy $h = 1,54\text{m}$, độ cao gương là $h_g = 2,00\text{m}$. Hãy tính khoảng cách nằm ngang và độ chênh cao giữa hai điểm A và B.

Chương 5

ĐO ĐỘ CAO

Mục tiêu:

Sau khi nghiên cứu chương 5, học sinh cần hiểu rõ nguyên lý đo thuỷ chuẩn, nắm chắc cấu tạo máy thuỷ chuẩn, biết phương pháp đo thuỷ chuẩn cấp kỹ thuật và biết xử lý số liệu đo cao để tính ra độ cao các điểm cần tìm.

Nội dung:

Chương 5 giới thiệu về nguyên lý đo cao nói chung và đặc biệt là nguyên lý đo cao hình học hay còn gọi là đo thuỷ chuẩn; giới thiệu cấu tạo máy, mia thuỷ chuẩn và phương pháp kiểm nghiệm máy; giới thiệu phương pháp đo thuỷ chuẩn cấp kỹ thuật và phương pháp xử lý số liệu đo, tính độ cao điểm cần tìm.

I. NGUYÊN LÝ ĐO CAO

1. Khái niệm về các phương pháp đo cao

Như ta đã biết, các số liệu độ cao là một yếu tố hình học cơ bản để thành lập bản đồ địa hình và phục vụ xây dựng các công trình. Trong chương 1, chúng ta đã làm quen với các khái niệm như độ cao tuyệt đối, độ cao tương đối, chênh cao, mặt thuỷ chuẩn gốc, mặt thuỷ chuẩn quy ước, v.v. Ở chương này ta chỉ tìm hiểu các phương pháp thông dụng xác định độ cao, thực chất là nghiên cứu các phương pháp đo độ chênh cao.

Dựa vào nguyên lý hình học hoặc vật lý, cũng như thiết bị và độ chính xác mà có những phương pháp xác định chênh cao khác nhau. Hiện nay trong trắc địa thường sử dụng các phương pháp sau đây:

1.1. Phương pháp đo thuỷ chuẩn

Nguyên lý đo thuỷ chuẩn (còn gọi là đo cao hình học) là dựa vào tia ngắm nằm ngang, nghĩa là trong phạm vi hẹp coi tia ngắm song song với mặt thuỷ chuẩn và vuông góc với phương dây dọi. Dụng cụ đo là máy và mia thuỷ chuẩn.

1.2. Phương pháp đo cao lượng giác

Nguyên lý đo cao lượng giác là dựa vào mối tương quan hàm lượng giác trong tam giác tạo bởi tia ngắm nghiêng, khoảng cách giữa hai điểm và phương dây dọi đi qua điểm cần xác định độ cao. Dụng cụ đo là máy có bộ phận đo góc đứng (máy kinh vĩ, máy toàn đạc...).

1.3. Phương pháp đo cao thủy tĩnh

Dựa vào tính chất bình thông nhau của chất lỏng. Dụng cụ đo là máy thủy tĩnh. Phương pháp này thường sử dụng trong trắc địa công trình.

1.4. Phương pháp đo cao áp kế

Dựa vào sự thay đổi của áp suất khí quyển theo độ cao. Dụng cụ đo chủ yếu là áp kế.

1.5. Phương pháp đo cao bằng công nghệ định vị toàn cầu GPS

Độ cao của các điểm trên mặt đất được xác định thông qua các số liệu thu từ vệ tinh.

Trong chương này chỉ giới hạn trình bày hai phương pháp đo cao truyền thống là đo cao hình học và đo cao lượng giác, nhằm phục vụ chủ yếu cho công tác đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ lớn.

2. Nguyên lý đo thủy chuẩn

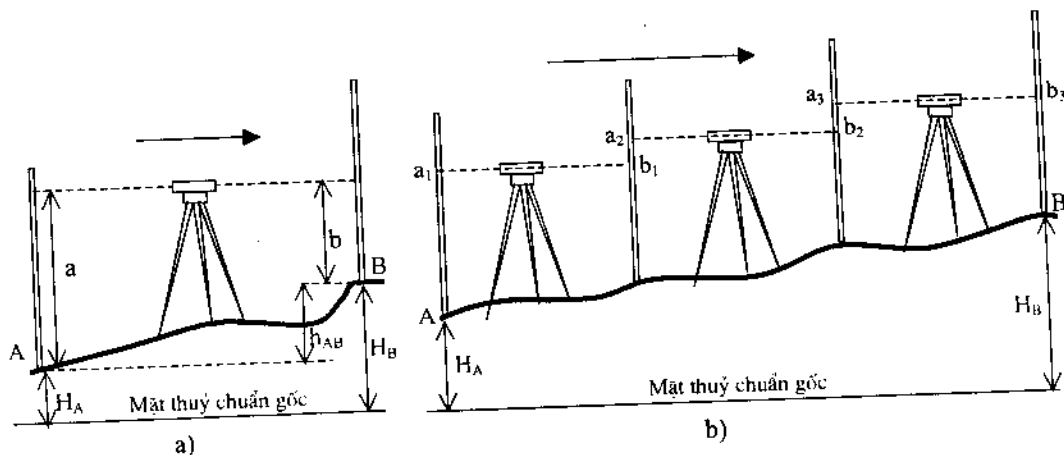
Để xác định độ chênh cao giữa các điểm, người ta sử dụng một máy thủy chuẩn và mia đứng. Khi đo, người ta đưa trục ngắm của ống kính máy thủy chuẩn về vị trí nằm ngang và đọc số trên các mia dựng thẳng đứng ở các điểm đo. Có hai cách để xác định chênh cao giữa các điểm là: Đặt máy giữa hai điểm gọi là “Đo thủy chuẩn từ giữa” và đặt máy ở một điểm và ở điểm kia dựng mia gọi là “Đo thủy chuẩn phía trước”.

2.1. Đo thủy chuẩn từ giữa

Hình 5.1a mô tả phương pháp đo thủy chuẩn từ giữa. Như ta đã biết, mặt thủy chuẩn là một mặt cong, tuy nhiên khi xét trong phạm vi hẹp có thể coi mặt thủy chuẩn là mặt phẳng ngang. Tia ngắm truyền thẳng và song song với mặt thủy chuẩn, các trục đứng của máy và mia trùng với phương dây dọi và vuông góc với mặt thủy chuẩn, chênh cao giữa hai điểm A và B ký hiệu là h_{AB} :

$$h_{AB} = H_B - H_A \quad (5-1)$$

Tại A và B đặt hai mia thẳng đứng, mia có khắc vạch theo đơn vị độ dài, (cm, mm) và có cấu tạo như đã giới thiệu ở chương 4. Tại khoảng giữa của đoạn AB đặt máy thủy chuẩn, máy này có bộ phận để đưa trục ngắm về vị trí nằm ngang (ống thủy dài gắn trong ống kính hoặc bộ phận tự động cân bằng trục ngắm), ống kính của nó có cấu tạo gần giống như ống kính máy kinh vĩ.



Hình 5.1

Theo hướng từ A đến B (chiều mũi tên) ta gọi mia đặt ở điểm A là “mia sau” và mia đặt ở điểm B là “mia trước”. Sau khi cân bằng máy để đưa trục ngắm về vị trí nằm ngang, hướng ống kính ngắm về mia sau và dựa vào dây chỉ giữa của lưới chữ thập đọc được số đọc ký hiệu là a, sau đó quay ống kính ngắm sang mia trước đọc được số đọc b, từ hình 5.1a, ta thấy trị giá và dấu của chênh cao h_{AB} được tính theo hiệu của hai số đọc này:

$$h_{AB} = a - b \quad (5-2)$$

Ví dụ: $a = 2561$; $b = 1313$ ta có $h_{AB} = 2561 - 1313 = +1248\text{mm}$.

Dấu (+) có nghĩa là điểm B cao hơn điểm A.

Nếu độ cao của điểm A đã biết trước là H_A thì độ cao của điểm B sẽ là:

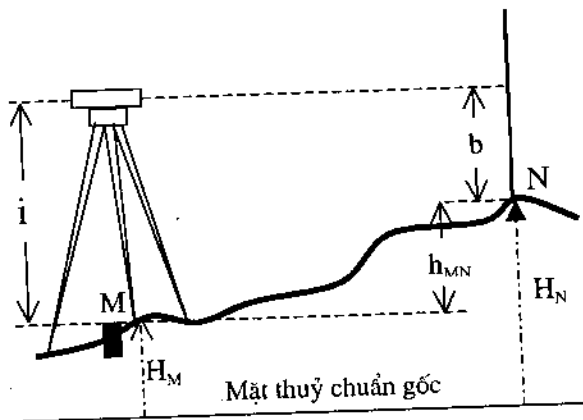
$$H_B = H_A + h_{AB} \quad (5-3)$$

Khi hai điểm A và B cách xa nhau hoặc trong trường hợp h_{AB} quá lớn (độ dốc lớn) cần phải bố trí nhiều trạm máy, xem hình 5.1b, lúc này h_{AB} là tổng các độ chênh cao h_i của n trạm:

$$h_{AB} = \sum_{i=1}^n h_i = \sum_{i=1}^n a_i - \sum_{i=1}^n b_i \quad (5-4)$$

2.2. Đo thủy chuẩn phía trước

Giả sử có điểm M đã biết độ cao máy, đặt máy thủy chuẩn ở M để xác định độ cao của các điểm lân cận, chẳng hạn điểm N, ta chỉ cần dựng mìa tại điểm N. Sau khi đưa trục ngắm của máy thủy chuẩn về vị trí nằm ngang ta đọc được số đọc trên mìa là b và đo chiều cao i của máy ta sẽ tính được chênh cao h_{MN} . Theo hình vẽ 5.2, ta có:



Hình 5.2

$$h_{MN} = i_m - b \quad (5-5)$$

$$H_N = (H_M + i_m) - b$$

Trên đây ta đã xét sơ bộ về nguyên lý của phương pháp đo cao hình học. Đây là phương pháp đơn giản nhất, nhưng đạt được độ chính xác cao nhất so với các phương pháp đo cao khác.

II. MÁY THỦY CHUẨN CÓ ĐỘ CHÍNH XÁC TRUNG BÌNH

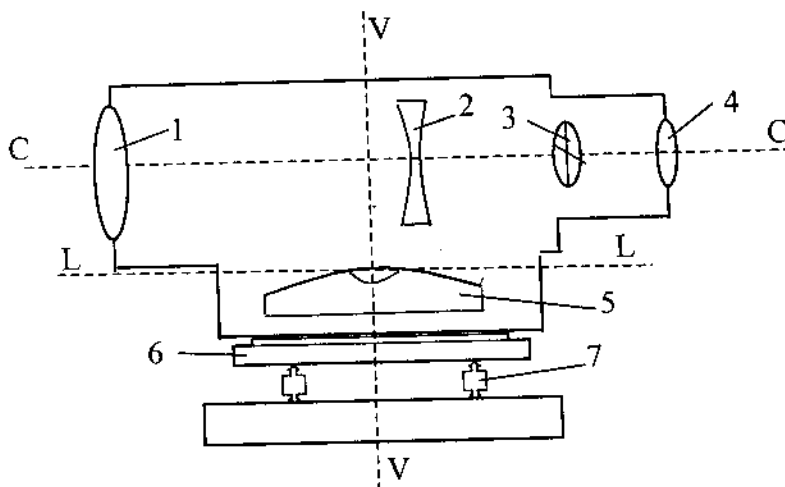
Dựa vào độ chính xác, máy và mìa thủy chuẩn được phân làm hai loại: Loại có độ chính xác cao dùng để xác định độ cao trong lưới độ cao Nhà nước; loại máy có độ chính xác trung bình dùng để đo độ cao của các lưới khống chế cấp thấp. Ở đây chỉ giới thiệu cấu tạo máy và mìa có độ chính xác trung bình.

1. Sơ đồ cấu tạo máy thủy chuẩn

Dựa vào đặc điểm của ba phương pháp đưa trục ngắm về vị trí nằm ngang, ta thường gặp ba loại máy thủy chuẩn: 1- loại máy không có vít nghiêng, 2- loại máy có vít nghiêng, 3- loại máy tự động cân bằng trục ngắm. Loại không có vít nghiêng hiện nay trong thực tế không còn sử dụng nên ở đây chỉ trình bày hai loại 2 và 3.

Hình 5.3 mô tả chung những bộ phận chủ yếu và ký hiệu các trục hình học của máy thủy chuẩn. Nói chung, một số bộ phận cơ bản như ống kính, ống thủy, đế máy, chân máy, v.v. của các máy thủy chuẩn có cấu tạo tương tự như máy kinh vĩ quang học mà ta đã xét ở chương 3. Dưới đây chỉ khảo sát những đặc điểm riêng của hai loại máy thông dụng là máy có vít nghiêng và máy tự động cân bằng trục ngắm.

1. Kính vật
2. Kính điều quang
3. Màng chỉ chữ thập
4. Kính mắt
5. Ống thủy dài
6. Đế máy
7. Ốc cân

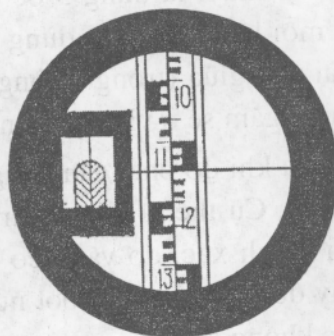
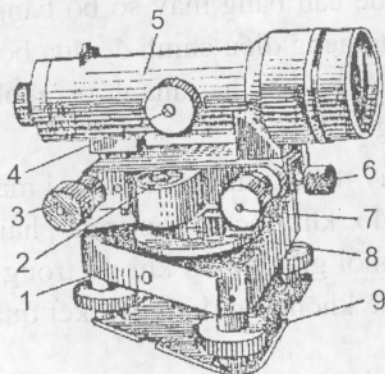


Hình 5.3

2. Máy thủy chuẩn cân bằng nhờ vít nghiêng và ống thủy dài

Cấu tạo của máy thủy chuẩn có vít nghiêng và ống thủy dài được mô tả trên hình 5.4. Loại máy này có hai đặc điểm cơ bản: Một là trục ngắm của ống kính CC không gắn cố định với trục đứng VV của máy mà nhờ sự điều chỉnh của vít nghiêng nó có thể di động một góc nhỏ trong mặt phẳng thẳng đứng chứa trục ngắm CC. Hai là, ống thủy dài được gắn liền với ống kính sao cho trục LL của nó song song với trục ngắm CC, khi cân ống thủy cho trục LL nằm ngang thì trục ngắm CC cũng nằm ngang. Vít nghiêng của máy thủy chuẩn là một vít vô tận, khi vặn vít nghiêng thì một đầu của ống kính có thể được nâng lên hoặc hạ xuống theo ý muốn của người sử dụng để đưa bọt nước của ống thủy vào vị trí cân bằng.

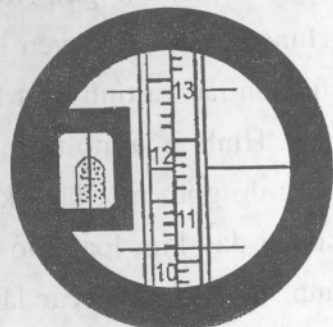
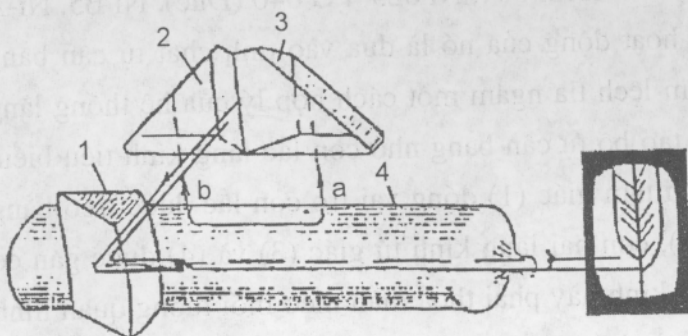
Ống thủy tròn của máy thủy chuẩn có cấu tạo hoàn toàn giống như ống thủy của máy kinh vĩ (xem chương 3). Trong máy thủy chuẩn thường gắn ống thủy tròn có độ nhạy $\tau = 10'$. Căn cứ vào bọt nước của ống thủy tròn, dùng 3 ốc cân của máy để cân bằng máy một cách sơ bộ, đưa trục ngắm của máy về vị trí gần nằm ngang.



Hình 5.4

- | | |
|-------------------|---------------------------|
| 1. Đế máy | 6. Ốc hãm |
| 2. Ống thủy tròn | 7. Nút vi động ngang |
| 3. Vít nghiêng | 8. Ốc điều chỉnh ống thủy |
| 4. Nút điều quang | 9. Ốc cân máy |
| 5. Ống kính | |

Để cân máy thủy chuẩn một cách chính xác, ta phải dùng ống thủy dài. Ống thủy dài của máy thủy chuẩn thường có độ nhạy $\tau = 20''$ hoặc $30''$. Ống thủy dài được đặt cố định trong hộp chứa ống kính, phải đặt sao cho trục của ống thủy dài song song với trục ngắm. Hình ảnh hai đầu a và b của bọt nước ống thủy dài được một hệ thống lăng kính chiếu lên mặt phẳng màn chữ thập để khi đo ta có thể nhìn thấy ảnh của bọt nước trong trường ngắm của ống kính giúp cho thao tác cân bằng máy được nhanh chóng. Ảnh bọt nước được tách thành hai nhánh parabol chuyển động ngược chiều nhau. Khi bọt nước nằm ở chính giữa tức là trục ống thủy nằm ngang thì hai nhánh parabol hợp nhau thành đường cong tròn, xem hình 5.5.



Hình 5.5

Sau khi đặt máy, ta dùng 3 ốc cân để cân bằng máy sơ bộ bằng ống thuỷ tròn. Trước mỗi lần đọc số, ta dùng vít nghiêng điều chỉnh để đưa bọt nước của ống thuỷ dài vào giữa (trong trường ngắm ta thấy hai nhánh parabol chập khít nhau) thì trục ngắm sẽ ở vị trí nằm ngang.

Do yêu cầu khi đo phải cân bằng máy thật chính xác nên loại máy này vẫn có nhược điểm. Cụ thể là tại mỗi trạm đo, khi đọc số trên mìn phải cân bằng bọt thuỷ dài chính xác, do vậy kéo dài thời gian đo và khi đo trong điều kiện nhiệt độ thay đổi, có gió to... bọt nước sẽ không ổn định nên kết quả đo sẽ có độ chính xác không cao.

Để khắc phục những nhược điểm trên, người ta chế tạo loại máy tự động cân bằng trục ngắm.

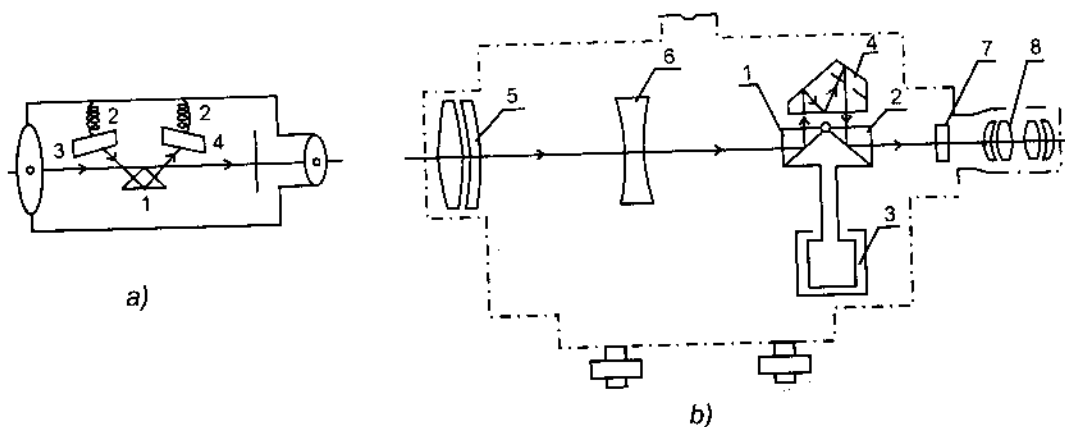
3. Máy thuỷ chuẩn tự động cân bằng trục ngắm

Nguyên lý chung của loại máy này là dựa vào tính tự cân bằng của con lắc hoặc của bề mặt chất lỏng dưới tác dụng của trọng lực. Ở trạng thái yên tĩnh dây treo con lắc trùng với phương dây dọi, còn bề mặt của chất lỏng vuông góc với phương đó. Tuy nhiên, trong các máy thuỷ chuẩn việc vận dụng tính chất này được thực hiện theo nhiều phương thức linh hoạt khác nhau.

Bộ phận tự động cân bằng trục ngắm của các máy thuỷ chuẩn có cấu tạo rất đa dạng. Có máy dùng hệ thống gương phẳng để điều chỉnh độ lệch nghiêng, có loại máy dùng ống thuỷ dài để tự cân bằng, có loại máy dùng hệ thống con lắc lăng kính để tự cân bằng.

Bộ tự động cân bằng nhờ có *con lắc lăng kính* được áp dụng trong một số máy như H-K (Nga), Koni 007, Koni 004, Ni 025, FG 040 (Đức), Ni B5, Ni-A (Hungari), v.v. Nguyên lý hoạt động của nó là dựa vào tính chất tự cân bằng của con lắc và tính chất làm lệch tia ngắm một cách hợp lý của hệ thống lăng kính. Hình 5.6a mô tả cấu tạo bộ tự cân bằng nhờ con lắc lăng kính tiêu biểu, trong đó gồm một lăng kính tam giác (1) đóng vai trò con lắc được treo bằng hai sợi dây kim loại nhỏ (2), còn hai lăng kính tứ giác (3) và (4) được gắn cố định. Vị trí đặt của các lăng kính này phải thoả mãn theo mối tương quan hình học được tính toán chặt chẽ và chế tạo chính xác.

Hình 5.6b là sơ đồ bộ tự cân bằng con lắc lăng kính trong máy Ni 025 (Đức). Ở đây, hai lăng kính tam giác (1) và (2) được gắn với con lắc (3), còn lăng kính khúc xạ (4) được gắn cố định, con lắc được đặt trong hộp đệm để nhanh chóng cân bằng và tránh va đập khi di chuyển máy.



Hình 5.6

Sau khi cân máy sơ bộ bằng ống thủy tròn, trục ngắm bị nghiêng một góc nhỏ ε thì con lắc cũng bị lệch so với phương dây dọi một góc tương ứng. Lúc này, tia ngắm chiếu vào lăng kính tam giác (1), khúc xạ hai lần qua lăng kính (4) rồi đến gặp lăng kính tam giác (2) và phản xạ tiếp đến màn chữ thập (7). Do lăng kính (4) được treo cân bằng nên kết quả là, dù tia ngắm tới máy có bị lệch khỏi vị trí nằm ngang một lượng ε nhưng qua các lăng kính nó được bù trừ để khi gặp dây chữ thập ta được số đọc tương ứng với vị trí tia ngắm nằm ngang.

Rõ ràng là sử dụng máy thủy chuẩn có bộ tự cân bằng rất tiện lợi và năng suất cao hơn loại máy có vít nghiêng. Khi đo chỉ cân bằng máy sơ bộ bằng ống thủy tròn, khi đọc số không nhất thiết phải chỉnh bọt nước của ống thủy dài vào giữa mà có thể dựa vào vạch chuẩn đọc được ngay số đọc trên mĩa. Tuy nhiên, khi sử dụng loại máy này luôn luôn phải kiểm tra bộ tự động cân bằng.

Những năm gần đây đã xuất hiện một số loại máy thuỷ chuẩn điện tử có mức độ tự động hoá cao. Sau khi ngắm vào hai mìa khắc vạch theo nguyên tắc mã hoá, độ chênh cao được bộ phận CPU trong máy tính toán và cho ngay kết quả trên màn hiển hình của máy. Máy thuỷ chuẩn điện tử còn có bộ phận tự ghi và tính toán độ cao làm giảm đáng kể thời gian đo đạc và ghi chép kết quả đo ở thực địa, tăng năng suất lao động và tránh được sự nhầm lẫn của con người trong lúc đo đạc.

III. MÌA THUỶ CHUẨN

Tương ứng với các loại máy, mìa thuỷ chuẩn cũng được phân loại theo độ chính xác. Loại có thang chia vạch bằng invar dùng để đo độ cao chính xác còn loại mìa gỗ hoặc nhôm dùng để đo thuỷ chuẩn kỹ thuật.

Mìa gỗ là một thước thẳng làm bằng gỗ nhẹ, ít bị co giãn bởi nhiệt độ thay đổi, dài 3m liền, thiết diện ngang hình chữ I, hình 5.7a. Hai đầu mìa có bịt kim loại (1) để chống mòn, ở đoạn giữa có tay nắm (2) và ống thuỷ tròn (3) để dựng cho mìa thẳng đứng. Mặt của mìa được sơn màu trắng, trên có thang đọc số được chia thành các vạch đều nhau 1cm, tổ hợp theo hình chữ E gồm năm vạch. Cứ mỗi khoảng 10 vạch có đánh số decimet từ 00 đến 29. Tuỳ theo yêu cầu mà có thể dùng mìa có vạch khắc sơn trên một mặt hay hai mặt. Người ta quy ước mặt có kẻ vạch sơn màu đen và ghi số 00 từ đế mìa là "*mặt chính*", còn mặt kẻ vạch sơn màu đỏ gọi là "*mặt phụ*" hay "*mặt kiểm tra*". Cách ghi số ở hai mặt không giống nhau, cụ thể: Khi đo thuỷ chuẩn từ giữa thường phải dùng một cặp mìa (hai mìa) nhất định, cách ghi số ở mặt chính của hai mìa là như nhau từ 00 đến 29, còn ở mặt đỏ thì không bắt đầu từ 00 mà một mìa bắt đầu từ một số K_1 nào đó (chẳng hạn thường quy định là $K_1 = 4574$) và mìa kia là một số K_2 chênh với số K_1 là 100mm (thường là $K_2 = 4474$). Số chênh đọc số giữa hai mặt đen và đỏ của một mìa được gọi là hằng số K của mìa đó.

$$K = a_{\text{đỏ}} - a_{\text{đen}} \quad (5-6)$$

$$\text{hay: } K + a_{\text{đen}} - a_{\text{đỏ}} = 0$$

Mỗi mìa đều có trị số K riêng, do đó mỗi cặp mìa có thể tính được số chênh hằng số K của chúng:

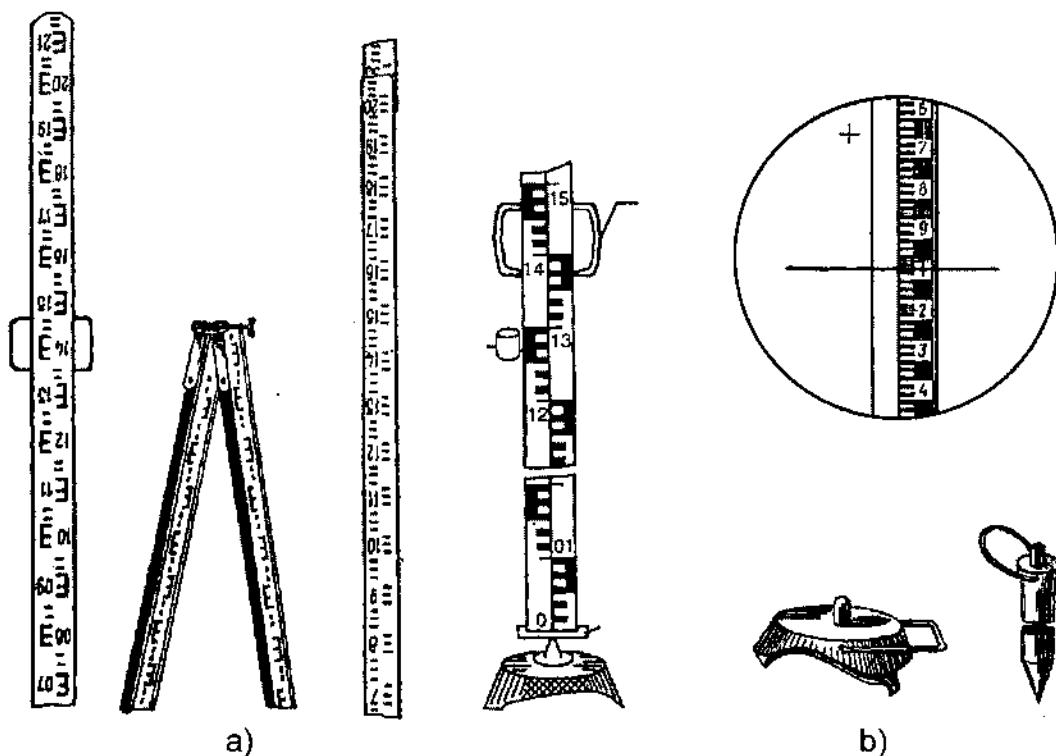
$$\Delta K = K_1 - K_2 \quad (5-7)$$

Vì có sai số khắc vạch nên thông thường trị số ΔK không đúng bằng 100 mà sai lệch một vài milimet.

Khi tia ngắm nằm ngang, theo chỉ giữa của màn chữ thập (hoặc vạch chuẩn đọc số) ta đọc số trên hai mặt của cả hai mìa sẽ được một cặp số đọc khác nhau nhưng trị số chênh cao phải như nhau:

$$h = a_{\text{đen1}} - b_{\text{đen2}} = a_{\text{đỏ1}} - b_{\text{đỏ2}} \pm \Delta K \quad (5-8)$$

Như vậy, khi đo thuỷ chuẩn ta luôn luôn kiểm tra được số liệu đo ở từng trạm máy: Số đọc trên mặt đen và số đọc trên mặt đỏ của từng mìa phải chênh nhau đúng bằng hằng số của nó, hay: $K + (a_{\text{đen}} - a_{\text{đỏ}}) = 0$; chênh cao tính theo số đọc mặt đen và tính theo số đọc mặt đỏ của mỗi cặp mìa phải như nhau; số chênh số đọc khởi đầu của mặt đỏ của hai mìa, theo lý thuyết, phải bằng ΔK .



Hình 5.7

Trường hợp đo thủy chuẩn ở vùng đầm lầy hoặc cát xộp, để tránh mĩa bị lún ta phải dùng đế đỡ mĩa hay còn gọi là “cọc”, hình 5.7b. Đế mĩa làm bằng kim loại nặng 2 hoặc 4 kilogram, có 3 chân để đặt vững vàng xuống đất, có núm hình cầu để dựng mĩa chuẩn xác khi đo cao. Cũng có thể dùng loại cọc sắt để đóng xuống đất thay cho đế mĩa ba chân.

IV. KIỂM NGHIỆM - ĐIỀU CHỈNH MÁY VÀ MĨA THUỶ CHUẨN

Để đảm bảo chất lượng thành quả đo đạt độ chính xác, trước khi đưa máy ra sử dụng nhất thiết phải tiến hành kiểm tra, kiểm nghiệm, điều chỉnh máy và mĩa thật cẩn thận.

1. Kiểm nghiệm máy thủy chuẩn

1.1. Trình tự kiểm nghiệm máy thủy chuẩn

Điều kiện chủ yếu của máy thủy chuẩn là trục quay của máy phải thẳng đứng, trục ngắm của máy phải nằm ngang trong khi đo. Tùy theo đặc điểm cấu tạo của máy mà phải thực hiện kiểm nghiệm các điều kiện của máy theo các trình tự phù hợp. Đối với máy thủy chuẩn có độ chính xác trung bình cần phải kiểm tra và kiểm nghiệm các điều mục chủ yếu sau đây:

- a. Kiểm tra và điều chỉnh đảm bảo sự làm việc bình thường các ốc vít của máy như vít nghiêng, ốc hãm ống kính, ốc vi động, ốc cân máy, ốc điều quang, vành điều chỉnh kính mắt, v.v.
- b. Kiểm tra chất lượng và xác định các tham số kỹ thuật của ống kính như: độ phóng đại v^x , trường ngắm ϵ , hệ số nhân khoảng cách K, hằng số cộng C,...
- c. Xác định trị giá khoảng chia τ'' trên ống thủy dài;
- d. Kiểm tra và điều chỉnh vị trí chuẩn của màn chữ thập: chỉ đứng và trục quay VV của máy phải nằm trong cùng một mặt phẳng, còn chỉ ngang phải vuông góc với nó.
- e. Kiểm tra và điều chỉnh sự cân bằng hợp lý giữa ống thủy dài với ống thủy tròn, và chỉnh ống thủy để đưa trục quay của máy về vị trí thẳng đứng.
- f. Kiểm nghiệm và điều chỉnh điều kiện cơ bản nhất của máy: Trục của ống thủy dài LL phải song song với trục ngắm CC. Thông thường mục kiểm nghiệm này được phân thành hai bước:

Bước 1: Kiểm nghiệm “sai số giao chéo” (hình chiếu của CC và LL trên mặt phẳng ngang không song song).

Bước 2: Kiểm nghiệm sai số góc i (hình chiếu CC và LL trên mặt phẳng thẳng đứng không song song).

g. Kiểm nghiệm sự ổn định của trục ngắm khi điều quang.

h. Đối với máy tự động cân bằng trục ngắm phải kiểm nghiệm sai số tự điều chỉnh của bộ tự cân bằng.

Các mục từ a đến e đã được trình bày ở chương 3 khi nghiên cứu về máy kinh vĩ và máy đo xa quang học, nên dưới đây chỉ trình bày cách kiểm nghiệm của các mục còn lại.

1.2. Kiểm nghiệm và điều chỉnh điều kiện trục của ống thuỷ dài song song với trục ngắm

Như trên đã nêu, để có được điều kiện này, trước hết ta phải kiểm nghiệm và điều chỉnh cho hình chiếu của chúng trên mặt phẳng nằm ngang song song với nhau, sau đó mới kiểm nghiệm và điều chỉnh tiếp hình chiếu của chúng trên mặt phẳng thẳng đứng phải song song.

1.2.1. Hình chiếu của trục ống thuỷ dài và trục ngắm trên mặt phẳng nằm ngang phải song song (kiểm nghiệm “sai số giao chéo”)

Đặt máy và mia cách nhau khoảng 50m sao cho trục đứng (trục quay) của máy, một trong ba ốc cân và trục của mia nằm trong cùng một mặt phẳng thẳng đứng (cùng hướng) như hình 5.8.

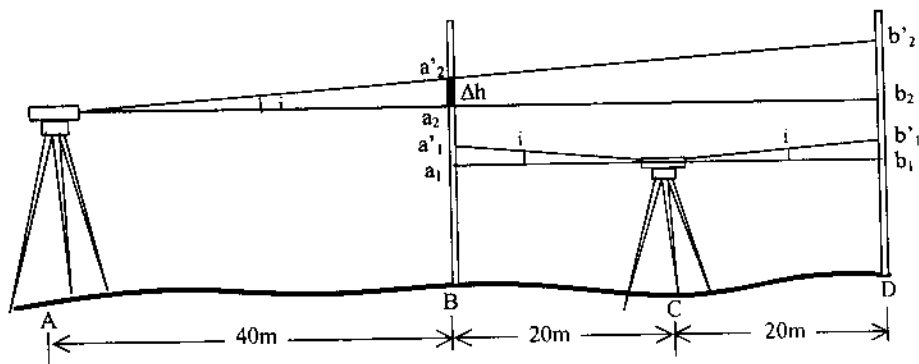
Dùng vít nghiêng hoặc ốc (1) đưa bọt nước của ống thuỷ dài vào giữa và lấy số đọc a_0 trên mia. Sau đó vặn hai ốc (2) và (3) vài vòng (ngược chiều nhau) để nghiêng máy sang bên phải và đọc số a_R đồng thời quan sát xem bọt nước trên ống thuỷ nghiêng về phía nào. Sau đó cũng dùng hai ốc (2) và (3) đưa máy về vị trí ban đầu xem số đọc a_0 có ổn định không. Tương tự lại cho máy nghiêng sang bên trái, đọc số a_L . Nếu trong khi nghiêng máy sang cả hai phía phải và trái mà quan sát thấy bọt nước vẫn đứng yên hoặc chuyển động cùng một chiều thì coi như điều kiện đã đảm bảo. Ngoài ra, có thể dựa vào số đọc a_0 , a_R , a_L để kiểm tra. Cụ thể:

Nếu $(a_R + a_L)/2 - a_0 \leq 3\text{mm}$ và hiệu $(a_R - a_L) \leq 8\text{mm}$ đồng thời trong khi nghiêng máy mà bọt nước lệch không quá một khoảng chia thì coi như điều kiện đã đảm bảo.

Để hạn chế sai số giao chéo trên cùng một tuyến thuỷ chuẩn tiến hành đặt máy sao cho ốc cân số 3 lần lượt ở hai phía PHẢI và TRÁI tuyến đo.

Sau khi kiểm nghiệm và điều chỉnh tốt sai số giao chéo, nghĩa là hai trục CC và LL đã nằm trong hai mặt phẳng thẳng đứng song song với nhau, ta mới tiến hành kiểm nghiệm sai số góc i . Góc lệch giữa hình chiếu hai trục CC và LL trên mặt phẳng thẳng đứng được ký hiệu là i , vì thế còn gọi là “*kiểm nghiệm sai số góc i* ”. Có nhiều phương pháp kiểm nghiệm góc i , dưới đây chỉ trình bày một phương pháp thông dụng.

Trên bãi đất cứng, chọn bốn điểm A, B, C, D thẳng hàng và dùng thước thép đo chiều dài sao cho $AD = 80\text{m}$, $AB = BD = 40\text{m}$, và $CB = CD = 20\text{m}$ với độ chênh $\leq 0,2\text{m}$ dựng mìa thật thẳng đứng, xem hình 5.9.



Hình 5.9

Đầu tiên ta đặt máy ở C, dụng mĩa ở B và D. Từ hình vẽ ta thấy nếu $i = 0$, nghĩa là CC//LL, ta đọc được hai số đọc chuẩn a_1, b_1 , còn nếu $i \neq 0$ thì sẽ đọc được hai số đọc thực tế a'_1 và b'_1 . Sau đó chuyển máy sang điểm A, tương tự ta có các cặp số đọc a_2, b_2 (khi $i = 0$) và a'_2, b'_2 (khi $i \neq 0$). Giá trị đúng của chênh cao khi không chứa sai số góc i ($i = 0$) sẽ là:

$$h_{BD} = (a_1 - b_1) = (a_2 - b_2) \quad (5-9)$$

Ta cần phải lập công thức tính trị số góc i và tìm biện pháp khắc phục nó.

Nếu ký hiệu độ chênh số đọc do góc i gây ra ứng với khoảng cách 40m là Δh ($\Delta h = a'_2 - a_2$), theo tính chất các tam giác tỷ lệ, đối với khoảng cách 80m thì sai số này là $2\Delta h$ và với 20m là $\Delta h/2$. Để tìm Δh ta lần lượt xét cho hai trường hợp đặt máy ở A và C.

- Khi đặt máy ở điểm C nằm giữa đoạn BD, từ hình vẽ, ta có:

$$a_1 = a'_1 - \frac{\Delta h}{2} \quad (5-10)$$

$$b_1 = b'_1 - \frac{\Delta h}{2}$$

Thay (5-10) vào (5-9) ta được:

$$h_{BD} = a_1 - b_1 \quad (5-11)$$

Nghĩa là loại trừ được Δh do góc i gây nên.

Từ đây ta có một nhận xét quan trọng: *Khi đo thủy chuẩn, nếu máy đặt chính xác ở điểm giữa cách đều hai mĩa thì trong kết quả chênh cao sẽ loại trừ được sai số góc i .*

- Khi đặt máy ở điểm A, khác với trường hợp trên, ta có:

$$\begin{aligned} a_2 &= a'_2 - \Delta h \\ b_2 &= b'_2 - 2 \cdot \Delta h \end{aligned} \quad (5-12)$$

Rõ ràng là, bằng cách thay (5-12) vào (5-9) ta sẽ xác định được lượng Δh :

$$\Delta h = h_{BD} - (a'_2 - b'_2)$$

Lưu ý công thức (5-11) ta có:

$$\Delta h = (a'_1 - b'_1) - (a'_2 - b'_2) \quad (5-13)$$

Nếu ký hiệu khoảng cách AB là S và coi góc i rất nhỏ, ta sẽ có:

$$\Delta h = Stgi \approx S.i$$

Từ đây ta có công thức tính góc i :

$$i = \frac{\Delta h}{S} \rho'' \quad (5-14)$$

Đối với lưới độ cao từ hạng III trở xuống, trong quy phạm quy định rằng nếu $i > 10''$ và $\Delta h > 4\text{mm}$ thì phải hiệu chỉnh sai số góc i .

* Cách điều chỉnh sai số góc i :

Sau khi tính được Δh theo công thức (5-13) ta tính được số đọc đúng khi $i = 0$ theo công thức (5-12), ta có: $a_2 = a'_2 - \Delta h$ sau đó dựa vào a_2 để chỉnh góc i .

- Đối với loại máy có vít nghiêng, dùng vít này ta đưa số đọc thực tế a'_2 về số đọc đúng trị a_2 . Lúc này bọt nước trên ống thủy dài sẽ bị lệch. Dùng que hiệu chỉnh đưa bọt nước vào giữa là được.

- Đối với loại máy có bộ tự cân bằng ống thủy dài, sau khi tính được a_2 ta đưa vạch chuẩn về trùng với a_2 . Lúc này bọt nước sẽ lệch. Dùng que hiệu chỉnh ta đưa nó vào giữa.

- Đối với loại máy có bộ tự cân bằng nhờ con lắc lăng kính, vì không có ống thủy dài nên sau khi đưa bọt nước của ống thủy tròn vào giữa ta phải chỉnh màn chữ thập sao cho chỉ giữa (ngang) trùng với trị chuẩn a_2 .

Sau khi kiểm nghiệm và điều chỉnh xong ta phải kiểm tra lại góc i , nếu i vẫn vượt quá hạn sai thì tiếp tục làm lại cho đến khi đạt yêu cầu. Vì sai số góc i luôn biến động nên phải kiểm tra hàng ngày và cứ 10 ngày phải kiểm nghiệm và điều chỉnh lại. Bảng 5.1 là ví dụ một lần kiểm tra và tính góc i .

Bảng 5.1: Kết quả kiểm nghiệm góc i

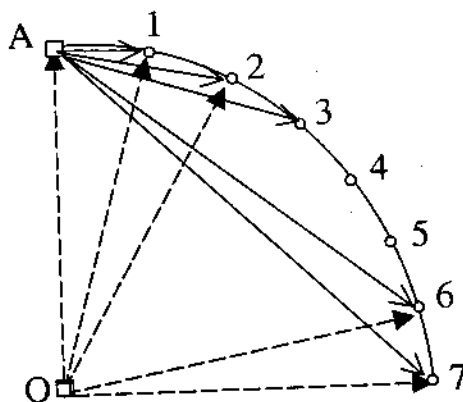
Trạm		Số đọc trên mặt đen		Tính toán	
Máy	Mia				
C	B	a'_1	1460	Δh	- 0003
	D	b'_1	1332	S	40006
		$a'_1 - b'_1$	0128	i	- 15''46
A	B	a'_2	1616	a_2	1619
	D	b'_2	1485		
		$a'_2 - b'_2$	0131		

1.3. Kiểm nghiệm sự ổn định của trục ngắm khi điều quang

Khi đặt mĩa cách máy những khoảng cách khác nhau, để số đọc rõ nét ta phải điều quang (điều chỉnh tiêu cự). Thấu kính điều quang có thể bị rơi, di động không chính xác trên trục ngắm, nên gây sai số, làm cho trục ngắm không ổn định. Có một vài cách kiểm nghiệm, dưới đây chỉ trình bày cách đơn giản nhất.

Trên bãi đất bằng lấy điểm O làm tâm, bố trí một cung tròn có bán kính $R = 50\text{m}$, xem hình 5.10, trên đó có 7 điểm đặt cách điểm A tính theo dây cung là 10, 20, ... 70m. Đặt máy ở O và dựng mĩa lần lượt tại các điểm A, 1, 2... 7 và tiến hành đọc số trên mĩa, xác định được các độ chênh cao $h_{A1}, h_{12}, \dots, h_{67}$.

Chuyển máy sang điểm A, lần lượt dựng mĩa ở các điểm 1, 2, 3, ..., 7, đọc số và tính ra chênh cao là h'_{ij} . Khác với trường hợp trên, ở đây vì khoảng cách không đều nhau nên luôn phải điều chỉnh tiêu cự. Tính các độ lệch $\Delta h = h_{ij} - h'_{ij}$, nếu độ lệch Δh lớn hơn hạn sai cho phép thì phải đưa máy vào xưởng sửa chữa. Đối với máy có độ chính xác trung bình thường quy định $\Delta h \leq 4\text{mm}$.



Hình 5.10

2. Kiểm nghiệm mĩa thủy chuẩn

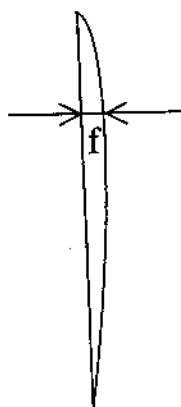
Đối với loại mĩa gỗ được khắc vạch chính xác tới centimet cần phải tiến hành kiểm tra và kiểm nghiệm nó lần lượt theo 5 điều mục sau đây:

2.1. Kiểm tra sơ bộ chất lượng của mĩa

Công việc này bao gồm:

- Xem xét lại cách đánh số, chia vạch và độ rõ của các vạch chia trên mĩa.

- Xác định độ cong của mĩa bằng cách dùng sợi chỉ căng qua hai đầu mĩa. Nếu độ cong f (độ hở giữa sợi chỉ và mặt mĩa) không vượt quá hạn sai cho phép ($f \leq 1\text{cm}$) thì mĩa sử dụng được, hình 5.11.



Hình 5.11

- Xác định độ mòn của hai đầu mìa bằng cách dùng thước milimet đo từ vạch 01 vạch 00 của mìa. Khoảng cách này phải xấp xỉ 1dm.

2.2. Kiểm nghiệm và điều chỉnh ống thủy tròn trên mìa

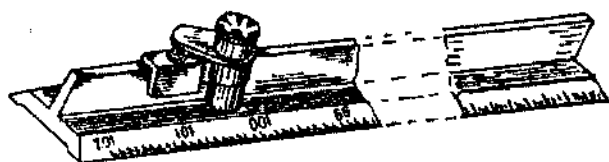
Điều kiện để dựng mìa thẳng đứng là trục của ống thủy tròn gắn trên thân mìa phải song song với trục đứng của mìa. Có hai cách kiểm nghiệm:

a). Dùng dây dọi: Treo một quả dọi làm chuẩn, dùng que chống điều chỉnh mép mìa song song với dây dọi, nếu bọt nước bị lệch thì dùng que hiệu chỉnh các ốc của ống thủy để đưa bọt nước của ống thủy vào giữa.

b). Dùng máy: Đặt mìa cách máy khoảng 20m, cân bằng máy thật chính xác. Lấy chỉ đứng của lưới chữ thập làm chuẩn điều chỉnh cho mìa thật thẳng đứng. Nếu bọt nước lệch thì dùng que hiệu chỉnh đưa nó vào giữa.

2.3. Xác định chiều dài trung bình 1m và sai số ngẫu nhiên của các khoảng chia decimet của mìa

Trị số chênh cao được tính bởi các số đọc trên mìa nên sai số của chiều dài toàn mìa và của các vạch chia trên mìa phải xác định để cải chính vào kết quả đo. Việc xác định chiều dài trung bình 1m và chiều dài của 1dm trên mìa hay sai số ngẫu nhiên của từng decimet của mìa được thực hiện nhờ một thước chuẩn, hình 5.12.



Hình 5.12

Thước chuẩn làm bằng kim loại giãn nở nhỏ có chiều dài 1050mm, gồm hai thang chia vạch, một thang có các vạch chia 1mm, còn thang kia chia chính xác tới 0,2mm, trên thước có lắp một kính lúp để đọc số và nhiệt kế. Dùng thước chuẩn cho phép ta đọc số chính xác tới 1/10 vạch chia nhỏ nhất là 0,02mm.

Sau đây ta nghiên cứu các bước xác định cụ thể:

2.3.1. Xác định chiều dài trung bình 1 mét của mia

Trước khi kiểm nghiệm cần phải đặt thước chuẩn và mia vào phòng có nhiệt độ ổn định khoảng 2 giờ. Đặt mia lên một mặt bàn phẳng và đặt thước chuẩn lên mia sao cho mép của nó song song với mép mia. Vì hai đầu của mia có thể bị mòn nên thường quy định các khoảng kiểm nghiệm là $0,1\text{m} \div 1,0\text{m}$; $1,0 \div 2,0\text{m}$ và $2,0\text{m} \div 2,9\text{m}$. Trước khi đo phải dùng bút chì nhọn kẻ những đường sát mép các vạch cần đọc số. Ở hai đầu mỗi đoạn phải đọc số hai lần với độ chính xác $0,02\text{mm}$, giữa hai lần đọc phải xê dịch thước đi một tí để tránh sai số hệ thống. Phải tiến hành đo hai chiều, trong khi đo đi và đo về đều phải ghi nhiệt độ. Kiểm nghiệm xong mặt đen mới tiến hành kiểm nghiệm mặt đỏ. Số chênh giữa hiệu số đọc theo chiều bên trái và bên phải của thước chuẩn đối với mỗi khoảng decimet không được vượt quá $0,06\text{mm}$. Sau khi kiểm nghiệm phải tính chiều dài trung bình 1m và số cải chính nhiệt độ của nó.

Ví dụ: Chiều dài trung bình một mét trên mia A là $1000,17\text{mm}$ thì sai số chiều dài trung bình một mét trên mia là $0,17\text{mm}$. Sai số này cần phải hiệu chỉnh vào kết quả đo độ chênh cao của từng đoạn đo.

2.3.2. Xác định sai số ngẫu nhiên của các khoảng chia decimet trên mia

Cách kiểm nghiệm cũng tiến hành tương tự như trên: Đặt thước chuẩn Giơ-ne lên mia sao cho vạch 0 của nó trùng với vạch 0 của mia rồi đọc số ở mỗi vạch decimet (2 lần là a_i và a'_i). Tính trị trung bình của mỗi khoảng decimet, sau đó tính các hiệu số của trị trung bình giữa các vạch decimet liên tiếp nhau. Các hiệu này là sai số decimet của mia. Đối với mia dùng để đo thuỷ chuẩn hạng IV sai số Δ_i này không vượt quá 1mm .

2.4. Xác định hằng số của mia

Như đã giới thiệu, để kiểm tra các số đọc trong khi đo thuỷ chuẩn người ta dùng mia hai mặt. Hiệu số đọc giữa mặt đỏ và mặt đen của mỗi mia chính là hằng số K của mia. Để xác định hằng số K, ta đặt máy cách mia khoảng 20m , cân bằng máy thuỷ chuẩn chính xác, dựng mia thẳng đứng trên đế mia và đọc số trên mặt đen. Máy vẫn giữ nguyên, quay mia sang mặt đỏ và đọc số. Hiệu hai số đọc chính là hằng số K.

Ví dụ: $K = 6148 - 1574 = 4574$. Mỗi mia cần xác định giá trị K 4 lần và lấy trị trung bình. Hằng số của mỗi cặp mia theo quy định phải chênh nhau 100, nếu chúng khác 100 thì hàng lấy số kiểm nghiệm để kiểm tra kết quả đo.

2.5. Xác định số chênh điểm "0" mặt đen (hoặc mặt đỏ) của cặp mia

Khi đo thuỷ chuẩn ta phải dùng một cặp mia, mia A có hằng số K_A , mia B có hằng số K_B . Dùng số đọc mặt đen của hai mia để tính ra độ chênh cao giữa hai điểm dựng mia $h = a - b$. Như vậy, muốn có độ chênh cao đúng thì vạch "0" khắc từ đế của hai mia phải trùng nhau. Nhưng trên thực tế, việc khắc vạch ban đầu có sai số và trong quá trình đo đạc mia có thể bị mòn, làm cho đế mia không trùng với vạch 0 và trong độ chênh cao h có tồn tại độ chênh vạch 0 của cặp mia. Phải kiểm nghiệm xác định độ chênh vạch không 0.

Dùng thước chuẩn đo độ dài từ đế mia đến một vạch decimet rõ nét trên mặt đen của hai mia, được số đọc là l_A và l_B , tính ra $\delta = l_A - l_B$. Với mặt đỏ ta cũng làm tương tự.

Sai số này có thể hiệu chỉnh vào kết quả đo. Tuy nhiên, ta nhận thấy rằng sai δ là một hằng số đối với mỗi cặp mia, trong khi đo thuỷ chuẩn chỉ cần bố trí cho số trạm máy đi từ điểm đầu đến điểm cuối của mỗi đoạn đo là số chẵn thì sai số này sẽ bị triệt tiêu trong tổng độ chênh cao trên đoạn đo.

V. TRÌNH TỰ THAO TÁC VÀ TÍNH TOÁN TRONG ĐO THUỶ CHUẨN

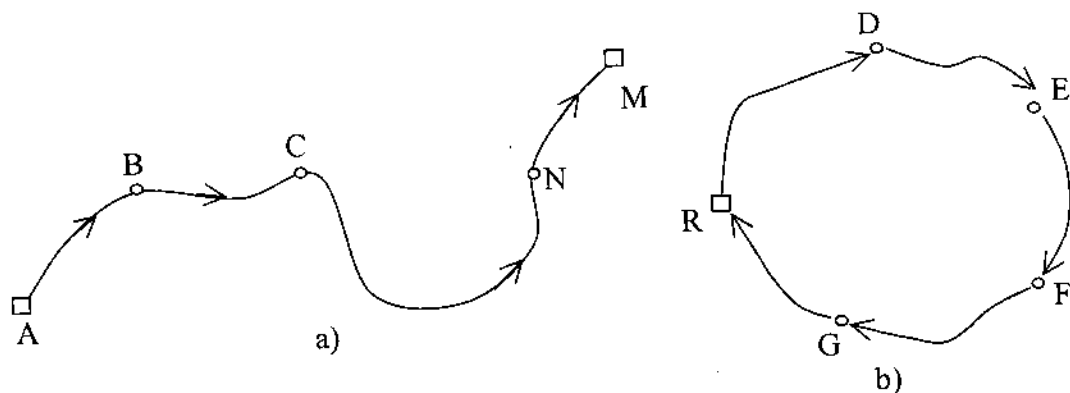
Đo thuỷ chuẩn là phương pháp cơ bản dùng xác định độ cao của các điểm khống chế trắc địa. Sau đó, đặt máy ở các điểm khống chế để xác định độ cao của các điểm cần thiết khác.

1. Bố trí tuyến đo thuỷ chuẩn

Giả sử ta có điểm A đã biết độ cao, cần xác định độ cao các điểm B, C, ..., N, M, ta chọn một đường đo thuận lợi đi từ A qua B, C, M, gọi là một tuyến đo thuỷ chuẩn. Dùng máy và mia thuỷ chuẩn dẫn độ cao từ A qua B, qua C, ... đến M, đó là chiều đo đi. Sau đó, để kiểm tra kết quả đo, người ta tiến hành đo theo chiều ngược lại, từ M, N... về A. Đó là phép đo theo hai chiều thuận và nghịch. Kết quả đo tính theo hai chiều có thể chênh nhau nhưng không vượt quá hạn sai cho phép quy định trước phù hợp với cấp chính xác của phép đo thuỷ chuẩn.

Để kiểm tra kết quả đo thủy chuẩn, người ta thường bố trí tuyến đo xuất phát từ một điểm đã biết độ cao chính xác, đo qua các điểm cần xác định độ cao rồi khép về một điểm đã biết khác. Ví dụ, Điểm A và M đã biết, các điểm B, C, ..., N là điểm cần xác định. Tuyến đo kiểu này gọi là *tuyến đo phù hợp*, hình 5.13a. Điểm A gọi là điểm đầu, điểm M gọi là điểm cuối tuyến đo.

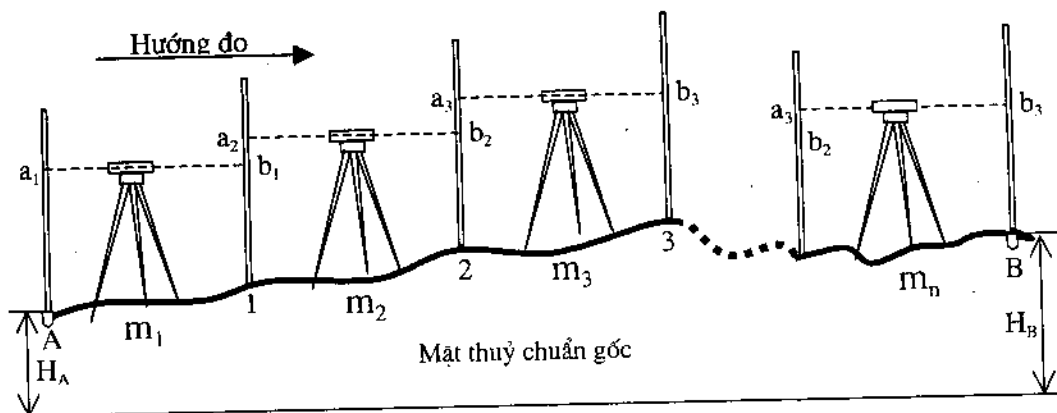
Trường hợp khác có thể bố trí *tuyến đo khép kín*, tức là bắt đầu từ một điểm đã biết độ cao R, đo qua các điểm chưa biết độ cao D, E, F,... để xác định độ cao của chúng rồi khép về điểm ban đầu, xem hình 5.13b.



Hình 5.13

Thông thường khi đo thủy chuẩn người ta dùng phương pháp đo cao từ giữa để đo độ chênh cao ở từng trạm máy. Mỗi đoạn đo, ví dụ đoạn AB, có thể khá dài, không thể đặt một trạm máy mà phải đặt nhiều trạm máy liên tiếp để dẫn độ cao từ A về B. Tại trạm máy số m_1 ta đặt mìa sau lên mốc A, mìa trước lên “góc mìa” ở điểm 1 để đo độ chênh cao $h_1 = (a_1 - b_1)$ và giữ nguyên vị trí mìa sau trên cóc 1. Chuyển máy sang trạm m_2 , mìa trước 1 trở thành mìa sau của trạm 2, chuyển mìa từ điểm A đến dựng trên cóc ở điểm 2, tiến hành đo chênh cao h_2 . Sang trạm máy 3, 4,... cho đến trạm máy cuối m_n , mìa trước được đặt trên mốc B đo được chênh cao h_n .

Tổng độ chênh cao đo được trên n trạm máy chính là độ chênh cao của đoạn đo AB, xem hình 5.14.



Hình 5.14

2. Trình tự đo và tính toán ở một trạm máy

Trình tự đo ngắm, ghi chép và tính toán đối với đo thủy chuẩn hạng III, IV và thủy chuẩn kỹ thuật tương đối giống nhau. Trong mục này, ta lấy phương pháp đo thủy chuẩn dùng mìa hai mặt đo theo trình tự “sau - trước - trước - sau”.

Đặt máy ở giữa hai mìa. Nếu đo thủy chuẩn kỹ thuật thì khoảng cách S từ máy đến mỗi mìa không quá 150m và độ chênh khoảng cách từ máy đến mìa trước và mìa sau không vượt quá 10m. Cân bằng máy chính xác, quay máy ngắm mìa sau, đọc ba số đọc trên mặt đen theo thứ tự: chỉ dưới (1), chỉ trên (2) và chỉ giữa (3) và ghi vào sổ đo, xem bảng 5.2. Ví dụ, trong sổ đo ta ghi: (1) = 2975; (2) = 2616 và (3) = 2795. Sau đó quay máy sang ngắm mặt đen mìa trước, tương tự ta đọc được ba số đọc, ví dụ (4) = 0529; (5) = 0172 và (6) = 0351. Để nguyên máy, quay mìa trước sang mặt đỏ và chỉ đọc số đọc theo chỉ giữa, ví dụ (7) = 4825. Quay máy trở về mìa sau và cũng chỉ đọc một số đọc trên mặt đỏ theo chỉ giữa, ví dụ (8) = 7369.

Như vậy ta đã đo xong một trạm máy. Trước khi chuyển trạm cần phải tính toán ngay sổ đo: kiểm tra số đọc trên mìa theo hằng số K của mìa bằng công thức (5-10): $K + \text{đen} - \text{đỏ} = 0$, trong ví dụ ta có (9) = $K + \text{đen} - \text{đỏ}$, với mìa

trước ta có: $(9) = 4473 + 0351 - 4825 = -1$ và $(10) = 4573 + 2795 - 7369 = -1$. Tiếp theo, tính chênh cao theo mặt đen (11) và mặt đỏ (12) bằng công thức $(5-12)$. Trong ví dụ $(11) = (3) - (6) = 2795 - 0351 = +2444$ và $(12) = (8) - (7) = 7369 - 4825 = +2544$ (chênh nhau +100). Kiểm tra theo quan hệ $(13) = (11) - (12) \pm 100 = (10) - (9)$, trong ví dụ $(13) = 0$. Tính trị số chênh cao trung bình giữa mặt đen và mặt đỏ: $(14) = \{(11) + (12) - 100\} : 2$ hay $(14) = (11) - (13)$. Trong ví dụ $(14) = 2444$.

Sau khi tính được chênh cao trung bình, chuyển qua tính khoảng cách từ máy đến mĩa sau và đến mĩa trước như sau: $(15) = (1) - (2)$, trong ví dụ $(15) = 359$; $(16) = (4) - (5)$, trong ví dụ $(16) = 357$ và số chênh khoảng cách $(17) = (15) - (16)$, trong ví dụ $(17) = +02$. Cuối cùng tính số chênh tích lũy trên một đoạn gồm nhiều trạm đo theo nguyên tắc: $(18) = (17) + (18)$ của trạm đo trước. Trong ví dụ, khi đo xong trạm 2 ta thấy số chênh khoảng cách của trạm này là $(19) = +04$ nhưng tổng số chênh lại là $(20) = (19) + (18)$ của trạm trước; hoặc là trong ví dụ: $(20) = +04 + 02 = +06$.

Sau khi tính toán và kiểm tra xong trạm 1 nếu số liệu đo đều nằm trong hạn sai thì chuyển máy sang trạm 2, lúc này mĩa trước của trạm 1 vẫn giữ nguyên nhưng nó đóng vai trò là mĩa sau của trạm 2 và công việc được lặp lại.

Chú ý:

- Đối với thủy chuẩn kỹ thuật, vì yêu cầu độ chính xác thấp nên trong trường hợp dùng mĩa hai mặt, để cho nhanh, có thể đo theo chương trình “sau - sau - trước - trước”, còn trong trường hợp dùng mĩa một mặt thì đo 2 lần, lần đo sau ta phải thay đổi chiều cao máy khoảng 10cm so với lần đo trước.

- Nếu vì một lý do nào đó không tiếp tục đo được (chẳng hạn sau một ngày đo), muốn lưu lại kết quả đã đo cho ngày sau, phải đóng 3 “cọc nghỉ” và xác định chênh cao giữa chúng. Ngày hôm sau, trước khi đo tiếp, để tránh hiện tượng cọc bị va chạm hoặc bị lún, cần phải đo kiểm tra nếu thấy cọc ổn định mới được phép đo tiếp từ cọc nghỉ đến các điểm khác của tuyến đo cao.

Mẫu sổ đo thủy chuẩn

Đo từ:	A đến B	Ngày 08 tháng 02 năm 2004
Bắt đầu lúc:	7 giờ 05 phút	Người đo: Ngô Văn Sở
Kết thúc lúc:	7 giờ 26 phút	Người ghi: Tào Hùng Cường
Thời tiết:	râm mát	Người kiểm tra: Quách Hoà
Hình ảnh:	rõ nét	

Bảng 5.2

Số trạm đo	Mia sau	Chỉ dưới	Mia trước	Chỉ dưới	Ký hiệu mia	Số đọc trên mia		K+ đen-đỏ	Chênh cao trung bình (mm)	Ghi chú
		Chỉ trên		Chỉ trên		Mặt đen	Mặt đỏ			
	K/C sau		K/C trước							
	Chênh ΔS		ΣΔS							
1	(1)	2975	(4)	0529	S	(3)2795	(8)7369	(10)=-1		K ₁ =4573
	(2)	2616	(5)	0172	T	(6)0351	(7)4825	(9)=-1		K ₂ =4473
	(15)	359	(16)	357	S-T	(11)+2444	(12)+2544	(13)=0	(14)2444	
	(17)	+02	(18)	+02						
2	1517		1442		S	1227	5701	-1		
	0936		0685		T	1153	5726	0		
	581		577		S-T	+074	-025	-1	+0074,5	
	(19)+04		(20)+06							
					S					
					T					
					S-T					
	(21)		(24)		S	(28)	(31)			
	(22)		(25)		T	(29)	(32)			
	(23)		(26)		S-T	(30)	(33)	(34)	(35)	
	(27)									

3. Tính toán tổng hợp từng trang và từng đoạn

Để kiểm tra việc tính toán của các trạm đo, sau mỗi trang cần chừa chỗ để tính tổng hợp số liệu của các trạm ghi. Trình tự tính như sau:

$$(21) = \Sigma(1); \quad (22) = \Sigma(2); \quad (23) = (21) - (22);$$

$$(24) = \Sigma(4); \quad (25) = \Sigma(5); \quad (26) = (24) - (25);$$

$$(27) = (23) - (26) = (18) \text{ (trạm cuối cùng trong trang);}$$

$$(28) = \Sigma(3); \quad (29) = \Sigma(6); \quad (30) = (28) - (29);$$

$$(31) = \Sigma(8); \quad (32) = \Sigma(7); \quad (33) = (31) - (32);$$

$$(34) = (30) - (33);$$

$$(35) = \frac{1}{2} \{ (30) + (33) \}$$

Sau khi kết thúc một đoạn đo (giữa hai điểm gốc) ta tiến hành tính toán tổng hợp bằng cách cộng dồn số liệu của tất cả các trang có chứa số liệu của đoạn đo. Cách tính tương tự như đối với mỗi trang. Trong bảng 5.3 là ví dụ tính cho một lần “đo đi” của một đoạn đo. Ta ký hiệu $(i') = \Sigma(i)$;

Bảng 5.3: Tính toán tổng hợp kết quả đo cao từ A đến B

(21)36600	(24)35030	A	(28)30900	(31)30409		
(22)25194	(25)23625	T	(29)29324	(32)28835		
(23)11406	(26)11405	S-T	(30)01576	(33)01573		
					(34') + 2	(35') + 1574,5
(27')+01						

Sau khi đo xong lần “đo về” ta cũng tiến hành tính toán tổng hợp như lần “đo đi”. Sau đó tính trị số khoảng cách và chênh cao trung bình giữa hai lần đo, đồng thời tính sai số khép độ cao của đoạn đo:

- Trường hợp tuyến đo phù hợp:

$$f_h = \Sigma h_{do} - (H_c - H_d) \quad (5-15)$$

- Trường hợp tuyến đo khép kín:

$$f_h = \Sigma h_{do} \quad (5-16)$$

và so sánh với hạn sai, ví dụ đối với thủy chuẩn kỹ thuật

$$f_{h_{ph}} = 50 \sqrt{L} \text{ (mm)} \quad (5-17)$$

Bảng 5.4 là ví dụ tính toán sai số khép tuyến đo chênh cao.

Bảng 5.4: Bảng tính sai số khép độ cao

Khoảng cách	Chênh cao	Sai số khép
Đo đi: 2,28km	Đo đi: + 1,576m	$f_h = 1574 - 1577 = +3\text{mm}$
Đo về: 2,21km	Đo về: - 1,572m	$f_{h_{\text{hệ}}} = 10\sqrt{2.24} = \pm 18\text{mm}$
TB: 2,24km	TB: +1,574m	

Việc tính toán ở ngoại nghiệp cuối cùng của một đường thủy chuẩn là phải cải chính tất cả các sai số (dựa vào số liệu kiểm nghiệm) vào kết quả đo. Công tác tính toán bình sai ở nội nghiệp sẽ được nghiên cứu ở chương 7 của giáo trình này.

VI. SAI SỐ VÀ CÁC QUY ĐỊNH KỸ THUẬT ĐO THỦY CHUẨN

Mặc dù máy và mìn thủy chuẩn đã được kiểm nghiệm và điều chỉnh nhưng vẫn không thể loại trừ được hoàn toàn các sai số. Sự không hoàn thiện của máy móc thiết bị, khả năng hạn chế của người đo ngắm và ảnh hưởng của môi trường đo là các nguyên nhân gây ra sai số trong kết quả đo thủy chuẩn. Chúng ta phải xác định rõ các nguyên nhân sai số, quy luật xuất hiện các sai số và tìm ra biện pháp khắc phục làm giảm ảnh hưởng của chúng trong kết quả đo thủy chuẩn.

Có hơn 20 loại sai số ảnh hưởng đến kết quả đo thủy chuẩn. Mục này chỉ xét các loại sai số cơ bản khi đo thủy chuẩn có độ chính xác trung bình. Để đơn giản ta ký hiệu Δh_i ($i = 1, 2, \dots$) là từng loại sai số.

1. Sai số do trực ngắm và trực ống thủy dài không song song (Δh_1)

Khi kiểm nghiệm, ta đã xác định được trị số góc i và đã tìm biện pháp điều chỉnh cho nó nhỏ nhất. Tuy nhiên, trong thực tế góc i vẫn tồn tại và biến động nên nó ảnh hưởng đến kết quả đo chênh cao. Từ công thức (5-14) ta suy ra:

- Nếu đo thủy chuẩn phía trước thì ảnh hưởng của sai số này sẽ là:

$$\Delta h_1 = \frac{i}{\rho''} S \quad (5-18)$$

khi i và S càng lớn thì sai số này càng lớn và không khử được.

- Nếu đo thủy chuẩn từ giữa thì $h = a - b$, trong số đọc a và b đều tồn tại sai số do góc i gây ra:

$$\Delta h_1 = \frac{i}{\rho''} (S_a - S_b) = \frac{i}{\rho''} \Delta S \quad (5-19)$$

Trong đó: Δs là sai số chênh khoảng cách từ máy đến hai mĩa trước và sau.
Để khử Δh_1 , yêu cầu Δs phải bằng 0.

Thực tế, ta không thể đặt máy chính xác tuyệt đối ở giữa để hoàn toàn có $\Delta s = 0$ được. Vì vậy, khi đo thủy chuẩn từ giữa cần tuân thủ nghiêm ngặt các mục quy định về số chênh Δs cho một trạm đo và $\Sigma \Delta s$ cho toàn tuyến. Ví dụ, đối với thủy chuẩn kỹ thuật: $i < 20''$, $\Delta s \leq 10m$, nghĩa là để cho sai số $\Delta h_1 \leq 1mm$.

2. Sai số do khả năng phân ly của ống kính (Δh_2)

Khi đọc số trên mĩa, ngoài sai số làm tròn số đọc do khả năng phân ly của mắt, nếu khả năng phân ly của ống kính bị hạn chế cũng gây nên sai số, sai số này được tính theo công thức:

$$\Delta h_2 = \frac{60'' \cdot S}{\rho'' \cdot V^x} \quad (5-20)$$

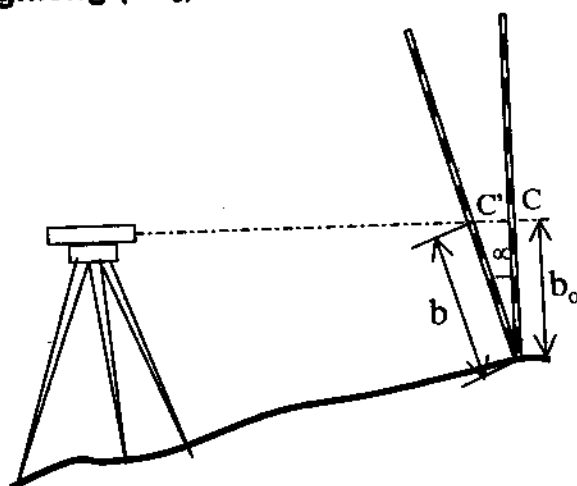
Trong đó: S - khoảng cách từ máy đến mĩa; V^x - độ phóng đại ống kính.

Ví dụ, với $S = 75m$, $V^x = 30^x$ thì $\Delta h_2 \approx 0,73mm$. Để giảm nhỏ sai số này thì cách duy nhất là không đặt mĩa quá xa máy mà phải quy định khoảng cách cho phép tối đa từ máy tới mĩa khi đo thủy chuẩn. Cụ thể là trong quy phạm quy định đối với trường hợp đo thủy chuẩn hạng IV thì $S < 100m$, thủy chuẩn kỹ thuật $S < 150m$.

3. Sai số do dựng mĩa bị nghiêng (Δh_3)

Trường hợp mĩa không có ống thủy tròn, hoặc có nhưng chưa điều chỉnh chính xác làm cho trục ống thủy tròn không song song với trục đứng của mĩa thì khi dựng mĩa sẽ sinh ra sai số do mĩa nghiêng - ký hiệu là Δh_3 , hình 5.15.

Công thức ảnh hưởng của Δh_3 trên một trạm máy có thể xác định được:



Hình 5.15

$$\Delta h_3 = b - b_0 = b \cos \alpha = b (1 - \cos \alpha)$$

hoặc:

$$\Delta h_3 = 2b \sin^2 \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{\alpha}{\rho'} \right)^2 b \quad (5-21)$$

Ví dụ: Với số đọc khi mìa nghiêng $b = 2000\text{mm}$ và góc nghiêng $\alpha = 30'$ thì $\Delta h_3 = 0,08\text{mm}$. Thực tế vì α không ổn định nên không thể tính Δh_3 để cải chính vào kết quả đo mà chỉ hạn chế nó bằng cách dựng mìa thẳng đứng dựa theo ống thuỷ tròn thật chuẩn.

4. Các sai số do mìa (Δh_4)

Nếu mìa bị cong, nếu mỗi cặp mìa có độ chênh điểm "0" và chiều dài trung bình 1m trên mìa không đúng bằng 1m thì các sai số này sẽ gây ra sai số đo thuỷ chuẩn. Để giảm nhỏ các sai số này cần thực hiện quy định:

- Độ cong của mìa nhỏ hơn 1cm. Vì độ cong của mìa không ổn định nên phải thường xuyên kiểm tra nó.
- Sai số ngẫu nhiên chia vạch decimet trên mìa nhỏ hơn 0,5mm.
- Bố trí số trạm máy trên các đoạn đo thuỷ chuẩn là số chẵn để khử sai số do độ chênh mặt đen của cặp mìa.

5. Sai số do cân bằng ống thuỷ dài (Δh_5)

Sai số này sinh ra do ống thuỷ dài không chuẩn xác và do khi cân ống thuỷ chưa đưa bọt nước vào vị trí giữa nó (hai nhánh parabol chưa chạm nhau chính xác). Khi nghiên cứu về ống thuỷ người ta đã xác lập được công thức tính sai số này là:

$$m = \frac{m_r S}{10 \rho''} \quad (5-22)$$

Trong thực tế người ta thường áp dụng công thức tính sai số do cân loại ống thuỷ tiếp xúc (parabol):

$$\Delta h_5 = \frac{\tau'' S}{25 \cdot \rho''} \quad (5-23)$$

Ví dụ: $S = 75\text{m}$, $\tau'' = 15''$ ta có hai giá trị Δh_5 tương ứng là 0,22mm.

6. Sai số do làm tròn số đọc (Δh_6)

Khi đọc số, thông thường ta chỉ ước đọc và làm tròn đến 0,1 giá trị vạch khắc nhỏ nhất (t) trên mìa. Độ chính xác của việc ước đọc này phụ thuộc vào khả năng phân ly của mắt, độ trong suốt của môi trường, độ dày của vạch chuẩn đọc số (dây chỉ ngang), độ sáng của phòng phía sau mìa, độ phóng đại của ống kính, v.v. Vì thế, sai số này chỉ xác định được bằng phương pháp thực nghiệm. Thông thường dùng công thức sau đây của Baslavin:

$$\Delta h_6 = 0,03t + 0,196 \frac{S}{V^x} \quad (5-24)$$

hoặc công thức gần đúng:

$$\Delta h_6 = 0,15.t \quad (5-25)$$

Ví dụ: $t = 10\text{mm}$, $S = 75$, $V^x = 30^x$ thì $\Delta h_6 = 0,79\text{mm}$.

7. Sai số do ảnh hưởng độ cong quả đất (Δh_7)

Trong đo thủy chuẩn còn có khá nhiều yếu tố của ngoại cảnh ảnh hưởng đến kết quả chênh cao như sai số do tia ngắm bị cong vì ảnh hưởng độ cong quả đất và chiết quang.

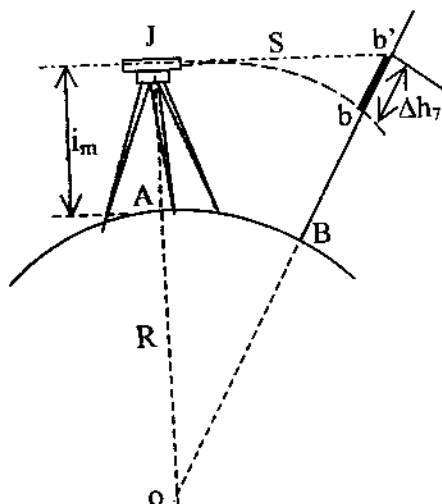
Trong đo thủy chuẩn hạng thấp, ta coi quả đất là khối cầu có bán kính $R = 6371\text{km}$. Nếu máy đặt ở A, mìa ở B thì trục đứng của chúng gặp nhau ở tâm O, hình 5.16. Nếu tia ngắm song song với mặt cầu (coi như mặt thủy chuẩn) thì ta có chênh cao:

$$h_{AB} = i_m - b$$

Trong đó:

i_m là chiều cao máy;

b là số đọc trên mìa.



Hình 5.16

Nhưng theo nguyên lý cấu tạo, trục ngắm của ống kính là đường thẳng song song với tiếp tuyến của mặt cầu tại điểm J. Vì thế, chênh cao đo được sẽ lệch với trị chênh cao thực một lượng $\Delta h_7 = b' - b$. Để xác lập công thức Δh_7 , ta xét tam giác vuông Ojb' , ta có:

$$(R + i_m)^2 + S^2 = [(R + i_m) + \Delta h_7]^2$$

hay:

$$S^2 = 2(R + i_m) \Delta h_7 + \Delta h_7^2$$

i_m và Δh_7 rất nhỏ so với R nên có thể bỏ qua i_m và Δh_7^2 . Ta có công thức:

$$\Delta h_7 = \frac{S^2}{2R} \quad (5-26)$$

Rõ ràng S càng lớn thì Δh_7 càng lớn. Ví dụ, $S = 100\text{m}$ thì $\Delta h_7 = 0,8\text{mm}$. Khi đo thuỷ chuẩn từ giữa, tương tự như sai số góc i , nếu chọn khoảng cách từ máy đến mia trước và mia sau bằng nhau thì sẽ loại được sai số Δh_7 .

8. Sai số do ảnh hưởng chiết quang đứng (Δh_8)

Như ta đã biết, mật độ không khí càng lên cao càng giảm và tạo thành tầng lớp có hệ số chiết suất khác nhau nên tia ngắm sẽ bị khúc xạ theo đường cong chiết quang. Sự phụ thuộc của nó với các yếu tố khí tượng ở thời điểm đo ngắm là rất phức tạp. Vì thế, sai số chiết quang có thể mang dấu âm hoặc dương là tùy thuộc vào hướng lồi của đường cong chiết quang so với mặt đất. Người ta xác lập công thức gần đúng tính sai số chiết quang đứng như sau:

$$\Delta h_8 = k \frac{S^2}{2R} \quad (5-27)$$

Tổng hợp sai số do ảnh hưởng của độ cong trái đất và sai số do ảnh hưởng của chiết quang đứng được tính theo công thức thực nghiệm sau:

$$f = 0,42 \cdot \frac{S^2}{R} \quad (5-28)$$

Chú ý: Ngoài việc giảm khoảng cách từ máy đến mia, kết quả nghiên cứu đã đưa ra các biện pháp khắc phục sai số chiết quang sau đây:

- Do ảnh hưởng của mặt trời nên đường cong chiết quang ban ngày và ban đêm có hướng lồi ngược chiều nhau. Vì vậy, nên chọn thời gian đo là sau lúc mặt trời mọc và trước lúc mặt trời lặn khoảng 1 ÷ 1,5 giờ;
- Càng gần mặt đất sai số chiết quang càng lớn, nhưng từ độ cao 1 đến 2m nó tương xứng nhau;
- Cần phải tiến hành đo hai chiều với khoảng thời gian khác nhau trong ngày.

- Sai số chiết quang phụ thuộc vào địa hình: Với địa hình bằng phẳng và đặt máy ở giữa cách đều hai mĩa thì sai số chiết quang coi như không đáng kể. Nếu địa hình dốc thì sai số chiết quang đối với mĩa sau sẽ lớn hơn mĩa trước, vì vậy nên cố gắng chọn trạm máy ở giữa cách đều hai mĩa v.v.

9. Sai số do máy lún (Δh)

Khi đo thủy chuẩn ở những vùng đất mềm, chân máy sẽ bị lún. Vì máy lún tỷ lệ với thời gian nên để giảm bớt sai số do máy lún Δh , ngoài việc thao tác tại trạm máy phải nhanh, ta cần phải chọn phương pháp đo thích hợp. Ta phân tích trường hợp dùng mĩa hai mặt, đo theo trình tự "sau - trước - trước - sau"

Từ hình 5.17, ta thấy: Khi máy chưa lún ta đọc được số đọc ở mặt đen của mĩa sau là a_1 , khi quay máy về mĩa trước, máy đã lún với đoạn Δh , ta đọc được số đọc ở mặt đen là b'_1 , và ngay tức khắc, quay mĩa này sang mặt đỏ đọc luôn số đọc b'_2 . Tiếp tục quay máy sang mĩa sau và cũng đọc số mặt đỏ, lúc này máy đã lún tiếp Δh nên ta đọc được a'_2 . Tính chênh cao tương ứng của từng mặt, ta có:

$$h_{AB}^{den} = (a_1 - b'_1);$$

$$h_{AB}^{đỏ} = (a'_2 - b'_2);$$

Hay:

$$h_{AB}^{den} = a_1 - (b_1 - \Delta h)$$

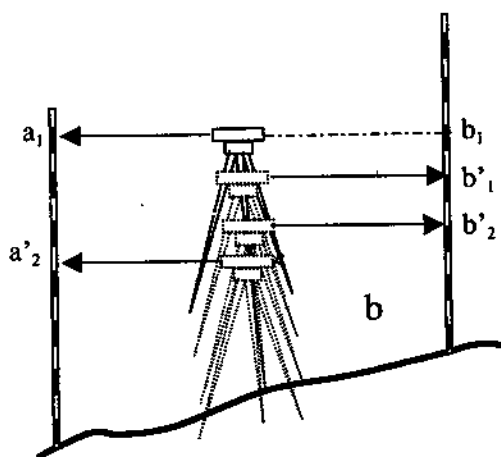
$$h_{AB}^{đỏ} = (a_2 - \Delta h) - b'_2$$

Lấy trị trung bình chênh cao, ta được:

$$h_{tb} = \frac{h_{den} + h_{đỏ}}{2} = \frac{(a_1 - b_1) + (a_2 - b_2)}{2} \quad (5-29)$$

nghĩa là h_{tb} không có sai số do máy lún Δh .

Tóm lại, nếu máy lún với tốc độ đều thì khi dùng mĩa hai mặt và đo theo trình tự "sau - trước - trước - sau" sẽ hạn chế sai số do máy lún.



Hình 5.17

10. Sai số đo mia lún (Δh_{10})

Tương tự như trên, sai số đo mia lún cũng tỷ lệ với thời gian đo, vì thế để giảm nó, ngoài việc phải dùng đế đỡ mia, tăng nhanh tốc độ thao tác, còn phải khắc phục bằng cách tiến hành đo hai chiều (đo đi - đo về) và lấy trị trung bình.

11. Sai số khép giới hạn trong đo thủy chuẩn

Trên đây đã giới thiệu các nguyên nhân sai số đo thủy chuẩn và các quy định kỹ thuật cần phải thực hiện trong quá trình đo thủy chuẩn để đảm bảo độ chính xác của kết quả đo. Trong các nguyên nhân sai số đã giới thiệu có một số sai số mang tính chất hệ thống, một số sai số mang tính chất ngẫu nhiên. Các quy định kỹ thuật nhằm giảm nhỏ các sai số hệ thống. Tuy nhiên, không thể loại trừ được các sai số ngẫu nhiên, chúng luôn luôn tồn tại trong kết quả đo. Qua nghiên cứu, người ta đã xác định được các hạn sai cho phép dùng để kiểm tra kết quả đo. Trong quy phạm đo thủy chuẩn có quy định sai số khép giới hạn của tuyến đo thủy chuẩn khép kín hoặc tuyến thủy chuẩn nối hai điểm đã biết độ cao chính xác như sau:

- Đối với lưới thủy chuẩn hạng III:

$$f_{h_{gh}} = \pm 10 \sqrt{L} \quad (5-30)$$

- Đối với lưới thủy chuẩn hạng IV:

$$f_{h_{gh}} = \pm 20 \sqrt{L} \quad (5-31)$$

- Đối với lưới thủy chuẩn kỹ thuật:

$$f_{h_{gh}} = \pm 50 \sqrt{L} \quad (5-32)$$

Trong đó: f_h tính bằng milimet, chiều dài tuyến đo L tính bằng kilomet.

Ví dụ: Đo một tuyến thủy chuẩn kỹ thuật nối hai điểm hạng cao A và B, có độ cao chính xác $H_A = 130,245$ m, $H_B = 100,010$ m, độ chênh cao đo được là $h = -30,227$ m, chiều dài tuyến đo là $L = 4$ km.

Ta tính được sai số khép độ cao:

$$f_{h_{đo}} = -30,288 - (100,010 - 130,245) = -0,053\text{m} = -53\text{mm}$$

Sai số giới hạn:

$$f_{h_{gh}} = \pm 50 \sqrt{L} = \pm 50 \sqrt{4} = \pm 100\text{mm}$$

Ta thấy $f_{h_{đo}} \leq f_{h_{gh}}$, chứng tỏ rằng kết quả đo trên đã đạt yêu cầu.

VII. ĐO CAO LƯỢNG GIÁC

1. Nguyên lý đo cao lượng giác

Phương pháp đo cao hình học trình bày ở trên có ưu điểm là đạt độ chính xác cao, nhưng đối với khu vực địa hình có độ dốc lớn hoặc có chướng ngại vật (sông ngòi, vực sâu...), thì tốc độ đo sẽ chậm, khó khăn và không kinh tế. Trong những trường hợp này, để xác định độ cao của những điểm lưới khống chế trắc địa, người ta dùng phương pháp đo cao lượng giác.

Như đã giới thiệu ở mục I, nguyên lý của đo cao lượng giác là dựa vào mối tương quan hàm lượng giác trong tam giác tạo bởi tia ngắm nghiêng, khoảng cách giữa hai điểm và độ chênh cao cần xác định.

Sơ đồ nguyên lý được giới thiệu trên hình 5.18.

Giả sử, cần xác định chênh cao giữa hai điểm A và B, ta đặt máy kinh vĩ ở A và mĩa (hoặc tiêu ngắm) có chiều cao t đã được xác định ở B.

Đo chiều cao máy $AJ = i$, sau đó hướng ống kính ngắm vào điểm B' trên mĩa, đo góc đứng v , đồng thời đo độ cao tiêu ngắm t .

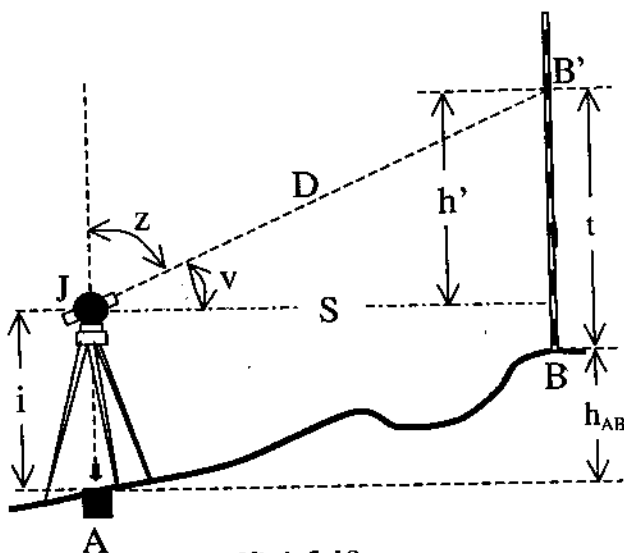
Từ hình 5.18 ta có:

$$h_{AB} = h' + i_m - t \quad (5-33)$$

Nếu tính cả ảnh hưởng của độ cong của quả đất và chiết quang của tia ngắm $f = 0,42S^2/R$ thì:

$$h_{AB} = h' + i_m - t + f \quad (5-34)$$

Trong đó: t - chiều cao tiêu ngắm, nếu dùng mĩa thì t là số đọc trên mĩa theo chỉ giữa của màn dây chữ thập.



Hình 5.18

Tuỳ theo các yếu tố đo được trong tam giác $JB'B$ mà h' có thể được tính theo các biểu thức khác nhau:

1). Nếu đo được góc đứng v và khoảng cách ngang S thì $h' = S.tgv$, lúc này:

$$h_{AB} = S.tgv + i_m - t + f \quad (5-35)$$

2). Nếu đo góc thiên đỉnh Z và khoảng cách ngang S thì:

$$h_{AB} = S.cotgZ + i_m - t + f \quad (5-36)$$

3). Nếu sử dụng máy đo dài điện tử, ta có thể đo được góc nghiêng v và khoảng cách nghiêng D , độ chênh cao sẽ tính như sau:

$$h_{AB} = D.sinv + i_m - t + f \quad (5-37)$$

4). Nếu khoảng cách S được đo bằng dây thị cự thẳng, mìa đứng thì theo công thức $S = l/\cos^2 v$ (trong đó l là hiệu số đọc trên mìa giữa chỉ dưới và chỉ trên).

$$h_{AB} = K/\cos^2 v.tgv = Kl . \cos v \sin v$$

vì $\sin 2v = 2\sin v.\cos v$ nên ta có:

$$h_{AB} = \frac{1}{2} Kl.\sin 2v + i_m - t + f \quad (5-38)$$

5). Trong trường hợp đo vẽ chi tiết để vẽ bản đồ, khoảng cách $S < 300m$ có thể bỏ qua số cải chính f . Khi đó, để đơn giản việc tính toán người ta đánh dấu trên mìa chiều cao mục tiêu t đúng bằng chiều cao máy ($t = i_m$). Lúc này, ta có:

$$h_{AB} = Stgv \quad (5-39)$$

Hoặc:

$$h_{AB} = \frac{1}{2} Kl.\sin 2v \quad (5-40)$$

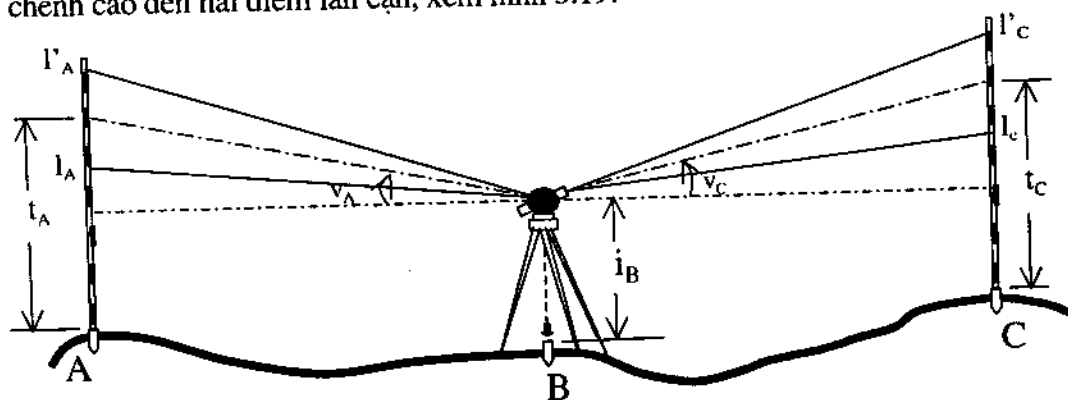
Các công thức trên áp dụng cho phương pháp đo một chiều. Trong thực tế, để làm giảm ảnh hưởng của sai số do chiết quang, sai số do ảnh hưởng độ cong trái đất và một số nguồn sai số khác, người ta thường tiến hành đo cao lượng giác theo hai chiều thuận nghịch trên từng cạnh. Từ kết quả đo, tính được chênh cao đo đi và chênh cao đo về rồi lấy trị trung bình làm trị đo chênh cao chính xác.

2. Trình tự đo đạc và tính toán trong đo cao lượng giác

Đối với phương pháp đo cao lượng giác, việc quan trọng nhất là đo góc đứng. Trong chương 3 chúng ta đã tìm hiểu phương pháp đo góc đứng. Tuy

theo phương pháp đo khoảng cách mà ta tính được độ chênh cao theo các công thức khác nhau. Sau đây ta nghiên cứu trường hợp sử dụng máy kinh vĩ và mìa đứng để đo đồng thời cả góc đứng và khoảng cách rồi tính độ chênh cao theo công thức (5-40).

Thông thường áp dụng phương pháp đặt máy kinh vĩ trên tất cả các điểm của một tuyến đường truyền độ cao. Khi đó độ chênh cao sẽ được đo đi và đo về rồi lấy trung bình. Dưới đây giới thiệu phương pháp đặt máy kinh vĩ ở một điểm đo độ chênh cao đến hai điểm lân cận, xem hình 5.19.



Hình 5.19

Đặt máy ở điểm B, tiến hành dọi tâm với độ chính xác $\leq 1\text{cm}$. Cân bằng máy chính xác. Đo chiều cao máy i_B , ví dụ $i_B = 1,50\text{m}$ ghi vào bảng 5.5. Đặt vị trí bàn độ trái, quay ống kính ngắm mìa sau A, dùng chỉ giữa ngắm một số đọc trên mìa, để cho dễ tính toán nên đặt ở số đọc chẵn, số đọc này chính là chiều cao t_A , ví dụ $t_A = 1,60\text{m}$. Tiếp đó dựa vào lưới chỉ chữ thập đọc số đọc chỉ trên T'_A và chỉ dưới D_A để tính khoảng cách ngang $S = 1/2kl\sin 2v$. Ví dụ, ta có $kl = (2382 - 0821) \times 100 = 156,1\text{m}$. Cân bằng bọt thủy trên bàn độ đứng và đọc số đọc góc đứng hai lần, ví dụ $L_1 = 90^\circ 42,9$, $L_2 = 90^\circ 43,0$ và lấy trung bình. Ví dụ: $L_{tb} = 90^\circ 43'$, $R_{tb} = 269^\circ 18'$.

Sau khi đo xong lần thứ nhất ta chuyển sang đo lần hai bằng cách thay đổi chiều cao mục tiêu t_1 .

Trong ví dụ, ta có $t'_A = 1,80$; $i = 1,50\text{m}$; $L_{tb} = 90^\circ 38,4$, $R_{tb} = 269^\circ 22',2$.

Như vậy ta đã kết thúc đo mìa A. Việc tính toán được tiến hành theo các công thức đã biết và ghi kết quả tính toán vào bảng 5.5.

Bảng 5.5: Sổ đo cao lượng giác

Số hiệu trạm máy B			Mia sau A		Mia trước C	
			Lần đo 1	Lần đo 2	Lần đo 1	Lần đo 2
Khoảng cách	Chỉ trên		2382	2581	2319	2520
	Chỉ dưới		0821	1020	0880	1082
	<i>l</i>		1561	1561	1439	1438
	<i>Khoảng cách ngang</i>		<i>156,0</i>	<i>156,0</i>	<i>143,5</i>	<i>143,5</i>
Đo góc đứng V	Bàn độ trái L	L ₁	90°42,9	90°38,3	88°32,4	82°27,2
		L ₂	43,0	38,5	32,6	27,2
		L _{tb}	90°43,0	90°38,4	88°32,5	88°27,2
	Bàn độ phải R	R ₁	269°18,0	269°22,2	271°28,4	271°33,2
		R ₂	18,0	22,3	28,4	33,3
		R _{tb}	269°18,0	269°22,2	271°28,4	271°32,2
Sai số chỉ tiêu MO			+ 0,5	+0,3	+0,2	+0,2
Góc đứng V			0°42,5	-0°38,1	+1°28,2	+1°33,0
Chênh cao h' =(1/2) K ₁ sin2v			-1,929	-1,728	+3,638	+3,888
Số đọc chỉ giữa t			1,60	1,80	1,60	1,80
Chiều cao máy i			1,50	1,50	1,50	1,50
Độ chênh cao h = h' + i - t			-2,03	-2,03	+3,58	+3,59
Độ chênh cao trung bình			-2,03		+3,58	

Sau khi đo xong hướng A, ta quay máy sang hướng C, thực hiện quá trình đo tương tự như trên, ghi kết quả vào cột mia trước C trong bảng 5.5.

Phần dưới của bảng 5.5 là kết quả tính toán:

- Sai số chỉ tiêu MO,
- Góc nghiêng V,
- Độ chênh cao h giữa hai điểm B và A, B và C, ghi ở dòng cuối bảng 5.5.
- Có thể tính ra độ chênh cao giữa hai điểm A và C:

$$h_{AC} = h_{AB} + h_{BC} = -h_{BA} + h_{BC} = -(-2,03) + 3,58 = +5,61\text{m}$$

Câu hỏi và bài tập chương 5

1. Trình bày nguyên lý đo cao bằng máy thủy chuẩn.
2. Sơ đồ cấu tạo máy thủy chuẩn có gì khác so với sơ đồ cấu tạo máy kinh vĩ?
3. Nêu đặc điểm cấu tạo máy thủy chuẩn có vít nghiêng và ống thủy dài.
4. Đặc điểm cấu tạo máy thủy chuẩn có bộ phận tự động cân bằng trục ngắm.
5. Nêu trình tự kiểm nghiệm máy thủy chuẩn có độ chính xác trung bình.
6. Trình bày phương pháp kiểm nghiệm và hiệu chỉnh sai số giao chéo và sai số góc i của máy thủy chuẩn.
7. Cấu tạo mìa thủy chuẩn và phương pháp xác định các hằng số của mìa.
8. Trình bày phương pháp đo ngắm và ghi chép kết quả đo tại một trạm máy đo thủy chuẩn.
9. Trình bày nguyên tắc bố trí, trình tự đo ngắm và tính toán một tuyến đo thủy chuẩn kỹ thuật.
10. Hãy giải thích tại sao khi đo thủy chuẩn, người ta yêu cầu phải đặt máy ở khoảng giữa hai mìa?
11. Đo cao lượng giác được sử dụng trong trường hợp nào? Phải đo những yếu tố nào? Nêu trình tự đo đạc và tính toán đo cao lượng giác tại một trạm máy.
12. Hai điểm A và B cùng cách điểm C một đoạn 1500m. Từ C đo hai góc đứng về hai mục tiêu trên, được góc đứng tương ứng là $+4^{\circ}12'$ và $0^{\circ}35'$. Hãy tính độ chênh cao giữa hai điểm A và B.

Phần ba

LƯỚI TOẠ ĐỘ ĐỊA CHÍNH

Chương 6

LƯỚI KHỐNG CHẾ MẶT BẰNG

Mục tiêu:

Sau khi học chương 6, người học cần:

- Hiểu một số vấn đề khái quát về lưới trắc địa Nhà nước, lưới toạ độ địa chính.
- Hiểu vai trò của lưới khống chế toạ độ cấp thấp.
- Biết quy trình và phương pháp xây dựng lưới khống chế đo vẽ bản đồ địa chính.

Nội dung:

- Về lưới toạ độ Nhà nước có các vấn đề như khái niệm, phân hạng, độ chính xác, công nghệ đo đạc, kết quả xây dựng lưới trắc địa Nhà nước của Việt Nam và khả năng ứng dụng nó trong xây dựng lưới toạ độ địa chính.

- Quy trình xây dựng lưới toạ độ địa chính từ thiết kế, khảo sát, chọn điểm chôn mốc, đo đạc và xử lý số liệu để có toạ độ các điểm địa chính cơ sở hạng III, lưới toạ độ địa chính địa phương cấp 1 và cấp 2.

- Phương pháp giải bài toán thông dụng nhất trong trắc địa đó là tính toạ độ vuông góc phẳng khi biết chiều dài cạnh và góc định hướng hoặc từ giá trị toạ độ hai điểm tính ra hai yếu tố trên.

- Về lưới khống chế đo vẽ sẽ học các vấn đề về phương pháp bố trí lưới và đo đạc ở thực địa; phương pháp bình sai gần đúng và tính toạ độ các điểm trong đường chuyển kinh vĩ và các điểm giao hội đo góc hoặc đo cạnh.

I. KHÁI NIỆM

1. Khái niệm về lưới khống chế trắc địa

Trắc địa là khoa học chuyên nghiên cứu về hình dáng, kích thước trái đất, địa hình mặt đất, đo vẽ các loại bản đồ và cung cấp số liệu cho các ngành kinh tế quốc dân và quốc phòng. Để đạt được mục đích đó trong công tác trắc địa người ta phải thực hiện hai phần công việc cơ bản là xây dựng hệ thống các điểm cơ sở trắc địa và đo đạc địa hình, đo đạc địa chính và công trình.

Hệ thống các điểm cơ sở trắc địa hay mạng lưới khống chế trắc địa là hệ thống các điểm được chọn và đánh dấu mốc vững chắc trên mặt đất, chúng liên kết với nhau tạo thành các mạng lưới. Người ta đo đạc các yếu tố cần thiết, xử lý số liệu và tính ra toạ độ và độ cao của các điểm theo một hệ thống toạ độ thống nhất.

Mạng lưới khống chế trắc địa được xây dựng theo nguyên tắc từ toàn diện đến cục bộ, từ độ chính xác cao đến độ chính xác thấp. Trước hết người ta dùng mạng lưới điểm khống chế có mật độ thưa và độ chính xác cao phủ trùm toàn bộ vùng lãnh thổ cần nghiên cứu. Sau đó chêm dày bởi các lưới có mật độ điểm dày hơn và có độ chính xác thấp hơn. Lưới khống chế cấp thấp nhất có mật độ và độ chính xác đáp ứng yêu cầu của công tác trắc địa chi tiết như đo địa hình, địa vật, vẽ bản đồ.

Theo công nghệ truyền thống của Trắc địa, người ta xây dựng hai hệ thống điểm khống chế trắc địa, đó là lưới khống chế toạ độ mặt bằng và lưới khống chế độ cao.

Theo quy mô và độ chính xác lưới cơ sở trắc địa, ta có thể chia chúng thành ba loại:

- Lưới khống chế trắc địa nhà nước.
- Lưới khống chế trắc địa khu vực.
- Lưới khống chế đo vẽ.

2. Lưới khống chế trắc địa nhà nước

2.1. Phân cấp lưới khống chế trắc địa nhà nước

Lưới khống chế trắc địa nhà nước của Việt Nam cả mặt phẳng và độ cao đều được xây dựng theo tuần tự 4 hạng là hạng I, hạng II, hạng III, và hạng IV.

Lưới hạng I phủ trùm toàn quốc, lưới hạng II được chêm dày vào lưới hạng I, sau đó chêm dày thêm bằng lưới hạng III và hạng IV.

Lưới trắc địa mặt bằng đảm bảo mật độ điểm trung bình: 500 km² có một điểm hạng I, 120 km² có một điểm hạng II, 50 km² có một điểm hạng III và 10 km² có một điểm hạng IV. Khu vực quan trọng có thể tăng mật độ điểm gấp hai lần mật độ trung bình. Về độ chính xác, lưới trắc địa mặt bằng của Việt Nam đảm bảo sai số trung phương tương đối chiều dài cạnh hạng I là 1: 400000, cạnh hạng IV là 1: 70000.

Lưới khống chế độ cao nhà nước cũng được xây dựng theo tuân tự 4 hạng. Lưới độ cao hạng I gồm các tuyến cơ bản dẫn từ Hải Phòng về Hà Nội, Hà Nội - Lạng Sơn, Hà Nội - Lào Cai, Hà Nội - Vĩnh Linh - Sài Gòn - Minh Hải. Lưới hạng II, III, IV là dạng lưới chêm dày vào lưới hạng cao. Lưới khống chế độ cao phục vụ trực tiếp cho việc đo vẽ bản đồ địa hình các loại tỷ lệ và phục vụ xây dựng các công trình.

2.2. Phương pháp xây dựng lưới tọa độ nhà nước

Vị trí của các điểm cơ sở trắc địa trên mặt đất có thể xác định theo hai phương pháp là *phương pháp thiên văn* và *phương pháp trắc địa*.

Bằng phương pháp quan sát các thiên thể trong vũ trụ, trắc địa - thiên văn cung cấp cho ta tọa độ địa lý φ , λ của các điểm riêng biệt trên mặt đất và góc phương vị thiên văn của các cạnh. Do độ chính xác vị trí điểm không cao nên người ta chỉ đo tọa độ điểm gốc mạng lưới theo phương pháp thiên văn. Phương pháp đo thiên văn chính xác có thể xác định góc phương vị một cạnh trên mặt đất chính xác tới 0",5, do đó các góc phương vị thiên văn sẽ là yếu tố định hướng gốc của lưới cơ sở trắc địa và có thể dùng nó để kiểm tra độ chính xác đo góc trong lưới.

Mạng lưới cơ sở trắc địa cần phải liên kết chặt chẽ, độ chính xác vị trí tương hỗ giữa các điểm đòi hỏi rất cao do vậy lưới cơ sở trắc địa được xây dựng theo phương pháp trắc địa là chính. Các phương pháp trắc địa cơ bản đã và đang được sử dụng trong thực tế là phương pháp đo tam giác, đo đường chuyền hoặc trắc địa vệ tinh.

- **Lưới tam giác:** là dạng cơ bản nhất của lưới cơ sở trắc địa. Các điểm cơ sở trắc địa được chọn trên mặt đất, chúng liên kết với nhau tạo thành một mạng

lưới tam giác. Trong một tam giác có 6 yếu tố là 3 góc và 3 cạnh, các góc quyết định hình dạng của tam giác còn yếu tố cạnh sẽ xác định độ lớn của nó. Việc lựa chọn đại lượng đo sẽ cho ta các dạng lưới tam giác khác nhau như lưới tam giác đo góc, lưới tam giác đo cạnh, v.v.

Khi biết góc phương vị của một cạnh khởi đầu, sẽ tính được góc phương vị của các cạnh khác. Khi biết toạ độ một điểm gốc sẽ tính được toạ độ các điểm khác của lưới tam giác.

- **Lưới đường chuyền:** là dạng lưới thông dụng trong trắc địa. Các điểm cơ sở trắc địa liên kết với nhau tạo thành đường gãy khúc gọi là đường chuyền. Đo tất cả các cạnh và các góc ngoặt của đường chuyền sẽ tính truyền được các góc phương vị và toạ độ từ điểm gốc tới tất cả các điểm khác.

- **Trắc địa vệ tinh:** là chuyên ngành trắc địa giải quyết nhiệm vụ khoa học và thực tiễn của trắc địa bằng cách sử dụng kết quả quan trắc vệ tinh nhân tạo. Qua một quá trình phát triển lâu dài, đến nay hầu hết các nước trên thế giới sử dụng hệ thống định vị toàn cầu của Mỹ, tên đầy đủ là Global Positioning System, viết tắt là GPS.

Hệ GPS sử dụng 24 vệ tinh nhân tạo bay trên 6 quỹ đạo ở độ cao 10900 dặm bằng 20165 km. Các trạm quan sát mặt đất thường xuyên xác định vị trí chính xác của vệ tinh trên quỹ đạo. Thông tin này được các vệ tinh thu nhận và phát đều đặn xuống mặt đất. Các máy thu GPS đặt tại các điểm quan sát, thu đồng thời tín hiệu của ít nhất 4 vệ tinh trong một khoảng thời gian nhất định. Sử dụng các phần mềm chuyên dụng để xử lý thông tin sẽ thu được toạ độ của điểm đo trong hệ toạ độ không gian địa tâm X, Y, Z hoặc vị trí tương hỗ các điểm ΔX , ΔY , ΔZ . Hiện nay sử dụng công nghệ GPS có thể xác định vị trí các điểm độc lập với sai số $2 \div 10m$, nếu đo tương đối thì độ chính xác các cạnh của lưới trắc địa có thể đạt độ chính xác tới centimet hoặc milimet. Khi xây dựng lưới cơ sở trắc địa người ta sử dụng phép đo tương đối.

2.3. Kết quả xây dựng lưới toạ độ nhà nước Việt Nam

Lưới toạ độ nhà nước Việt Nam bắt đầu được xây dựng từ những năm 60 của thế kỷ XX. Đến nay lưới toạ độ hạng I, II nhà nước đã phủ trùm toàn bộ lãnh thổ, lưới hạng III, IV đã được nhà nước xây dựng ở một số vùng lãnh

thổ. Việc xây dựng lưới hạng I, II được thực hiện qua nhiều giai đoạn, sử dụng nhiều phương pháp đo đạc khác nhau.

Bắt đầu từ năm 1959, đã xây dựng lưới tam giác đo góc hạng I dưới dạng lưới dày đặc trên toàn bộ miền Bắc đến vĩ tuyến 17, sau đó chêm điểm hạng II. Tổng số điểm hạng I là 307 điểm, số điểm hạng II là 540 điểm, cạnh tam giác hạng I dài trung bình 25 km, cạnh tam giác hạng II trung bình từ 13 - 16 km. Mật độ điểm trung bình ở khu vực miền Bắc khoảng 120 km² có một điểm. Trong mạng lưới tam giác miền Bắc đã đo 14 cạnh đáy và 28 điểm Laplace. Độ chính xác đo góc hạng I đạt 0"5, hạng II đạt 1"0.

Khu vực ven biển miền trung từ Vĩnh Linh tới Thành phố Hồ Chí Minh đã xây dựng lưới tam giác đo góc hạng II. Độ chính xác đạt tương tự như mạng lưới miền Bắc, thời gian thi công từ 1976 đến 1996.

Từ năm 1982 tới 1990 đã xây dựng lưới đường chuyền hạng II phủ trùm đồng bằng Nam bộ. Độ chính xác đo góc đạt 1"0 và sai số trung phương tương đối đo cạnh đạt 1: 180.000.

Ba khu vực khó khăn là Tây Nguyên, Sông Bé và Minh Hải đã được phủ kín nhờ mạng lưới các điểm GPS, thực hiện vào các năm 1991 - 1992. Sai số trung phương tương đối đo cạnh đạt 1: 400.000.

Đến 1992 mạng lưới tọa độ nhà nước hạng I và hạng II đã phủ trùm toàn quốc với gần 600 điểm hạng I, 1200 điểm hạng II, 70 điểm đo thiên văn. Ngoài việc đo lưới Thiên văn- Trắc địa, chúng ta còn tiến hành đo lưới trọng lực ở hầu hết các vùng trên lãnh thổ và lãnh hải.

Mạng lưới tọa độ nhà nước đã được xử lý hỗn hợp tổng thể vào thời gian từ 1992 - 1994, chúng ta đã có được một mạng lưới tọa độ hoàn chỉnh, phủ trùm toàn quốc.

Ngoài mạng lưới cơ bản kể trên, trong thời gian qua ta đã sử dụng công nghệ Doppler vệ tinh và công nghệ GPS để xây dựng lưới trắc địa cạnh dài phủ trùm toàn quốc và nối ra các hải đảo. Năm 1995, Tổng cục Địa chính quyết định xây dựng mạng lưới cấp "O" quốc gia sử dụng công nghệ GPS gồm 56 điểm trùng với điểm tọa độ hạng I, hạng II và 13 điểm mới.

Lưới toạ độ nhà nước Việt Nam xây dựng trước năm 1996 được xử lý trên bề mặt toán học Elipxoid thực dụng Kraxovski được định vị phù hợp với lãnh thổ và lãnh hải nước ta, điểm gốc toạ độ là điểm thiên văn Láng Trung, Hà Nội, điểm gốc độ cao ở Hòn Dấu, Đồ Sơn, Hải Phòng. Toạ độ vuông góc phẳng được tính trên múi chiếu Gauss Kruger 6⁰. Đây là hệ toạ độ HN-72.

Theo Quyết định số 83/2000/QĐ-TTg ngày 12/7/2000 của Thủ tướng Chính phủ thì từ tháng 8 năm 2001 nước ta bắt đầu sử dụng hệ quy chiếu và hệ toạ độ VN-2000. Trong đó Elipxoid quy chiếu quốc gia là Elipxoid WGS-84 toàn cầu được định vị phù hợp với lãnh thổ Việt Nam; điểm gốc toạ độ quốc gia NOO đặt tại Viện Nghiên cứu Địa chính, đường Hoàng Quốc Việt, Hà Nội; sử dụng hệ toạ độ phẳng UTM quốc tế. Tổng cục Địa chính đã tiến hành tính chuyển toàn bộ các điểm toạ độ nhà nước hạng I và hạng II từ hệ toạ độ HN-72 sang hệ VN-2000 để cung cấp cho người sử dụng.

Qua hơn ba mươi năm xây dựng, trên toàn quốc đã có tương đối đầy đủ lưới khống chế trắc địa hạng I, II với các điểm cách nhau khoảng 15 km, sai số tương hỗ vị trí điểm kề nhau cỡ 6 -7 cm, sai số trung phương tương đối, chiều dài cạnh yếu đạt 1: 200.000.

Một số vùng đã hoàn thành xây dựng lưới toạ độ hạng III, IV, đạt sai số tương đối cạnh yếu là 1: 100.000 và 1: 70.000. Theo nhiều tài liệu đánh giá thì lưới toạ độ nhà nước ở các vùng này đáp ứng yêu cầu đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ 1:1000, thậm chí cho tỷ lệ 1:500. Tuy nhiên, các mạng lưới này không còn đủ mật độ cần thiết để đo vẽ bản đồ tỷ lệ 1:500 trên phạm vi rộng vì các điểm đã mất và hư hỏng nhiều. Thông thường, khi đo vẽ bản đồ tỷ lệ lớn người ta phải xây dựng lưới toạ độ có mật độ dày và độ chính xác cao hơn lưới toạ độ nhà nước hạng III, hạng IV hiện thời.

3. Lưới khống chế toạ độ địa chính

Nghiên cứu về đặc điểm của lưới toạ độ nhà nước ta thấy lưới toạ độ hạng I, hạng II phủ trùm toàn bộ lãnh thổ quốc gia, được đo đạc với độ chính xác cao, đã xử lý tổng hợp cùng các số liệu khác nên nó đảm bảo tính thống nhất và hệ thống trên phạm vi cả nước. Mạng lưới này đủ điều kiện về mật độ và độ chính xác làm cơ sở để phát triển lưới toạ độ địa chính trên mọi vùng lãnh thổ của cả nước.

Lưới toạ độ hạng III và IV nhà nước đã được xây dựng ở một số vùng, nó chỉ đảm bảo mật độ và độ chính xác phục vụ đo vẽ bản đồ địa chính ở khu vực nông thôn, đất nông nghiệp, lâm nghiệp. Tuy nhiên, vai trò thực tế của nó rất hạn chế vì mạng lưới này đã bị mất mát, bị phá hỏng nhiều.

Bản đồ địa chính cần đáp ứng được yêu cầu của công tác quản lý đất đai thống nhất từ Trung ương đến địa phương nên trên toàn lãnh thổ, bản đồ địa chính phải là một hệ thống thống nhất về cơ sở toán học, độ chính xác. Mặt khác, thực tế đặt ra nhu cầu phải đo vẽ bản đồ địa chính ở nhiều vùng khác nhau trong cùng một thời gian. Để đảm bảo các yêu cầu trên, lưới toạ độ địa chính phải được xây dựng phủ trùm toàn quốc, có độ chính xác đồng đều và có khả năng độc lập thực hiện cho từng khu vực.

Ngày nay công nghệ GPS đã được ứng dụng rộng rãi trong việc thành lập các loại lưới trắc địa nhờ vào khả năng cho độ chính xác cao, giá thành hạ, thời gian thi công nhanh chóng và tiện lợi. Nó là yếu tố đảm bảo kỹ thuật cho việc lựa chọn phương án xây dựng lưới khống chế toạ độ địa chính, trong quy phạm gọi là *lưới toạ độ địa chính*.

3.1. Phân cấp lưới toạ độ địa chính

Phương án cơ bản để xây dựng lưới toạ độ địa chính được chọn hiện nay là: *chêm vào các điểm hạng I, hạng II nhà nước một mạng lưới địa chính cơ sở đo bằng công nghệ GPS, có độ chính xác đạt tiêu chuẩn hạng III nhà nước và mật độ điểm ngang với hạng IV nhà nước*. Như vậy, lưới địa chính vừa hoà nhập được với mạng lưới toạ độ quốc gia vừa đáp ứng yêu cầu đo vẽ bản đồ địa chính, tất cả các loại tỷ lệ trên phạm vi toàn quốc.

Để tăng dày mật độ điểm khống chế toạ độ, ta thực hiện chêm dày vào lưới địa chính cơ sở bằng hai cấp khống chế toạ độ cấp thấp đó là *lưới toạ độ địa chính cấp I và cấp II*.

Khi đo vẽ bản đồ địa chính bằng phương pháp đo ảnh hàng không thì chỉ cần xây dựng lưới toạ độ địa chính cấp I và cấp II theo khu vực cần thiết để phục vụ đo nối toạ độ các điểm khống chế ngoại nghiệp của các khối tam giác ảnh không gian.

Khi đo vẽ bản đồ địa chính bằng phương pháp đo trực tiếp ở thực địa cần xây dựng lưới toạ độ địa chính cấp I, cấp II rải đều trên toàn khu đo. Dựa vào lưới toạ độ địa chính cấp I, II để chêm dày lưới khống chế đo vẽ.

Như vậy lưới toạ độ địa chính được phân cấp như sau:

- Lưới địa chính cơ sở tựa vào lưới toạ độ hạng I và II nhà nước .
- Lưới toạ độ địa chính cấp I, cấp II.
- Lưới khống chế đo vẽ.

Song song với việc xây dựng lưới toạ độ mặt bằng, cần xây dựng lưới khống chế độ cao nhằm hai mục đích:

- Xác định độ cao các điểm của lưới toạ độ mặt bằng các cấp, phục vụ tính chuyển kết quả đo vẽ về mặt quy chiếu đã chọn.
- Phục vụ xác định độ cao các điểm chi tiết khi có yêu cầu thể hiện yếu tố địa hình trên bản đồ địa chính.

Sơ đồ phát triển lưới độ cao phục vụ công tác địa chính không có gì khác biệt so với lưới độ cao thông thường, tức là sử dụng lưới độ cao nhà nước hạng I, II, III, IV, khi cần chêm dày thì phát triển thêm lưới thủy chuẩn kỹ thuật.

3.2. Yêu cầu mật độ điểm toạ độ địa chính

Mật độ điểm khống chế toạ độ địa chính là số lượng điểm toạ độ được xây dựng trên một đơn vị diện tích để phục vụ đo vẽ bản đồ địa chính. Khi biết mật độ điểm và diện tích khu đo, ta dễ dàng dự tính được tổng số điểm khống chế cần xây dựng.

Để xác định mật độ điểm khống chế, cần nghiên cứu ba vấn đề:

- Phương pháp đo vẽ bản đồ địa chính.
- Tỷ lệ bản đồ địa chính cần thành lập.
- Đặc điểm địa hình, địa vật, mật độ thửa đất trên khu đo.

Trong giai đoạn hiện nay và nhiều năm tiếp theo, hai phương pháp cơ bản để đo vẽ bản đồ địa chính vẫn được sử dụng rộng rãi đó là phương pháp đo vẽ trực tiếp ở thực địa (phương pháp toàn đạc) và phương pháp đo ảnh hàng không. Cả hai phương pháp này đều cho ta khả năng xác định giá trị toạ độ

của các điểm chi tiết. Trên cơ sở tư liệu đo đạc, ta có thể dễ dàng thành lập bản đồ địa chính vẽ trên giấy hoặc tạo bản đồ số.

Ảnh hàng không đang được sử dụng rộng rãi để lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1:2000 và nhỏ hơn. Bản đồ địa chính có những yêu cầu khác với bản đồ địa hình nên thực tế đòi hỏi phải có những xử lý riêng trong quy trình công nghệ đo ảnh nhằm đáp ứng độ chính xác kích thước các thửa đất. Bằng công nghệ đo ảnh có thể lập được bản đồ địa chính tỷ lệ 1: 2000, 1: 5000 ở khu vực đất nông nghiệp và bản đồ địa chính tỷ lệ 1:10 000 ở khu vực đất lâm nghiệp.

Những tiến bộ không ngừng của thiết bị và kỹ thuật đo ảnh cho phép giảm đáng kể số điểm khống chế ngoại nghiệp, đóng vai trò điểm khởi tính cho các khối tăng dày tam giác ảnh không gian. Lưới toạ độ địa chính các cấp chỉ đóng vai trò điểm cơ sở trong các phương án đo nối khối tăng dày và đo đạc kiểm tra kết quả tăng dày, đồng thời phục vụ đo vẽ bổ sung ở ngoại nghiệp khi cần thiết. Nếu chỉ phục vụ cho tăng dày khống chế ảnh thì hoàn toàn không cần xây dựng lưới toạ độ địa chính cấp I, cấp II rải đều trên toàn khu đo mà có thể sử dụng các điểm địa chính cơ sở hạng III làm điểm gốc để đo GPS xác định toạ độ điểm đo nối các khối tam giác ảnh không gian. Trong trường hợp này mật độ điểm khống chế ngoại nghiệp sẽ giảm đáng kể.

Phương pháp đo vẽ trực tiếp ở thực địa là phương pháp cơ bản, không thể thay thế được khi đo vẽ bản đồ địa chính tỷ lệ lớn khu vực dân cư, đô thị đông đúc, thửa đất nhỏ, bị che khuất nhiều. Bản chất của phương pháp là xác định vị trí tương đối của các điểm chi tiết địa vật so với điểm khống chế đo vẽ bằng các máy toàn đạc thông thường hoặc các máy toàn đạc điện tử.

Phương pháp toàn đạc đòi hỏi các điểm khống chế phải rải đều toàn khu đo với mật độ điểm dày đặc. Tỷ lệ bản đồ càng lớn và địa vật che khuất nhiều thì phải tăng số lượng điểm khống chế. Rõ ràng mật độ điểm khống chế phục vụ đo vẽ bản đồ địa chính bằng phương pháp toàn đạc cao hơn nhiều so với phương pháp đo ảnh.

Trên cơ sở đảm bảo độ chính xác vị trí điểm chi tiết cần vẽ trên bản đồ địa chính ở tỷ lệ xác định và phương tiện máy móc đem dùng mà người ta xác định được diện tích khống chế của một điểm. Từ đó tính ra tổng số điểm khống chế cần xây dựng trên khu đo.

Lưới khống chế toạ độ địa chính từ cấp II trở lên là cơ sở để chêm dày lưới khống chế đo vẽ. Như vậy, mỗi tờ bản đồ địa chính cần có các điểm khống chế toạ độ địa chính từ cấp II trở lên. Tỷ lệ bản đồ càng lớn thì diện tích thực tế vẽ trên một tờ bản đồ càng nhỏ, diện tích khống chế của một điểm càng nhỏ, mật độ điểm khống chế trên một đơn vị diện tích càng cao.

Theo quy định trong quy phạm hiện hành thì mật độ điểm khống chế toạ độ địa chính các cấp cần đảm bảo trung bình như sau:

3.2.1. Mật độ điểm toạ độ Nhà nước và địa chính cơ sở

- Để đo vẽ bản đồ tỷ lệ 1: 5000 phải đảm bảo trên diện tích 20 đến 30 km² có một điểm toạ độ Nhà nước.

- Để đo vẽ bản đồ tỷ lệ 1: 500 ÷ 1: 2000 phải đảm bảo trên diện tích 10 đến 15 km² có một điểm toạ độ Nhà nước.

- Để đo vẽ bản đồ trên khu công nghiệp, khu vực đô thị diện tích thửa đất nhỏ, khu đất có giá trị kinh tế cao cần đảm bảo khoảng 10 km² có một điểm toạ độ Nhà nước.

- Để đo vẽ bản đồ bằng phương pháp sử dụng ảnh hàng không chỉ cần đảm bảo 20 ÷ 30 km² có một điểm toạ độ Nhà nước.

3.2.2. Mật độ điểm toạ độ địa chính cấp I, cấp II trở lên

- Để đo vẽ bản đồ tỷ lệ 1: 5000 ÷ 1: 25000 phải đảm bảo trên diện tích 5 km² có 1 điểm toạ độ địa chính cấp I, khoảng 1 km² có 1 điểm từ địa chính cấp II trở lên.

- Để đo vẽ bản đồ tỷ lệ 1: 500 ÷ 1: 2000 phải đảm bảo trên diện tích từ 3 đến 5 km² có 1 điểm toạ độ địa chính cấp I và khoảng 0,7 đến 1 km² có 1 điểm toạ độ địa chính từ cấp II trở lên.

- Để đo vẽ bản đồ trên khu công nghiệp, khu vực đô thị diện tích thửa đất nhỏ, khu đất có giá trị kinh tế cao cần đảm bảo khoảng 0,5 km² có 1 điểm toạ độ địa chính cấp I và khoảng 0,1 km² có 1 điểm toạ độ địa chính từ cấp II trở lên.

3.3. Yêu cầu độ chính xác lưới toạ độ địa chính

Lưới toạ độ địa chính được thành lập nhằm phục vụ đo vẽ bản đồ địa chính. Tính thống nhất và độ chính xác của lưới toạ độ địa chính là yếu tố quan trọng

bảo đảm cho bản đồ địa chính được thành lập ở các vùng khác nhau vẫn đồng đều về chất lượng, đặc biệt là đảm bảo độ chính xác cần thiết của các yếu tố thể hiện trên bản đồ.

Yêu cầu cơ bản nhất của bản đồ địa chính là thể hiện chính xác vị trí, kích thước và diện tích các thửa đất. Trong quá trình đo vẽ bản đồ thì bước quan trọng nhất là dùng các phương pháp đo nhằm xác định vị trí tương đối của các điểm đặc trưng của đường biên thửa đất so với điểm khống chế toạ độ.

Trong các quy phạm đo vẽ bản đồ địa chính quy định sai số trung bình vị trí điểm địa vật quan trọng, điểm đặc trưng trên đường biên thửa đất so với điểm khống chế đo vẽ gần nhất, sai số tương hỗ vị trí điểm địa vật và sai số chiều dài cạnh thửa đất. Dựa trên quy định này, người ta xác định yêu cầu độ chính xác của lưới toạ độ địa chính.

Đối với lưới toạ độ định chính cơ sở được đo bằng công nghệ GPS, người ta quy định độ chính xác chiều dài cạnh đo và độ chính xác chiều dài cạnh sau bình sai như trong bảng 6.1

Bảng 6.1

Chiều dài cạnh (km)	Sai số trung phương chiều dài cạnh đo	Sai số tương đối cạnh sau bình sai
> 50	$0.08 + 0.0015 D$	1: 600 000
30-50	$0.04 + 0.0025 D$	1: 400 000
15-30	$0.04 + 0.0025 D$	1: 300 000
5-15	$0.03 + 0.003 D$	1: 200 000
3-5	$0.02 + 0.004 D$	1: 100 000
< 3	-	0.03 m / S

Trong bảng 6.2 nêu những chỉ tiêu kỹ thuật cơ bản của lưới đường chuyển địa chính cấp I, cấp II được quy định trong quy phạm đo vẽ bản đồ địa chính ban hành năm 1999.

Đối với khu vực chỉ đo vẽ bản đồ tỷ lệ 1:1000 và nhỏ hơn, ở khu vực nông thôn thì cho phép giảm độ chính xác xây dựng lưới. Khi đó các yếu tố ở mục 1, 3 và 4 được phép tăng lên 1,5 lần; sai số khép tương đối giới hạn đường chuyền là 1:10000 đối với cấp I và là 1: 5000 đối với cấp II.

Bảng 6.2

STT	Các yếu tố của lưới đường chuyền	Chỉ tiêu kỹ thuật	
		Cấp I	Cấp II
1	Chiều dài đường chuyền không lớn hơn	4 km	2.5 km
2	Số cạnh không lớn hơn	10	15
3	Chiều dài từ điểm khởi tính đến điểm nút hoặc giữa hai điểm nút không lớn hơn	2,5 km	1 km
4	Chiều dài cạnh đường chuyền: - Chiều dài cạnh lớn nhất - Chiều dài cạnh nhỏ nhất - Chiều dài cạnh trung bình	1000 m 200 m 400 m	400 m 60 m 200 m
5	Sai số trung phương đo góc không lớn hơn	5''	10''
6	Sai số trung phương tương đối cạnh sau bình sai không lớn hơn - Đối với cạnh dưới 500 m	1/50000 ± 0.012 m	- ± 0.012 m
7	Sai số giới hạn khép góc đường chuyền	$\pm 10 \sqrt{n}$	$\pm 20 \sqrt{n}$
8	Sai số khép giới hạn tương đối đường chuyền $f_y/[S]$	1/15000	1/10000

II. XÂY DỰNG LƯỚI TOẠ ĐỘ ĐỊA CHÍNH

Lưới toạ độ địa chính được xác định gồm 3 cấp trung gian dựa vào lưới hạng I, hạng II nhà nước đó là địa chính cơ sở, địa chính cấp I, địa chính cấp II, sau đó phát triển lưới khống chế đo vẽ gồm một hoặc hai cấp. Do điều kiện kỹ thuật và công nghệ đã có những thay đổi cơ bản, các dạng lưới tam giác đo góc hầu như không còn được sử dụng. Công nghệ GPS được sử dụng để đo đạc lưới

địa chính cơ sở, còn lưới tọa độ địa chính cấp thấp hơn dùng phương pháp đường chuyền đo cạnh bằng máy toàn đạc điện tử.

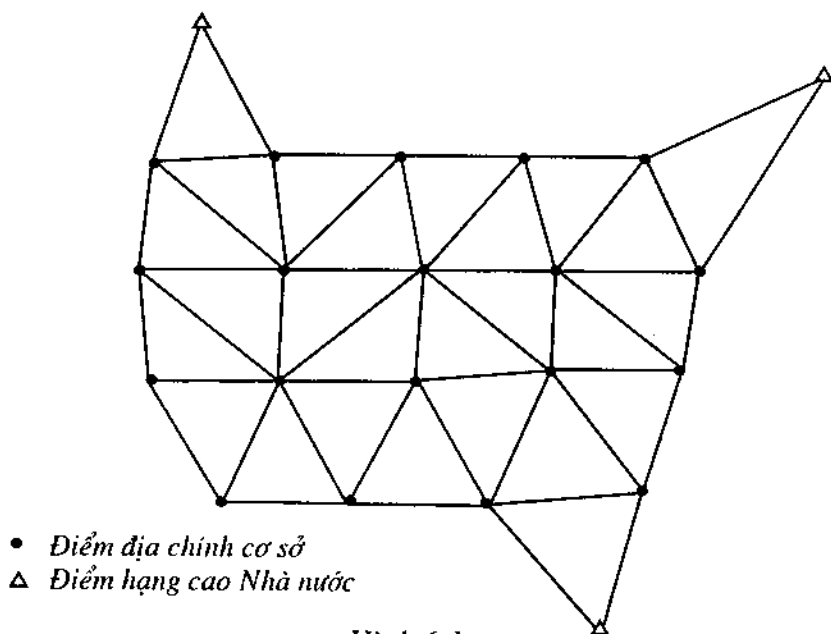
Khi xây dựng lưới tọa độ địa chính cơ sở hoặc lưới đường chuyền địa chính cấp I, cấp II phải tiến hành theo tuần tự từ thiết kế, chọn điểm, chôn mốc, đo đạc và xử lý số liệu để có được tọa độ các điểm.

1. Thiết kế lưới tọa độ địa chính

1.1. Thiết kế lưới tọa độ địa chính cơ sở

Lưới địa chính cơ sở được xây dựng theo luận chứng kinh tế, kỹ thuật của địa phương cấp tỉnh, thành phố. Đến nay đã có nhiều tỉnh xây dựng xong mạng lưới cơ sở đo bằng công nghệ GPS phục vụ công tác địa chính. Khi thiết kế xây dựng lưới địa chính cơ sở cần tuân thủ một số nguyên tắc cơ bản sau:

- Đảm bảo đủ mật độ điểm địa chính cơ sở cần thiết, làm cơ sở phát triển lưới tọa độ địa chính cấp 1, cấp 2: khoảng $20 \div 30 \text{ km}^2$ có một điểm GPS đối với khu vực đo vẽ bản đồ tỷ lệ 1: 5000 - 1: 25000, khoảng 10 - 15 km^2 có 1 điểm khi đo vẽ bản đồ địa chính tỷ lệ 1: 500 - 1: 2000, khoảng 10 km^2 có 1 điểm khi đo vẽ bản đồ địa chính khu công nghiệp và thành phố lớn.



Hình 6.1

- Lưới địa chính cơ sở phải nối chắc chắn với lưới toạ độ nhà nước hạng I, II đã có trong khu vực, tạo thành một hệ thống thống nhất trong hệ toạ độ nhà nước.
- Khi xử lý số liệu cần tính chuyển kết quả về mặt quy chiếu và hệ toạ độ nhà nước hiện hành.

Lưới địa chính cơ sở đo bằng công nghệ GPS thường được bố trí thành dạng lưới cơ bản là lưới tam giác dày đặc, đảm bảo mạng lưới trên phải nối ít nhất 3 điểm toạ độ nhà nước hạng I hạng II. Các điểm hạng cao nên chọn theo phương án phân bố đều xung quanh lưới cần xây dựng, xem hình 6.1.

1.2. Thiết kế lưới toạ độ địa chính cấp I, cấp II

Lưới toạ độ địa chính cấp I và cấp II hiện nay chủ yếu được xây dựng theo phương pháp đo đường chuyền. Trước khi thiết kế lưới toạ độ địa chính cấp I, II cần tìm hiểu kỹ nhiệm vụ đo, tỷ lệ bản đồ địa chính lớn nhất cần đo vẽ, các điều kiện tự nhiên, kinh tế, xã hội của khu vực đo, đánh giá khả năng kỹ thuật và thiết bị của đơn vị thi công.

Thu thập đầy đủ tài liệu trắc địa, bản đồ đã có trên khu đo như bản đồ địa hình các loại tỷ lệ, các điểm khống chế toạ độ và độ cao đã xây dựng ở giai đoạn trước. Khảo sát khả năng sử dụng của tài liệu Trắc địa - Bản đồ, đặc biệt là sơ đồ vị trí điểm khống chế và tìm cho được các điểm mốc ở thực địa. Đánh dấu các điểm khống chế hạng cao còn sử dụng được lên bản đồ địa hình.

Khi thiết kế đường chuyền địa chính cấp 1, 2 cần phải đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật sau:

- Đảm bảo mật độ điểm theo các điều kiện đặc trưng của khu vực đo vẽ : ở các đô thị trên diện tích $70 \div 100$ ha có một điểm địa chính 1 và 10 ha có một điểm địa chính 2, ở vùng cần đo vẽ bản đồ tỷ lệ 1:500 - 1:2000 trên diện tích khoảng $3 \div 5 \text{ km}^2$ có một điểm cấp 1 và $0,7 \div 1 \text{ km}^2$ có 1 điểm địa chính 2. Để đo vẽ bản đồ địa chính tỷ lệ 1: 5000 ÷ 1: 25000 chỉ cần 5 km^2 có 1 điểm địa chính cấp 1.

- Dạng lưới đường chuyền cấp 1 và cấp 2 là dạng lưới gồm nhiều đường chuyền tạo ra nhiều vòng khép kín, nhiều điểm nút. Nó bao gồm các tuyến nối điểm hạng cao với điểm nút hoặc nối 2 điểm nút. Chiều dài cạnh và tổng chiều dài đường chuyền phải đảm bảo theo chỉ tiêu quy phạm như đã nêu trong bảng 6.2.

- Các tuyến đường chuyển nên chọn dạng duỗi thẳng.
- Chiều dài các cạnh trong tuyến đường chuyển nên bố trí đều nhau, không có cạnh quá ngắn, không bố trí hai cạnh liên tiếp nhau có độ dài chênh nhau quá 2 lần.
- Khi hai đường chuyển song song nhau và cách nhau dưới 400m đối với cấp 1 và 150m đối với cấp 2 thì phải đo nối vào nhau.
- Khi đường chuyển ngắn hơn 600 m đối với cấp I, và 400 m đối với cấp II thì cần đảm bảo sai số khép tuyệt đối (f_s) không lớn hơn 4 cm.
- Tại các điểm hạng cao ở đầu tuyến đường chuyển phải đo 1 góc nối giữa cạnh đường chuyển với cạnh của lưới hạng cao có phương vị góc chính xác. Các điểm đo nối phương vị phải rải đều trong lưới đường chuyển. Góc nối với cạnh hạng cao phải lớn hơn 20° . Lưới đường chuyển cấp I, cấp II có dạng như hình 6.7.

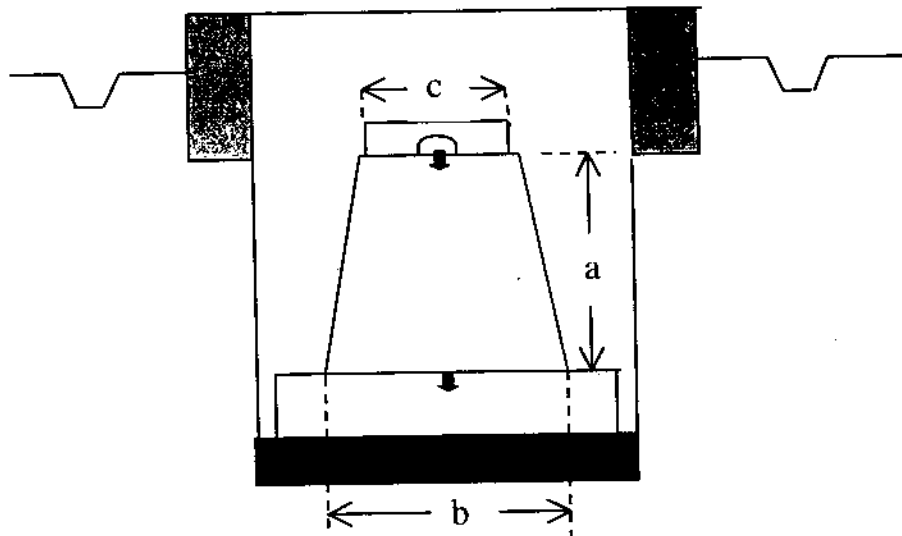
2. Khảo sát chọn điểm và chôn mốc

2.1. Chọn điểm chôn mốc địa chính cơ sở GPS

Điểm địa chính cơ sở đo bằng công nghệ GPS được chọn ở thực địa cần đảm bảo một số yêu cầu sau:

- Vị trí đặt mốc phải ổn định, vững chắc, không bị trượt lở, sụt lún.
- Thuận tiện cho việc phát triển đường chuyển địa chính cấp 1, cấp 2. Đảm bảo thông hướng tới 2 điểm lân cận để làm cạnh mở đầu đo nối phương vị cho lưới cấp thấp.
- Đảm bảo góc nhìn bầu trời tại điểm quan sát không bị che khuất là 150° , tức là góc đứng từ điểm GPS đến đỉnh các chướng ngại vật ở xung quanh nó không nhỏ dưới 15° , hay là góc ngưỡng cao (góc đứng giới hạn) đối với vệ tinh sẽ quan sát là 15° .
- Điểm GPS phải cách xa các đài phát sóng điện từ từ 500m trở lên để không bị nhiễu.

Mốc toạ độ địa chính cơ sở là loại mốc bê tông hai tầng, có dấu sứ định tâm ở cả tầng trên và tầng dưới. Mốc được chôn sâu dưới mặt đất từ 30 đến 50cm. Xung quanh mốc có xây tường bảo vệ bằng bê tông, xem hình 6.2.



Hình 6.2

2.2. Chọn điểm chôn mốc đường chuyên cấp I, II

Khi thiết kế lưới đường chuyên trên bản đồ cần chú ý đảm bảo các điểm được rải đều trên khu đo. Mặt khác, các tuyến đường chuyên cũng nên bám theo các trục giao thông, các đường phố để tiện lợi cho người thi công. Khi chọn điểm ở thực địa cần chú ý:

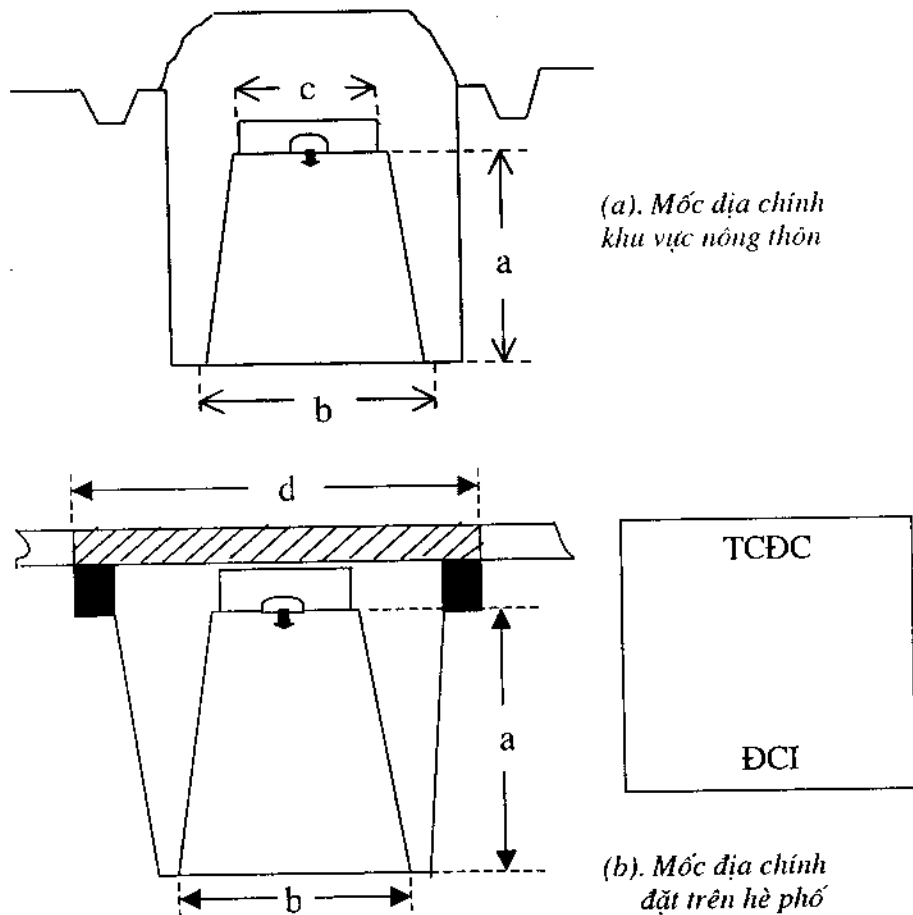
- Đảm bảo thông hướng, đo góc và đo cạnh tiện lợi. Tốt nhất là trực tiếp đặt được chân máy trên mặt đất để đo.
- Vị trí mốc phải tiện lợi cho việc phát triển lưới cấp thấp. Trong thành phố thì nên chọn ở trên hè phố, ở góc ngã ba, ngã tư, tránh đặt mốc dưới lòng đường.
- Điểm được đặt ở vùng có nền đất ổn định để bảo quản mốc, tránh va đập, trượt lở.
- Hướng ngắm không đi quá gần các chướng ngại vật để giảm ảnh hưởng của sai số chiết quang cục bộ.
- Trường hợp đặc biệt do trong thành phố có thể chọn điểm trên mái bằng các nhà cao tầng đã ổn định, vững chắc, không có hiện tượng lún và biến dạng.

Mốc đường chuyên cấp I là loại mốc bê tông cao 50 cm, đáy 40×40 cm, mặt 20×20 cm; mốc đường chuyên cấp II có kích thước tương ứng là 40×40 và

15 × 15 cm. Trên đỉnh mốc bê tông có gắn dấu mốc bằng sứ hoặc bằng thép, trên đỉnh có vạch chữ thập làm tâm mốc, xem hình 6.3.

+ Điểm địa chính ở vùng nông thôn phải chôn sâu dưới mặt đất 30 ÷ 40 cm, sau khi đặt nắp bê tông bảo vệ phải lấp đất và làm rãnh thoát nước xung quanh.

+ Điểm địa chính trong các đô thị thường được chôn trên hè phố, phía trên không lấp đất mà dùng tấm đậy bằng bê tông có kích thước 50 × 50 × 10 cm đặt cao ngang mặt hè phố để bảo vệ, trên có ghi số hiệu mốc.



Hình 6.3

Sau khi chọn điểm, chôn mốc phải lập tờ ghi chú điểm và bàn giao mốc cho đơn vị hành chính sở tại bảo vệ.

3. Đo đạc lưới tọa độ địa chính

3.1. Đo lưới địa chính cơ sở GPS

Khi đo đạc lưới địa chính cơ sở bằng công nghệ GPS sẽ sử dụng các máy thu tín hiệu vệ tinh loại Trimble Navigation Surveyor: 4000 ST, 4000 SST, 4000 SE, 4000 LS,... và các máy có độ chính xác tương đương.

Ta có thể tóm tắt quy trình đo qua các bước sau:

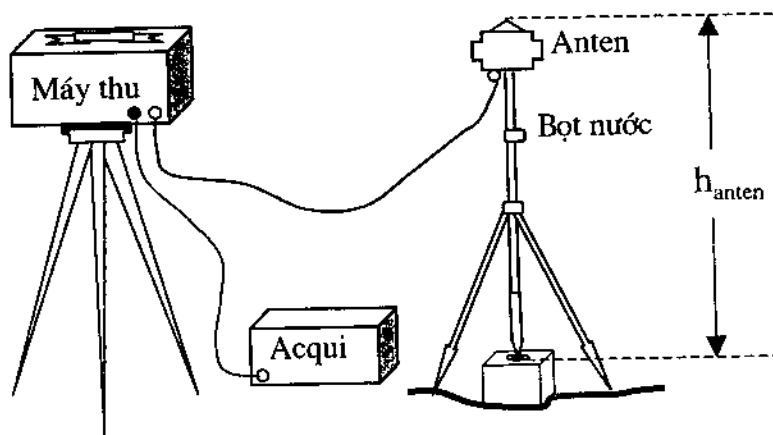
3.1.1. Lập chương trình đo

Trước hết cần xác định lịch xuất hiện vệ tinh trên bầu trời khu đo. Chạy chương trình máy tính chuyên dụng, đưa vào chương trình các tham số như khoảng thời gian sẽ đo trong ngày (ví dụ từ 6 đến 19 giờ), số lượng vệ tinh tối thiểu (4 hoặc 6 vệ tinh), góc ngưỡng cao của vệ tinh (15°). Máy sẽ chỉ cho ta lịch xuất hiện vệ tinh trong tầm quan sát từ các điểm trong khu đo. Có thể in lịch xuất hiện vệ tinh ra giấy và vẽ được sơ đồ phân bố vệ tinh cùng hướng chuyển động của nó trong hệ tọa độ chân trời.

Căn cứ vào lịch vệ tinh ta lập **chương trình đo** cho từng trạm máy, cho từng máy thu theo ngày giờ đã lựa chọn.

3.1.2. Đo đạc

- Đem máy đến điểm đo.
- Đặt máy, quy tâm, cân bằng máy. Trường hợp máy có anten rời sẽ đặt máy theo sơ đồ như hình vẽ 6.4.



- Bật máy thu trước giờ đo chính thức 5 phút để máy tự động thực hiện đồng bộ đồng hồ máy thu và đồng hồ vệ tinh.

- Kiểm tra các tham số đặt trước của máy, nếu cần thì đặt lại các tham số như: chọn số vệ tinh tối thiểu, đặt thời gian thu tín hiệu (90 hay 120 phút), đặt ngày đo, giờ bắt đầu đo, đặt đơn vị đo góc, đơn vị đo dài, chọn chế độ đo, v.v. Phần lớn các tham số này chỉ đặt một lần cho cả khu đo.

- Tiến hành thu tín hiệu vệ tinh.

- Đo các yếu tố khí tượng: nhiệt độ, áp suất, độ ẩm của không khí.

- Đo chiều cao anten hai lần vào thời điểm bắt đầu và kết thúc việc thu tín hiệu, đọc số chính xác đến milimet.

Khi kết thúc một số trạm đo hoặc bộ nhớ máy thu đầy thì tiến hành trút số liệu sang máy tính để tính toán và ghi lưu số liệu lên đĩa từ.

Việc xử lý số liệu được thực hiện trên máy tính gồm hai bước, đó là *xử lý sơ bộ* và *biên sai lưới*. Sau khi biên sai mạng lưới GPS, ta sẽ có tọa độ các điểm làm cơ sở cho việc xây dựng lưới tọa độ cấp thấp.

3.2. Đo đạc lưới đường chuyền địa chính cấp I, cấp II

Các góc của lưới đường chuyền địa chính cấp I và II được đo bằng các loại máy kinh vĩ quang học như các máy Theo 10B, Wild T2; các máy toàn đạc điện tử có độ chính xác từ 1" đến 5" như SET 2B, SET 3C, TC 1600, TC1610, TC 500, TC 600, GEOD 310. Đo góc nằm ngang theo phương pháp đo góc đơn hoặc phương pháp toàn vòng. Tùy loại máy đem dùng mà chọn số vòng đo thích hợp theo bảng 6.3.

Bảng 6.3

Loại máy	Số lần đo (n)	
	Cấp I	Cấp II
- Máy có độ chính xác đo góc là $1'' \div 2''$ Theo 010, T2, SET 2B, DT2,...	4	2
- Máy có độ chính xác đo góc là $3'' \div 5''$. DT 5, SET 3, 4 (B, C), TC 605,...	6	4

Giữa các vòng đo phải thay đổi vị trí bàn độ một góc:

$$\beta_0 = 180^\circ/n \quad (6-1)$$

Dùng ống kính dọi tâm quang học để dọi tâm, sai số dọi tâm phải nhỏ hơn 2mm. Nếu cạnh ngắn thì phải dọi tâm chính xác đến 1mm.

Trước khi đo góc phải tiến hành kiểm nghiệm máy và hiệu chỉnh máy.

Hạn sai đo góc phải đảm bảo yêu cầu nêu trong bảng 6.4.

Bảng 6.4

TT	Loại sai số đo góc	Hạn sai
1	Sai số khép về hướng mở đầu	$\pm 8''$
2	Biến động 2C trong một vòng đo	$\pm 12''$
3	Chênh trị số hướng các vòng đo đã quy "0"	$\pm 8''$
4	Chênh giá trị góc giữa các nửa vòng đo	$\pm 8''$
5	Chênh giá trị góc giữa các vòng đo	$\pm 8''$

Các cạnh của đường chuyền cấp I, cấp II được đo bằng máy toàn đạc điện tử. Các máy đo dài phải kiểm định trên bãi kiểm định chuẩn theo định kỳ hoặc trước và sau các đợt đo, mùa đo.

Dọi tâm máy chính xác đến 1mm.

Mỗi cạnh cần phải đo 3 lần riêng biệt cách nhau 15 phút hoặc đo đi, đo về. Mỗi lần đo cần đọc số 6 lần. Độ cao máy và gương đo chính xác đến milimet. Các kết quả đo khoảng cách và đo khí tượng đều được ghi vào sổ đo.

Sai số trung phương đo cạnh có dạng:

$$m_s = (a + b \cdot 10^{-6} S) \text{ mm} \quad (6-2)$$

a và b là hằng số tương ứng với từng loại máy.

Bảng 6.5 giới thiệu các thông số kỹ thuật của một số loại máy toàn đạc điện tử đang được sử dụng trong đo đạc lưới tọa độ địa chính.

Bảng 6.5

TT	Tên máy	Độ chính xác đo góc	Độ chính xác đo cạnh	Khoảng cách đo		Hãng sản xuất
				1 gương (m)	3 gương (m)	
1	SET2B, 2C	2"	$3+2 \cdot 10^{-6}D$	3500		Sokkia
2	SET 3B, 3C	3"	$5+3 \cdot 10^{-6}D$	3300		Sokkia
3	SET 4B, 4C	5"	$5+3 \cdot 10^{-6}D$	2100		Sokkia
4	TC 500	6"	$5+5 \cdot 10^{-6}D$	700	1100	Wild
6	TC 1610	1,5"	$2+2 \cdot 10^{-6}D$	2500	3500	Wild
7	TC 605	5"	$3+3 \cdot 10^{-6}D$	900	2000	Leica
8	GEOD 422	2"	$3+3 \cdot 10^{-6}D$	2300	3300	Geotonics

III. HAI BÀI TOÁN THUẬN VÀ NGHỊCH TOẠ ĐỘ VUÔNG GÓC PHẪNG

1. Bài toán thuận

Thực chất của bài toán thuận là tính toạ độ vuông góc phẳng khi biết chiều dài và góc định hướng của cạnh.

Giả sử biết toạ độ điểm A là X_A, Y_A , chiều dài cạnh giữa hai điểm A, B là S_{AB} và góc định hướng của nó là α_{AB} . Tìm toạ độ vuông góc phẳng của điểm B.

Từ hình 6.5 ta có:

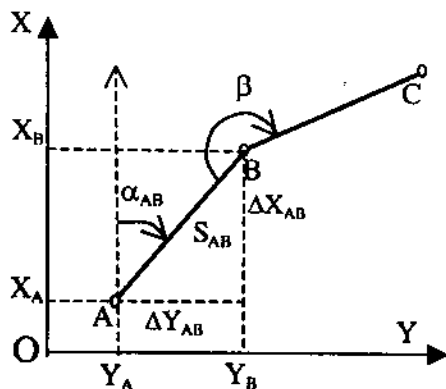
$$\Delta X_{AB} = S_{AB} \cdot \cos \alpha_{AB}$$

$$\Delta Y_{AB} = S_{AB} \cdot \sin \alpha_{AB} \quad (6-3)$$

Khi đó:

$$\begin{aligned} X_B &= X_A + \Delta X_{AB} \\ &= X_A + S_{AB} \cdot \cos \alpha_{AB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_B &= Y_A + \Delta Y_{AB} \\ &= Y_A + S_{AB} \cdot \sin \alpha_{AB} \end{aligned} \quad (6-4)$$



Hình 6.5

Ví dụ:

Cho điểm A biết toạ độ $X_A = 2346948,259\text{m}$; $Y_A = 18.515527,473\text{m}$ và biết $S_{AB} = 867,234\text{m}$; $\alpha_{AB} = 45^\circ 35' 27''$

Ta tính được:

$$X_B = 2346948,259 + 867,234 \cdot \cos 45^\circ 35' 27'' = 2346948,259 + 606,871$$

$$Y_B = 18.515527,473 + 867,234 \cdot \sin 45^\circ 35' 27'' = 18.515527,473 + 619,518$$

$$X_B = 2347555,130 \text{ m}$$

$$Y_B = 18.516146,991 \text{ m}$$

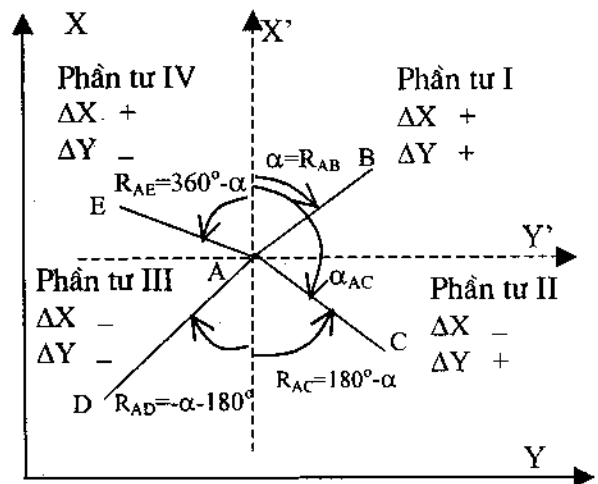
Nếu biết cạnh S_{BC} và tại B ta đo được góc bằng β , ta có thể tính ra góc phương vị của cạnh α_{BC} và sau đó tính được toạ độ điểm C.

Trong quá trình tính toán cần chú ý rằng:

- Gia số toạ độ ΔX , ΔY là hiệu số toạ độ điểm cuối và toạ độ điểm đầu của cạnh.

- Gia số toạ độ ΔX , ΔY bao giờ cũng mang dấu, có thể âm hoặc dương tùy thuộc vào vị trí tương đối của cạnh nằm vào góc phần tư nào trong hệ toạ độ có gốc trùng với điểm đầu cạnh (A).

Trên hình 6.6, qua điểm đầu (A) của cạnh ta kẻ hai trục AX' và AY' song song với hệ trục toạ độ XOY , tạo ra 4 góc phần tư được đánh số I, II, III, IV theo chiều quay của góc phương vị (chiều thuận kim đồng hồ). Khi cạnh nằm ở các góc phần tư khác



Hình 6.6

nhau, gia số toạ độ ΔX , ΔY sẽ có dấu khác nhau. Các dấu này có liên quan đến giá trị góc phương vị α và hàm số lượng giác $\sin \alpha$ và $\cos \alpha$, dấu của chúng sẽ quyết định dấu của gia số toạ độ ΔX , ΔY .

Trước đây các máy tính số chưa được ứng dụng, người ta phải lập các bảng tra giá trị hàm số lượng giác $\sin \alpha$ và $\cos \alpha$. Các hàm này có tính chất đối xứng

nên chỉ cần tính và lập bảng để tra giá trị của chúng ứng với các góc từ 0^0 đến 90^0 . Lúc đó người ta đưa ra khái niệm *góc hai phương*, đó là góc hợp bởi hướng dương hoặc âm của trục X với hướng của đường thẳng, góc này chỉ có giá trị từ 0^0 đến 90^0 . Khi tính toán tọa độ cần tính góc hai phương để có góc nhỏ hơn 90^0 thuận tiện cho việc tra bảng hàm số lượng giác rồi thay vào công thức (6-3) tính ra giá trị tuyệt đối của ΔX , ΔY và phải căn cứ vào vị trí của cạnh nằm ở góc phần tư nào mà xét dấu của ΔX , ΔY .

Tuy nhiên, ngày nay các máy tính kỹ thuật số (cả máy tính cầm tay và máy tính để bàn) đều có chức năng tính trực tiếp giá trị hàm số lượng giác theo góc α , với điều kiện các góc này phải chuyển sang đơn vị radian. Vì vậy, không còn phải tính góc hai phương mà cứ đưa trực tiếp giá trị góc định hướng α vào máy sẽ tính được $\sin \alpha$ và $\cos \alpha$ có dấu (+) hoặc (-) tương ứng với các góc phần tư. Khi đó áp dụng công thức (6-3) sẽ tính được ΔX , ΔY có dấu kèm theo.

2. Bài toán nghịch

Nội dung bài toán nghịch là biết tọa độ vuông góc phẳng của hai điểm, tính chiều dài và góc định hướng của cạnh đó.

Từ hình 6.5 nếu biết tọa độ hai điểm A và B là X_A, Y_A, X_B, Y_B ta có thể tính được chiều dài S_{AB} và α_{AB} theo công thức:

$$S_{AB} = \sqrt{\Delta X_{AB}^2 + \Delta Y_{AB}^2} \quad (6-5)$$

$$\alpha_{AB} = \arctg \frac{\Delta Y_{AB}}{\Delta X_{AB}} \quad (6-6)$$

Trong đó: $\Delta X_{AB} = X_B - X_A$ là gia số tung độ của hai điểm A và B.

$\Delta Y_{AB} = Y_B - Y_A$ là gia số hoành độ của hai điểm A và B.

Ví dụ: Biết tọa độ hai điểm A và B là:

$$X_A = 2346948,259\text{m}; Y_A = 18.515527,473\text{m}$$

$$X_B = 2347555,130\text{m}; Y_B = 516146,991\text{m}$$

Áp dụng công thức trên ta có:

$$S_{AB} = \sqrt{607,871^2 + 619,518^2} = 867,234\text{m}$$

$$\alpha_{AB} = \arctg \frac{619,518}{606,871} = 45^\circ 35' 27''$$

Chú ý: Khi đưa ΔX , ΔY vào công thức (6-6) để tính góc α , nhất thiết phải đưa c dấu của nó vào. Nếu không đưa dấu của ΔX , ΔY thì chỉ tính được góc hai phương R và phải căn cứ vào góc phân tư để tính góc định hướng α .

IV. BỐ TRÍ VÀ ĐO ĐẠC ĐƯỜNG CHUYỀN KINH VĨ TRÊN THỰC ĐỊA

1. Khái niệm đường chuyền kinh vĩ

Đường chuyền kinh vĩ là dạng lưới khống chế toạ độ cấp thấp, nó được ứng dụng để xây dựng lưới khống chế đo vẽ khi thành lập bản đồ địa hình hoặc bản đồ địa chính. Trên khu đo chọn các điểm cần thiết, đóng cọc gỗ hoặc bê tông làm dấu mốc. Các điểm này được nối với nhau tạo thành đường gãy khúc nối giữa hai điểm trắc địa cấp cao đã biết toạ độ hoặc tạo thành dạng đa giác khép kín gọi là đường chuyền. Dùng máy kinh vĩ và dụng cụ đo dài đo tất cả các góc ngoặt và chiều dài các cạnh đường chuyền để tính ra toạ độ các điểm cần xác định.

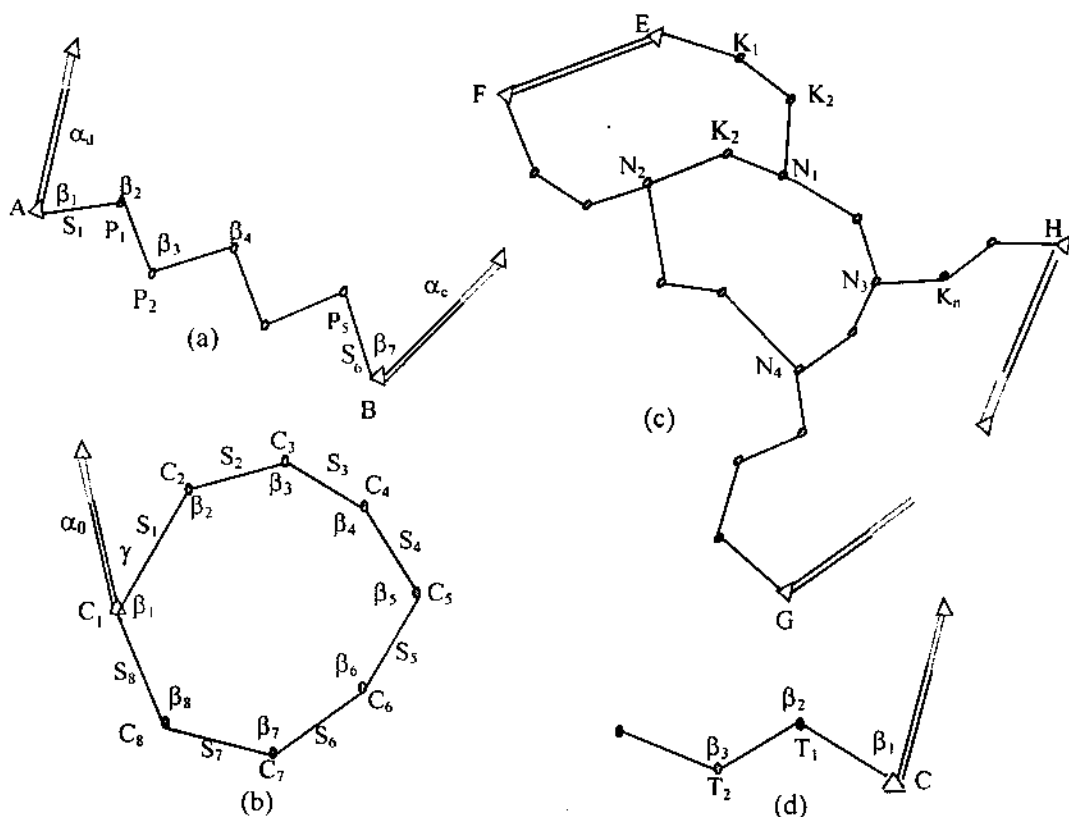
Thông thường tại một điểm đường chuyền chỉ đo một góc nằm ngang (góc ngoặt) và chiều dài hai cạnh liên kết với hai điểm lân cận vì vậy dạng đường chuyền khá linh hoạt, để bố trí lập lưới khống chế ở khu vực có địa hình phức tạp hoặc địa vật che khuất nhiều.

Trong thực tế công tác trắc địa, người ta thường bố trí đường chuyền theo 3 dạng chính là *đường chuyền nối hai điểm hạng cao*, *đường chuyền khép kín* hoặc *lưới đường chuyền*. Trong trường hợp đặc biệt còn có thể bố trí *đường chuyền dạng treo*.

Đường chuyền hình 6.7a là dạng đường chuyền đơn nối hai điểm cấp cao A và B, còn gọi là *đường chuyền phù hợp*.

Đường chuyền khép kín có dạng như hình 6.7b, đo tất cả các góc trong của đa giác và góc nối γ , đo tất cả các cạnh.

Lưới đường chuyền, xem hình 6.7c, gồm nhiều tuyến đường chuyền tạo thành vòng khép kín và các điểm nút N_1, N_2, N_3 . Các điểm cần xác định K_i của lưới đường chuyền rải đều trên toàn khu đo. Điểm nút là điểm cần xác định nhưng tại đó có ít nhất 3 tuyến gặp nhau.



Hình 6.7

Đường chuyển có dạng như hình 6.7d gọi là đường chuyển nhánh hay đường chuyển treo. Nó xuất phát từ một điểm cấp cao biết tọa độ, không nối về điểm cấp cao khác.

Trong hình vẽ 6.7, các điểm đánh dấu hình tam giác là các điểm đã biết tọa độ; các cạnh vẽ 2 nét song song nhau là cạnh nối 2 điểm cấp cao đã biết hay cạnh đã biết góc phương vị chính xác; các góc đo kí hiệu là β_i , cạnh đo S_i ; các điểm cần xác định là P_i , T_i , C_i , K_i và N_i .

Góc hợp bởi một cạnh đã biết và một cạnh đo gọi là góc nối phương vị (góc γ trên hình 6.7b). Góc nối được sử dụng để tính truyền góc phương vị từ cạnh góc cấp cao đến các cạnh khác của đường chuyển.

2. Tiêu chuẩn kỹ thuật đường chuyên kinh vĩ phục vụ đo vẽ bản đồ địa chính

Điểm khống chế đo vẽ được xác định nhằm chèn dày các điểm khống chế tọa độ và độ cao tạo ra các điểm trạm đo để đặt máy đo vẽ bản đồ địa chính. Hiện nay lưới khống chế đo vẽ được xây dựng chủ yếu dưới dạng đường chuyên kinh vĩ. Lưới khống chế đo vẽ cần đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật sau:

- Sai số trung phương vị trí điểm yếu của lưới khống chế đo vẽ sau bình sai so với điểm khống chế gần nhất không lớn quá 0,1 mm tính theo tỷ lệ bản đồ.
- Điểm khống chế đo vẽ phải phân bố đều trên khu đo.
- Vị trí đặt điểm phải thuận lợi cho việc phát triển lưới cấp thấp hơn và dễ dàng đo vẽ chi tiết, đo được nhiều điểm chi tiết nhất.
- Sơ đồ xây dựng lưới khống chế đo vẽ phải phù hợp với đặc điểm khu đo và tỷ lệ bản đồ cần đo vẽ.
- Lưới khống chế đo vẽ phải được thiết kế trên bản đồ cũ sau đó mới chọn điểm thực địa và chôn mốc để sử dụng lâu dài.

Tùy theo đặc điểm khu đo và tỷ lệ bản đồ đo vẽ mà dùng một trong hai phương án phát triển lưới khống chế đo vẽ sau:

Phương án I:

Phương án này được dùng để lập lưới khống chế đo vẽ bản đồ địa chính khu vực đô thị, dân cư dày đặc, tỷ lệ bản đồ cần đo vẽ là 1: 500, 1:1000 và 1:2000. Trong phương án I người ta xây dựng đường chuyên kinh vĩ gồm hai cấp:

- Đường chuyên kinh vĩ cấp 1 tựa vào điểm tọa độ địa chính cấp 2 trở lên.
- Đường chuyên kinh vĩ cấp 2, tựa vào điểm từ kinh vĩ cấp 1 trở lên.

Phương án II:

Dùng lập lưới khống chế đo vẽ khi đo vẽ bản đồ địa chính khu vực dân cư nông thôn, vùng đất nông nghiệp, tỷ lệ bản đồ cần đo vẽ là 1:1000, 1:2000, 1:5000 hoặc 1:10000 và 1:25000. Trong phương án này cần xây dựng lưới khống chế đo vẽ dạng đường chuyên kinh vĩ hai cấp là đường chuyên kinh vĩ cấp 1 và đường chuyên kinh vĩ cấp 2. Tuy nhiên, độ chính xác thấp hơn hẳn phương án I, các tiêu chuẩn kỹ thuật được mở rộng hơn.

Các chỉ tiêu kỹ thuật của đường chuyên kinh vĩ theo hai phương án trên được ghi rõ trong “*Quy phạm đo vẽ bản đồ địa chính*”, xem bảng 6.6.

Bảng 6.6

TT	Tỷ lệ bản đồ	[S] _{max} (m)		m _β ''		f _s /[S]	
		KV1	KV2	KV1	KV2	KV1	KV2
1	Khu vực đô thị						
	1:500,1:1000,1:2000	600	300	15''	15''	1:4000	1:2500
2	Khu vực nông thôn						
	1:1000	900	500	15''	15''	1:4000	1:2000
	1:2000	2000	1000	15''	15''	1:4000	1:2000
	1:5000	4000	2000	15''	15''	1:4000	1:2000
	1:10000, 1:25000	8000	6000	15''	15''	1:4000	1:2000

Trong bảng 6.6:

- [S]_{max} (m) là tổng chiều dài cho phép của đường chuyên kinh vĩ
- m_β'' là sai số trung phương đo góc đường chuyên kinh vĩ
- f_s/[S] là sai số khép tương đối đường chuyên kinh vĩ.

Tiêu chuẩn độ chính xác các yếu tố của đường chuyên kinh vĩ ở phương án I và phương án II có sự khác nhau đáng kể. Đối với khu vực đô thị, các điểm khống chế toạ độ từ địa chính cấp 2 trở lên khá dày và yêu cầu độ chính xác đo vẽ bản đồ cao hơn nên tổng chiều dài cho phép của đường chuyên kinh vĩ các cấp phải ngắn hơn chiều dài đường chuyên ở các khu vực khác. Đồng thời sai số khép tương đối đường chuyên cũng yêu cầu cao hơn đối với khu vực nông thôn.

3. Công tác ngoại nghiệp khi thành lập đường chuyên kinh vĩ

3.1. Thiết kế đường chuyên kinh vĩ

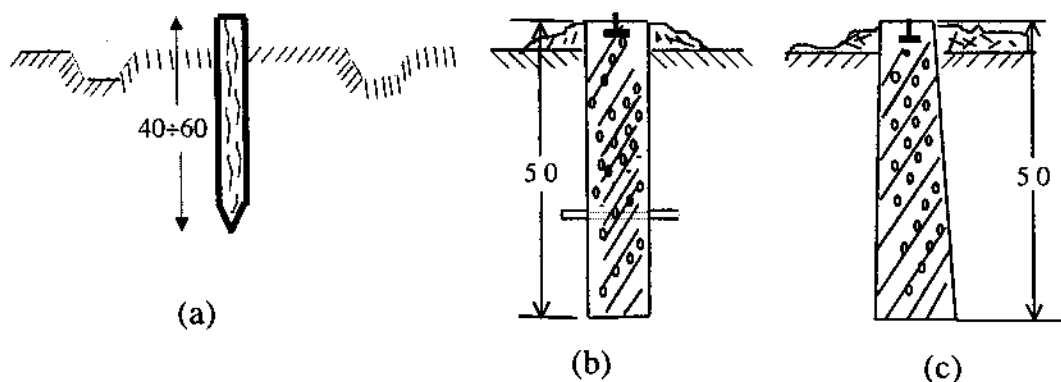
Trước khi thiết kế đường chuyên cần nghiên cứu bản đồ cũ, nghiên cứu địa hình, địa vật khu đo, tìm kiếm các điểm khống chế cấp cao đã xây dựng từ trước và đánh giá xem chúng còn sử dụng được hay không.

Căn cứ vào đặc điểm địa hình, địa vật đồng thời dựa vào các điểm khống chế cấp cao, để bố trí đường chuyên kinh vĩ có dạng đường chuyên phù hợp, đường chuyên khép kín hoặc dạng lưới đường chuyên có nhiều điểm nút và vòng khép, xem hình 6.7. Các điểm đường chuyên phải phân bố đều trên khu đo, đặt ở nơi quang đãng thuận lợi cho đo vẽ chi tiết bản đồ.

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

3.2. Chọn điểm, chôn mốc đường chuyên kinh vĩ

Sau khi thiết kế đường chuyên, ta đem bản thiết kế ra thực địa khảo sát lại vị trí các điểm và chọn điểm chính thức. Điểm đường chuyên phải đặt trên nền đất vững chắc, đảm bảo thông hướng với các điểm bên cạnh để dễ dàng đặt máy đo góc và đo chiều dài các cạnh.



Hình 6.8

Tại các điểm đường chuyên đã chọn phải chôn mốc để đánh dấu vị trí điểm. Tùy theo yêu cầu của công việc mà có thể sử dụng loại mốc tạm thời bằng cọc gỗ hoặc loại mốc sử dụng lâu dài bằng bê tông. Cọc gỗ có đường kính $5 \div 8$ cm, dài $40 \div 60$ cm, trên đầu cọc có đóng đinh sắt nhỏ làm tâm mốc, xem hình 6.8.a. Mốc bê tông có dạng như hình 6.8b, 6.8c, trên đỉnh có gắn lõi thép hoặc dấu sứ có dấu chữ thập làm dấu tâm mốc.

3.3. Đo đường chuyên kinh vĩ

Trước khi đo đường chuyên cần phải kiểm nghiệm và hiệu chỉnh máy kinh vĩ, máy đo dài và thước thép.

Tại các điểm đường chuyên, kể cả điểm cấp cao nối với đường chuyên phải đặt máy kinh vĩ để đo tất cả các góc nằm ngang. Khi đo góc đường chuyên người ta thường đo góc ở phía bên trái người đo theo hướng đi từ đầu đến cuối đường chuyên.

Dùng máy kinh vĩ độ chính xác 3" – 5" đo 1 vòng hoặc máy chính xác 10" đo 2 vòng đối với các góc của đường chuyên kinh vĩ cấp 1 và cấp 2.

Giá trị góc giữa các vòng đo không chênh lệch nhau quá 30". Sai số khép góc đường chuyên không vượt quá giới hạn:

$$f_{\beta_{ph}} = \pm 30'' \cdot \sqrt{n} \quad (6-7)$$

Trong đó n là số góc đo của đường chuyên.

Cạnh đường chuyên kinh vĩ được đo hai lần riêng biệt bằng máy đo dài điện tử có sai số đo không lớn hơn $m_D = 5\text{mm} + 5 \cdot 10^{-6} D$ hoặc đo bằng thước thép đã kiểm nghiệm với hai lần đo đi, đo về. Kết quả đo đi, đo về không chênh nhau quá 1:3000 chiều dài cạnh đã đo.

Ngày nay các máy toàn đạc điện tử được sử dụng rất rộng rãi, ta có thể sử dụng các máy này để kết hợp đo đồng thời cả góc và cạnh của đường chuyên kinh vĩ. Nếu cạnh có độ dốc lớn thì phải đo góc đứng để tính chuyển thành cạnh nằm ngang.

Kết quả đo góc và đo dài phải ghi chép đầy đủ vào sổ theo mẫu quy định, không tẩy xóa và phải tính toán, kiểm tra chặt chẽ.

V. TÍNH TOÁN ĐƯỜNG CHUYÊN KINH VĨ

Trước khi tính toán đường chuyên kinh vĩ cần phải kiểm tra toàn bộ số đo góc, đo cạnh. Tính giá trị trung bình của trị đo góc, trị đo cạnh. Vẽ sơ đồ lưới đường chuyên, trên sơ đồ ghi rõ tên điểm, chỉ rõ góc và cạnh đo.

Mục đích cuối cùng của việc tính toán đường chuyên là tìm ra tọa độ chính xác của các điểm cần xác định trong đường chuyên. Do các kết quả đo có tồn tại sai số đo nên trước khi tính tọa độ chính thức, cần tìm cách phát hiện sai số đo, sau đó tính toán hiệu chỉnh kết quả đo để các đại lượng đo thỏa mãn các điều kiện lý thuyết toán học. Công việc đó gọi là bình sai đường chuyên. Đối

với các mạng lưới trắc địa có độ chính xác cao cần sử dụng các phương pháp bình sai chặt chẽ. Đường chuyền kinh vĩ là loại lưới khống chế đo vẽ có độ chính xác thấp nên chỉ dùng phương pháp bình sai gần đúng. Sau đây sẽ giới thiệu phương pháp bình sai gần đúng đường chuyền kinh vĩ.

1. Bình sai và tính toán đường chuyền kinh vĩ dạng khép kín

1.1. Kiểm tra sai số khép góc và hiệu chỉnh góc

Đường chuyền khép kín có dạng như hình 6.7b. Giả sử số cạnh của đa giác là n , khi đó số góc đo trong đa giác cũng là n . Đây là đa giác phẳng nên tổng số góc trong của đa giác theo lý thuyết sẽ là:

$$\sum \beta_{tt} = (n-2).180^\circ \quad (6-8)$$

Dùng các kết quả đo ta tính được tổng các góc đo trong đa giác. Do các góc đo có chứa sai số nên tổng các góc đo sẽ không bằng tổng góc lý thuyết, độ chênh của hai tổng góc được gọi là sai số khép đo góc:

$$f_\beta = \sum \beta_{do} - \sum \beta_{tt} \quad (6-9)$$

Sai số khép góc đo phải nhỏ hơn giới hạn cho phép. Theo lý thuyết sai số ta lấy sai số giới hạn bằng hai lần sai số trung phương, tức là:

$$\Delta_{gh} = 2.m_\beta''$$

Sai số giới hạn của tổng n góc trong đường chuyền khép kín sẽ tính theo công thức:

$$f_{\beta_{gh}} = 2. m_\beta'' . \sqrt{n}$$

Đã quy định sai số trung phương đo góc là $15''$ nên sai số khép giới hạn đo góc đường chuyền sẽ là:

$$f_{\beta_{gh}} = \pm 30'' . \sqrt{n} \quad (6-10)$$

Kiểm tra chất lượng kết quả đo góc đường chuyền bằng cách so sánh sai số khép đo góc với sai số khép giới hạn, điều kiện là:

$$f_\beta \leq f_{\beta_{gh}} \quad (6-11)$$

Nếu thoả mãn điều kiện (6-11) thì phân phối đều sai số khép góc cho n góc đo, tức là tính số hiệu chỉnh góc và góc sau khi hiệu chỉnh theo công thức:

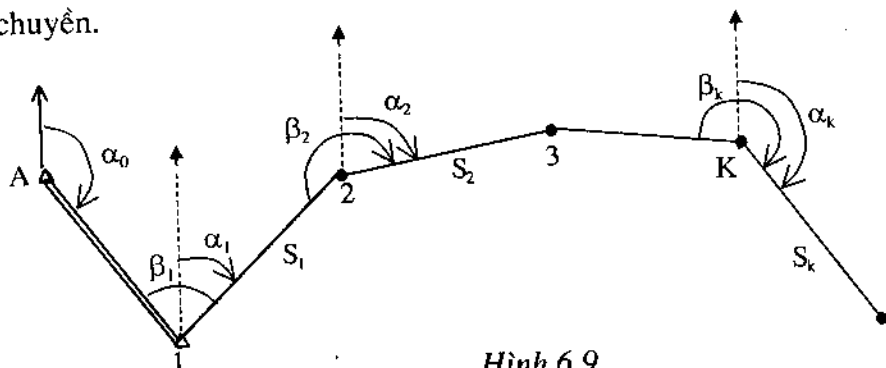
$$v_{\beta} = \frac{-f_{\beta}}{n} \quad (6-12)$$

$$\beta_i' = \beta_i + v_{\beta} = \beta_i - \frac{f_{\beta}}{n} \quad (6-13)$$

Kiểm tra tính toán bằng cách lấy tổng $\Sigma \beta'$, nó phải bằng tổng góc lý thuyết.

1.2. Tính góc định hướng các cạnh đường chuyền

Có đường chuyền như hình vẽ 6.9, trong đó góc định hướng của cạnh mở đầu là α_0 , các góc đo là β_i , cần tính góc định hướng của các cạnh khác trong đường chuyền.



Hình 6.9

Chọn chiều tính đường chuyền theo chiều từ điểm 1, 2... k đến điểm cuối, khi đó các góc β_i nằm ở bên trái đường chuyền. Trường hợp tính toán theo chiều ngược lại từ B về A thì các góc β_i được gọi là góc bên phải.

Từ hình 6.9 ta có các công thức tính góc định hướng của các cạnh:

$$\alpha_1 = \alpha_0 + \beta_1 - 180^\circ$$

$$\alpha_2 = \alpha_1 + \beta_2 - 180^\circ = \alpha_0 + (\beta_1 + \beta_2) - 2 \cdot 180^\circ$$

.....

$$\alpha_K = \alpha_0 + \sum_{i=1}^K \beta_i - K \cdot 180^\circ \quad (6-14)$$

Nếu đo góc bên phải đường chuyền ta có công thức:

$$\alpha_K = \alpha_0 - \sum_{i=1}^K \beta_i + K \cdot 180^\circ \quad (6-15)$$

1.3. Kiểm tra sai số khép toạ độ và tính toạ độ điểm cần xác định

Dùng chiều dài cạnh S_i và góc định hướng α_i vừa tính được để tính gia số toạ độ trên từng cạnh đường chuyển theo công thức:

$$\Delta x_i = S_i \cdot \cos \alpha_i \quad (6-16)$$

$$\Delta y_i = S_i \cdot \sin \alpha_i$$

Đối với đường chuyển có dạng khép kín thì theo lý thuyết ta có tổng gia số toạ độ trên n cạnh phải bằng không:

$$\sum \Delta x_n = 0, \quad \sum \Delta y_n = 0$$

Do kết quả đo chiều dài cạnh S_i của đường chuyển có sai số, mặt khác góc β_i vẫn tồn tại sai số vì vậy trong các góc định hướng α_i vẫn có sai số nên các gia số toạ độ $\Delta X_i, \Delta Y_i$ tính theo công thức (6-16) có sai số.

Nếu dùng các gia số toạ độ này để tính đường chuyển toạ độ qua các điểm theo vòng khép kín ta không được điểm A mà được điểm A' không trùng với A. Đoạn AA' được gọi là sai số khép vị trí điểm, ký hiệu là f_s . Chiếu f_s xuống hai trục toạ độ ta được sai số khép toạ độ f_x và f_y , xem hình 6.10.

Tổng lý thuyết của gia số toạ độ trong vòng kín bằng không nên ta có ngay sai số khép toạ độ:

$$f_x = \sum \Delta x$$

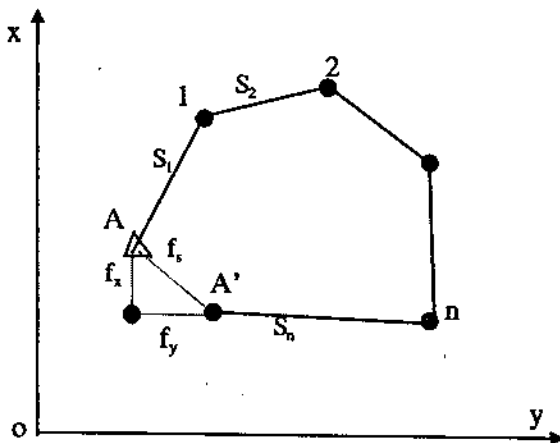
$$f_y = \sum \Delta y \quad (6-17)$$

Sai số khép vị trí điểm sẽ tính theo công thức:

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (6-18)$$

Tổng chiều dài cạnh toàn đường chuyển là $\sum S$, ta tính được sai số khép tương đối đường chuyển:

$$\frac{1}{T} = \frac{f}{\sum S} \leq \frac{1}{T_{cr}} = \frac{1}{2500} \quad (6-19)$$



Hình 6.10

Ở vùng nông thôn thì lấy $1/T_{cf} = 1/2000$. Nếu kết quả tính toán kiểm tra không đảm bảo điều kiện (6-19) thì phải đo lại. Nếu kiểm tra đạt yêu cầu thì tính số hiệu chỉnh gia số toạ độ theo nguyên tắc: đổi dấu sai số khép f_x, f_y và phân phối nó theo tỷ lệ thuận với chiều dài các cạnh.

$$\begin{aligned} V_{\Delta x_i} &= -\frac{f_x}{\sum S} \cdot S_i \\ V_{\Delta y_i} &= -\frac{f_y}{\sum S} \cdot S_i \end{aligned} \quad (6-20)$$

Kiểm tra theo công thức:

$$\begin{aligned} \sum v_{\Delta x} &= -f_x \\ \sum v_{\Delta y} &= -f_y \end{aligned} \quad (6-21)$$

Gia số toạ độ trên cạnh thứ i sau bình sai là:

$$\begin{aligned} \Delta x_i' &= \Delta x_i + V_{\Delta x_i} \\ \Delta y_i' &= \Delta y_i + V_{\Delta y_i} \end{aligned} \quad (6-22)$$

Dựa vào toạ độ điểm đầu đã biết và gia số toạ độ trên các cạnh đã bình sai ta tính được toạ độ các điểm đường chuyển:

$$\begin{aligned} x_i &= x_{i-1} + \Delta x_i' \\ y_i &= y_{i-1} + \Delta y_i' \end{aligned} \quad (6-23)$$

2. Bình sai và tính toán đường chuyển kinh vĩ dạng phù hợp

Về trình tự tính toán bình sai đường chuyển kinh vĩ có dạng phù hợp hoàn toàn tương tự như tính toán đường chuyển khép kín đã giới thiệu ở phần trên. Tuy nhiên, do dạng đường chuyển khác nhau nên phải dùng công thức khác nhau để tính các sai số khép góc và khép toạ độ.

Xét đường chuyển phù hợp hình 6.7a. Đã biết toạ độ điểm đầu A và điểm cuối B là x_A, y_A, x_B, y_B ; biết góc định hướng cạnh đầu và cạnh cuối là α_a, α_c . Đo các cạnh S_i và các góc β_i .

Xuất phát từ phương vị α_a , sử dụng các góc β_i nằm bên trái đường tính, ta sẽ tính được góc phương vị α_c theo công thức:

$$\alpha_c = \alpha_d + \sum_1^n \beta - n.180^0$$

Suy ra giá trị lý thuyết của tổng góc đo bên trái đường chuyền phù hợp:

$$(\sum \beta)_{lt} = (\alpha_c - \alpha_d) + n.180^0$$

Sai số khép góc sẽ tính theo công thức:

$$f_\beta = \sum \beta_{do} - (\alpha_c - \alpha_d) + n.180^0 \quad (6-24)$$

Nếu góc β_i nằm bên phải đường tính thì:

$$f_\beta = \sum \beta_{do} - (\alpha_d - \alpha_c) - n.180^0 \quad (6-25)$$

Kiểm tra sai số khép góc theo công thức (6-10), (6-11) và tính giá trị góc sau bình sai. Sau đó tính góc định hướng các cạnh theo (6-14) và tính gia số toạ độ trên từng cạnh theo công thức (6-16).

Giá trị lý thuyết của tổng gia số toạ độ trong đường chuyền phù hợp chính là hiệu số toạ độ hai điểm cấp cao đã biết, do đó ta có công thức tính sai số khép toạ độ như sau:

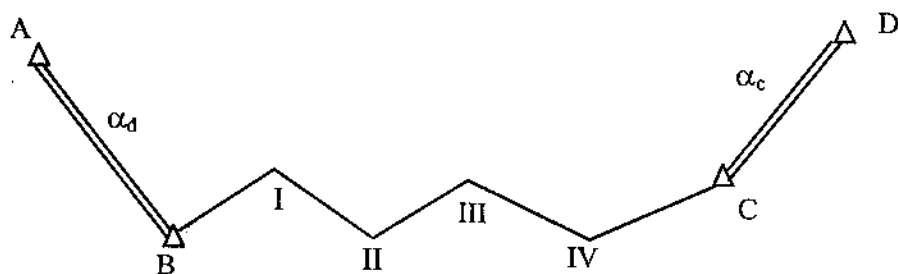
$$f_x = \sum \Delta x - (x_B - x_A) \quad (6-26)$$

$$f_y = \sum \Delta y - (y_B - y_A)$$

Tính sai số khép vị trí f_s theo công thức (6-18), kiểm tra sai số khép tương đối theo điều kiện (6-19), nếu đạt yêu cầu thì hiệu chỉnh gia số toạ độ và tính toạ độ điểm đường chuyền theo (6-20), (6-21) và (6-22).

Ví dụ:

Bình sai kết quả đo và tính toạ độ các điểm đường chuyền kinh vĩ, hình 6.11. Số liệu gốc cho trong bảng (6.7). Kết quả đo góc và đo độ dài cạnh đường chuyền ghi ở cột 2 và 4 của bảng (6.8).



Hình 6.11

Bảng 6.7: Bảng số liệu góc

Điểm	Toạ độ X (m)	Toạ độ Y (m)	Phương vị
A			153 ⁰ 20'.00
B	2331240.70	502461.27	
C	2331260.21	502946.02	
D			64 ⁰ 42'.40

Trình tự tính toán như sau:

1). *Tính sai số khép góc đường chuyền*

$$f_{\beta} = \sum \beta_{\text{đo}} - (\alpha_{\text{CD}} - \alpha_{\text{AB}} + 6 \cdot 180^0) = -0'.9 = -54''$$

So sánh với sai số giới hạn:

$$f_{\beta_{\text{gh}}} = 30'', \sqrt{n} = 30'', \sqrt{6} = \pm 73''$$

ta có $f_{\beta} < f_{\beta_{\text{gh}}}$, kết luận đo góc đạt yêu cầu.

2). *Tính số hiệu chỉnh góc đo*

$$v_{\beta_i} = \frac{-f_{\beta}}{n} = \frac{-(-0'.9)}{6} = +0'.15$$

3). *Tính góc phương vị các cạnh theo góc đã hiệu chỉnh*, được kết quả ở cột 3 bảng (6.8).

4). *Tính gia số toạ độ theo công thức (6-16).*

5). *Tính sai số khép toạ độ theo công thức (6-26), xem cột 5 và 6.*

$$f_x = \sum \Delta x - (X_c - X_B) = -15 \text{ cm}$$

$$f_y = \sum \Delta y - (Y_c - Y_B) = +17 \text{ cm}$$

Tính $f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = 23 \text{ cm}$

$$\frac{f_s}{[S]} = \frac{0.23 \text{ cm}}{496.42 \text{ m}} = \frac{1}{2160} < \frac{1}{2000}$$

6). *Phân phối sai số khép toạ độ theo công thức (6-20) và tính toạ độ các điểm theo công thức (6-23), xem cột 7 và 8 bảng (6.8).*

Bảng 6.8: Bình sai và tính toạ độ đường chuyền

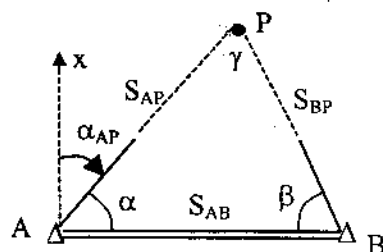
Điểm	Góc đo	Góc phương vị	Cạnh (m)	Giá số toạ độ		Toạ độ điểm	
				Δx	Δy	X(m)	Y(m)
1	2	3	4	5	6	7	8
A		$153^{\circ}20,00'$					
B	$97^{\circ}17,2'$ ^{+0,15}	70 37,35	82,41	27,34 ⁺³	77,74 ⁻³	2331240,70	502461,27
I	$206^{\circ}20,7'$ ^{+0,15}	96 58,20	97,23	-11,80 ⁺³	96,51 ⁻³	2331268,07	502538,98
II	$163^{\circ}41,6'$ ^{+0,15}	80 39,95	75,67	12,27 ⁺³	74,67 ⁻³	2331256,30	502635,46
III	$204^{\circ}52,1'$ ^{+0,15}	105 32,20	103,24	-27,65 ⁺³	99,47 ⁻⁴	2331268,60	502710,10
IV	$156^{\circ}27,4'$ ^{+0,15}	81 59,75	137,87	19,20 ⁺³	136,53 ⁻⁴	2331240,98	502809,53
C	$162^{\circ}42,5'$ ^{+0,15}	$64^{\circ}42,40'$				2331260,21	502946,02
D							
Σ	$991^{\circ}22,4'$			19,36	484,92	19,51	484,75

VI. XÁC ĐỊNH ĐIỂM KHỐNG CHẾ THEO CÁC PHƯƠNG PHÁP GIAO HỘI

Khi cần thêm dày thêm điểm khống chế toạ độ vào giữa các điểm khống chế cấp cao đã có trên khu đo, ta dùng phương pháp giao hội xác định điểm là tương đối thuận lợi. Tùy theo phương pháp đo mà người ta chia ra các loại: giao hội góc thuận, giao hội góc nghịch, giao hội cạnh.

1. Giao hội góc thuận

Có hai điểm khống chế cấp cao A và B đã biết toạ độ. Muốn xác định toạ độ của điểm P theo phương pháp giao hội thuận người ta đặt máy kinh vĩ tại điểm A và B, đo các góc nằm ngang α và β . Có thể ứng dụng nhiều phương pháp để tính toạ độ điểm P.



Hình 6.12

1.1. Giải tam giác và tính tọa độ

Từ tọa độ của 2 điểm đã biết A, B, dùng bài toán ngược tính ra chiều dài cạnh S_{AB} và góc phương vị α_{AB} :

$$\alpha_{AB} = \text{artg} \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} \quad (6-27)$$

$$S_{AB} = \frac{x_B - x_A}{\cos \alpha_{AB}} = \frac{y_B - y_A}{\sin \alpha_{AB}} = \sqrt{\Delta X_{AB}^2 + \Delta Y_{AB}^2} \quad (6-28)$$

Dùng hai góc đo và cạnh S_{AB} tính ra chiều dài cạnh S_{BP} , S_{AP} :

$$S_{AP} = \frac{S_{AB} \cdot \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)} \quad , \quad S_{BP} = \frac{S_{AB} \cdot \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)} \quad (6-29)$$

Tính góc phương vị cạnh AP, BP:

$$\begin{aligned} \alpha_{AP} &= \alpha_{AB} - \alpha \\ \alpha_{BP} &= \alpha_{BA} + \beta \end{aligned} \quad (6-30)$$

Tính tọa độ điểm P:

$$\begin{aligned} x_P &= x_A + S_{AP} \cdot \cos \alpha_{AP} \\ y_P &= y_A + S_{AP} \cdot \sin \alpha_{AP} \end{aligned} \quad (6-31)$$

$$\begin{aligned} x_P &= x_B + S_{BP} \cdot \cos \alpha_{BP} \\ y_P &= y_B + S_{BP} \cdot \sin \alpha_{BP} \end{aligned} \quad (6-32)$$

Hai giá trị tọa độ tính được theo (6-31) và (6-32) chỉ chênh lệch nhau do sai số tính toán gây ra.

1.2. Tính tọa độ theo công thức IUNG

Đó là công thức sử dụng trực tiếp góc đo α , β để tính tọa độ điểm P.

$$\begin{aligned} x_P &= \frac{x_A \cot \beta + x_B \cot \alpha + (y_B - y_A)}{\cot \alpha + \cot \beta} \\ y_P &= \frac{y_A \cot \beta + y_B \cot \alpha - (x_B - x_A)}{\cot \alpha + \cot \beta} \end{aligned} \quad (6-33)$$

1.3. Tính tọa độ theo công thức Gauss

Công thức Gauss là công thức tính tọa độ điểm giao hội P có sử dụng tọa độ điểm đã biết và góc phương vị của các hướng đo.

Trước hết cần tính các góc phương vị hướng đo:

$$\begin{aligned}\alpha_{AP} &= \alpha_{AB} - \alpha \\ \alpha_{BP} &= \alpha_{BA} + \beta\end{aligned}\quad (6-34)$$

Từ hình vẽ ta lập được quan hệ:

$$\operatorname{tg} \alpha_{AB} = \frac{y_P - y_A}{x_P - x_A}, \quad \operatorname{tg} \alpha_{BP} = \frac{y_P - y_B}{x_P - x_B}$$

Suy ra:

$$y_P - y_A = (x_P - x_A) \cdot \operatorname{tg} \alpha_{AP}$$

$$y_P - y_B = (x_P - x_B) \cdot \operatorname{tg} \alpha_{BP}$$

Từ hệ hai phương trình trên suy ra 2 ẩn số tọa độ:

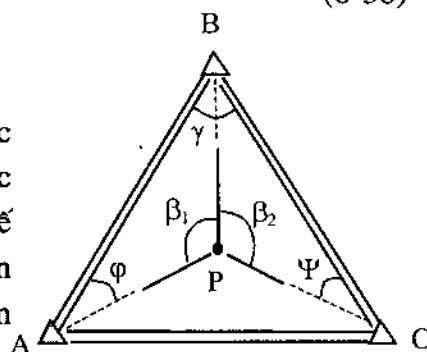
$$\begin{aligned}x_P &= \frac{x_A \operatorname{tg} \alpha_{AP} - x_B \operatorname{tg} \alpha_{BP} + (y_B - y_A)}{\operatorname{tg} \alpha_{AP} - \operatorname{tg} \alpha_{BP}} \\ y_P &= y_A + (x_B - x_A) \operatorname{tg} \alpha_{AP}\end{aligned}\quad (6-35)$$

Hoặc:

$$\begin{aligned}y_P &= \frac{y_A \cot \alpha_{AP} - y_B \cot \alpha_{BP} + (x_B - x_A)}{\operatorname{tg} \alpha_{AP} - \cot \alpha_{BP}} \\ x_P &= x_A + (y_B - y_A) \cot \alpha_{AP}\end{aligned}\quad (6-36)$$

2. Giao hội góc nghịch

Khi sử dụng phương pháp giao hội góc nghịch, chỉ cần đặt máy tại điểm P cần xác định, đo góc tới ít nhất 3 điểm khống chế cấp cao ở xung quanh. Muốn có điều kiện để kiểm tra người ta quy định phải đo ngắm tới 4 điểm đã biết tọa độ.



Hình 6.13

Hình 6.13 là trường hợp giao hội nghịch 3 hướng. Các điểm A, B, C đã biết toạ độ, đặt máy kinh vĩ tại điểm cần tìm P đo góc β_1, β_2 . Sau đây sẽ giới thiệu một số phương pháp tính toạ độ điểm giao hội nghịch và độ chính xác xác định vị trí điểm theo phương pháp giao hội nghịch.

2.1. Tính toạ độ điểm giao hội góc nghịch theo phương pháp góc phụ

Bản chất của phương pháp này là phải giải ra được giá trị của hai góc phụ φ và ψ thông qua góc đo β_1, β_2 .

Từ hình 6.13 ta có:

$$\varphi + \beta_1 + \beta_2 + \psi + \gamma = 360^\circ$$

Suy ra tổng hai góc phụ:

$$\varphi + \psi = 360 - (\beta_1 + \beta_2 + \gamma) \quad (6-37)$$

Trong đó góc γ là góc của tam giác đã biết ABC, $\gamma = \alpha_{BA} - \alpha_{BC}$

Từ tam giác ABP và BCP ta có:

$$\sin \varphi = S_{BP} \cdot \frac{\sin \beta_1}{S_{AB}}$$

$$\sin \psi = S_{BP} \cdot \frac{\sin \beta_2}{S_{BC}}$$

$$\text{Suy ra: } \frac{\sin \varphi}{\sin \psi} = \frac{S_{BC} \cdot \sin \beta_1}{S_{AB} \cdot \sin \beta_2} \quad (6-38)$$

$$\text{Đặt: } \sin \varphi / \sin \psi = \cot g a \quad (6-39)$$

Thực hiện các phép biến đổi:

$$\begin{aligned} \frac{\sin \varphi - \sin \psi}{\sin \varphi + \sin \psi} &= \frac{1 - \operatorname{tg} a}{1 + \operatorname{tg} a} \\ \frac{2 \sin \left(\frac{\varphi - \psi}{2} \right) \cdot \cos \left(\frac{\varphi + \psi}{2} \right)}{2 \cos \left(\frac{\varphi - \psi}{2} \right) \cdot \sin \left(\frac{\varphi + \psi}{2} \right)} &= \frac{\operatorname{tg} 45^\circ - \operatorname{tg} a}{\operatorname{tg} 45^\circ + \operatorname{tg} a} = \operatorname{tg}(45^\circ + a) \\ \operatorname{tg} \left(\frac{\varphi - \psi}{2} \right) \cdot \cot g \left(\frac{\varphi + \psi}{2} \right) &= \operatorname{tg}(45^\circ + a) \\ \operatorname{tg} \left(\frac{\varphi - \psi}{2} \right) &= \operatorname{tg}(45^\circ + a) \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\varphi + \psi}{2} \right) \end{aligned} \quad (6-40)$$

Dùng công thức (6-37) tìm được $\varphi + \psi$, dựa vào (6-39) xác định được a , thay chúng vào (6-40) sẽ tìm được $\varphi - \psi$, cuối cùng tìm ra giá trị của hai góc phụ φ và ψ . Khi biết hai góc phụ φ và ψ ta sử dụng các công thức giao hội thuận từ hai hướng để tính x_P, y_P .

2.2. Tính tọa độ điểm giao hội góc nghịch theo phương pháp Dalambe

Đặt máy tại P, đo góc β_1, β_2 , xác định tọa độ điểm P, xem hình vẽ 6.14. Qua P kẻ hướng trục x ta lập được quan hệ giữa tọa độ các điểm và góc phương vị từng hướng. Nếu biết góc phương vị của hướng P1 là α_1 ta có thể tính ra góc phương vị của các cạnh khác.

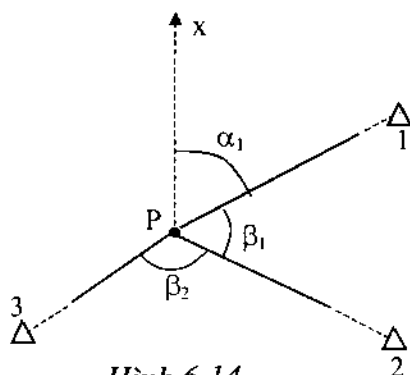
Dalambe đã chứng minh ra công thức xác định được giá trị α tính theo công thức:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{(y_2 - y_1) \cot g \beta_1 - (y_3 - y_1) \cot g \beta_2 + (x_3 - x_2)}{(x_2 - x_1) \cot g \beta_1 - (x_3 - x_1) \cot g \beta_2 - (y_3 - y_2)} \quad (6-41)$$

Từ công thức (6-41) ta tính được góc phương vị α của hướng P1, và tính được góc phương vị cạnh P2 và P3 là:

$$\begin{aligned} \alpha_{P2} &= \alpha + \beta_1 \\ \alpha_{P3} &= \alpha + \beta_2 \end{aligned} \quad (6-42)$$

Khi đã biết phương vị các cạnh từ 3 điểm đã biết đến điểm cần xác định P, ta sử dụng công thức Gauss dạng (6-35) để tính tọa độ điểm giao hội nghịch P.

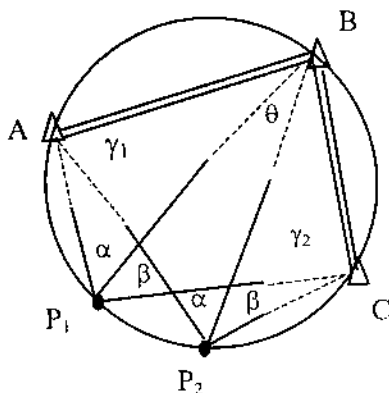


Hình 6.14

2.3. Trường hợp bất lợi của giao hội góc nghịch

Có 3 điểm A, B, C đã biết tọa độ, đặt máy ở điểm P đo hai góc α và β để tính tọa độ điểm P, hình 6.15.

Nếu điểm P nằm trên vòng tròn ngoại tiếp tam giác ABC thì có vô số vị trí P_i cùng nhìn xuống các cạnh cố định AB và BC với các góc luôn bằng α và β .



Hình 6.15

Như vậy bài toán không có nghiệm duy nhất mà có vô số nghiệm, ta không xác định được vị trí của điểm P theo hai góc đo α , β . Đó là trường hợp bất lợi của giao hội nghịch, vòng tròn ngoại tiếp tam giác cố định ABC gọi là “vòng tròn nguy hiểm”.

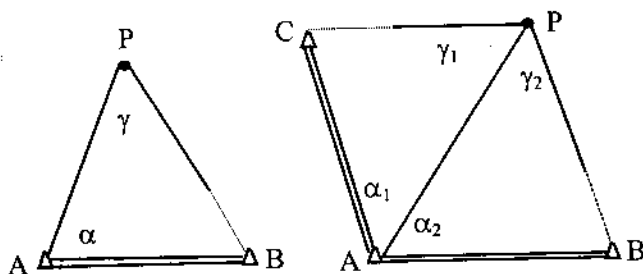
Để đảm bảo cho bài toán giao hội nghịch có nghiệm duy nhất và đảm bảo độ chính xác vị trí điểm P, người ta quy định phải chọn điểm P ở xa vòng tròn nguy hiểm ít nhất là $1/5$ bán kính của nó.

Mặt khác, để có điều kiện kiểm tra kết quả đo đạc và tính toán giao hội nghịch, trong quy phạm thường quy định phải đo góc tới 4 điểm đã biết. Lúc đó sẽ tính được hai cặp giá trị toạ độ điểm P, nếu độ chênh của chúng nhỏ hơn giá trị cho phép thì lấy trị trung bình sẽ được x_P, y_P .

3. Giao hội góc kết hợp

Qua hai trường hợp giao hội ở trên ta nhận thấy rằng: Trong giao hội thuận người ta luôn đặt máy kinh vĩ ở điểm đã biết, đo góc về điểm cần xác định. Ngược lại, trong giao hội nghịch chỉ cần đặt máy ở điểm cần tìm. Nếu đặt máy tối thiểu ở một điểm đã biết toạ độ và ở chính điểm cần xác định để đo tối thiểu 2 góc α và γ ta cũng có thể tính ra toạ độ điểm cần xác định P.

Người ta gọi đó là giao hội góc kết hợp hay giao hội bên cạnh. Muốn tăng độ chính xác và kiểm tra kết quả đo, ta sử dụng ba điểm đã biết, xem hình 6.16



Hình 6.16

4. Giao hội đo cạnh

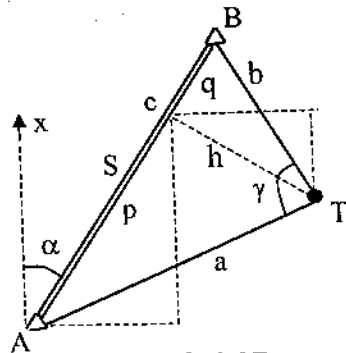
Ngày nay các máy đo dài được sử dụng rộng rãi, ta dễ dàng đo được chiều dài các cạnh với độ chính xác cao.

Đó chính là cơ sở kỹ thuật của phương pháp tam giác đo cạnh và giao hội đo cạnh.

Trên hình 6.17, có hai điểm cấp cao A và B đã biết toạ độ, đo chiều dài hai cạnh a và b, sẽ tính được toạ độ điểm T là x_T, y_T .

Dùng toạ độ đã biết ở hai điểm A, B ta tính được chiều dài S và góc phương vị α .

Giả sử ta kẻ đường vuông góc từ T xuống cạnh AB được điểm C, nó chia chiều dài S của AB thành hai đoạn p và q. Chiều đoạn p và h xuống hai trục toạ độ, ta có:



Hình 6.17

$$X_T = X_A + p \cdot \cos \alpha - h \cdot \sin \alpha$$

$$Y_T = Y_A + p \cdot \sin \alpha + h \cdot \cos \alpha \quad (6-43)$$

Trong trường hợp trên, điểm T nằm ở phía bên phải cạnh AB. Ngược lại nếu T nằm ở phía bên trái AB thì tính toạ độ điểm T theo công thức:

$$X_T = X_A + p \cdot \cos \alpha + h \cdot \sin \alpha$$

$$Y_T = Y_A + p \cdot \sin \alpha - h \cdot \cos \alpha \quad (6-44)$$

Chiều cao h và hình chiếu p, q của hai cạnh đo xuống cạnh góc AB có thể tính được theo phương pháp sau:

Từ hình vẽ ta có:

$$a^2 = p^2 + h^2 = (S - q)^2 + h^2$$

$$b^2 = q^2 + h^2 = (S - p)^2 + h^2$$

Từ đó suy ra:

$$p = \frac{a^2 - b^2 + S^2}{2S}, \quad q = \frac{b^2 - a^2 + S^2}{2S} \quad (6-45)$$

Kiểm tra kết quả tính p và q:

$$p + q = S \quad (6-46)$$

Tính chiều cao h theo công thức:

$$h = \sqrt{a^2 - p^2} = \sqrt{b^2 - q^2} \quad (6-47)$$

Ngoài phương pháp trên, ta còn có thể giải bài toán theo phương pháp đơn giản hơn. Trước hết tính góc định hướng cạnh AB theo công thức (6-26) và tính chiều dài S của nó:

$$S = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2} \quad (6-48)$$

Tính góc β theo công thức sau:

$$\beta = \arccos \frac{a^2 + S^2 - b^2}{2.a.S} \quad (6-49)$$

Sau đó tính toạ độ điểm T theo công thức:

$$\begin{aligned} X_T &= X_A + a.\cos(\alpha_0 + \beta) \\ Y_T &= Y_A + a.\sin(\alpha_0 + \beta) \end{aligned} \quad (6-50)$$

VII. THÀNH LẬP ĐƯỜNG CHUYỀN TOÀN ĐẠC

Đường chuyển toàn đạc là đường chuyển có dạng tương tự như đường chuyển kinh vĩ. Các góc và các cạnh của đường chuyển toàn đạc được đo đồng thời bằng máy kinh vĩ hoặc máy toàn đạc quang học. Do đo cạnh kém chính xác nên độ chính xác của đường chuyển toàn đạc thường thấp hơn so với đường chuyển kinh vĩ.

Trong trường hợp các điểm khống chế toạ độ địa chính từ đường chuyển kinh vĩ cấp 2 trở lên không đủ mật độ để đo vẽ hết các điểm chi tiết thì ta có thể chêm dày tiếp các điểm trạm đo bằng đường chuyển toàn đạc. Điểm tựa của đường chuyển toàn đạc là các điểm từ đường chuyển kinh vĩ cấp 2 trở lên. Các tiêu chuẩn kỹ thuật đường chuyển toàn đạc không được quy định trong bảng 6.9.

Bảng 6. 9

Các yếu tố đường chuyển	Chỉ tiêu kỹ thuật				
Tỷ lệ bản đồ địa chính	1:500	1:1000	1:2000	1:5000	1:10000
Chiều dài tối đa của đường chuyển (m)	200	300	600	1200	3000
Số cạnh tối đa	4	6	6	10	15
Cạnh dài nhất (m)	100	150	200	300	400
Sai số khép góc	$30'' \sqrt{n}$	$30'' \sqrt{n}$	$60'' \sqrt{n}$	$60'' \sqrt{n}$	$60'' \sqrt{n}$
Sai số khép đường chuyển không vượt quá	6cm	10cm	$\frac{[s]}{400\sqrt{n}}$	$\frac{[s]}{400\sqrt{n}}$	$\frac{[s]}{400\sqrt{n}}$
Sai số khép độ cao không vượt quá	$\frac{0,04 [s]}{\sqrt{n}}$	$\frac{0,04 [s]}{\sqrt{n}}$	$\frac{0,04 [s]}{\sqrt{n}}$	$\frac{0,04 [s]}{\sqrt{n}}$	$\frac{0,04 [s]}{\sqrt{n}}$

Khi đo vẽ bản đồ tỷ lệ 1:500 và 1:1000 thì cạnh đường chuyển toàn đạc đo bằng thước thép, kết quả đo đi, đo về chênh nhau nhỏ hơn 1/2000 chiều dài cạnh đo. Khi đo bản đồ 1:2000 và 1:5000 thì có thể đo cạnh đường chuyển bằng dây thị cự, sai số đo đi đo về không quá 1:300.

Góc nằm ngang của đường chuyển được đo 2 vòng đo, đọc số đến 0',1. Sai số định tâm máy nhỏ hơn 3mm. Góc đứng trong đường chuyển toàn đạc được đo 2 lần, đo chiều cao tiêu ngắm chính xác đến centimet. Trên từng cạnh phải đo góc đứng theo hai chiều thuận nghịch để tính chiều dài cạnh nghiêng về cạnh nằm ngang và tính độ chênh cao giữa các điểm.

Ví dụ: Dùng máy kinh vĩ Theo 020 B và mia gỗ khắc vạch 1cm đo đường chuyển toàn đạc nối hai mốc cấp cao R_1 và R_2 với 3 điểm cần xác định A, B, C. Chiều dài nằm ngang tính theo công thức (4-19), độ chênh cao h tính theo công thức (5-38).

Mẫu sổ đo đường chuyển toàn đạc

Ngày đo: 28/6/2004

Người đo: Hoàng Văn Bản

Máy: Theo 020 B

Người ghi: Lê Thị Hoà

Bảng 6.10

Trạm đo (cao máy)	Điểm ngắm	Vị trí bàn độ	Số đọc bàn độ ngang	Giá trị góc nửa lần đo	Giá trị góc trung bình	Số đọc bàn độ đứng	Giá trị góc đứng	Số đọc khoảng cách trên mia	Chiều cao tia ngắm	Chiều dài nằm ngang	Chiều dài cạnh TB	Độ chênh cao (m)
A 1,52	R_1	T	0°00'0			88°50,0						
		P	180 00,0	177 20,0	177 20,1	268 50,0	1° 10,0	100,4	1,50	100,36	100,36	+2,06
	B	T	177 20,0	177 20,2		88 38,4						
		P	357 20,2			268 38,6	1° 21,5	121,8	1,50	121,73	121,68	+2,91
B 1,49	A	T	0°00'0			91 21,6	-1° 21,6	121,7	1,50	121,64		-2,90
		P	180 00,2	169 10,6	169 10,5	271 21,6						
	C	T	169 10,6	169 10,4		88 35,0						
		P	349 10,6			268 35,0	1° 25,0	98,4	1,50	98,34	98,34	+2,37
C 1,50	B	T	0°00'0			91 22,8	-1° 22,8	98,4	1,50	98,35		-2,39
		P	180 00,0	189 11,8	189 11,7	271 22,8						
	R_2	T	189 11,8	189 11,6		88 55,0						
		P	9 11,6			268 55,0	1° 05,0	118,7	1,50	118,66	118,66	+2,24

Câu hỏi và bài tập chương 6

1. Lưới khống chế trắc địa là gì? Tại sao phải lập lưới khống chế trắc địa?
2. Trình bày phân cấp, yêu cầu độ chính xác, công nghệ sử dụng và kết quả xây dựng lưới khống chế tọa độ Nhà nước của Việt Nam.
3. Lưới tọa độ địa chính là gì? Nó có gì khác so với lưới tọa độ trắc địa thông thường?
4. Nêu các yêu cầu thiết kế lưới tọa độ địa chính.
5. Trình bày khái quát quy trình đo đạc thành lập lưới tọa độ địa chính các cấp.
6. Trình bày phương pháp tính tọa độ vuông góc phẳng x, y của một điểm khi biết tọa độ điểm đầu, chiều dài và góc định hướng của cạnh nối hai điểm đó.
7. Trình bày phương pháp tính chiều dài và góc định hướng của cạnh nối hai điểm khi biết tọa độ vuông góc phẳng x, y của hai điểm đó.
8. Đường chuyển kinh vĩ là gì? Có những dạng đường chuyển kinh vĩ nào được ứng dụng trong thực tế công tác trắc địa?
9. Đường chuyển kinh vĩ phục vụ đo vẽ bản đồ địa chính phải đạt các tiêu chuẩn nào?
10. Nêu trình tự bố trí và đo đạc đường chuyển kinh vĩ ở thực địa.
11. Phương pháp tính toán đường chuyển kinh vĩ dạng khép kín và phù hợp.
12. Có thể sử dụng các phương pháp giao hội nào để xác định tọa độ các điểm khống chế đo vẽ? Nguyên tắc đo và tính toán tọa độ điểm giao hội.
13. Đường chuyển toàn đạc có gì khác so với đường chuyển kinh vĩ? Phương pháp bố trí, đo đạc và tính toán đường chuyển toàn đạc.
14. Cho một đường chuyển kinh vĩ dạng khép kín ABCDE, tọa độ điểm đầu A là $x_A = 2334356,27\text{m}$, $y_A = 503\,457,19\text{m}$, góc định hướng cạnh mở đầu là $\alpha_{AB} = 65^\circ 31'$. Giá trị các góc và cạnh cho trong bảng số liệu. Hãy bình sai kết quả đo và tính tọa độ các điểm của đường chuyển đó.

Tên điểm	Góc đo	Cạnh đo (m)
A	$123^\circ 12' 30''$	120,45
B	$114^\circ 48' 18''$	110,57
C	$103^\circ 37' 00''$	101,49
D	$92^\circ 23' 12''$	139,25
E	$105^\circ 58' 30''$	158,62
A		

15. Có hai điểm A và B biết tọa độ $x_A = 2334356,27\text{m}$, $y_A = 503457,19\text{m}$, $x_B = 2334275,47\text{m}$, $y_B = 503573,91\text{m}$, đặt máy kinh vĩ ở hai điểm, đo được các góc $BAC = 87^\circ 21',3$ và $ABC = 96^\circ 19',6$. Tính tọa độ điểm C.

Chương 7

LƯỚI KHỔNG CHẾ ĐỘ CAO

Mục tiêu:

Sau khi học xong chương 7, người học cần:

- Hiểu một số vấn đề khái quát về lưới độ cao Nhà nước, lưới độ cao địa chính.
- Hiểu vai trò của lưới khống chế độ cao kỹ thuật.
- Biết quy trình, phương pháp xây dựng lưới khống chế độ cao.

Nội dung:

- Về lưới độ cao Nhà nước có các vấn đề: khái niệm, phân hạng, độ chính xác, công nghệ đo đạc, kết quả xây dựng lưới độ cao Nhà nước của Việt Nam và khả năng ứng dụng nó trong xây dựng lưới độ cao kỹ thuật.

- Quy trình xây dựng lưới độ cao kỹ thuật: thiết kế, khảo sát, chọn điểm chôn mốc, đo đạc và xử lý số liệu để có độ cao các điểm.

I. KHÁI NIỆM LƯỚI KHỔNG CHẾ ĐỘ CAO

1. Lưới độ cao Nhà nước

Lưới khống chế độ cao là một hệ thống các điểm được đánh dấu bằng các dấu mốc vững chắc trên mặt đất, tiến hành đo đạc và tính ra độ cao của chúng so với mặt thủy chuẩn gốc. Từ các điểm khống chế độ cao người ta có thể đo đạc, xác định độ cao các điểm chi tiết trên mặt đất để vẽ bản đồ hoặc phục vụ xây dựng các công trình.

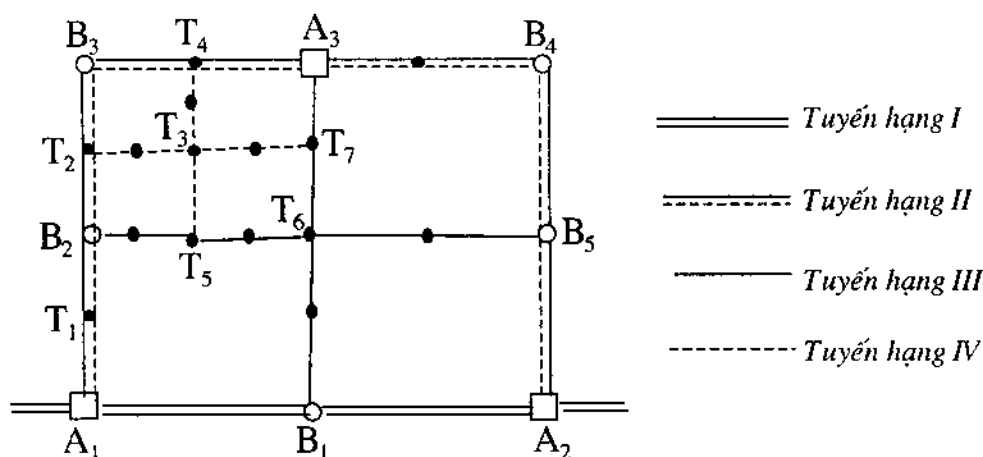
Như ở mục IV - chương 1 đã giới thiệu, Việt Nam chọn điểm gốc độ cao ở Hòn Dấu, Hải Phòng, lấy mực nước biển trung bình ở vùng biển Đồ Sơn làm mặt chuẩn độ cao. Từ điểm gốc này, chúng ta đo các tuyến độ cao để dẫn độ cao đến các vùng trên phạm vi cả nước. Mạng lưới độ cao của Việt Nam gồm lưới độ cao Nhà nước và lưới độ cao kỹ thuật.

Lưới độ cao Nhà nước là một mạng lưới thủy chuẩn thống nhất trong cả nước. Lưới được xây dựng theo nguyên tắc từ toàn diện đến cục bộ, từ độ chính xác cao đến độ chính xác thấp. Lưới độ cao nhà nước gồm bốn hạng I, II, III và IV.

Lưới thủy chuẩn hạng I, hạng II được bố trí rải đều trên toàn lãnh thổ. Ngoài mục đích làm cơ sở cho việc xây dựng lưới độ cao cấp thấp hơn, lưới thủy chuẩn hạng I và II còn đáp ứng các yêu cầu của công tác nghiên cứu khoa học về hình dạng trái đất và sự dịch chuyển của vỏ trái đất. Lưới thủy chuẩn hạng I của Việt Nam gồm 4 tuyến chính: Hải Phòng - Hà Nội, Hà Nội - Lạng Sơn, Hà Nội - Lào Cai, Hà Nội - Vĩnh Linh - Minh Hải. Trên tuyến thủy chuẩn hạng I cứ cách 100 km chôn một mốc thủy chuẩn loại A, cách 50km chôn một mốc thủy chuẩn loại B.

Lưới thủy chuẩn hạng II được bố trí thành các tuyến nối giữa các điểm thủy chuẩn hạng I và tạo thành lưới có các điểm nút và các vòng khép kín. Vòng thủy chuẩn hạng II không dài quá 500km. Trên tuyến thủy chuẩn hạng II cứ cách 50 đến 80 km chôn một mốc thủy chuẩn loại B và từ 5 đến 7 km chôn một mốc thủy chuẩn thường.

Lưới thủy chuẩn hạng III và IV được bố trí thành các tuyến nối hai điểm hạng cao hoặc tạo thành lưới có nhiều điểm nút. Tuyến hạng III nối hai điểm hạng I không dài quá 200 km, nối hai điểm nút không dài quá 100 km. Chiều dài tuyến thủy chuẩn hạng IV tương ứng không dài quá 100 km và 50 km. Trên tuyến đo cứ cách 3 đến 5 km có chôn một mốc thủy chuẩn thường, xem hình 7.1.



Như vậy bằng cách xây dựng lưới độ cao nhà nước gồm 4 hạng, chúng ta đã dẫn độ cao từ điểm gốc Đồ Sơn - Hải Phòng đến các điểm độ cao rải đều trên toàn lãnh thổ Việt Nam. Muốn xác định độ cao của một điểm bất kỳ trên mặt đất, ta chỉ cần đo độ chênh cao từ điểm đó đến mốc độ cao nhà nước gần nhất sẽ tính được độ cao điểm xét.

Để đánh giá độ chính xác kết quả đo thủy chuẩn hạng I và II, người ta thường căn cứ vào sai số trung phương ngẫu nhiên η và sai số trung phương hệ thống σ đo chênh cao trên đoạn đường 1 kilomet.

Thủy chuẩn hạng I: $\eta = \pm 0,5\text{mm}$, $\sigma = \pm 0,05\text{mm}$

Thủy chuẩn hạng II: $\eta = \pm 1,0\text{mm}$, $\sigma = \pm 0,15\text{mm}$ (7-1)

Đối với lưới thủy chuẩn hạng III và IV sẽ dùng sai số khép tuyến thủy chuẩn để đánh giá kết quả đo, chúng không được vượt quá hạn sai cho phép sau:

Hạng III: $f_{h_{gh}} = \pm 4 \sqrt{n} \text{ mm}$

Hạng III: $f_{h_{gh}} = \pm 10 \sqrt{L} \text{ mm}$ (7-2)

Hạng IV: $f_{h_{gh}} = \pm 20 \sqrt{L} \text{ mm}$

Trong đó: L là chiều dài tuyến đo tính bằng đơn vị kilomet.

n là số trạm máy trên tuyến đo cao

Thông thường người ta dùng chiều dài L để tính sai số khép giới hạn $f_{h_{gh}}$ cho tuyến đo. Tuy nhiên, khi gặp các tuyến đo có độ dốc lớn, số trạm máy trung bình trên một kilomet sẽ tăng, khi đó sẽ dùng số trạm máy n để tính số giới hạn $f_{h_{gh}}$.

2. Lưới độ cao địa chính

2.1. Sơ đồ phát triển lưới độ cao địa chính

Lưới khống chế độ cao địa chính được thành lập trên phạm vi lãnh thổ của các đơn vị hành chính địa phương, nhằm mục đích làm cơ sở độ cao phục vụ đo vẽ bản đồ địa chính các loại tỷ lệ. Trong giai đoạn xây dựng lưới tọa độ địa chính phải dựa vào lưới độ cao để xác định độ cao các điểm thuộc lưới tọa độ các cấp phục vụ cho việc tính chuyển các kết quả đo trên mặt đất về mặt Elipxoid thực dụng đã chọn. Khi đo vẽ chi tiết bản đồ địa chính cần dựa vào lưới độ cao để xác định độ cao các điểm khống chế đo vẽ nhằm tính độ cao các điểm chi tiết.

Độ cao trên bản đồ địa chính phải được tính toán trong hệ độ cao nhà nước, vì vậy lưới độ cao địa chính phải dựa trên cơ sở các điểm khống chế độ cao nhà nước hạng I, II, III và IV. Sau đây sẽ giới thiệu một số vấn đề về xây dựng lưới độ cao địa chính.

Trong quy phạm đo vẽ bản đồ địa chính đã quy định sơ đồ phát triển lưới độ cao địa chính như sau:

a. Cơ sở ban đầu của lưới độ cao địa chính là các điểm của lưới độ cao nhà nước các hạng I, II, III và IV.

b. Đối với khu vực tỉnh, thành phố chưa có lưới khống chế độ cao nhà nước hạng III, IV thì xây dựng lưới cơ sở độ cao hạng III, sau đó chêm dày bằng lưới độ cao hạng IV.

c. Dùng lưới thủy chuẩn kỹ thuật để xác định độ cao các điểm của lưới tọa độ địa chính cấp I, cấp II và một số điểm mốc độ cao khác nằm trong khu đo phục vụ cho việc xác định độ cao các điểm khống chế đo vẽ.

d. Khi đo vẽ bản đồ địa chính sẽ đo thủy chuẩn cấp kỹ thuật hoặc đo cao lượng giác để xác định độ cao các điểm khống chế đo vẽ.

2.2. Yêu cầu độ chính xác lưới độ cao địa chính

Để nghiên cứu độ chính xác lưới khống chế độ cao địa chính, ta xuất phát từ yêu cầu độ chính xác độ cao cần thể hiện trên bản đồ địa chính. Trong quy phạm hiện hành quy định về độ chính xác thể hiện độ cao trên bản đồ địa chính như sau:

- Sai số trung phương độ cao của điểm khống chế đo vẽ sau bình sai so với điểm khống chế độ cao nhà nước gần nhất không lớn quá $1/10$ khoảng cao đều đường bình độ cơ bản.

- Sai số trung bình về độ cao của đường bình độ, độ cao của điểm đặc trưng địa hình, độ cao của điểm ghi chú độ cao trên bản đồ địa chính so với điểm khống chế độ cao ngoại nghiệp gần nhất không vượt quá $1/3$ khoảng cao đều đường bình độ cơ bản ở vùng đồng bằng và không quá $1/2$ khoảng cao đều đường bình độ cơ bản ở vùng đồi núi, núi cao và vùng bị che khuất.

Khi phải vẽ địa hình trên bản đồ địa chính thì đối với bản đồ địa chính tỷ lệ lớn 1: 500, 1:1 000, 1: 2000 cần vẽ đường bình độ với khoảng cao đều cơ bản là 1m, đối với bản đồ có tỷ lệ nhỏ hơn sẽ chọn khoảng cao đều là 2m hoặc 5m.

Căn cứ vào yêu cầu trên, người ta xác định độ chính xác cần thiết của phép đo cao và đề ra quy định trong quy phạm: chiều dài tuyến thuỷ chuẩn kỹ thuật và thuỷ chuẩn hạng IV không được vượt quá giới hạn nêu trong bảng 7.1

Bảng 7.1: Chiều dài cho phép các tuyến đo cao

Dạng của tuyến đo cao	Chiều dài tuyến đo cao (km)	
	Hạng IV	Kỹ thuật
Nối hai điểm hạng cao	16-20	16
Nối điểm hạng cao đến điểm nút	9-15	12
Nối hai điểm nút	6-10	8

Hạn sai cho phép của tuyến đo cao hạng III, IV đã giới thiệu ở phần trên. Đối với tuyến thuỷ chuẩn kỹ thuật, cần đảm bảo sai số khép tuyến đo nhỏ hơn hạn sai cho phép:

$$f_{h_{kt}} = \pm 50 \sqrt{L} \text{ mm}$$

$$f_{h_{gh}} = \pm 10 \sqrt{n} \text{ mm} \quad (7-3)$$

Trong đó: L là chiều dài tuyến đo tính bằng km

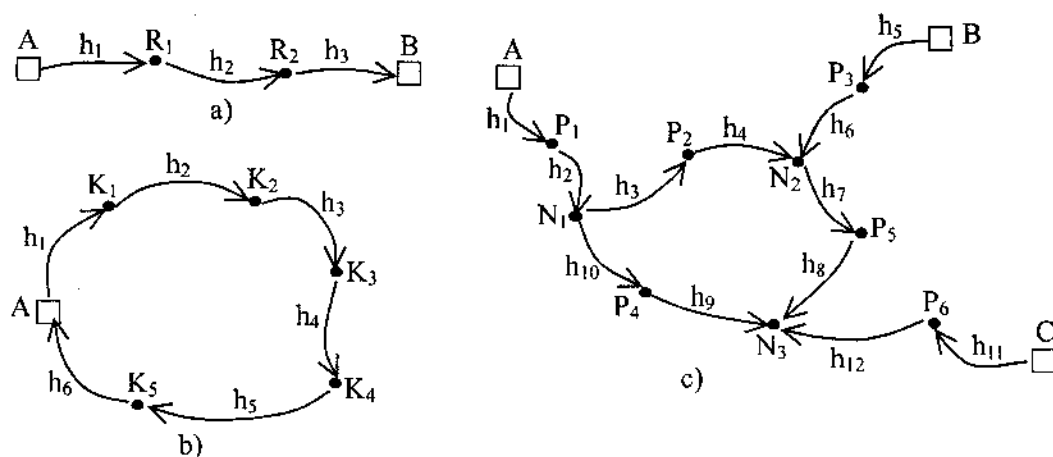
n là số trạm máy đã thực hiện trên tuyến đo

II. XÂY DỰNG LƯỚI THUỶ CHUẨN KỸ THUẬT

1. Thiết kế lưới thuỷ chuẩn kỹ thuật

Theo nguyên tắc xây dựng lưới khống chế độ cao đã giới thiệu ở trên, người ta thành lập lưới độ cao nhà nước 4 hạng rải đều trên toàn lãnh thổ, đảm bảo khoảng 5 đến 10 km² có một điểm thuỷ chuẩn hạng IV trở lên. Các điểm này được chôn mốc vững chắc ở thực địa, qua đo đạc và xử lý số liệu đã tính được độ cao tuyệt đối của các điểm so với mực nước biển trung bình.

Lưới thủy chuẩn kỹ thuật được xây dựng nhằm mục đích dẫn độ cao từ các mốc nhà nước về các điểm khống chế toạ độ địa chính và lưới khống chế đo vẽ phục vụ đo vẽ bản đồ. Điểm thủy chuẩn kỹ thuật thường được bố trí trùng với điểm toạ độ mặt bằng như điểm đường chuyển địa chính cấp 1, cấp 2, điểm đường chuyển kinh vĩ và một số điểm khác trên khu đo.



Hình 7.2: Sơ đồ lưới thủy chuẩn kỹ thuật

Trên sơ đồ hình 7.2a là tuyến thủy chuẩn dạng phù hợp hay tuyến đơn nối hai điểm hạng cao A và B. Tuyến đo đi qua các mốc cần xác định độ cao R_1, R_2 . Phải đo các độ chênh cao h_1, h_2, h_3 .

Trên sơ đồ hình 7.2b là tuyến thủy chuẩn dạng khép kín, xuất phát từ điểm hạng cao A. Tuyến đo đi qua các mốc cần xác định độ cao R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 . Phải đo các độ chênh cao $h_1, h_2, h_3, h_4, h_5, h_6$ đi qua các điểm cần xác định và khép về điểm mở đầu A.

Trên sơ đồ hình 7.2c là lưới thủy chuẩn có nhiều tuyến đơn, tuyến đơn nối hai điểm hạng cao, có 3 điểm nút. Các tuyến đo h_i đi qua các mốc cần xác định độ cao $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6$ và các nút N_1, N_2, N_3 .

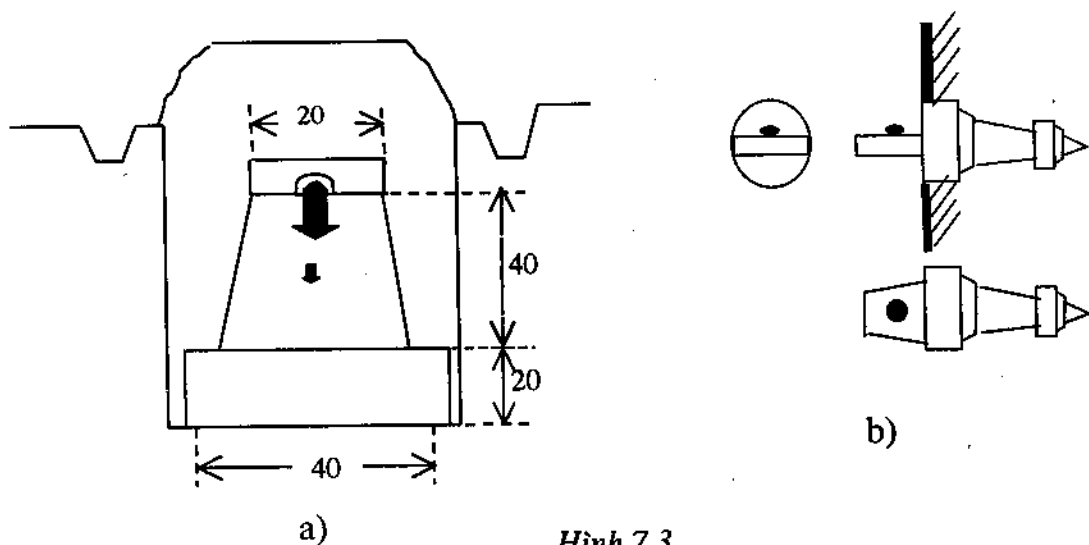
Chú ý rằng các tuyến đo cao bao giờ cũng phải xác định chiều đo (chiều mũi tên) và các độ chênh cao h_i luôn mang dấu (+) hoặc (-).

2. Khảo sát chọn điểm chôn mốc

Sau khi dự kiến sơ đồ lưới trên bản đồ, ra thực địa xác định vị trí điểm đã thiết kế, xem xét các vị trí đặt mốc và các tuyến đo. Các mốc cần đặt ở chỗ có nền đất vững chắc, ổn định, dễ bảo quản lâu dài và thuận tiện cho người thi công, đo đạc và sử dụng. Sau đó quyết định vị trí đặt mốc cần đóng cọc làm dấu tạm thời.

Trước khi đo khoảng một tháng phải hoàn thành việc đặt mốc chính thức. Tùy tình hình cụ thể của khu đo mà chọn loại mốc cho thích hợp. Đối với các mốc trùng với mốc khống chế mặt bằng như điểm toạ độ địa chính cấp I, cấp II thì ở các điểm này phải sử dụng loại dấu mốc bằng sứ bằng sắt trên đỉnh có dấu chữ thập làm tâm điểm mặt bằng, đồng thời dấu mốc phải có dạng chỏm cầu làm chuẩn độ cao.

Mốc làm bằng bê tông cốt thép chôn xuống đất như hình 7.3a hoặc gắn trên tường các công trình vững chắc như hình 7.3b.



Hình 7.3

3. Đo đạc lưới thủy chuẩn kỹ thuật

Dùng máy thủy chuẩn thông thường để đo thủy chuẩn hạng IV và thủy chuẩn kỹ thuật. Máy có độ phóng đại 20 - 30 lần, có độ nhạy ống thủy 25" đến 30"/2mm. Có thể dùng các máy như Wild N-2, HB-1, Ni-030, Ni-25, FG040,...

Dùng mìa hai mặt có khoảng chia nhỏ nhất 1cm để đo thuỷ chuẩn. Trước khi đo phải kiểm nghiệm máy thuỷ chuẩn và mìa.

Tại một trạm máy cần thực hiện đọc số theo trình tự S-T-T-S, tức là :

- Đọc số khoảng cách sau, chỉ giữa, mặt đen mìa sau.
- Đọc số khoảng cách trước, chỉ giữa, mặt đen mìa trước.
- Đọc số chỉ giữa, mặt đỏ mìa trước.
- Đọc số chỉ giữa, mặt đỏ mìa sau.

Khoảng cách tối đa từ máy tới mìa là 100m đối với đo thuỷ chuẩn hạng IV, 150m đối với đo thuỷ chuẩn kỹ thuật. Chênh lệch khoảng cách sau và khoảng cách trước ở một trạm máy không lớn quá 5m và 10m, tích lũy chênh khoảng cách không lớn quá 10m đối với thuỷ chuẩn hạng IV và 50m đối với thuỷ chuẩn kỹ thuật.

Kết quả đo được ghi vào sổ theo mẫu quy định, theo mẫu đã giới thiệu trong chương 5. Khi ghi sổ không tẩy xóa, cuối trang phải cộng kiểm tra.

Sau khi đo phải kiểm tra sai số khép tuyến đo:

- Một tuyến đo đi và đo về: $f_h = \sum h_{đi} - \sum h_{về}$
- Một vòng khép kín: $f_h = \sum h_{đo}$
- Một tuyến phù hợp: $f_h = \sum h_{đo} - (H_c - H_d)$ (7-4)

Sai số giới hạn được tính theo công thức (7-3). Kiểm tra xem kết quả đo có đạt độ chính xác yêu cầu hay không theo điều kiện:

$$f_{hđo} \leq f_{hgh} \quad (7-5)$$

Dùng phương pháp bình sai chặt chẽ để bình sai lưới thuỷ chuẩn hạng IV, còn lưới thuỷ chuẩn kỹ thuật có thể bình sai gần đúng.

4. Xử lý số liệu và tính toán độ cao

Sau khi kiểm tra sổ đo, kiểm tra các bước tính trong sổ thấy không còn sai sót thì lập bảng tổng hợp kết quả đo và vẽ sơ đồ mạng lưới độ cao. Trên sơ đồ phải chỉ rõ các mốc cấp cao đã biết, các điểm độ cao cần xác định, các tuyến đo có vẽ các mũi tên chỉ hướng đo.

Bình sai lưới độ cao có thể thực hiện theo nhiều phương pháp, tuân thủ nguyên lý số bình phương nhỏ nhất. Lưới độ cao hạng IV sẽ bình sai theo phương pháp chặt chẽ. Trong phần này chỉ giới thiệu phương pháp đơn giản để bình sai tuyến đo thuỷ chuẩn kỹ thuật khép kín hoặc có dạng phù hợp nối hai điểm cấp cao. Trình tự tính toán như sau:

- Tính và kiểm tra sai số khép đo cao theo công thức (7-4) và (7-5), nếu đạt yêu cầu thì tính tiếp.

- Đổi dấu sai số khép f_h và phân phối cho các đoạn đo theo tỷ lệ thuận với chiều dài đoạn đo:

$$v_{h_i} = -f_h \frac{S_i}{\sum S} \quad (7-6)$$

- Tính độ chênh cao các đoạn sau bình sai:

$$h'_i = h_i + v_{h_i} \quad (7-7)$$

- Tính độ chênh cao các điểm dựa vào độ cao điểm gốc và độ chênh cao sau bình sai

$$H_{R_i} = H_{gốc} + \sum h'_i \quad (7-8)$$

Ví dụ: Bình sai tính toán tuyến độ cao phù hợp nối hai điểm hạng cao A, B có độ cao là $H_A = 121,453m$, $H_B = 135,116m$. Đo 4 đoạn độ chênh cao theo chiều mũi tên, đi qua

3 điểm mốc cần xác định

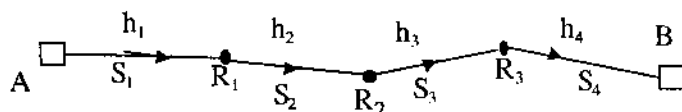
R_1, R_2, R_3 . Kết quả đo

chênh cao các đoạn đo ghi ở

cột 2. Chiều dài đoạn đo

ghi ở cột 3 của bảng 7.2.

Từ kết quả đo có:



Hình 7.4

$$f_h = \sum h_{đo} - (H_B - H_A) = -55 \text{ mm}$$

$$f_{h_{gh}} = 50 \sqrt{L} = 50 \sqrt{4,45} = 105 \text{ mm}$$

Kết quả đo đạt yêu cầu độ chính xác, các bước tính toán thực hiện ngay trong bảng 7.2.

Bảng 7.2: Bảng tính toán lưới độ cao

Tên điểm	Chênh cao đo (m)	Chiều dài đoạn đo (km)	Số hiệu chỉnh (mm)	Chênh cao sau bình sai (m)	Độ cao điểm (m)
1	2	3	4	5	6
A	+3.748	0.83	+10	+3.758	121.453
R ₁	-2.365	1.72	+21	-2.344	125.211
R ₂	+11.430	1.20	+15	+11.445	122.867
R ₃	+0.795	0.70	+9	+0.804	134.312
B					135.116
	$\Sigma h = +13.608$	$\Sigma L = 4.45$	$\Sigma v = +55$	$\Sigma h' = 13.663$	$H_B - H_A = 13.663$

III. LƯỚI ĐO CAO LƯỢNG GIÁC

Hiện nay, trong thực tế hầu như không bắt buộc phải thể hiện đáng đất trên bản đồ địa chính tỷ lệ lớn, chỉ tiến hành đo địa hình và vẽ đường đồng mức ở các khu vực cá biệt theo yêu cầu của luận chứng kinh tế - kỹ thuật. Trong trường hợp đó lưới khống chế độ cao chỉ còn chức năng dẫn độ cao đến các điểm khống chế mặt bằng để phục vụ cho việc tính chuyển kết quả đo chiều dài và góc trên mặt đất về mặt quy chiếu.

Mặt khác, các máy toàn đạc điện tử đang được sử dụng rộng rãi trong đo đạc lưới đường chuyển địa chính cấp 1, cấp 2. Quy phạm hiện hành cho phép sử dụng phương pháp đo cao lượng giác bằng toàn đạc điện tử để thay thế đo thủy chuẩn cấp kỹ thuật trong việc xác định độ cao các điểm của lưới tọa độ địa chính. Máy toàn đạc điện tử phải có sai số đo cạnh không lớn hơn $M_D = (5 + 5 \cdot 10^{-6} D) \text{mm}$.

Nếu dùng máy toàn đạc điện tử đo góc đứng V và chiều dài nghiêng D của cạnh đường chuyển thì tính độ chênh cao theo công thức:

$$h = D \cdot \sin V + i - t$$

$$h = D \cdot \cos Z + i - t$$

(7-9)

- Khi đo góc đứng theo phương pháp dùng 3 dây chỉ thì đo 1 vòng, nếu đo theo 1 dây chỉ thì phải đo 3 vòng. Độ chênh lệch giá trị góc đứng giữa các vòng đo không vượt quá 15".

- Chiều cao máy i và chiều cao gương t phải đo chính xác đến milimet.
 - Trên mỗi cạnh phải đo chênh cao theo hai chiều thuận, nghịch.
- Sai số khép giới hạn của tuyến đo cao lượng giác được quy định như sau:

$$f_{h_{gh}} = \pm 100 \sqrt{L} \text{ (mm)} \quad (7-10)$$

L là chiều dài tuyến đo tính bằng kilomet

Quy phạm hiện hành còn cho phép sử dụng phương pháp đo thuỷ chuẩn tia ngắm nằm ngang bằng máy kinh vĩ để xác định độ cao các điểm khống chế đo vẽ. Chiều dài tuyến thuỷ chuẩn tia ngắm ngang không lớn hơn chiều dài đường chuyển toàn đạc và tiến hành đo góc đứng đồng thời trong quá trình đo góc nằm ngang và đo cạnh đường chuyển.

Sau khi đo chiều dài cạnh, chiều cao máy, chiều cao gương và góc đứng, ta tính được độ chênh cao trên từng cạnh theo hai chiều thuận và nghịch. Nếu chúng chênh nhau không quá hạn sai cho phép thì lấy trị trung bình làm kết quả đo chênh cao giữa 2 điểm.

Trong khi đo các tuyến đường chuyển để xác định toạ độ mặt bằng x và y của các điểm, sẽ tiến hành đồng thời việc đo các yếu tố cần thiết như góc đứng V , chiều cao máy i , chiều cao điểm ngắm t , ta sẽ xác định được độ chênh cao giữa các điểm đường chuyển theo phương pháp đo cao lượng giác. Trường hợp hai điểm khống chế cấp cao ở hai đầu tuyến đường chuyển đã có độ cao chính xác thì tuyến đo cao lượng giác trở thành dạng tuyến đo cao phù hợp nối hai điểm cấp cao tương tự hình 7.4.

Thông thường tuyến đo cao lượng giác cũng được bố trí nối hai điểm cấp cao đã có độ cao chính xác. Từ kết quả đo chênh cao trên từng cạnh của tuyến đo, ta ứng dụng công thức (7-4) tính sai số khép f_h . Phân phối sai số khép cho độ chênh cao trên từng cạnh theo nguyên tắc tỷ lệ thuận với chiều dài cạnh. Cuối cùng tính được độ cao các điểm. Ta cũng lập bảng tính độ cao giống như trường hợp tính toán lưới thuỷ chuẩn kỹ thuật, xem bảng (7.2).

Lưới đo cao lượng giác cũng có thể có dạng đường chuyển khép kín hoặc lưới lớn gồm nhiều vòng khép và nhiều tuyến nối các điểm cấp cao và các điểm nút. Hiện nay, có các phần mềm chuyên dụng đang được dùng trong thực tế để bình sai chặt chẽ các lưới độ cao và tính toán độ cao các điểm phục vụ công tác đo vẽ bản đồ địa chính nên người ta ít tính toán theo phương pháp gần đúng.

Câu hỏi và bài tập chương 7

1. Lưới độ cao Nhà nước là gì? Nó được phân hạng và xây dựng như thế nào?
2. Lưới độ cao địa chính có gì khác so với lưới độ cao Nhà nước? Trình bày sơ đồ phát triển lưới độ cao địa chính và yêu cầu độ chính xác của nó.
3. Trình bày phương pháp bố trí và đo đạc lưới thủy chuẩn kỹ thuật ở thực địa phục vụ cho công tác lập bản đồ địa chính.
4. Phương pháp bình sai và tính độ cao các điểm trong lưới thủy chuẩn kỹ thuật.
5. Trình bày phương pháp bố trí, đo đạc và tính toán độ cao các điểm trong lưới đo cao lượng giác.
6. Có một tuyến đo thủy chuẩn cấp kỹ thuật dạng khép kín RABC, độ cao điểm đầu R là $H_R = 24,335\text{m}$, đo được độ chênh cao giữa các điểm và độ dài các đoạn ghi trong bảng số liệu. Hãy bình sai và tính độ cao các điểm A, B, C.

Tên điểm	Độ chênh cao đo h (m)	Khoảng cách S (km)
R	+ 1,257	2,3
A	+ 1,579	1,4
B	- 2,722	0,8
C	+0,125	1,2
R		

7. Trong một đường chuyển kinh vĩ, biết độ cao hai điểm đầu và cuối là $H_A = 7,29\text{m}$, $H_D = 11,52\text{m}$, đo được chiều dài nằm ngang của các cạnh là $AB = 135,29\text{m}$, $BC = 142,83\text{m}$ và $CD = 151,12\text{m}$, các góc nghiêng tương ứng là $V_{AB} = +1^\circ 23'$, $V_{BC} = -1^\circ 31'$, $V_{BD} = +1^\circ 49'$. Khi đo góc nghiêng người ta đặt cho chiều cao điểm ngắm đúng bằng chiều cao máy kinh vĩ ($i = t$). Hãy tính độ cao các điểm B, C.

Phần bốn

THÀNH LẬP VÀ SỬ DỤNG BẢN ĐỒ ĐỊA CHÍNH

Chương 8

ĐO VẼ VÀ CHỈNH LÝ BẢN ĐỒ ĐỊA CHÍNH

Mục tiêu:

Sau khi nghiên cứu chương 8, học sinh hiểu được những vấn đề cơ sở về bản đồ địa chính, biết phương pháp đo vẽ bản đồ địa chính mới và biết chỉnh lý bản đồ địa chính cũ, bước đầu tìm hiểu về công nghệ đo vẽ bản đồ địa chính dạng số.

Nội dung:

- Định nghĩa, phân loại, nội dung, cơ sở toán học, phương pháp chia mảnh bản đồ địa chính.
- Quy trình đo chi tiết bản đồ địa chính ở thực địa bằng máy kinh vĩ.
- Công tác nội nghiệp vẽ bản đồ địa chính.
- Phương pháp chỉnh lý bản đồ địa chính cũ.
- Ứng dụng công nghệ mới thành lập bản đồ số địa chính.

I. BẢN ĐỒ ĐỊA CHÍNH

1. Khái niệm và phân loại bản đồ địa chính

1.1. Khái niệm bản đồ địa chính

Bản đồ địa chính là bản đồ chuyên ngành đất đai, trên bản đồ thể hiện chính xác vị trí, ranh giới, diện tích và một số thông tin địa chính của từng thửa đất, từng vùng đất. Bản đồ địa chính còn thể hiện các yếu tố địa lý khác liên quan đến đất đai. Bản đồ địa chính được thành lập theo đơn vị hành chính cơ sở xã, phường, thị trấn và thống nhất trong phạm vi cả nước. Bản đồ địa chính được thành lập trên cơ sở kỹ thuật và công nghệ ngày càng hiện đại, nó đảm bảo cung cấp thông tin không gian của đất đai, phục vụ công tác quản lý đất.

Bản đồ địa chính là tài liệu cơ bản nhất của bộ hồ sơ địa chính, mang tính pháp lý cao phục vụ quản lý chặt chẽ đất đai đến từng thửa đất, từng chủ sử dụng đất. Bản đồ địa chính khác với bản đồ chuyên ngành thông thường ở chỗ bản đồ địa chính có tỷ lệ lớn và phạm vi đo vẽ là rộng khắp mọi nơi trên toàn quốc. Bản đồ địa chính thường xuyên được cập nhật các thay đổi hợp pháp của đất đai, có thể cập nhật hàng ngày hoặc cập nhật theo định kỳ. Hiện nay ở hầu hết các quốc gia trên thế giới, người ta hướng tới xây dựng bản đồ địa chính đa chức năng, vì vậy, bản đồ địa chính còn có tính chất của bản đồ cơ bản quốc gia.

Bản đồ địa chính được thành lập theo các tỷ lệ 1: 500, 1: 1000, 1: 2000, 1: 5000, 1:10000 và 1: 25000. Việc chọn tỷ lệ bản đồ địa chính căn cứ vào các yếu tố cơ bản như: Mật độ thửa đất trên một hecta diện tích càng lớn phải vẽ tỷ lệ lớn; đất nông-lâm nghiệp diện tích thửa lớn vẽ tỷ lệ nhỏ; đất ở, đất đô thị, đất có giá trị kinh tế sử dụng cao sẽ vẽ bản đồ tỷ lệ lớn; yêu cầu bản đồ có độ chính xác cao, thể hiện diện tích đến $0,1m^2$ thì chọn tỷ lệ 1: 200, 1: 500, thể hiện diện tích chính xác đến $1m^2$ thì chọn tỷ lệ 1:1000, 1:2000. Có thể chọn tỷ lệ bản đồ địa chính theo bảng 8.1.

Bảng 8.1

Loại đất	Khu vực đo vẽ	Tỷ lệ bản đồ
Đất ở	Đô thị lớn	1: 500, (1: 200)
	Thị xã, thị trấn	1: 500
	Dân cư nông thôn	1: 1000
Đất nông nghiệp	Đồng bằng Bắc Bộ	1: 2000, 1: 1000
	Đồng bằng Nam Bộ	1: 5000, 1: 2000
Đất lâm nghiệp	Đồi núi	1:5000, 1: 10000
Đất chưa sử dụng	Núi cao	1:10000, 1: 25000

Bản đồ địa chính được dùng làm cơ sở để thực hiện một số nhiệm vụ trong công tác quản lý nhà nước về đất đai như sau:

- Thống kê đất đai.
- Giao đất sản xuất nông nghiệp, lâm nghiệp cho các hộ gia đình, cá nhân và tổ chức; tiến hành đăng ký đất, cấp giấy chứng nhận quyền sử dụng đất sản xuất nông nghiệp, lâm nghiệp.
- Đăng ký cấp giấy chứng nhận quyền sử dụng đất ở và sở hữu nhà ở.
- Xác nhận hiện trạng và theo dõi biến động về quyền sử dụng đất.
- Lập quy hoạch, kế hoạch sử dụng đất, cải tạo đất, thiết kế xây dựng các điểm dân cư, quy hoạch giao thông, thuỷ lợi.
- Lập hồ sơ thu hồi đất khi cần thiết.
- Giải quyết tranh chấp đất đai.

1.2. Phân loại bản đồ địa chính

Với điều kiện khoa học và công nghệ như hiện nay, bản đồ địa chính được thành lập ở hai dạng cơ bản là *bản đồ giấy* và *bản đồ số* địa chính.

Bản đồ giấy địa chính là loại bản đồ truyền thống, các thông tin được thể hiện toàn bộ trên giấy nhờ hệ thống ký hiệu và ghi chú. Bản đồ giấy cho ta thông tin rõ ràng, trực quan, dễ sử dụng.

Bản đồ số địa chính có nội dung thông tin tương tự như bản đồ giấy, song các thông tin này được lưu trữ dưới dạng số trong máy tính, sử dụng một hệ thống ký hiệu mã số hoá. Các thông tin không gian lưu trữ dưới dạng toạ độ,

còn thông tin thuộc tính sẽ được mã hoá. Bản đồ số địa chính được hình thành dựa trên hai yếu tố kỹ thuật là phần cứng máy tính và phần mềm điều hành. Các số liệu đo đạc hoặc bản đồ cũ được đưa vào máy tính để xử lý, biên tập, lưu trữ và có thể in ra thành bản đồ giấy.

Hai loại bản đồ trên thường có cùng cơ sở toán học, cùng nội dung. Tuy nhiên, bản đồ số đã sử dụng thành quả của công nghệ thông tin hiện đại nên có được nhiều ưu điểm hơn hẳn so với bản đồ giấy thông thường. Về độ chính xác: bản đồ số lưu trữ trực tiếp các số đo nên các thông tin chỉ chịu ảnh hưởng của *sai số đo đạc ban đầu*, trong khi đó bản đồ giấy còn chịu ảnh hưởng rất lớn của *sai số đồ hoạ*. Trong quá trình sử dụng, bản đồ số cho phép ta lưu trữ gọn nhẹ, dễ dàng tra cứu, cập nhật thông tin, đặc biệt nó tạo ra khả năng phân tích, tổng hợp thông tin nhanh chóng, phục vụ kịp thời cho các yêu cầu sử dụng của các cơ quan nhà nước, cơ quan kinh tế, kỹ thuật. Tuy nhiên, khi nghiên cứu về bản đồ địa chính ta phải xem xét toàn bộ các vấn đề cơ bản của bản đồ thông thường.

Khi nghiên cứu đặc điểm quy trình công nghệ thành lập bản đồ địa chính và phạm vi ứng dụng của từng loại bản đồ địa chính, ta cần làm quen với một số khái niệm về các loại bản đồ địa chính sau:

1.2.1. Bản đồ địa chính cơ sở

Bản đồ địa chính cơ sở là tên gọi chung cho bản đồ gốc được đo vẽ bằng các phương pháp đo vẽ trực tiếp ở thực địa, đo vẽ bằng các phương pháp có sử dụng ảnh hàng không kết hợp với đo vẽ bổ sung ở thực địa hay được thành lập trên cơ sở biên tập, biên vẽ từ bản đồ địa hình cùng tỷ lệ đã có. Bản đồ địa chính cơ sở được đo vẽ kín ranh giới hành chính các cấp, kín khung trong của từng mảnh bản đồ, các thửa đất ở vùng biên các tờ bản đồ có thể bị cắt bởi đường khung. Trong trường hợp bản đồ địa chính cơ sở được lập bằng phương pháp đo ảnh, đối với vùng đất nông nghiệp có thể không vẽ chi tiết đến các thửa đất nhỏ của các hộ gia đình và cá nhân mà chỉ vẽ đến các lô đất, các vùng đất.

Bản đồ địa chính cơ sở là tài liệu cơ bản để biên tập, biên vẽ và đo vẽ bổ sung thành bản đồ địa chính theo đơn vị hành chính cơ sở xã, phường, thị trấn, để thể hiện hiện trạng vị trí, diện tích, hình thể và loại đất của các ô thửa có tính ổn định lâu dài và dễ xác định ở thực địa.

1.2.2. Bản đồ địa chính

Bản đồ địa chính là tên gọi của bản đồ được biên vẽ, biên tập từ bản đồ địa chính cơ sở theo từng đơn vị hành chính cơ sở xã, phường, thị trấn (gọi chung là cấp xã), được đo vẽ bổ sung để vẽ trọn vẹn các thửa đất, xác định loại đất theo chỉ tiêu thống kê của từng chủ sử dụng đất trong mỗi mảnh bản đồ và được hoàn chỉnh phù hợp với số liệu trong hồ sơ địa chính.

Bản đồ địa chính được lập cho từng đơn vị hành chính cấp xã, là tài liệu quan trọng trong bộ hồ sơ địa chính; trên bản đồ thể hiện vị trí, hình thể, diện tích, số thửa và loại đất của từng chủ sử dụng đất; đáp ứng được yêu cầu quản lý đất đai của nhà nước ở tất cả các cấp xã, huyện, tỉnh và trung ương.

1.2.3. Bản đồ trích đo

Bản đồ trích đo là tên gọi chung cho bản vẽ có tỷ lệ lớn hơn hay nhỏ hơn tỷ lệ bản đồ địa chính cơ sở, bản đồ địa chính, trên đó thể hiện chi tiết từng thửa đất trong các ô thửa, vùng đất có tính ổn định lâu dài hoặc thể hiện chi tiết theo yêu cầu quản lý đất đai.

2. Nội dung bản đồ địa chính

Bản đồ địa chính là tài liệu chủ yếu trong bộ hồ sơ địa chính, vì vậy trên bản đồ cần thể hiện đầy đủ các yếu tố đáp ứng yêu cầu quản lý đất đai.

2.1. Điểm khống chế tọa độ và độ cao

Trên bản đồ cần thể hiện đầy đủ các điểm khống chế tọa độ và độ cao nhà nước các cấp, lưới tọa độ địa chính cấp I, cấp II và các điểm khống chế đo vẽ có chôn mốc để sử dụng lâu dài. Đây là yếu tố dạng điểm cần thể hiện chính xác đến 0,1mm trên bản đồ.

2.2. Địa giới hành chính các cấp

Trên bản đồ cần thể hiện chính xác đường địa giới quốc gia, địa giới hành chính các cấp tỉnh, huyện, xã, các mốc giới hành chính, các điểm ngoặt của đường địa giới.

2.3. Ranh giới thửa đất

Thửa đất là yếu tố cơ bản của bản đồ địa chính. Ranh giới thửa đất được thể hiện trên bản đồ bằng đường viền khép kín dạng đường gấp khúc hoặc đường cong. Để xác định vị trí thửa đất cần đo vẽ chính xác các điểm đặc trưng trên

đường ranh giới của nó như điểm góc thửa, điểm ngoặt, điểm cong của đường biên. Đối với mỗi thửa đất, trên bản đồ còn phải thể hiện đầy đủ ba yếu tố là số thứ tự thửa, diện tích và phân loại đất theo mục đích sử dụng.

2.4. Loại đất

Tiến hành phân loại và thể hiện 5 loại đất chính là đất nông nghiệp, đất lâm nghiệp, đất chuyên dùng, đất ở và đất chưa sử dụng. Trên bản đồ địa chính cần thể hiện phân loại đến từng thửa đất, từng loại đất chi tiết bằng các ký hiệu phân loại được quy định.

2.5. Công trình xây dựng trên đất

Khi đo vẽ bản đồ tỷ lệ lớn ở vùng đất thổ cư, đặc biệt là ở khu vực đô thị thì trên từng thửa đất còn phải thể hiện chính xác ranh giới các công trình xây dựng cố định như nhà ở, nhà làm việc,... Các công trình xây dựng được xác định theo mép tường phía ngoài. Trên vị trí công trình còn biểu thị tính chất công trình như nhà gạch, nhà bê tông, nhà nhiều tầng.

2.6. Hệ thống giao thông

Trên bản đồ cần thể hiện tất cả các loại đường sắt, đường bộ, đường trong làng, ngoài đồng, đường phố, ngõ phố... Đo vẽ chính xác vị trí tim đường, mặt đường, chỉ giới đường, các công trình cầu cống trên đường và tính chất con đường. Giới hạn thể hiện hệ thống giao thông là chân đường, đường có độ rộng lớn hơn 0,5mm trên bản đồ phải vẽ 2 nét, nếu độ rộng nhỏ hơn 0,5mm thì vẽ một nét và ghi chú độ rộng

2.7. Mạng lưới thủy văn

Trên bản đồ phải thể hiện hệ thống sông ngòi, kênh mương, ao hồ,... Đo vẽ theo mức nước cao nhất hoặc mức nước tại thời điểm đo vẽ. Độ rộng kênh mương lớn hơn 0,5 mm trên bản đồ phải vẽ 2 nét, nếu độ rộng nhỏ hơn 0,5 mm thì vẽ một nét theo đường tim của nó. Khi đo vẽ trong các khu dân cư thì phải vẽ chính xác các rãnh thoát nước công cộng. Sông ngòi, kênh mương cần phải ghi chú tên riêng và hướng nước chảy.

2.8. Địa vật quan trọng

Trên bản đồ địa chính phải thể hiện các địa vật có ý nghĩa định hướng.

2.9. Mốc giới quy hoạch

Trên bản đồ địa chính còn phải thể hiện đầy đủ mốc quy hoạch, chỉ giới quy hoạch, hành lang an toàn giao thông, hành lang bảo vệ đường điện cao thế, bảo vệ đê điều .

2.10. Dáng đất

Khi đo vẽ bản đồ ở vùng đặc biệt còn phải thể hiện dáng đất bằng đường đồng mức hoặc ghi chú độ cao.

3. Cơ sở toán học của bản đồ địa chính

Các loại bản đồ địa hình, bản đồ địa chính của Việt Nam được thành lập trước năm 2001 đều sử dụng hệ toạ độ HN-72, phép chiếu phẳng Gauss-Kruger. Tháng 7 năm 2001, Việt Nam đã công bố và đưa vào sử dụng hệ quy chiếu và hệ toạ độ quốc gia VN-2000, phép chiếu phẳng UTM. Ngày 20-6-2001 Tổng cục Địa chính ra Thông tư số 973/2001/TT-TCDC *hướng dẫn sử dụng hệ quy chiếu và hệ toạ độ quốc gia VN-2000*. Trong phần này sẽ giới thiệu các đặc trưng cơ bản của hai hệ toạ độ Nhà nước và hệ toạ độ địa chính địa phương cấp tỉnh.

3.1. Yếu tố đặc trưng của hệ toạ độ quốc gia HN-72

- Elipxoid thực dụng Kraxovxki với các kích thước cơ bản là:

$$a = 6378245 \text{ m}, \quad b = 6356863 \text{ m}, \quad \alpha = 1:298,3$$

- Elipxoid thực dụng chưa được định vị theo lãnh thổ Việt Nam. Điểm gốc toạ độ được công bố là điểm thiên văn Láng Trung, Hà Nội. Tuy nhiên, toạ độ gốc được tính truyền từ điểm Ngũ Lĩnh (số hiệu 2737) thuộc lưới trắc địa cơ sở Trung Quốc gần biên giới Việt - Trung.

- Mặt quy chiếu toạ độ phẳng là mặt phẳng phép chiếu Gauss-Kruger. Đây là phép chiếu đồng góc, chia trái đất thành 60 múi 6° hoặc 120 múi 3°.

Toạ độ vuông góc phẳng của các điểm trong lưới toạ độ Nhà nước được tính toán trên múi chiếu Gauss-Kruger 6°, đó là múi 48 và 49 có kinh tuyến trực 105° và 111°. Bản đồ địa hình tỷ lệ nhỏ thể hiện trên múi chiếu Gauss 6°; bản đồ địa hình tỷ lệ lớn thể hiện trên múi chiếu Gauss 3° có kinh tuyến trực 102°, 105°, 108°, 111° và 114°.

3.2. Yếu tố đặc trưng của hệ toạ độ quốc gia VN-2000

- Elipxoid quy chiếu quốc gia là Elipxoid WGS84 toàn cầu với kích thước như sau:

- + Bán trục lớn: $a = 6378137,0\text{m}$
- + Độ dẹt: $f = 1: 298,257223563$
- + Tốc độ góc quay quanh trục: $\omega = 7292115,0 \times 10^{-11} \text{ rad/s}$
- + Hằng số trọng trường trái đất: $GM = 3986005.10^8 \text{ m}^3 \text{ S}^{-2}$.

- Vị trí Elipxoid quy chiếu quốc gia: Elipxoid WGS-84 toàn cầu được định vị phù hợp với lãnh thổ Việt Nam trên cơ sở sử dụng điểm GPS cạnh đài có độ cao thủy chuẩn phân bố đều trên toàn lãnh thổ.

- Điểm gốc toạ độ quốc gia: điểm N00 đặt tại Viện nghiên cứu Địa chính, đường Hoàng Quốc Việt - Hà Nội.

- Hệ toạ độ phẳng: hệ toạ độ phẳng UTM quốc tế, được thiết lập trên cơ sở lưới chiếu hình trục ngang đồng góc.

Toạ độ vuông góc phẳng của các điểm trong lưới toạ độ Nhà nước được tính toán trên múi chiếu UTM 6°. Bản đồ địa hình tỷ lệ nhỏ thể hiện trên múi chiếu UTM 6° với hệ số biến dạng trên kinh tuyến trục $m_0 = 0,9996$, bản đồ địa hình tỷ lệ lớn thể hiện trên múi chiếu UTM 3° với hệ số biến dạng trên kinh tuyến trục $m_n = 0,9999$. Kinh tuyến trục các múi vẫn giữ nguyên như phép chiếu Gauss đã nêu ở trên.

3.3. Hệ toạ độ địa chính các tỉnh

Quy phạm thành lập bản đồ địa chính [9] quy định: Bản đồ địa chính được tính toán và thể hiện trong hệ toạ độ Nhà nước. Tuy nhiên, quy phạm còn có các quy định riêng về độ rộng của múi chiếu và vị trí của kinh tuyến trục riêng cho từng tỉnh nhằm đảm bảo giảm ảnh hưởng biến dạng về độ dài và diện tích đến các yếu tố thể hiện trên bản đồ địa chính.

3.3.1. Độ rộng múi chiếu

Quy phạm đo vẽ bản đồ địa chính quy định sử dụng phép chiếu Gauss:

- Bản đồ địa chính tỷ lệ 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10.000 1:25.000 sử dụng múi chiếu Gauss 3°.
- Bản đồ địa chính tỷ lệ 1:200, 1:500 sử dụng múi chiếu Gauss 1,5°.

Thông tư số 973/2001/TT-TCĐC quy định từ tháng 7 năm 2001: đối với bản đồ địa chính phải sử dụng phép chiếu UTM, múi chiếu 3°, hệ số chiếu trên kinh tuyến trục là $m_0 = 0,9999$.

3.3.2. Kinh tuyến trục địa phương

Để đảm bảo chắc chắn cho khu vực đo vẽ bản đồ địa chính các tỉnh hoặc thành phố trực thuộc Trung ương nằm trên vùng có biến dạng qua phép chiếu hình bản đồ là nhỏ nhất, Nhà nước quy định **kinh tuyến trục cho từng tỉnh riêng biệt**. Hiện nay, nước ta có 64 tỉnh và thành phố, các địa phương này tùy theo vị trí địa lý của mình mà dùng một trong các kinh tuyến trục đã lựa chọn và quy định trong Quy phạm bản đồ địa chính 1999 và Thông tư số 973/2001/TT-TCĐC, xem bảng 8.2.

Bảng 8.2: Kinh tuyến trục địa chính các tỉnh

Số TT	Tỉnh, Thành phố	Kinh tuyến trục		Số TT	Tỉnh, Thành phố	Kinh tuyến trục	
		Gauss	UTM			Gauss	UTM
1	Lai Châu	103°00'	103°00'	32	Tiền Giang	106°00'	105°45'
2	Sơn La	104°00'	104°00'	33	Bến Tre	106°00'	105°45'
3	Kiên Giang	105°00'	104°30'	34	Hải Phòng	107°00'	105°45'
4	Cà Mau	105°00'	104°30'	35	TP.HCM	105°00'	105°45'
5	Lào Cai	104°00'	104°45'	36	Bình Dương	107°00'	105°45'
6	Yên Bái	104°30'	104°45'	37	Tuyên Quang	105°00'	106°00'
7	Nghệ An	105°00'	104°45'	38	Hoà Bình	105°00'	106°00'
8	Phú Thọ	105°00'	104°45'	39	Quảng Bình	106°30'	106°00'
9	An Giang	105°00'	104°45'	40	Quảng Trị	107°00'	106°15'
10	Thanh Hoá	105°00'	105°00'	41	Bình Phước	107°00'	106°15'
11	Vĩnh Phúc	105°00'	105°00'	42	Bắc Kạn	106°00'	106°30'
12	Hà Tây	105°45'	105°00'	43	Thái Nguyên	106°00'	106°30'
13	Đồng Tháp	106°00'	105°00'	44	Bắc Giang	106°30'	107°00'
14	Cần Thơ	106°00'	105°00'	45	TT-Huế	107°30'	107°00'
15	Bạc Liêu	106°00'	105°00'	46	Lạng Sơn	107°00'	107°15'
16	Hà Nội	105°45'	105°00'	47	Kon Tum	108°00'	107°30'
17	Ninh Bình	106°00'	105°00'	48	Quảng Ninh	107°00'	107°45'
18	Hà Nam	106°00'	105°00'	49	Đồng Nai	107°00'	107°45'
19	Hà Giang	105°00'	105°30'	50	BR-V. Tàu	107°00'	107°45'
20	Hải Dương	106°00'	105°30'	51	Quảng Nam	108°00'	107°45'
21	Hà Tĩnh	106°00'	105°30'	52	Lâm Đồng	108°00'	107°45'
22	Bắc Ninh	106°00'	105°30'	53	Đà Nẵng	108°00'	107°45'
23	Hưng Yên	106°00'	105°30'	54	Quảng Ngãi	109°00'	108°00'
24	Thái Bình	106°00'	105°30'	55	Ninh Thuận	109°00'	108°15'
25	Nam Định	106°00'	105°30'	56	Khánh Hoà	109°00'	108°15'
26	Tây Ninh	106°00'	105°30'	57	Bình Định	109°00'	108°15'
27	Vĩnh Long	106°00'	105°30'	58	Đắk Lắk	108°00'	108°30'
28	Sóc Trăng	106°00'	105°30'	59	Phú Yên	109°00'	108°30'
29	Trà Vinh	106°00'	105°30'	60	Gia Lai	108°00'	108°30'
30	Cao Bằng	106°00'	105°45'	61	Bình Thuận	108°00'	108°30'
31	Long An	106°00'	105°45'				

4. Phương pháp chia mảnh bản đồ địa chính

Từ trước tới nay các quy phạm bản đồ địa chính đã đưa ra nhiều phương pháp chia mảnh và đánh số bản đồ địa chính. Các phương pháp chia mảnh bản đồ địa chính đã được sử dụng ở các thời kỳ, ở các địa phương rất khác nhau, dẫn đến kết quả là bản đồ và hồ sơ địa chính không hoàn toàn thống nhất trên phạm vi rộng. Trong phần này sẽ giới thiệu phương pháp *chia mảnh và đánh số bản đồ địa chính* theo Quy phạm đo vẽ bản đồ địa chính ban hành tháng 12 năm 1999.

4.1. Chia mảnh bản đồ địa chính cơ sở theo ô hình vuông toạ độ thẳng góc

Bản đồ địa chính các loại tỷ lệ đều được thể hiện trên bản vẽ hình vuông. Việc chia mảnh bản đồ địa chính dựa theo độ lưới ô vuông của hệ toạ độ vuông góc phẳng với hai trục là đường xích đạo và kinh tuyến trực của từng tỉnh.

Trước hết, cần xác định ranh giới hành chính của tỉnh hoặc thành phố làm giới hạn chia mảnh bản đồ trên lưới ô vuông chẵn kilômet của hệ toạ độ vuông góc theo kinh tuyến trực của tỉnh. Tiến hành chia mảnh bản đồ tỷ lệ 1:25000 hết toàn bộ diện tích của tỉnh. Các tờ bản đồ tỷ lệ lớn hơn sẽ được chia nhỏ từ tờ bản đồ 1: 25000, xem sơ đồ chia mảnh hình 8.1.

4.1.1. Bản đồ 1: 25000

Dựa theo lưới ô vuông kilômet chia khu đo thành các ô vuông kích thước thực tế 12×12 km. Toạ độ đường khung bản đồ tỷ lệ 1: 25000 theo trục X phải chia hết cho 3, còn theo hướng trục Y có một đường khung bản đồ trùng với kinh tuyến trực của tỉnh. Mỗi ô vuông tương ứng với một tờ bản đồ tỷ lệ 1: 25000, kích thước bản vẽ là 48×48 cm, diện tích đo vẽ 14400 ha. Số hiệu của tờ bản đồ 1: 25000 gồm 8 chữ số: hai số đầu là 25, tiếp sau là dấu gạch ngang (-), ba số tiếp theo là số chẵn kilômet toạ độ X, ba số sau là số chẵn kilômet toạ độ Y của điểm góc Tây - Bắc tờ bản đồ. Ví dụ: **25-340 488**.

4.1.2. Bản đồ 1:10000

Lấy tờ bản đồ tỷ lệ 1: 25000 làm cơ sở chia thành 4 ô vuông kích thước 6×6 km, tương ứng với một mảnh bản đồ tỷ lệ 1: 10000.

Kích thước khung trong của tờ bản đồ là 60×60 cm, diện tích vẽ là 3600 ha. Số hiệu của tờ bản đồ tỷ lệ 1:10000 đánh theo nguyên tắc tương tự tờ bản đồ 1: 25000 nhưng thay 2 số đầu 25 bằng số 10. Ví dụ: **10-334 494**.

4.1.3. Bản đồ 1: 5000

Chia mảnh bản đồ 1:10000 thành 4 ô vuông, mỗi ô vuông có kích thước là 3×3 km, ta có một mảnh bản đồ tỷ lệ 1: 5000. Kích thước hữu ích của bản vẽ là 60×60 cm, tương ứng với diện tích đo vẽ là 900 ha ở thực địa.

Số hiệu của tờ bản đồ 1: 5000 đánh theo nguyên tắc tương tự như tờ bản đồ tỷ lệ 1: 25000 nhưng không có số 25 hoặc số 10 mà chỉ có 6 số, đó là tọa độ chẵn kilômet của góc Tây - Bắc mảnh bản đồ 1: 5000. Ví dụ: **331-497**.

4.1.4. Bản đồ 1: 2000

Lấy tờ bản đồ 1: 5000 làm cơ sở chia 9 ô vuông, mỗi ô vuông có kích thước thực tế là 1×1 km, ứng với một tờ bản đồ tỷ lệ 1: 2000, kích thước khung bản vẽ là 50×50 cm, diện tích đo vẽ là 100 ha.

Các ô vuông được đánh số bằng chữ số Ả-rập từ 1 đến 9 theo nguyên tắc từ trái sang phải, từ trên xuống dưới. Số hiệu của tờ bản đồ tỷ lệ 1: 2000 là số hiệu tờ 1: 5000 thêm gạch nối và số hiệu ô vuông.

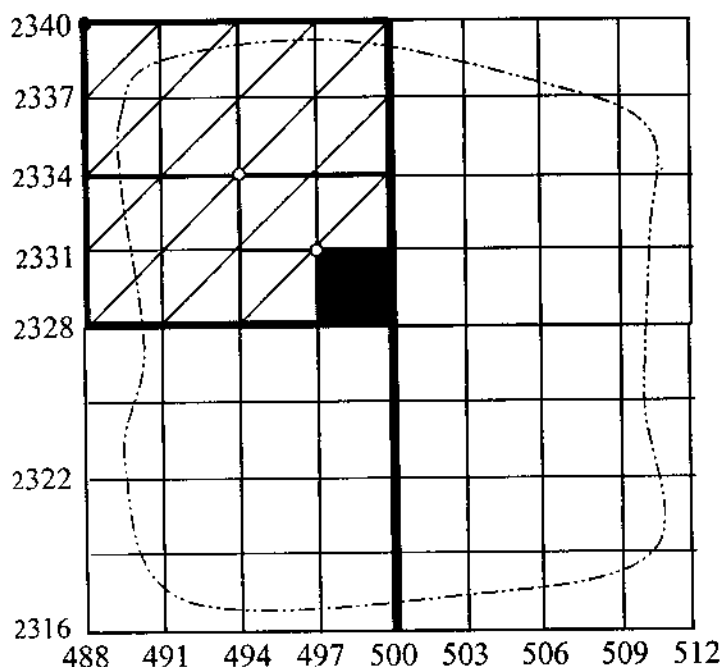
4.1.5. Bản đồ 1:1000

Lấy tờ bản đồ 1: 2000 chia thành 4 ô vuông. Mỗi ô vuông có kích thước 500×500 m ứng với một mảnh bản đồ tỷ lệ 1:1000. Kích thước hữu ích của bản vẽ tờ bản đồ tỷ lệ 1:1000 là 50×50 cm, diện tích đo vẽ thực tế là 25 ha.

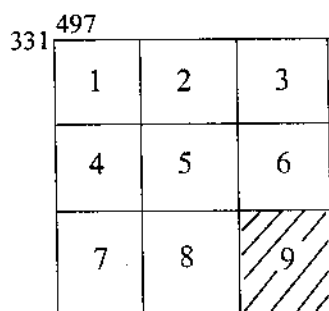
Các ô vuông được đánh số thứ tự bằng chữ cái a, b, c, d theo nguyên tắc từ trái sang phải, từ trên xuống dưới. Số hiệu của tờ bản đồ 1: 1000 gồm hiệu tờ bản đồ 1:2000, thêm gạch nối và số thứ tự ô vuông.

4.1.6. Bản đồ 1: 500

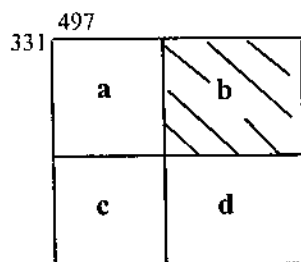
Lấy tờ bản đồ 1: 2000 làm cơ sở chia thành 16 ô vuông. Mỗi ô vuông có kích thước thực tế là 250×250 m tương ứng với một tờ bản đồ tỷ lệ 1: 500. Kích thước hữu ích của bản vẽ là 50×50 cm, tương ứng với diện tích đo vẽ là 6,25 ha.



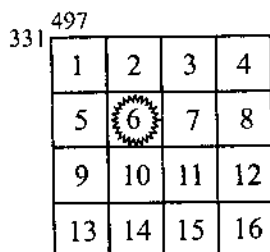
Tờ bản đồ 1:25000
25 - 340 488
 Tờ bản đồ 1:10000
10 - 334 494
 Tờ bản đồ 1:5000
331 497



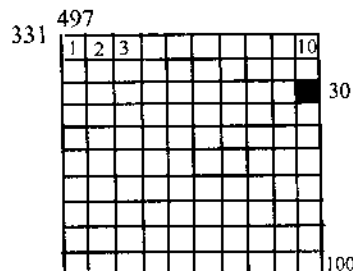
Tờ 1: 2000 331 497-9



Tờ 1: 1000
331 497-9-b



Tờ 1: 500
331 497-9-(6)



Tờ 1: 200
331 497-9-30

Hình 8.1

Các ô vuông được đánh số từ 1 đến 16 theo nguyên tắc từ trên xuống dưới, từ trái sang phải. Số hiệu tờ bản đồ 1:500 gồm số hiệu tờ 1: 2000, thêm gạch nối và số thứ tự ô vuông trong ngoặc đơn.

Trong trường hợp đặc biệt cần vẽ bản đồ tỷ lệ 1: 200 thì lấy tờ bản đồ 1: 2000 làm cơ sở chia thành 100 tờ bản đồ tỷ lệ 1: 200 thêm ký hiệu chữ số Arập từ 1 đến 100 vào sau ký hiệu tờ bản đồ cơ sở 1: 2000 (theo quy phạm 1996). Tóm tắt một số thông số chia mảnh bản đồ địa chính cơ sở trong bảng 8.3

Bảng 8.3

Tỷ lệ bản đồ	Cơ sở để chia mảnh	Kích thước bản vẽ (cm)	Kích thước thực tế (m)	Diện tích đo vẽ (ha)	Ký hiệu thêm vào	Ký hiệu
1: 25000	Khu đo	48×48	12000×12000	14400		25 - 340 488
1: 10000	1: 25000	60×60	6000×6000	3600		10 - 334 494
1: 5000	1:10000	60×60	3000 ×3000	900		331 497
1: 2000	1: 5000	50×50	1000×1000	100	1÷9	331 497 - 9
1:1000	1: 2000	50×50	500×500	25	a, b, c, d	331.497 - 9 - d
1: 500	1: 2000	50×50	250×250	6, 25	(1),...(16)	331 497 - (16)
1: 200	1: 2000	50×50	100×100	1, 0	1 ÷100	331 497 - 9 -100

Theo cách chia này, kích thước khung giấy và toạ độ góc khung luôn là số chẵn trăm mét hoặc kilômet nên rất thuận lợi cho người đo vẽ và biên tập bản đồ địa chính.

4.2. Chia mảnh và đánh số bản đồ địa chính cấp xã

Bản đồ địa chính cấp xã, phường được biên vẽ theo bản đồ địa chính cơ sở, vì vậy về cơ bản bản đồ địa chính được chia mảnh và đánh số hiệu theo nguyên tắc *một tờ bản đồ địa chính cơ sở là một tờ bản đồ địa chính*. Để có thể vẽ trọn vẹn các thửa đất, kích thước khung của tờ bản đồ địa chính sẽ được mở rộng và lớn hơn kích thước khung của tờ bản đồ địa chính cơ sở là 10 hoặc 20 cm. Nghĩa là các tờ bản đồ địa chính cấp xã có độ gối phủ là 5 hoặc 10 cm theo các đường khung của tờ bản đồ.

Tên gọi của tờ bản đồ địa chính gồm *tên đơn vị hành chính* (tỉnh - huyện - xã) lập bản đồ, *số hiệu tờ bản đồ địa chính đánh theo xã và số hiệu mảnh bản đồ địa chính cơ sở để trong ngoặc đơn*. Việc đánh số các tờ bản đồ địa chính của một đơn vị hành chính xã được thực hiện theo nguyên tắc: đánh số bằng chữ số Arập từ 1 đến hết, từ trên xuống dưới, từ trái qua phải.

5. Ký hiệu bản đồ địa chính

Nội dung của bản đồ địa chính được biểu thị bằng các ký hiệu quy ước và các ghi chú. Các ký hiệu được thiết kế phù hợp cho từng loại tỷ lệ bản đồ và phù hợp với yêu cầu sử dụng bản đồ địa chính. Các ký hiệu phải bảo đảm tính chất trực quan, dễ đọc, không làm lẫn lộn ký hiệu này với ký hiệu khác.

5.1. Phân loại ký hiệu

Các ký hiệu quy ước của bản đồ địa chính được chia làm 3 loại: ký hiệu theo tỷ lệ, ký hiệu không theo tỷ lệ và ký hiệu nửa theo tỷ lệ.

5.1.1. Các ký hiệu vẽ theo tỷ lệ

Khi thể hiện các đối tượng có diện tích bề mặt tương đối lớn ta dùng ký hiệu theo tỷ lệ. Phải vẽ đúng kích thước của địa vật theo tỷ lệ bản đồ. Đường viền của đối tượng có thể vẽ bằng nét liền, nét đứt hoặc đường chấm chấm. Bên trong đường viền dùng màu sắc hoặc các hình vẽ, biểu tượng và ghi chú để biểu thị đặc trưng địa vật. Với bản đồ địa chính gốc thì phương pháp ghi chú đặc trưng và biểu tượng được dùng làm phương tiện chính.

Các ký hiệu này thể hiện rõ vị trí, diện tích, các điểm đặc trưng và tính chất của đối tượng cần biểu diễn. Ví dụ: nhà, sông, hồ, thửa đất.

5.1.2. Ký hiệu không vẽ theo tỷ lệ

Đây là những ký hiệu quy ước dùng để thể hiện vị trí và các đặc trưng số lượng, chất lượng của các đối tượng, song không thể hiện diện tích, kích thước và hình dạng của chúng theo tỷ lệ bản đồ. Loại ký hiệu này còn sử dụng cả trong trường hợp địa vật được vẽ theo tỷ lệ mà ta muốn biểu thị thêm yếu tố tượng trưng làm tăng thêm khả năng nhận biết đối tượng trên bản đồ. Ví dụ: tượng đài, đền miếu nhỏ, trạm phát thông tin.

5.1.3. Ký hiệu nửa theo tỷ lệ

Đó là loại ký hiệu dùng thể hiện các đối tượng có thể biểu diễn kích thước thực một chiều theo tỷ lệ bản đồ, còn chiều kia dùng kích thước quy ước. Ví dụ: ký hiệu đường sắt, đường dây điện, dây thông tin, kênh mương nhỏ... Trong đó chiều dài tuyến vẽ theo tỷ lệ và dùng lực nét, màu sắc thể hiện chủng loại, chất lượng địa vật.

5.1.4. Ghi chú

Ngoài các ký hiệu, người ta còn dùng cách ghi chú để biểu đạt nội dung của bản đồ địa chính. Các ghi chú có thể chia ra làm hai nhóm là ghi chú tên riêng và ghi chú giải thích.

Ghi chú tên riêng dùng để chỉ các đơn vị hành chính, tên các cụm dân cư, các đối tượng kinh tế, xã hội, tên sông hồ, tên núi, đồi, v.v.

Ghi chú giải thích rất hay dùng trong bản đồ địa chính nhằm thể hiện, giải thích về phân loại đối tượng, về đặc trưng số lượng, chất lượng của chúng. Ghi chú này dưới dạng viết tắt, giản lược ngắn gọn. Ví dụ: loại đất, loại nhà, mặt đường, hướng dòng chảy,...

5.2. Vị trí các ký hiệu

Các ký hiệu vẽ theo tỷ lệ thì phải thể hiện chính xác vị trí của các điểm đặc trưng trên đường biên của nó. Ví dụ: các góc thửa đất, điểm đỉnh các đoạn cong của đường ranh giới thửa đất. Khi xác định chính xác toàn bộ đường biên thì vị trí của ký hiệu vẽ theo tỷ lệ đã được định vị.

Với ký hiệu không theo tỷ lệ:

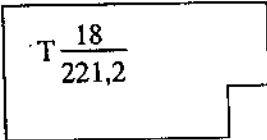
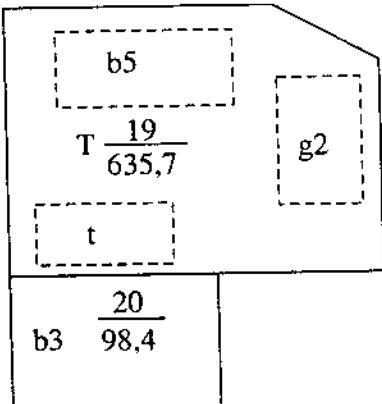
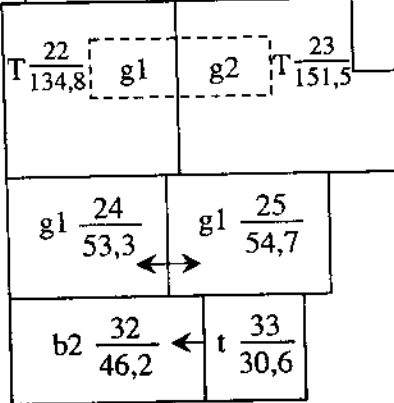
- Ký hiệu có dạng hình học đơn giản như hình tròn, hình vuông, tam giác,... thì tâm ký hiệu chính là tâm địa vật.
- Ký hiệu đường nét thì trục của ký hiệu trùng với trục của địa vật.
- Ký hiệu tượng trưng có đường đáy nằm ngang thì tâm ký hiệu là điểm giữa của đáy. Ví dụ: đền chùa, nhà thờ, tháp,...

5.3. Màu sắc ký hiệu

Theo quy định của các quy phạm thì bản đồ địa chính có hai loại là “**bản đồ địa chính cơ sở**” và “**bản đồ địa chính**”. Tương ứng với từng loại sẽ dùng màu sắc khác nhau để vẽ bản đồ địa chính.

Trên **bản đồ địa chính cơ sở** (bản đồ địa chính gốc), các ký hiệu được vẽ bằng ba màu: *đen*, *ve* và *nâu* nhằm đảm bảo dễ đọc. Đường nét phải đủ độ đậm màu để có thể chụp ảnh hoặc phiên bản phục vụ cho công tác biên tập bản đồ địa chính theo công nghệ truyền thống.

Bảng 8.4

STT	Tên ký hiệu	Ký hiệu		
		1:200	1:500	1:100
1	Ranh giới thửa, lô đất 18 - Số hiệu thửa đất 221,2 - Diện tích thửa đất, lô đất (m ²). T- Đất ở (loại đất).			
2	Nhà : a. Nhà nằm bên trong ranh giới thửa đất, kèm theo các ghi chú: b5- Nhà bê tông 5 tầng g2- Nhà gạch đá 2 tầng t- Nhà tạm (tranh, tre, gỗ, lá) b. Nhà nằm gọn trên ranh giới thửa đất. b3- Bê tông 3 tầng c. Nhà có một phần tường trùng với ranh giới thửa. g2- Nhà gạch 2 tầng			
3	Nhà có tường chung là ranh giới thửa đất a. Chung tường. g1- Nhà gạch 1 tầng chung tường b. Nhờ tường nhà bên cạnh t- Nhà tạm			

- Bản đồ địa chính lập theo đơn vị hành chính cấp xã, thường dùng một màu đen để thể hiện các yếu tố nội dung bản đồ nhằm tăng độ tương phản, thuận tiện cho việc nhân thành nhiều bản để dùng.

Khi thành lập bản đồ địa chính bằng kỹ thuật số trên máy tính thì yêu cầu bản đồ địa chính cơ sở phải thể hiện 3 màu và bản đồ địa chính cũng có thể dùng 3 màu.

Trong bảng 8.4 giới thiệu một số loại ký hiệu thửa đất và công trình xây dựng trên đất.

II. KHÁI QUÁT QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA CHÍNH THEO PHƯƠNG PHÁP ĐO TRỰC TIẾP Ở THỰC ĐỊA

Bản đồ địa chính được lưu trữ và sử dụng trong bộ hồ sơ địa chính ở các cơ quan quản lý đất đai các cấp là bộ bản đồ đã được biên tập từ bộ *bản đồ gốc do vẽ* hay *Bản đồ địa chính cơ sở*. Ngày nay có thể ứng dụng 3 phương pháp thành lập bản đồ gốc, đó là:

- Phương pháp đo vẽ trực tiếp ở thực địa,
- Phương pháp sử dụng ảnh chụp từ máy bay kết hợp điều tra thực địa,
- Phương pháp biên vẽ từ các bản đồ và tài liệu khác.

Trong giáo trình này chúng ta chỉ nghiên cứu phương pháp thứ nhất.

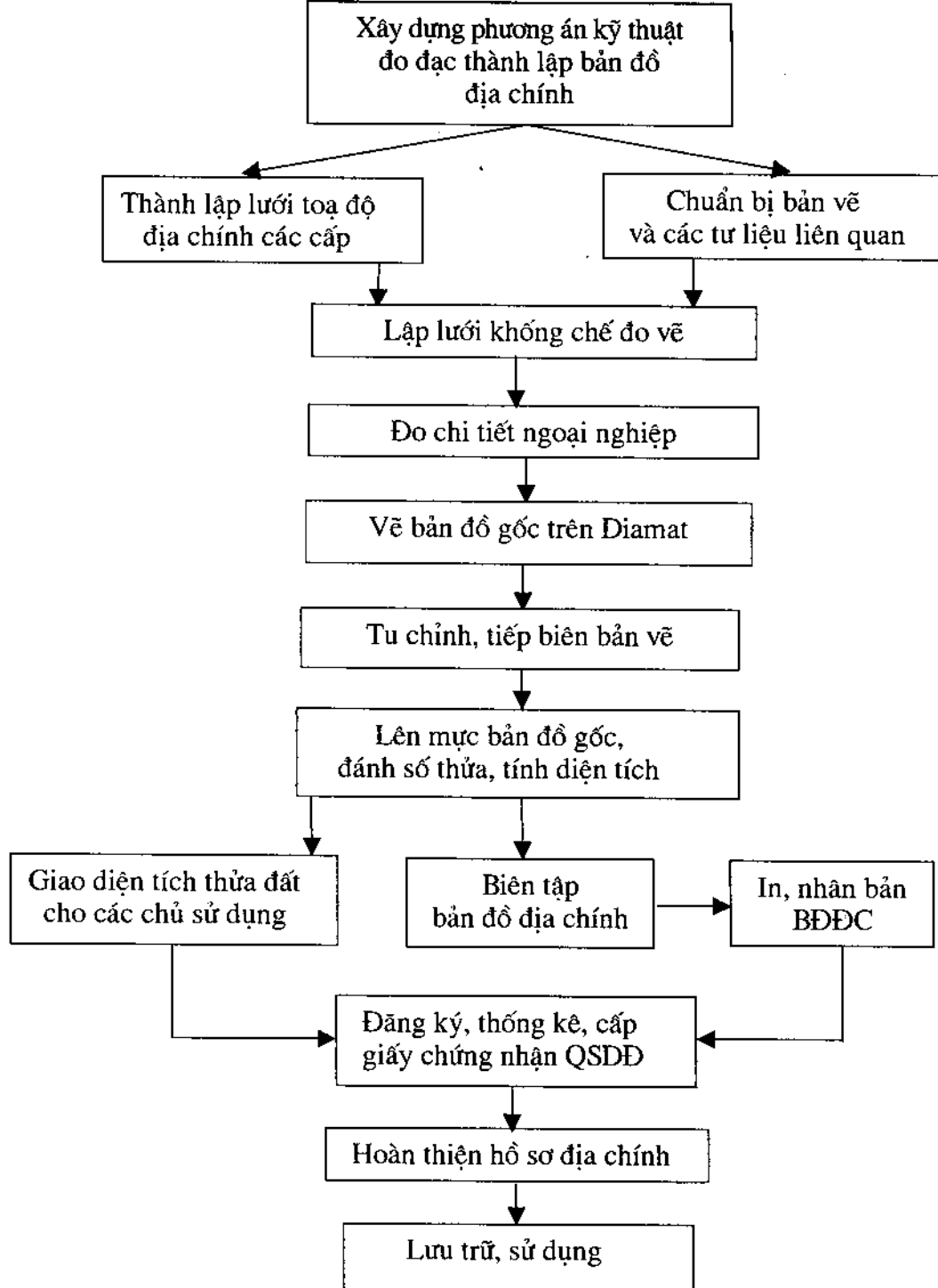
Thực chất của phương pháp này là sử dụng các máy toàn đạc để đo chi tiết bản đồ ở thực địa theo phương pháp toạ độ cực, dùng các dụng cụ khác để đo bổ sung các điểm chi tiết mà máy toàn đạc còn bỏ trống chưa đo được, sau đó sẽ vẽ bản đồ gốc và biên tập bản đồ địa chính ở trong phòng. Ta có thể khái quát quy trình công nghệ thành lập bản đồ địa chính theo phương pháp đo vẽ trực tiếp ở thực địa (công nghệ truyền thống) trên sơ đồ trên hình 8.2.

Các công đoạn từ lập lưới khống chế địa chính, lập lưới khống chế đo vẽ, đo vẽ chi tiết đến biên tập bản đồ địa chính gốc là do những người làm công tác đo đạc thực hiện. Phần lớn công tác này được tiến hành trên thực địa. Đây là phần việc tốn nhiều công sức và tiền của.

Các công đoạn từ biên tập bản đồ địa chính, in bản đồ sẽ được thực hiện trong các xí nghiệp bản đồ.

Các công việc đăng ký, thống kê đất, cấp giấy chứng nhận quyền sử dụng đất, chỉnh sửa nội dung bản đồ và lưu trữ hồ sơ địa chính là do những người làm công tác quản lý địa chính ở các cấp thực hiện.

Trong sơ đồ công nghệ phải đảm bảo một nguyên tắc chung là: sau mỗi công đoạn phải thực hiện kiểm tra nghiệm thu chặt chẽ. Chỉ khi công đoạn trước đã được nghiệm thu đạt yêu cầu thì mới thực hiện công đoạn tiếp theo nhằm tránh những sai sót có thể gây ra lãng phí .



Hình 8.2

Việc đo vẽ bản đồ gốc địa chính ở thực địa sẽ đòi hỏi các điều kiện và phương tiện kỹ thuật phù hợp. Phải dựa vào điều kiện thiết bị kỹ thuật của đơn vị để lựa chọn phương pháp đo vẽ thích hợp và các biện pháp đảm bảo kỹ thuật cho các công đoạn chính.

Kết quả cuối cùng của giai đoạn đo vẽ ở thực địa là bộ bản đồ địa chính gốc vẽ trên giấy hoặc giấy nhựa trong Diamat. Theo thuật ngữ trong “Quy phạm thành lập bản đồ địa chính”, bản đồ này được gọi là **Bản đồ địa chính gốc đo vẽ trực tiếp** hay **Bản đồ địa chính cơ sở**.

Dựa trên **Bản đồ địa chính cơ sở**, người ta tiến hành đo vẽ bổ sung và biên tập thành lập **Bản đồ địa chính cấp xã** gọi tắt là **Bản đồ địa chính**.

Bản đồ địa chính cơ sở chỉ thành lập một bản, lưu trữ ở cơ quan quản lý đất đai cấp tỉnh hoặc cấp huyện. Riêng bản đồ địa chính cấp xã, phường, sau khi hoàn chỉnh thường được in ra nhiều bản, vừa lưu trữ ở cơ quan quản lý đất đai cấp tỉnh vừa được đem sử dụng trực tiếp ở cơ quan quản lý đất đai các cấp từ xã đến huyện, tỉnh và trung ương.

Các mục sau của chương 8 sẽ lần lượt giới thiệu cụ thể các phương pháp thực hiện từng công đoạn của quy trình nêu trên đây để cuối cùng có sản phẩm bản đồ địa chính hoàn chỉnh phục vụ cho công tác quản lý đất đai.

III. CÔNG TÁC CHUẨN BỊ

Để thực hiện việc đo vẽ bản đồ địa chính bằng máy toàn đạc ở thực địa đạt kết quả tốt, ta phải chuẩn bị đầy đủ các tài liệu, máy móc, dụng cụ đo vẽ.

1. Thu thập tài liệu và khảo sát thực địa

Khi được giao nhiệm vụ đo vẽ bản đồ địa chính một khu vực nào đó, người thực hiện công trình phải thu thập đủ các tài liệu cơ bản như:

- Bản đồ địa hình đã có trên khu đo.
- Tài liệu về lưới tọa độ địa chính cơ sở, lưới tọa độ địa chính cấp I, cấp II, gồm: tọa độ các điểm, sơ đồ lưới, bản ghi chú điểm.
- Bản thiết kế kỹ thuật đo đạc thành lập bản đồ địa chính.

Theo nhiệm vụ được giao sẽ khoanh vùng khu vực đo vẽ bản đồ địa chính lên tờ bản đồ địa hình vừa thu thập được, đánh dấu vị trí các điểm tọa

độ địa chính đã có lên bản đồ địa hình. Dem bản đồ địa hình ra thực địa, tiến hành khảo sát thực tế: tìm các điểm toạ độ địa chính, đánh giá xem chúng còn hay mất, có còn sử dụng được không. Trên cơ sở đó sẽ thiết kế lưới khống chế đo vẽ phục vụ cho công tác đo chi tiết bản đồ địa chính sau này. Liên hệ với chính quyền địa phương để có người dẫn đạc, cùng làm việc trong các giai đoạn tiếp theo.

2. Kiểm tra máy móc dụng cụ

Dụng cụ đo bao gồm: máy toàn đạc, mia toàn đạc hoặc máy toàn đạc điện tử và gương, thước thép cuộn, sổ đo các loại, bản vẽ, ô che máy, các dụng cụ văn phòng. Trước khi đem máy ra đo đạc ngoài trời, cần phải kiểm tra, kiểm nghiệm và hiện chỉnh máy.

Đối với máy kinh vĩ và toàn đạc quang học phải kiểm tra xem các bộ phận như: các ốc cân máy, ốc hãm, ốc vi động, ống kính, bộ phận đọc số, ốc hãm chân máy hỏng hóc gì không, hòm máy, dây đeo máy có chắc chắn không, v.v. Sau đó kiểm nghiệm một số mục cơ bản như: Trục ống thuỷ dài phải vuông góc với trục quay của máy; sai số 2C của bàn độ ngang, sai số 2i, sai số MO của bàn độ đứng, xác định hệ số đo khoảng cách của hệ thống dây chỉ trong máy. Khi phát hiện có sai số lớn hơn hạn sai cho phép phải tiến hành điều chỉnh máy cho đạt yêu cầu mới đem đi đo. Khi đo vẽ bản đồ tỷ lệ lớn, các sai số 2C và MO phải điều chỉnh nhỏ hơn 1'. Các phương pháp kiểm nghiệm và hiện chỉnh máy đã được giới thiệu trong mục IV - chương 3.

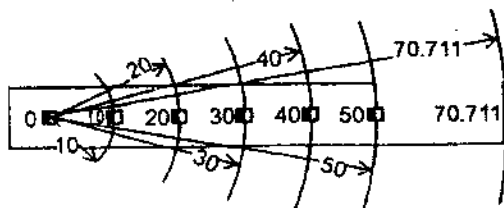
3. Chuẩn bị bản vẽ

Trước đây các bản đồ địa chính được vẽ trên giấy trắng bôi trên nền gỗ dán thì trước khi đo vẽ phải tiến hành bôi giấy lên các tấm gỗ dán, sau đó kẻ lưới ô vuông để vẽ bản đồ. Ngày nay, người ta không dùng bản vẽ bôi trên nền gỗ cứng nữa mà dùng một loại giấy nhựa trong đặc biệt *diamat*. Đây là loại giấy trong suốt, rất dai, bền và rất ít co giãn khi nhiệt độ môi trường thay đổi. Người chuẩn bị bản vẽ cắt giấy theo kích thước khoảng 70×70 cm. Sau đó tiến hành kẻ lưới ô vuông.

Lưới ô vuông là một hệ thống các đường thẳng cách đều nhau, song song với hai trục OX và OY của hệ toạ độ vuông góc phẳng. Kích thước ô

vuông thường là 10×10 cm, sai số dụng lưới không vượt quá 0,1 mm trên bản đồ. Ta sẽ dựa vào lưới ô vuông này để triển vẽ các điểm khống chế và các điểm chi tiết. Để kẻ lưới ô vuông, ta có thể sử dụng các máy vẽ chuyên dụng hoặc máy triển điểm của bản đồ. Dưới đây sẽ giới thiệu nguyên lý kẻ lưới ô vuông bằng một thước chuyên dụng, đó là thước Drobusev, hình 8.3.

Thước Drobusev làm bằng hợp kim có hệ số giãn nở nhiệt khá nhỏ, trên đó có 6 lỗ, cạnh vát trong lỗ đầu tiên là đoạn thẳng, cạnh vát của các lỗ còn lại là các cung tròn bán kính 10cm, 20cm, 30cm, 40cm, 50cm. Chiều dài từ điểm 0 của thước đến cạnh vát ở đầu thước đúng bằng đường chéo hình vuông cân có cạnh $a = 50$ cm, $d = a\sqrt{2} = 70,71$ cm.



Hình 8.3: Thước Drobusev

Việc kẻ lưới ô vuông bằng thước Drobusev được tiến hành như sau:

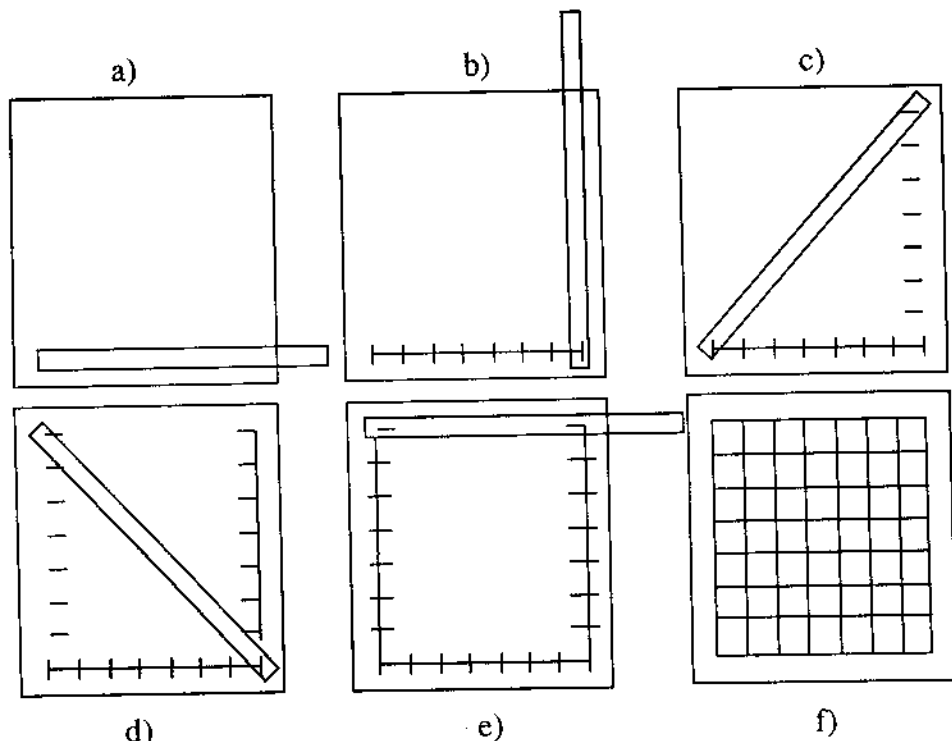
- **Bước 1:** Đặt cạnh thước song song với mép giấy vẽ, dùng bút chì cứng vót nhọn vạch các vạch theo các lỗ của thước. Kẻ một đường thẳng cắt các vạch chia trên, xem hình 8.4a.

- **Bước 2:** Đặt thước vuông góc với hướng đường thẳng vừa dựng sao cho vạch 0 trùng với vạch thứ sáu của bước 1. Vạch cung tròn bán kính 50cm theo lỗ thứ 6, xem hình 8.4b.

- **Bước 3:** Đặt thước nằm theo đường chéo hình vuông sao cho vạch 0 trùng với 0 ở bước 1 và cung tròn mép vát đầu thước cắt cung bán kính 50cm ở bước 2. Nối giao điểm này với điểm góc Đông Nam bản vẽ, ta có đường thẳng bên phải, hình 8.4c.

- **Bước 4:** Tương tự bước 2 và 3 dựng cạnh bên trái và phía trên bản vẽ.

- **Bước 6:** Nối các điểm tương ứng trên hai cạnh đối diện, ta có lưới ô vuông 10×10 cm.



Hình 8.4

IV. CHÈM DÀY ĐIỂM TRẠM ĐO

Khi đo vẽ bản đồ địa chính bằng máy toàn đạc, đo khoảng cách từ máy tới mìn đặt ở các điểm chi tiết có giới hạn nên thường phải xây dựng lưới khống chế toạ độ, đặc biệt là các điểm khống chế đo vẽ rất dày và rải đều trên toàn khu đo.

Ví dụ: Quy phạm quy định khi đo vẽ bản đồ địa chính tỷ lệ 1:1000, khoảng cách xa nhất từ máy toàn đạc quang học đến mìn là $d = 80\text{m}$. Khi đó để đảm bảo đứng máy tại các điểm trạm đo có thể đo hết các điểm chi tiết ở xung quanh thì khoảng cách giữa các điểm trạm đo không được vượt quá.

$$S = d \cdot \sqrt{3} = 140 \text{ m.}$$

Trong trường hợp này trên một mảnh bản đồ tỷ lệ 1:1000 cần tối thiểu 15 điểm trạm đo. Tuy nhiên, ta thấy lưới khống chế toạ độ địa chính từ cấp 2 trở lên được xây dựng trong giai đoạn trước chỉ đảm bảo trên mỗi bản vẽ (một tờ

bản đồ) có khoảng 1 đến 2 điểm, không đủ số điểm cần thiết để đặt máy đo hết các điểm chi tiết bản đồ địa chính. Vì thế ta phải chêm dày điểm trạm đo bằng cách xây dựng lưới khống chế đo vẽ theo các phương án sau:

- *Lập lưới khống chế đo vẽ dạng đường chuyền kinh vĩ cấp 1 và cấp 2.*
- *Chêm dày thêm các điểm khống chế đo vẽ độc lập bằng phương pháp giao hội góc hoặc giao hội cạnh, dựa vào các điểm toạ độ cấp cao hơn đã có trên khu đo.*
- *Khi cần thiết sẽ dựa vào các điểm từ kinh vĩ cấp 2 trở lên để bố trí đường chuyền toàn đạc nhằm tiếp tục chêm dày các điểm trạm đo.*

Ba phương án chêm dày điểm trạm đo nêu trên đã được giới thiệu chi tiết ở chương 6. Khi thực hiện việc chêm dày điểm trạm đo phải tuân thủ chặt chẽ các quy định về phân cấp lưới, về hình dạng của các tuyến đường chuyền, các cạnh đường chuyền không nên quá ngắn, vị trí các điểm phải ổn định, thuận tiện cho việc đo góc, đo cạnh đường chuyền và khi đặt máy tại đó có thể đo được nhiều điểm chi tiết nhất.

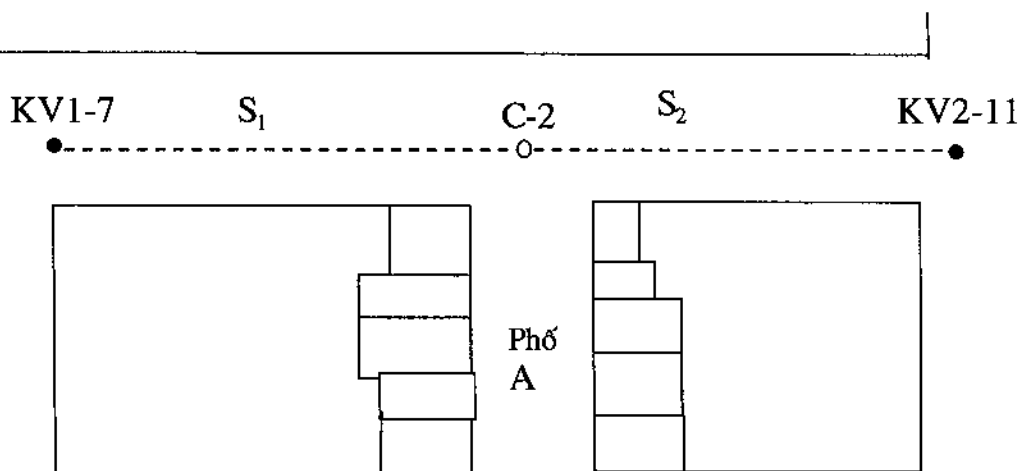
Trong trường hợp phương tiện tính toán bình sai đường chuyền kinh vĩ chỉ là các máy tính kỹ thuật cầm tay thì chỉ nên bố trí đường chuyền kinh vĩ dạng đơn giản nhất như tuyến phù hợp hoặc khép kín, xem hình 6.7a, 6.7b. Nếu sử dụng các phần mềm bình sai chuyên dụng thì có thể bố trí lưới đường chuyền kinh vĩ dạng hỗn hợp gồm nhiều tuyến đường chuyền, nhiều vòng khép kín như hình 6.7c.

Ngoài các điểm trạm đo đã được tạo ra bằng phương pháp đường chuyền kinh vĩ các cấp hoặc xác định bằng các phương pháp giao hội, quy phạm còn cho phép tạo các điểm trạm đo bằng phương pháp dóng hướng thẳng hàng giữa các điểm của lưới khống chế đo vẽ.

Trình tự thực hiện tạo điểm trạm đo theo phương pháp dóng hướng thẳng hàng như trên hình 8.5.

Trên phố chính đã có 2 điểm đường chuyền kinh vĩ số hiệu KV1-7 và KV2-11 đã biết toạ độ, cần bố trí thêm điểm trạm đo C-2 để đo các điểm chi tiết trên mặt phố A, xem hình 8.5. Đặt máy kinh vĩ tại điểm KV1-7, ngắm về KV2-11, theo hướng ngắm đánh dấu điểm C-2 trên ngã ba, dùng thước thép đo đoạn S_1 ,

đo thêm đoạn S_2 để kiểm tra. Như vậy, ta đã xác định được điểm C-2 theo phương pháp dóng hướng thẳng hàng. Chiều dài đoạn S_1 phải đo với độ chính xác 1: 2000. Đặt máy kinh vĩ tại các điểm dóng hướng thẳng hàng có thể đo vẽ các điểm chi tiết như các góc thửa đất theo các phương pháp thông thường.



Hình 8.5

V. ĐO VẼ CHI TIẾT BẢN ĐỒ ĐỊA CHÍNH BẰNG MÁY KINH VĨ THEO PHƯƠNG PHÁP TOẠ ĐỘ CỰC

Đo vẽ chi tiết bản đồ địa chính là xác định ranh giới các thửa đất, các điểm góc thửa, các công trình xây dựng trên đất, hệ thống giao thông, hệ thống sông ngòi, mương máng, điểm định hướng, v.v.

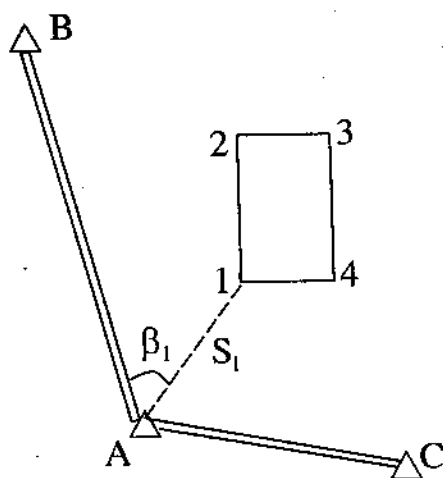
1. Nguyên lý đo toàn đạc

Thực chất của phương pháp toàn đạc là xác định các yếu tố toạ độ cực: góc β , khoảng cách ngang S và độ cao của điểm chi tiết. Có các điểm A, B, C đã biết toạ độ. Đặt máy tại A, định hướng máy về B, đo kiểm tra về điểm đã biết C, xem hình 8.6. Đo các yếu tố S_i , β để xác định vị trí mặt bằng của điểm chi tiết thứ i . Khi cần xác định độ cao điểm chi tiết thì đo thêm độ chênh cao h_i .

Ta có thể dùng các loại máy kinh vĩ quang học Theo-020, Theo-020A, Theo-020B, T-5, máy toàn đạc quang học tự động như Dalhta-010, Dalhta-010A kết hợp với mìa đúng chia vạch 1cm hoặc các máy toàn đạc điện tử như SET 4, SET 5, TC 500, TC 600, ... và gương để đo chi tiết bản đồ địa chính.

2. Trình tự đo và ghi số

Nhóm đo bao gồm một người đứng máy, một người ghi số, một người vẽ sơ họa và hai người dựng mìa. Thao tác cụ thể ở một trạm đo như sau:



Hình 8.6

Đặt máy kinh vĩ (hoặc toàn đạc) ở điểm khống chế đo vẽ A, dựng tiêu ngắm tại B và C, tiến hành định tâm, cân máy chính xác, định tâm tiêu ngắm, xem hình 8.6. Dùng thước thép đo chiều cao i của máy, ghi vào sổ đo, ví dụ $i = 1,54\text{m}$, xem bảng 8.5. Để bàn độ đứng phía bên trái người đo, đưa ống kính ngắm sào tiêu đặt tại B sao cho ảnh của sào tiêu trùng với dây chỉ đứng của màn dây chữ thập. Đặt trị số đọc ban đầu của bàn độ ngang là $0^{\circ}00'00''$. Đo góc BAC, so giá trị đo được với giá trị đã biết của nó, nếu độ chênh không vượt quá $1'$ là việc định tâm máy và định hướng máy đạt yêu cầu, nếu sai số vượt hạn sai thì phải kiểm tra lại. Dựng mìa thật thẳng đứng tại điểm chi tiết 1. Quay ống kính ngắm mìa, dựa vào chỉ giữa của màn dây chữ thập đọc số trên mìa, ta được chiều cao tia ngắm t , ví dụ: $t = 1,40\text{m}$, hiệu số đọc chỉ trên và chỉ dưới là l , ta có số đọc khoảng cách là $D = kl$, ví dụ: $D = 75,3\text{m}$. Cân bàn độ đứng, nhìn vào kính hiển vi đọc số, ta đọc được số đọc bàn độ ngang, ví dụ góc $\beta = 10^{\circ}15'$, và góc đứng $v = 0^{\circ}35'$. Lưu ý rằng khoảng cách đo bằng dây thị cự chỉ đạt độ chính xác tương đối là 1:300, nên chỉ dùng để đo chi tiết bản đồ tỷ lệ 1:1000 và nhỏ hơn, còn bản đồ tỷ lệ 1:500 phải đo chiều dài S bằng thước thép. Các kết quả đo phải ghi ngay vào sổ theo mẫu quy định, tiến hành tính toán khoảng cách nằm ngang

và độ chênh cao từ máy đến điểm chi tiết và độ cao của nó. Khi đo vẽ bản đồ địa chính có thể không cần phải đo độ cao điểm chi tiết. Ngoài ra, cần phải ghi chú đặc điểm của điểm chi tiết, ví dụ: góc thửa đất, góc nhà, điểm ngoặt đường giao thông, v.v. Trong thực tế đối với khu đo bằng phẳng, để đơn giản việc tính toán, có thể đặt số đọc bàn độ đúng $v = 0^{\circ}00'00''$ hoặc số đọc dây chỉ giữa đúng bằng chiều cao máy ($i = t$).

Các công thức cơ bản tính khoảng cách nằm ngang S và chênh cao h như sau:

- Đo bằng máy kinh vĩ quang học có dây thị cự thẳng:

$$\begin{aligned} S &= k.l \cdot \cos^2 v \\ h &= \frac{1}{2} k.l \cdot \sin 2v + i - t \\ h &= S \cdot \operatorname{tg} V + i - t \end{aligned} \quad (8-1)$$

- Đo bằng máy toàn đạc tự động có dây thị cự cong:

$$\begin{aligned} S &= k_s \cdot l_s \\ h &= k_h \cdot l_h + i - t \end{aligned} \quad (8-2)$$

- Đo bằng máy toàn đạc điện tử:

$$\begin{aligned} S &= D \cdot \cos V \\ h &= D \cdot \sin V + i - t \end{aligned} \quad (8-3)$$

Trong ví dụ trên, người ghi sổ tiến hành tính toán khoảng cách nằm ngang và độ chênh cao theo công thức (8-1). Trong đó l là hiệu số đọc giữa hai dây chỉ trên và dưới, $k = 100$ là hằng số đo khoảng cách của máy. Kết quả đo và tính toán ghi trong bảng 8.5.

Mẫu sổ đo chi tiết bằng máy kinh vĩ

Ngày đo: 10-11-2004

Người đo: Lê Văn Hậu

Trạm đo: A

Người ghi: Hoàng Hoa

Điểm định hướng: B

Người vẽ sơ họa: Vũ Mạnh

Độ cao điểm trạm đo: 7,21m

Người kiểm tra: Đỗ Sỹ Đại

Chiều cao máy: 1,54m

Bảng 8.5

Điểm mía	Góc bằng	Khoảng cách 'ngiêng kl	Số đọc chỉ giữa t	Góc đứng v	Khoảng cách nằm ngang	Độ chênh cao h	Độ cao điểm H	Ghi chú
1	10°15'	75,3	1,40	0°35'	75,29	+ 0,91	8,12	Thừa
2	20° 23	71,2	1,40	0°00	71,20	+ 0,14	7,35	Thừa

Phương pháp tính toán số đo như sau:

Khoảng cách nằm ngang: $S_{A1} = 75,3 \cdot \cos^2 0^\circ 35' = 75,29\text{m}$.

Độ chênh cao:

$$h_{A1} = 1/2 \cdot 75,3 \cdot \sin 2 \cdot 0^\circ 35' + 1,54 - 1,40 = + 0,91\text{m}$$

Nếu độ cao của điểm A là $H_A = 7,21\text{m}$, ta có độ cao điểm chi tiết:

$$H_1 = 7,21 + 0,91 = 8,12\text{m}$$

3. Quy định kỹ thuật đo chi tiết theo phương pháp toàn đạc

Chiều dài cho phép ($S_{\max}$) của tia ngắm từ máy tới điểm chi tiết được tính toán trên cơ sở độ chính xác đo góc β và độ chính xác đo cạnh S. Hai yếu tố này ảnh hưởng đồng thời đến độ chính xác vị trí điểm chi tiết.

Nếu dùng các kính vĩ hoặc máy toàn đạc quang học đo góc β với một vị trí bàn độ thì lấy $m_\beta = \pm 1'$, sai số tương đối đo dài bằng dây thị cự là 1: 300, sai số tương đối đo dài bằng thước thép là 1:1000. Nếu sử dụng máy toàn đạc điện tử để đo chi tiết thì sai số đo góc $m_\beta = \pm 30''$, sai số tương đối đo dài theo phương pháp đo thô khoảng 1: 5000.

Dựa vào tính năng kỹ thuật của dụng cụ đo và yêu cầu độ chính xác vị trí điểm chi tiết trên bản đồ, chúng ta xác định được khoảng cách tối đa cho phép từ máy tới điểm chi tiết. Quy phạm hiện hành quy định khoảng cách cho phép từ máy tới mĩa hoặc gương như nêu trong bảng 8.6.

Bảng 8.6

Tỷ lệ bản đồ cần đo vẽ	Khoảng cao đều cơ bản (m)	Khoảng cách lớn nhất giữa các điểm mìa khi đo vẽ dáng đất (m)	Khoảng cách lớn nhất từ máy tới điểm chi tiết (m)		
			Dáng đất	Địa vật	
				Dùng máy quang học	Dùng máy điện tử
1:500	1,0	30	150	60	200
1:1000	1,0	30	200	80	250
1:2000	2,0	50	250	100	300
1:5000	2,0	120	350	150	500
1:10000	5,0	350	400	200	500

Chú ý:

Góc nằm ngang β giữa hướng mở đầu AB và hướng đến điểm chi tiết AK được đo bằng máy toàn đạc với một vị trí bàn độ trái.

Khoảng cách S từ máy tới điểm chi tiết được đo bằng thước thép khi đo vẽ bản đồ tỷ lệ 1:500, đo bằng dây chỉ thị cự của máy kinh vĩ hoặc toàn đạc quang học khi đo vẽ bản đồ tỷ lệ 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10000.

Khi sử dụng máy toàn đạc điện tử đo cả góc ngang và khoảng cách từ máy tới gương thì khoảng cách cho phép S được mở rộng hơn...

4. Vẽ sơ họa

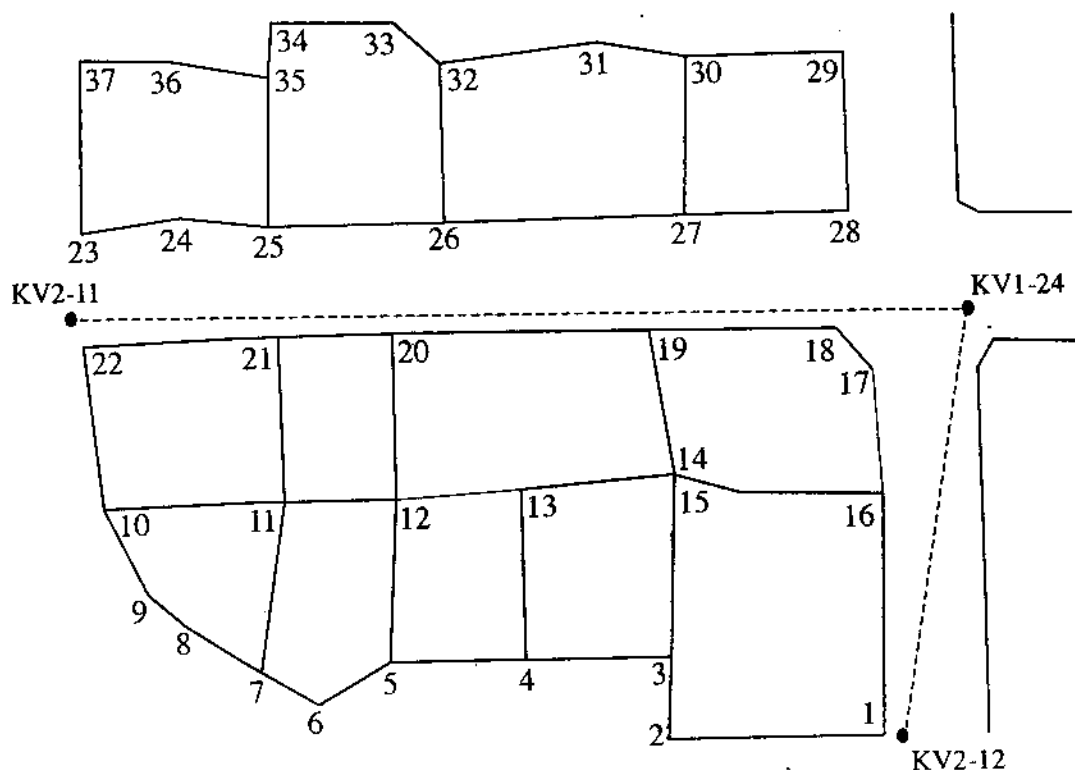
Bản sơ họa là tài liệu rất quan trọng trong đo vẽ chi tiết bản đồ địa chính tỷ lệ lớn. Ta sẽ dựa vào bản sơ họa để vẽ bản đồ gốc ở nội nghiệp. Nội dung bản sơ họa yêu cầu phải có đủ điểm trạm đo, điểm định hướng, điểm kiểm tra, trên đó còn đánh dấu các góc phố, góc thửa đất, góc nhà, các địa vật. Bản sơ họa có thể vẽ trên giấy khổ A₃, A₄ với tỷ lệ lớn hơn tỷ lệ bản đồ. Dùng ký hiệu đơn giản để thể hiện nội dung trên lên bản vẽ sơ họa.

Ví dụ: Bản sơ họa có dạng như hình 8.7, trong đó điểm KV1-24 là điểm trạm máy, điểm KV2-11 là điểm định hướng, điểm KV2-12 là điểm kiểm tra, tên các điểm mìa được đánh số theo thứ tự ghi trong sổ đo.

Đặc biệt quan trọng là số thứ tự điểm chi tiết trên bản sơ họa và sổ ghi kết quả đo phải hoàn toàn thống nhất với nhau. Trên bản sơ họa còn phải ghi rõ

phân loại đất, tên chủ sử dụng đất và các ghi chú khác liên quan đến các khâu công tác tiếp theo.

Các bản sơ họa có đánh dấu số thứ tự, đóng thành quyển, có mục lục, sơ đồ phân chia để dễ tìm kiếm, sử dụng và kiểm tra.



Hình 8.7

Khi đo vẽ bản đồ ở khu vực đất nông nghiệp, từ trạm máy có thể nhìn bao quát cả khu vực cần đo chi tiết ở xung quanh thì người vẽ sơ họa có thể đứng gần trạm máy, vẽ sơ đồ khu đo gồm các địa vật và thửa đất lên bản sơ họa. Khi người dựng mìn đi đến đâu thì đánh dấu điểm mìn lên bản sơ họa và ghi số hiệu điểm mìn theo thứ tự ghi trong sổ đo. Cũng có thể giao việc vẽ bản sơ họa cho chính người đi mìn, mỗi khi dựng mìn ở điểm nào thì người dựng mìn sẽ vẽ sơ đồ vị trí điểm mìn lên bản sơ họa.

Đối với bản đồ khu dân cư đô thị, trước khi đo chi tiết phải tiến hành xác định ranh giới thửa đất, đánh dấu các điểm góc thửa trên thực địa bằng

cọc, đỉnh. dấu sơn theo sự thoả thuận giữa các chủ sử dụng đất. Đồng thời với việc lập biên bản xác định ranh giới, người làm công tác đo vẽ bản đồ địa chính tiến hành vẽ trước bản sơ họa, trên đó thể hiện đầy đủ các đường, các ngõ, ngách, các điểm đặc trưng trên đường biên các thửa đất, các điểm khống chế đo vẽ. Tuy nhiên, trên bản vẽ này chưa có tên điểm mịa. Khi đem máy đến đo chi tiết bản đồ, nhóm đo vẽ đo xong điểm chi tiết nào sẽ đánh dấu tên điểm chi tiết đó lên bản sơ họa, đảm bảo cho tên điểm ghi trong sổ và trên bản sơ họa giống nhau. Cách vẽ sơ họa này có ưu điểm là khi điều tra ranh giới thửa đất, nhóm đo chỉ cần một nhân viên kỹ thuật, không mất công chờ đợi của cả nhóm máy.

VI. PHƯƠNG PHÁP CHỌN ĐIỂM VÀ ĐẶT MIA ĐO CHI TIẾT

Trên bản đồ địa chính, cần thể hiện các đối tượng như: thửa đất, đường giao thông, hệ thống thủy văn, các công trình trên đất,... Để có thể vẽ được các đối tượng đó cần phải xác định chính xác các điểm đặc trưng trên đường biên của chúng.

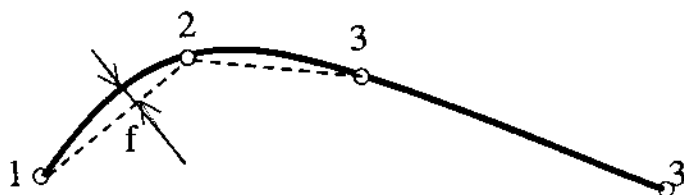
Ví dụ: muốn vẽ một thửa đất hình chữ nhật cần xác định chính xác 4 điểm góc thửa. Muốn vẽ một ngôi nhà cần xác định chính xác các điểm góc theo mép tường ngoài.

Như vậy, khi đo chi tiết ở thực địa, người cắm mịa phải biết cách lựa chọn vị trí đặt mịa một cách hợp lý, dụng mịa đúng vào các điểm góc thửa đất, góc các công trình xây dựng, các điểm ngoặt của con đường, của kênh mương, v.v. Cần lưu ý như sau:

- Đối với các thửa đất phải dụng mịa đúng tìm đường ranh giới. Trường hợp đo các thửa ruộng có bờ nhỏ hơn 0,5mm tính theo tỷ lệ bản đồ thì dụng mịa đúng giữa bờ. Khi đường bờ lớn phải thể hiện bằng đường 2 nét trên bản đồ thì dụng mịa đúng chân đường, nghĩa là coi chân đường là ranh giới giữa đất giao thông và đất nông nghiệp. Khi nền đường phải đào sâu thì đường ranh giới giữa đất giao thông và ruộng sẽ tính từ đỉnh bờ dốc.

- Đối với các đường biên dạng đường cong thì phải chia nhỏ đường cong đến mức có thể coi đoạn thẳng nối 2 điểm chia thay thế được cung cong mà sai số không đáng kể.

Trên hình vẽ 8.8, khi ta đang đứng ở điểm 1, muốn chọn vị trí đặt điểm mĩa số 2, ta ngắm về hướng đó và ước lượng sao cho đoạn f nhỏ hơn 0,2 mm tính theo tỷ lệ bản đồ, khi đó độ cong



Hình 8.8

được coi là không đáng kể, người dụng mĩa đem mĩa đến đặt ở điểm 2 để đo. Đối với bản đồ tỷ lệ 1:1000 thì $f \leq 0,2m$.

Mục đích của đo chi tiết bản đồ địa chính là phải đo đầy đủ các góc thửa đất. Mặt khác, người đi mĩa luôn phải chọn con đường đi tối ưu để không phải đi lặp lại, không bỏ sót điểm chi tiết. Trên sơ đồ hình 8.7, giới thiệu một cách lựa chọn đường đi theo thứ tự các điểm mĩa để đạt được yêu cầu trên.

Khi đo vẽ chi tiết bản đồ thổ cư vùng đô thị, trước hết phải xác định chính xác ranh giới các thửa đất của từng chủ sử dụng. Các điểm góc thửa, các điểm ngoặt phải đánh dấu trước bằng đinh sắt, vạch sơn, cọc bê tông. Mỗi dấu mốc này phải được các chủ hộ có liên quan cùng thừa nhận, ký vào *biên bản xác định ranh giới*. Thực hiện trình tự đo chi tiết bản đồ địa chính đô thị như sau:

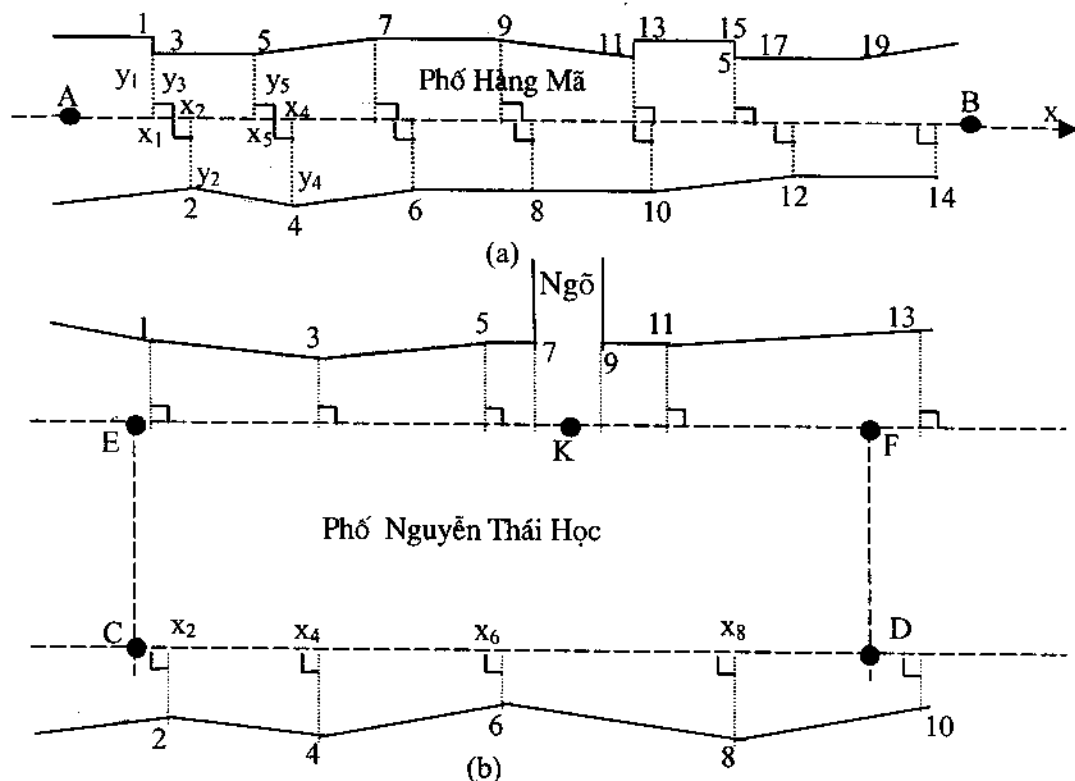
- Đo vẽ đường phố, ngõ phố, các yếu tố chi tiết mặt ngoài đường phố và ngõ phố.
- Đo vẽ chi tiết bên trong các ô phố.

Khi đo vẽ đường phố, cần lập đường chuyển kinh vĩ dọc theo đường phố. Tại ngã ba, ngã tư cần bố trí các điểm đường chuyển để đo được nhiều điểm chi tiết. Đối với đường phố thẳng, có nhiều đường rẽ nhánh, để giảm bớt mật độ điểm đường chuyển, có thể thay điểm đường chuyển kinh vĩ bằng các đường dóng hướng thẳng hàng giữa các điểm đã biết toạ độ của lưới khống chế đo vẽ. Cần chọn điểm dóng hướng thẳng hàng ở vị trí thuận lợi cho việc đo chi tiết.

VII. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO VẼ CHI TIẾT KHÁC

1. Đo vẽ chi tiết mặt phố theo phương pháp tọa độ thẳng góc

Trên đường phố hẹp có thể lập một đường cơ sở AB còn đường phố rộng ta lập hai đường cơ sở ở hai hè phố CD, ED như trên hình 8.9.



Hình 8.9

Các đường cơ sở chính là các cạnh của đường chuyển kinh vĩ 1, kinh vĩ 2 hoặc đường dóng hướng. Một đường chuyển kinh vĩ đo vẽ dọc phố, hoặc hai đường chuyển kinh vĩ đo vẽ hai bên hè phố rộng. Tại khu vực ngã tư đầu phố cần nối hai đường chuyển đo vẽ CD, EF với nhau.

Đường cơ sở nên đặt gần với các điểm chi tiết để khoảng cách từ điểm chi tiết đến chân đường vuông góc hạ từ điểm chi tiết xuống đường cơ sở tương đối nhỏ. Cạnh của đường chuyển dùng làm đường cơ sở được đo bằng thước thép, sai số đo tương đối nhỏ hơn 1: 2000.

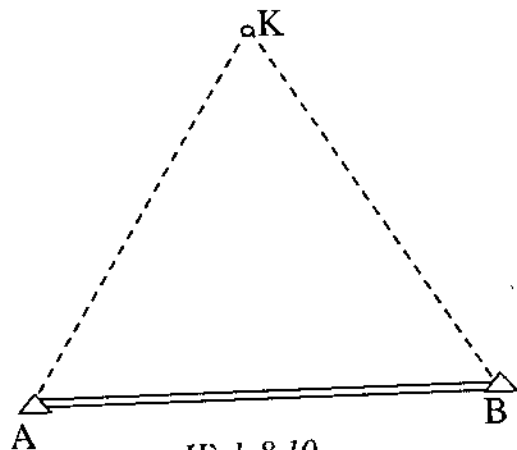
Dùng eke quang học xác định điểm chân đường vuông góc trên đường cơ sở. Dùng thước thép đo các khoảng cách dọc đường cơ sở coi đó là toạ độ x_i và đo các đoạn vuông góc đến điểm chi tiết coi là toạ độ y_i ...

Độ chính xác vị trí điểm chi tiết thứ i phụ thuộc vào độ chính xác của 3 yếu tố, đó là xác định góc vuông β_i và đo toạ độ vuông góc x, y . Quy phạm đo vẽ bản đồ địa chính quy định: khi đo chi tiết bằng phương pháp toạ độ vuông góc thì độ dài của các đoạn vuông góc (toạ độ y) không lớn hơn 4m đối với bản đồ tỷ lệ 1:500 và 6m đối với bản đồ tỷ lệ 1:1000.

2. Đo chi tiết theo các phương pháp giao hội

Phương pháp giao hội góc và giao hội cạnh đã được giới thiệu cụ thể ở chương 6 của giáo trình này nhằm xác định toạ độ các điểm khống chế đo vẽ. Trong thực tế đo vẽ bản đồ địa chính, đôi khi người ta còn sử dụng các phương pháp này để xác định vị trí của các điểm chi tiết.

- *Phương pháp giao hội góc* thuận có thể dùng để xác định vị trí điểm chi tiết ở xa trạm máy, có khi không cần đem mìn đến dựng trực tiếp tại điểm, ví dụ: muốn xác định vị trí một cây cột điện K ở xa trạm máy A và B, chỉ cần đo 2 góc tại A và B đến cột điện K sẽ tính được toạ độ của điểm đó, xem hình 8.10.



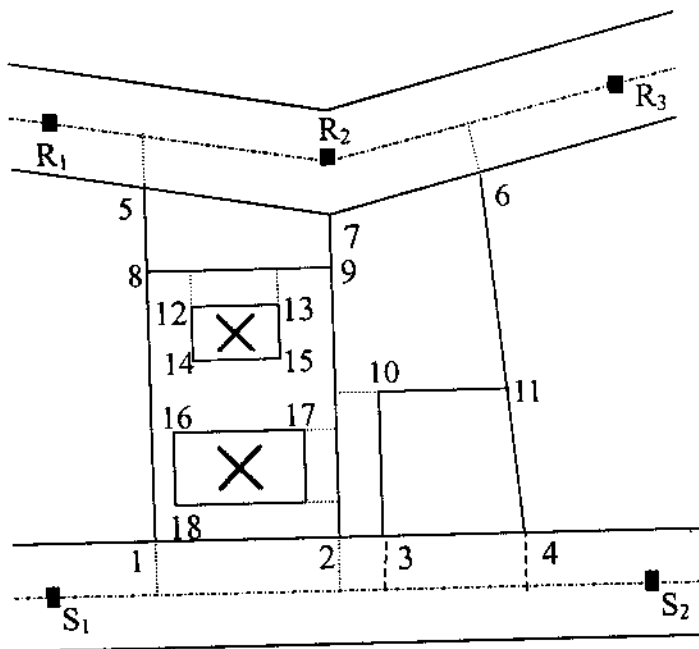
Hình 8.10

- *Phương pháp giao hội cạnh* được dùng để đo chi tiết bản đồ địa chính khu vực đô thị. Từ A và B đã biết toạ độ, nếu ta đo hai cạnh AK và BK ta sẽ xác định được vị trí điểm chi tiết K. Quy phạm đo vẽ bản đồ địa chính quy định khi đo chi tiết bằng phương pháp giao hội cạnh phải dùng phương pháp dóng hướng thẳng hàng (xem mục IV) để xác định các điểm trạm đo phụ (A, B) sao cho chúng tạo với điểm cần xác định (K) thành tam giác cân ABK. Cạnh giao hội AK, BK không vượt quá chiều dài của thước thép (20, 30 hoặc 50m).

3. Đo chi tiết theo phương pháp chia cạnh

Sau khi đo vẽ mặt phố, mặt ngõ bằng nhiều phương pháp ta được các điểm chi tiết ở xung quanh ô phố. Khi có điều kiện thuận lợi, từ các trạm đo cần đo một số điểm chi tiết nằm trong các ô phố. Các điểm này có tác dụng như điểm cố định, điểm kiểm tra kết quả đo vẽ ở trong các ô phố.

Khi đo vẽ trong các ô phố có thể đo bằng máy toàn đạc với các trạm đo là điểm đường chuyển toàn đạc và các cọc phụ từ điểm khống chế đo vẽ.



Hình 8.11

Ngoài phương pháp đo toàn đạc ta còn có thể dùng phương pháp đo dài thuần túy, đo đủ các yếu tố để dựng hình bằng các cạnh trên bản vẽ.

Ví dụ:

- Các điểm 1, 2, 3, 4 đo bằng tọa độ vuông góc dựa vào đường cơ sở S_1, S_2 , xem hình 8.11.

- Điểm 5, 6, 7, đo bằng phương pháp toàn đạc.

- Điểm 8 sẽ xác định bằng cách chia cạnh 1-5: đo đoạn 1-8 và 5-8, điểm 11 cần đo đoạn 4-11 và 6-11 để chia cạnh 4-6.

- Các điểm khác dùng phương pháp tọa độ thẳng góc hoặc đo các cạnh kéo dài gặp đường biên thửa đất, đo cả kích thước địa vật,...

VIII. CÔNG TÁC NỘI NGHIỆP

1. Vẽ bản đồ gốc

Bản đồ địa chính gốc được thành lập theo các số liệu đo đạc ở thực địa như: lưới khống chế đo vẽ, kết quả đo chi tiết, các bản sơ họa,... Các kết quả đo và tính toán phải được kiểm tra chặt chẽ. Sau khi kẻ lưới ô vuông, ta sẽ vẽ bản đồ địa chính gốc theo trình tự sau: *Triển vẽ các điểm khống chế tọa độ, vẽ điểm chi tiết, nối các điểm thành thửa đất và các yếu tố cần thể hiện trên bản đồ, tiếp biên các bản vẽ, lên mục, tính diện tích thửa đất, làm các sổ sách thống kê.*

1.1. Triển vẽ điểm khống chế có tọa độ lên bản vẽ

Lưới ô vuông đã được kẻ với kích thước 10×10 cm trên bản vẽ gốc với sai số các góc lưới không lớn quá 0,2 mm.

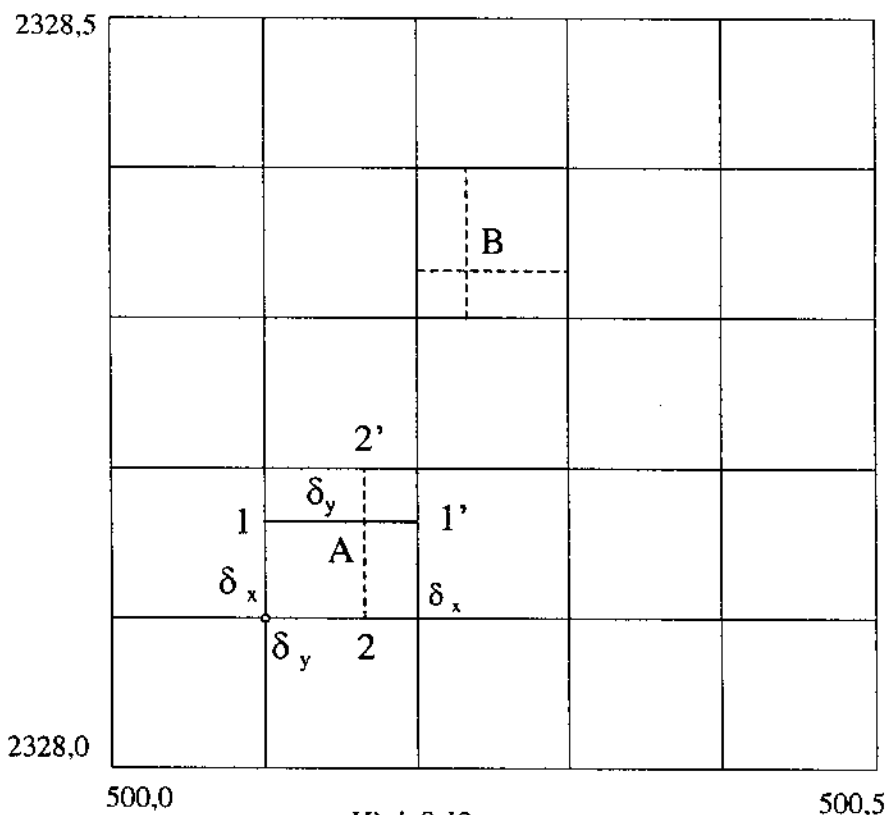
- Theo sơ đồ phân mảnh bản đồ địa chính ta xác định tọa độ thẳng góc (x,y) của các góc khung tờ bản đồ. Đánh dấu 4 điểm góc khung lên bản vẽ, đường thẳng nối 4 điểm góc khung tạo thành đường khung trong của tờ bản đồ. Kiểm tra chiều dài đường khung trong và chiều dài đường chéo, sai số không vượt quá 0,3mm. Sau đó ghi chú tọa độ cho lưới ô vuông ở ngoài khung bản đồ, xem hình 8. 12.

- Theo kết quả tính toán tọa độ các điểm khống chế địa chính các cấp, các điểm khống chế đo vẽ và điểm trạm đo để triển vẽ từng điểm lên bản vẽ. Có thể dùng các máy triển tọa độ chuyên dùng hoặc dùng thước tỷ lệ và compa để triển điểm với độ chính xác đến 0,1mm. Sau khi triển điểm phải kiểm tra kết quả bằng cách so sánh chiều dài các cạnh đọc trên bản vẽ với chiều dài nằm ngang tương ứng lấy từ các bảng tính toán. Sai lệch chiều dài kiểm tra không quá lớn 0, 2mm theo tỷ lệ bản đồ.

- Việc triển vẽ điểm theo tọa độ thẳng góc x, y bằng compa và thước tỷ lệ được thực hiện theo trình tự sau:

+ Căn cứ vào toạ độ điểm, xác định ô vuông chứa điểm đó, góc tây nam của ô vuông luôn có toạ độ nhỏ hơn giá trị toạ độ của điểm cần vẽ. Ký hiệu toạ độ góc tây nam ô vuông là x_0, y_0 , toạ độ điểm A là x_A, y_A , ta tính được gia số toạ độ $\Delta x = x_A - x_0$ và $\Delta y = y_A - y_0$. Căn cứ tỷ lệ bản đồ ta tính được chiều dài đoạn $\Delta x, \Delta y$ trên bản đồ là $\delta_x = \Delta x/M$ và $\delta_y = \Delta y/M$.

Ví dụ: $\Delta x = 63,2\text{m}$, mẫu số tỷ lệ bản đồ $M = 1000$, ta có $\delta_x = 63,2\text{mm}$.



Hình 8.12

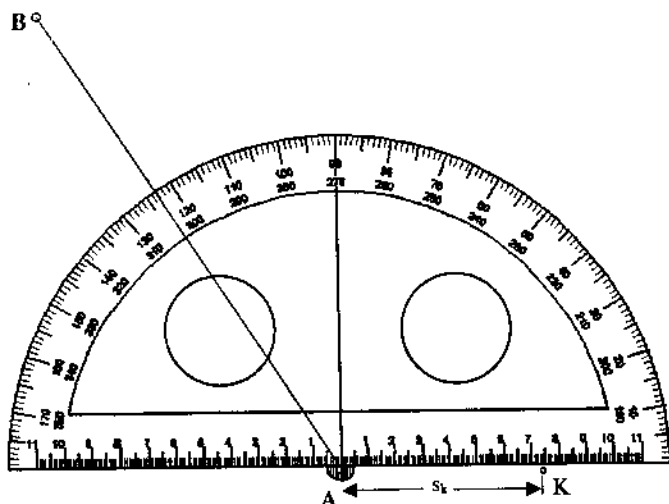
+ Từ các góc ô vuông, theo cạnh ô vuông ta đặt đoạn δ_x và δ_y , dùng kim nhỏ châm xuống giấy vẽ đánh dấu điểm 1, 1' 2 và 2'. Giao điểm của hai đường thẳng nối các điểm trên sẽ là điểm cần vẽ. Vị trí điểm khống chế A, B,... được châm kim đánh dấu trên bản vẽ.

1.2. Triển vẽ điểm chi tiết

Vẽ bản đồ gốc là dùng các phương pháp thích hợp để triển vẽ chính xác vị trí của từng điểm chi tiết như góc thửa đất, góc nhà, góc phố, điểm đặc trưng

địa vật, v.v. Sau đó theo bản sơ họa nối các điểm mìa chi tiết tạo thành các thửa đất khép kín, các địa vật.

Dụng cụ triển điểm là thước đo độ, thước tỷ lệ thẳng có vạch chia nhỏ nhất 1mm hoặc thước tỷ lệ xiên, kim châm và bút chì cứng. Thước đo độ chuyên dùng có bán kính tương đối lớn ($R = 10 \div 13\text{cm}$), chia vạch nhỏ nhất $20'$ hoặc $15'$, đánh số ngược chiều kim đồng hồ, vạch 0 trùng với cạnh thẳng đi qua tâm của thước, trên cạnh thẳng có khắc vạch 1mm, xem hình 8.13.



Hình 8.13

Để vẽ điểm chi tiết K ta dùng kim nhỏ cắm qua lỗ tâm thước, đặt tâm thước trùng với điểm trạm đo A trên bản vẽ. Dùng chì nhọn kẻ hướng mở đầu từ A đến điểm định hướng B. Quay thước đo độ, dựa vào hướng chuẩn AB đặt giá trị góc BAK đúng bằng góc cực β_K ghi trong sổ đo, ví dụ trên hình 8.13 góc $\beta_K = 123^\circ 00'$. Theo cạnh thẳng của thước đo độ đặt đoạn $S_K = S_K/M$, trên hình vẽ có $S_K = 75\text{mm}$. Dùng kim nhọn châm vị trí điểm chi tiết K lên bản vẽ.

Khi thành lập bản đồ địa chính tỷ lệ 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000 thì triển điểm theo toạ độ cực còn bản đồ tỷ lệ 1:200 khu vực đô thị phải tính toạ độ thẳng góc từng điểm chi tiết và triển điểm lên bản đồ theo toạ độ thẳng góc như triển vẽ các điểm khống chế.

Dựa theo bản vẽ sơ họa, ta dùng bút chì nối các điểm chi tiết thành các thửa đất và các địa vật thể hiện nội dung bản đồ địa chính. Chú ý rằng khi vẽ

chì không nối qua vị trí lỗ kim điểm chi tiết để giữ được vị trí chính xác phục vụ kiểm tra nghiệm thu bản vẽ. Cuối cùng sẽ hoàn thiện bản vẽ chì của bản đồ địa chính gốc.

Các số liệu toàn đạc có thể chuyển vào máy tính, lập bản đồ số và sử dụng máy in tự động để in ra tờ bản đồ gốc có tỷ lệ thích hợp.

2. Ghép biên bản vẽ gốc

Bản vẽ bản đồ gốc địa chính (bản đồ địa chính cơ sở) được chia mảnh cơ bản theo kích thước 50x50cm, mỗi bản vẽ chỉ vẽ được một vùng đất có hạn, trong khi đó đất đai các đơn vị hành chính rất lớn, phải vẽ trên nhiều bản vẽ. Để đảm bảo các tờ bản đồ ghép nối với nhau thật khớp, ta phải tiến hành công tác kiểm tra, ghép biên các bản vẽ.

Sau khi tu chỉnh xong bản vẽ chì trên giấy Diamat, ta đặt hai tờ bản đồ bên phải và bên trái (hoặc trên và dưới) chập lên nhau sao cho các đường ô vuông toạ độ thẳng góc trùng khít với nhau. Kiểm tra độ trùng khớp của các địa vật cùng tên đã vẽ trên hai bản vẽ. Độ lệch hai nét vẽ của một đối tượng trên hai bản vẽ không vượt quá 0,6mm, các địa vật không quan trọng không lệch quá 1mm.

Nếu có sai số nhỏ hơn hạn sai thì sờ mỗi bên một nửa cho trùng khớp nhau. Nếu địa vật nào có sai số lớn hơn hạn sai cho phép thì phải xác định rõ nguyên nhân và đo vẽ lại.

Sau khi ghép biên và tu chỉnh khung bản vẽ chì, ta tiến hành kiểm tra nghiệm thu bản vẽ ở thực địa. Công tác kiểm tra, nghiệm thu sẽ giới thiệu ở mục IX. Chỉ khi tiến hành kiểm tra nghiệm thu bản vẽ gốc, có kết luận bản vẽ đạt yêu cầu mới được tiến hành các công việc tiếp theo.

3. Lên mực bản đồ gốc

Sau khi đã hoàn thành công việc đo vẽ, ghép biên bản vẽ, đối soát thực địa, kiểm tra đánh giá chất lượng bản đồ và bản đồ đã được chỉnh sửa, lúc đó ta có thể tiến hành tô mực bản đồ gốc. Theo quy phạm đo vẽ bản đồ địa chính, bản gốc đo vẽ được phép dùng ba màu để thể hiện nội dung bản đồ:

- Màu nâu: Thể hiện các yếu tố địa hình (nếu có vẽ).

- Màu ve đậm: Thể hiện đường nét và ghi chú thủy hệ.
- Màu đen: Thể hiện các yếu tố còn lại.

Các yếu tố dạng đường như đường bên thửa đất, nét vẽ mép nước, các đường giao thông, v.v. có lực nét 0,15 đến 0,2 mm. Thửa đất có đường bao khép kín, nét liền, màu đen. Các công trình trên đất như nhà ở, nhà làm việc,... vẽ nét đứt, màu đen. Nhìn chung phải dựa theo các quy định trong quyển “Ký hiệu bản đồ địa chính”.

4. Đánh số thửa

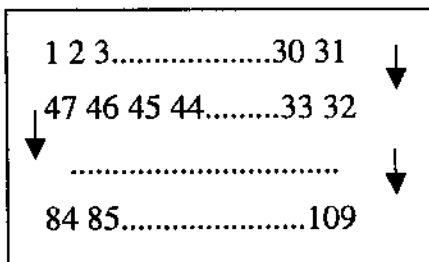
Số thứ tự thửa đất được coi như một "tên riêng" của thửa đất. Nó được dùng trong quản lý đất đai, được ghi trong các hồ sơ địa chính liên quan như: bản vẽ gốc, bản đồ địa chính, hồ sơ kỹ thuật thửa đất, các loại bảng thống kê.

Việc đánh số thửa phải đảm bảo mấy yêu cầu sau:

- Trong một tờ bản đồ, số thửa không được trùng nhau.
- Số thửa phải liên tục.
- Số thửa phải thống nhất trong mọi tài liệu liên quan.

* Thực hiện đánh số theo phương pháp sau:

1). Đánh số thửa trên bản đồ gốc bằng chữ số Ả-rập. Trình tự đánh số từ trái sang phải, từ trên xuống dưới... theo đường zic-zắc, số nọ liên tiếp số kia.



2). Số thửa ghi ở chính giữa thửa đất. Khi thửa đất quá nhỏ không đủ ghi cả số thửa và diện tích thì ghi số thửa còn diện tích lập bảng kê riêng vẽ ở ngoài khung phía nam tờ bản đồ. Trường hợp thửa đất bên cạnh rộng thì có thể ghi nhờ số thửa ra ngoài thửa nhỏ và vẽ mũi tên chỉ vào thửa nhỏ đó để tránh nhầm lẫn.

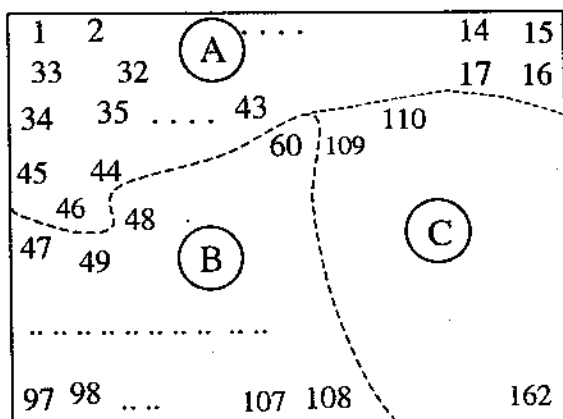
3). Khi trên một tờ bản đồ gốc đo vẽ có nhiều đơn vị hành chính thì số thửa được đánh liên tục theo đơn vị hành chính, hết các thửa của đơn vị này thì đánh số tiếp sang đơn vị hành chính khác cho hết các thửa trên tờ bản đồ, các số không trùng nhau. Khi lập các bảng thống kê và các tập hồ

sơ liên quan cũng thống kê và tập hợp hồ sơ theo đơn vị hành chính, xem hình 8.14 .

Ví dụ:

- Đơn vị A đánh số từ 1 đến 46.
- Đơn vị B đánh số từ 47 đến 108.
- Đơn vị C đánh số từ 109 đến 162.

4). Trường hợp một thửa đất nằm trên nhiều mảnh bản đồ thì số thửa và diện tích của thửa đất đó chỉ cần ghi một lần ở trên tờ bản đồ có phần đất lớn nhất của thửa đất.



Hình 8.14

5. Tính diện tích

5.1. Nguyên tắc tính diện tích

Diện tích thửa đất là yếu tố quan trọng hàng đầu trong hồ sơ quản lý đất đai. Nó là cơ sở để xác định quyền sử dụng đất, định giá thửa đất, tính thuế... Diện tích thửa đất cần được xác định chính xác ngay sau khi đo vẽ và nghiệm thu bản đồ địa chính gốc. Khi tính toán diện tích và thể hiện số liệu diện tích trên bản đồ cần đảm bảo các nguyên tắc sau:

- Diện tích thửa đất tính từ tìm đường ranh giới thửa đất. Như vậy, nếu ta tính diện tích bằng phương pháp đồ giải trên bản đồ thì phải tính từ tìm của nét liền thể hiện ranh giới thửa đất trên bản đồ.

- Tuỳ theo tỷ lệ bản đồ địa chính và tính chất quan trọng các loại đất mà khi tính toán diện tích sẽ làm tròn số cho phù hợp. Ở vùng nông thôn, thửa đất rộng, đo vẽ bản đồ tỷ lệ 1:1000 đến 1: 5000 cần tính diện tích làm tròn số tới $1m^2$. Ở vùng đô thị, thửa đất nhỏ, đất đắt giá, đo vẽ bản đồ tỷ lệ cực lớn 1: 200, 1: 500 ta cần tính diện tích chính xác tới $0,1m^2$.

- Diện tích từng thửa đất được ghi trong hồ sơ kỹ thuật thửa đất cũng như trong các tài liệu liên quan phải thống nhất với số liệu ghi trên bản đồ. Trên bản đồ diện tích thửa đất được ghi cùng với số thứ tự thửa, diện tích là mẫu số còn số thửa là tử số, ví dụ: $\frac{37}{159,7}$

5.2. Trình tự tính diện tích trên bản đồ địa chính

Theo quy định trong quy phạm, cần tính diện tích đất đai theo từng tờ bản đồ, vì vậy việc tính diện tích sẽ thực hiện theo trình tự sau:

a). Tính diện tích tổng thể: Đây là diện tích cả tờ bản đồ tính theo khung hình thang hoặc khung chữ nhật. Ta có thể tính diện tích theo các ô vuông trên bản đồ.

b). Tính diện tích tổng thể của đơn vị hành chính: Đơn vị hành chính được giới hạn bởi đường địa giới hành chính...

c). Tính diện tích các lô đất: Các lô đất được giới hạn bởi các bờ lô, đường giao thông, kênh mương... Tổng diện tích các lô đất trong một tờ bản đồ địa chính hoặc trong một đơn vị hành chính phải bằng diện tích tổng thể.

d). Tính diện tích thửa đất: Sau khi tính diện tích thửa đất, ta kiểm tra kết quả theo nguyên tắc tổng diện tích các thửa trong một lô đất phải bằng diện tích cả lô đất đã tính trước đó.

Khi thành lập bản đồ số địa chính, ta sử dụng phần mềm để tính diện tích các thửa đất theo toạ độ các điểm góc thửa. Đối với các loại đất đô thị có thể dùng các phương pháp đo ở thực địa để xác định diện tích các thửa đất và ghi lên bản đồ.

Trong các trường hợp khác, có thể dùng phương pháp đồ giải để tính diện tích thửa trên bản đồ giấy. Diện tích của mỗi thửa đất phải tính 2 lần. Độ chênh diện tích giữa 2 lần tính không vượt quá giới hạn:

$$\Delta P_{gh} = 0,0004.M\sqrt{P} \text{ (m}^2\text{)}, \quad (8-4)$$

Trong đó: M là mẫu số tỷ lệ bản đồ.

P là diện tích thửa đất.

Nếu sai số tính diện tích đạt yêu cầu trên thì lấy giá trị trung bình.

Khi kiểm tra tổng diện tích đất theo từng tờ bản đồ ta có thể dùng công thức sau để xem xét độ chính xác của việc tính diện tích:

$$\Delta P = \Sigma P_i - P_o \quad (8-5)$$

$$\frac{\Delta P}{P_o} \leq \frac{1}{400}$$

Trong đó: P_i là diện tích thửa nhỏ.

P_0 là diện tích lý thuyết của vùng hay của tờ bản đồ.

Hoặc kiểm tra theo công thức:

$$\Delta P_{\text{cho phép}} = \pm \frac{0,04 \times M}{100} \sqrt{\sum P} \text{ (m}^2\text{)} \quad (8-6)$$

Nếu chênh lệch vượt hạn sai thì phải đo lại, tính lại diện tích. Nếu đạt hạn sai thì tiến hành hiện chỉnh diện tích theo diện tích khu, cụm thửa hoặc tờ bản đồ. Số hiện chỉnh được tính theo tỷ lệ thuận với diện tích. Căn cứ vào diện tích tờ bản đồ để hiện chỉnh diện tích cụm thửa, căn cứ vào diện tích cụm thửa để hiện chỉnh diện tích các thửa đất. Kiểm tra cuối cùng là tổng diện tích các loại đất trong tờ bản đồ phải bằng diện tích lý thuyết của nó.

5.3. Các phương pháp tính diện tích thửa đất

Để tính diện tích thửa đất, ta có thể dùng các loại máy đo diện tích, phương pháp đồ giải trên bản đồ giấy, phương pháp tính diện tích theo toạ độ các điểm góc thửa đất trên bản đồ số hoặc đo trực tiếp các yếu tố cần thiết của thửa đất ở thực địa để tính diện tích.

5.3.1. Tính diện tích thửa đất trên bản đồ giấy

Bản đồ địa chính vẽ trên giấy trắng hoặc trên Diamat, trên đó các thửa đất được giới hạn bởi đường bao khép kín. Lược nét của đường bao là 0,15 đến 0,2 mm. Diện tích thửa được tính từ tìm đường ranh giới thửa đất. Quy phạm hiện hành cho phép dùng các phương pháp đồ giải để tính diện tích thửa đất đã vẽ trên bản đồ giấy địa chính tỷ lệ 1:1000, 1:2000, 1: 5000. Sau đây sẽ giới thiệu một số phương pháp đo diện tích.

* Phương pháp chia hình cơ bản:

Có hình giới hạn bởi đường biên gãy khúc khép kín, xem hình 8.15. Chia hình thửa ra các hình tam giác. Đo chiều dài cạnh đáy a , b và các chiều cao h_a , h_b , h_c sẽ tính được diện tích thửa:

$$P = \frac{1}{2}(ah_a + b(h_b + h_c)) \quad (8-7)$$

Phương pháp này tính khá nhanh khi dùng một tấm nhựa trong kẻ lưới ô vuông để đo đáy và độ cao rồi tính ngay trên máy tính nhỏ cầm tay. Khi đo có thể đặt một cạnh lưới ô vuông trùng với hướng đáy b để đo b và theo hướng vuông góc đo chiều cao h_b , h_c .

** Đo diện tích bằng tấm nhựa trong kẻ ô vuông:*

In một lưới ô vuông kích thước 1×1 mm, 1×2 mm, 2×2 mm, hoặc 5×5 mm trên phim nhựa nền trong. Đặt lưới ô vuông lên hình cần đo diện tích, xem hình 8.16. Đếm số ô vuông chẵn nằm trong hình và ước lượng, đếm số ô vuông lẻ nằm sát đường biên.

Theo tỷ lệ bản đồ và kích thước ô vuông ta biết diện tích thực tế tương ứng với diện tích của 1 ô vuông trên bản đồ. Đem hệ số này nhân với số ô vuông nằm trong hình ta sẽ có diện tích hình thửa cần đo.

Để đánh giá độ chính xác, ta dùng độ chênh lệch giữa hai lần đo, nó phải đạt sai số giới hạn sau:

$$\Delta P = \frac{0.04M}{100} \sqrt{P} \quad (8-8)$$

Trong đó:

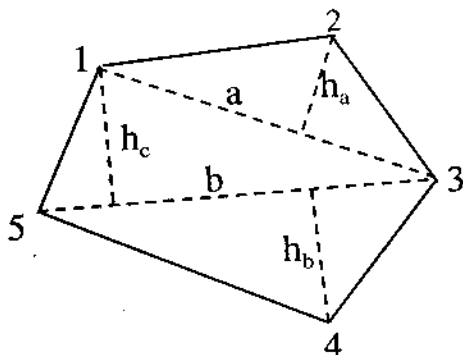
M là mẫu số tỷ lệ bản đồ.

P là diện tích hình cần đo tính đến m^2 .

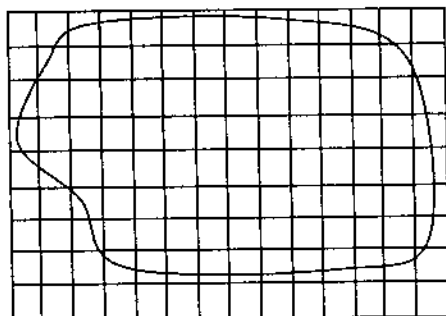
Khi tính diện tích thửa đất phải tính 2 lần, độ lệch hai lần tính không vượt quá giới hạn trên thì lấy số trung bình làm kết quả chính xác.

5.3.2. Tính diện tích theo tọa độ các điểm góc thửa đất

Giả sử ta biết tọa độ thẳng góc x , y của các điểm đặc trưng trên đường biên thửa đất, xem hình 8.17. Khi lập bản đồ địa chính dạng số thì ta luôn có các yếu tố này.



Hình 8.15



Hình 8.16

* Diện tích hình 1234 sẽ là:

$$P_{1234} = P_{1'1233'} - P_{1'1433'}$$

$$2P = (x_1 + x_2)(y_2 - y_1) + (x_2 + x_3)(y_3 - y_2) - (x_3 + x_4)(y_3 - y_4) - (x_4 + x_1)(y_4 - y_1)$$

$$2P = (x_1 + x_2)(y_2 - y_1) + (x_2 + x_3)(y_3 - y_2) + (x_3 + x_4)(y_4 - y_3) + (x_4 + x_1)(y_1 - y_4)$$

$$2P = x_1(y_2 - y_1) + x_2(y_2 - y_1) + x_2(y_3 - y_2) + x_3(y_3 - y_2) + x_3(y_4 - y_3) + x_4(y_4 - y_3) + x_4(y_1 - y_4) + x_1(y_1 - y_4)$$

$$2P = x_1(y_2 - y_4) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_4 - y_2) + x_4(y_1 - y_3)$$

$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i(y_{i+1} - y_{i-1}) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n y_i(x_{i-1} - x_{i+1}) \quad (8-9)$$

Thay chỉ số i từ 1 đến n , khi $i = n$ thì $i+1$ sẽ là 1 (điểm đầu tiên).

Ví dụ: Biết 4 điểm 1, 2, 3 và 4 tọa độ thẳng góc của chúng ghi ở cột 2 và 3 trong bảng 8.7. Dùng công thức (8-9) tính được diện tích thửa đất.

Bảng 8.7

Điểm	x (m)	y (m)	Diện tích
4	1278.30	3710.20	$S_{4-3-2-1} = 1053918.78m^2$
3	2262.40	3666.20	
2	2286.90	2418.60	
1	1634.20	2380.80	

5.3.3. Tính diện tích thửa đất theo kết quả đo trực tiếp trên thực địa

Đây là phương pháp cơ bản để xác định diện tích đất đai. Phương pháp này được ứng dụng trong các trường hợp sau:

- Trích đo thửa đất khi chưa có bản đồ địa chính.
- Lập hồ sơ kỹ thuật thửa đất, vẽ sơ đồ thửa đất tỷ lệ lớn cùng với quá trình đo vẽ bản đồ địa chính tỷ lệ nhỏ hơn cho toàn khu vực.
- Đo diện tích theo yêu cầu riêng với độ chính xác cao.

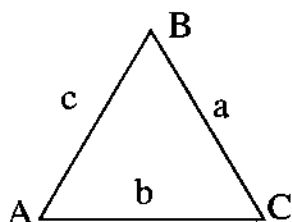
Tuỳ theo yêu cầu độ chính xác xác định diện tích, tùy theo hình dạng thực tế của thửa đất ta chọn phương pháp đo cho phù hợp. Song phương châm cơ bản là sử dụng các dụng cụ đo đơn giản như thước thép, máy toàn đạc,... Phương pháp đơn giản và có độ tin cậy cao là: *Xác định diện tích thửa đất theo kết quả đo chiều dài cạnh thửa.*

Trước hết chia thửa đất thành các hình cơ bản: tam giác, hình chữ nhật, hình bình hành,... Dùng thước thép đo chiều dài cạnh và các chiều cao tương ứng để tính diện tích.

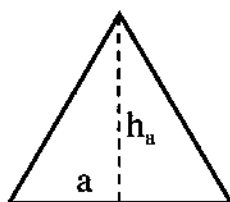
- Tính diện tích thửa đất hình 8.18 theo công thức Hêrôn:

$$p = \frac{1}{2}(a + b + c)$$

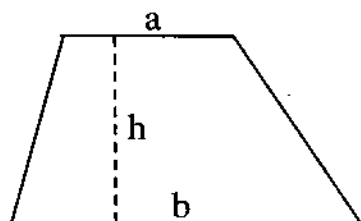
$$P = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} \quad (8-10)$$



Hình 8.18



Hình 8.19



Hình 8.20

- Tính diện tích theo cạnh đáy và chiều cao, hình 8.19 :

$$P = \frac{1}{2} a \cdot h_a \quad (8-11)$$

- Tính diện tích hình thang, hình 8.20 :

$$P = \frac{h}{2}(a + b) \quad (8-12)$$

Ví dụ: Đo các cạnh tam giác hình 8.18 được kết quả $a = 42,3\text{m}$, $b = 49,6\text{m}$, $c = 39,8\text{m}$. Tính diện tích thửa đất theo công thức Hêrôn (8-10). Kết quả ghi trong bảng 8.8.

Bảng 8.8

Cạnh tam giác (m)		Tính toán	
		p	65,85
a	42,3	$p - a$	23,55
b	49,6	$p - b$	16,25
c	39,8	$p - c$	26,05
$a+b+c = 2p$	131,7	$P = 810,05 \text{ m}^2$	

IX. KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG BẢN ĐỒ ĐỊA CHÍNH

1. Mục đích và nội dung kiểm tra

Bản đồ địa chính là sản phẩm đo vẽ có tính pháp lý cao phục vụ công tác quản lý đất đai. Người làm công tác đo vẽ cũng như cơ quan quản lý đất đai các cấp đều phải có trách nhiệm đối với chất lượng sản phẩm làm ra. Mục đích công tác kiểm tra là đánh giá chất lượng các bản đồ đã đo vẽ, phát hiện những sai sót còn tồn tại để sửa chữa nhằm nâng cao chất lượng của sản phẩm đo đạc bản đồ. Cơ sở để kiểm tra nghiệm thu là các tiêu chuẩn kỹ thuật đã quy định trong quy phạm và trong luận chứng kinh tế kỹ thuật của công trình đã được các cơ quan có thẩm quyền phê duyệt.

Đơn vị đo vẽ bản đồ phải tự kiểm tra nghiệm thu sản phẩm của mình. Sau đó các cấp quản lý đất đai sẽ tiến hành nghiệm thu và lập biên bản đánh giá kết quả. Chỉ khi bản vẽ đạt yêu cầu mới được tiến hành các công việc tiếp theo. Sau khi kiểm tra nghiệm thu, mỗi cấp phải đánh giá chất lượng, phân loại sản phẩm đồng thời lập “Báo cáo tổng kết kỹ thuật”, lập “Báo cáo kết quả kiểm tra nghiệm thu”, lập hồ sơ nghiệm thu theo các mẫu quy định để lưu trữ theo sản phẩm bản đồ.

Nội dung kiểm tra bao gồm:

- Kiểm tra các loại sổ đo xem việc ghi chép có đầy đủ, khách quan; các kết quả tính trong sổ có đúng không; các kết quả đo có đảm bảo các hạn sai theo đúng quy định trong quy phạm hay không.

- Kiểm tra kết quả bình sai tính toán toạ độ lưới khống chế đo vẽ.
- Kiểm tra bản vẽ bản đồ gốc.
- Kết quả tính diện tích trên bản đồ.

2. Phương pháp kiểm tra

Sau khi ghép biên và tu chỉnh khung bản vẽ chì, ta tiến hành kiểm tra nghiệm thu bản vẽ ở thực địa. Công tác nghiệm thu bản đồ địa chính được chia làm hai bước:

** Bước 1: Kiểm tra hình thể thửa đất:*

Dem bản vẽ ra thực địa đối soát bằng mắt 100% các thửa đất và các địa vật để kiểm tra hình thể của chúng có phù hợp với thực tế không. Chú ý phát hiện các lỗi như: thiếu điểm góc thửa, điểm cong đường bao, nối nhầm điểm chi tiết,... Nếu có sai sót phải đo vẽ bù và sửa chữa ngay trên thực địa.

** Bước 2: Kiểm tra kích thước:*

Dem máy ra thực địa, đo lại một số điểm chi tiết, vẽ chồng lên bản vẽ cần kiểm tra nghiệm thu. So sánh vị trí các điểm chi tiết cùng tên, độ lệch hai lỗ kim đánh dấu vị trí của chúng phải nhỏ hơn sai số giới hạn (1mm) trên bản đồ. Số sai số có giá trị gần bằng giới hạn (70 đến 100%) không vượt quá 10% tổng số điểm kiểm tra thì bản vẽ đạt yêu cầu độ chính xác vị trí điểm chi tiết.

Ta còn có thể kiểm tra chiều dài cạnh thửa đất hoặc khoảng cách giữa các điểm trên đường biên thửa (đường chéo thửa). Dùng thước thép đo chiều dài cạnh thửa trên thực địa, dùng thước thẳng đo chiều dài tương ứng trên bản vẽ (đọc số đến 0,1 mm), nhân với mẫu số tỷ lệ bản đồ. Chiều dài đo được trên bản vẽ và trên thực địa không được chênh nhau quá 0,4mm tính theo tỷ lệ bản đồ.

Toàn bộ kết quả đo kiểm tra được ghi chép theo mẫu. Lập các biên bản đánh giá chất lượng bản đồ. Chỉ khi sản phẩm hoàn thành ở bước trước được nghiệm thu đạt yêu cầu mới được tiến hành bước tiếp theo.

X. CHỈNH LÝ BẢN ĐỒ ĐỊA CHÍNH

1. Mục đích chỉnh lý bản đồ địa chính

Trong quá trình phát triển kinh tế xã hội của đất nước, đặc biệt là giai đoạn công nghiệp hoá, hiện đại hoá, đất đai có nhiều biến động. Luật Đất

đai đã được ban hành, người dân được hưởng năm quyền “chuyển đổi, chuyển nhượng, thừa kế, thế chấp và cho thuê” đối với đất. Đất đai luôn có biến động, do vậy nhiệm vụ của các cơ quan quản lý đất là phải nắm chắc được mọi sự biến động như:

- Sự thay đổi các yếu tố không gian của các thửa đất: chia nhỏ, ghép nhập thửa đất làm cho chúng thay đổi hình dạng, kích thước, diện tích,...

- Thay đổi mục đích sử dụng đất: đất nông nghiệp, lâm nghiệp được chuyển sang đất giao thông, thủy lợi, đất xây dựng các công trình hoặc làm đất ở theo quy hoạch mới.

- Thay đổi về chủ sử dụng đất: đây là yếu tố thay đổi nhiều nhất khi thực hiện năm quyền theo luật đất đai.

Việc thay đổi các yếu tố pháp lý sẽ liên quan trực tiếp đến yếu tố kinh tế đất. Nhà nước phải nắm chắc được sự thay đổi này để tiến hành thu các loại thuế và lệ phí vào ngân sách. Mọi sự biến động hợp pháp của đất đai phải được xác nhận chính xác, khi có đủ cơ sở pháp lý phải chỉnh sửa trong hồ sơ địa chính, hiện chỉnh bản đồ địa chính cho phù hợp với thực tế.

Để cho bản đồ và hồ sơ địa chính luôn phù hợp với thực tế sử dụng đất đai, người sử dụng đất cần phải đăng ký biến động đất với cơ quan quản lý nhà nước. Cơ quan quản lý đất đai ở cơ sở tiếp nhận hồ sơ, xem xét tính đầy đủ, hợp pháp của hồ sơ, lập báo cáo lên cơ quan quản lý đất cấp Huyện hoặc Tỉnh xét duyệt. Các cơ quan chức năng phải xem xét tính hợp pháp của hồ sơ, khi có đủ cơ sở pháp lý thì cho phép thực hiện biến động đất và ra quyết định cấp giấy chứng nhận mới cho người sử dụng đất...

2. Hiện chỉnh bản đồ địa chính

Hiện chỉnh bản đồ địa chính là công việc thường xuyên của cơ quan quản lý đất đai. Việc cập nhật hiện chỉnh thường xuyên hàng ngày do cán bộ địa chính xã và phòng địa chính huyện thực hiện. Việc hiện chỉnh theo định kỳ 5 năm sẽ do cơ quan quản lý đất đai cấp Sở và cấp Bộ quyết định và tổ chức thực hiện.

Mục đích của việc cập nhật bản đồ địa chính là để đảm bảo cho các yếu tố nội dung bản đồ phù hợp với hiện trạng sử dụng đất. Nội dung chỉnh lý cập

nhật bản đồ địa chính bao gồm: các yếu tố không gian như hình dạng, kích thước, diện tích thửa đất và các yếu tố liên quan khác như số thứ tự thửa đất, phân loại đất theo mục đích sử dụng.

Chỉ có các biến động đất đai hợp pháp, có đủ cơ sở pháp lý mới được cập nhật trên bản đồ. Ví dụ: có quyết định giao đất, quyết định thu hồi đất, quyết định cho phép chuyển nhượng, thừa kế quyền sử dụng đất, quyền sở hữu nhà ở, quyết định cho phép chuyển đổi mục đích sử dụng đất,...

Tuỳ theo mức độ biến động đất đai và đặc điểm địa hình, địa vật mà chọn phương pháp hiện chỉnh cho phù hợp. Quy trình đo đạc cập nhật và hiện chỉnh bản đồ địa chính gồm các bước sau:

- Trước hết tiến hành đo đạc thực địa để xác định sự thay đổi các yếu tố không gian của thửa đất so với hiện trạng của thửa trên bản đồ địa chính đang quản lý. Việc đo đạc cập nhật bản đồ sẽ được thực hiện theo quy trình đo đạc thành lập bản đồ cùng tỷ lệ. Sử dụng các phương pháp đo đơn giản như: chia cạnh, đóng thẳng hàng, giao hội cạnh,... Khi đo đạc sẽ sử dụng các điểm khống chế đo vẽ, các điểm góc thửa đất, góc các công trình xây dựng có trên bản đồ và hiện còn tồn tại ở thực địa làm điểm khởi tính. Trong quá trình đo cập nhật cần vẽ bản sơ đồ với tỷ lệ lớn hơn tỷ lệ bản đồ cần chỉnh lý. Trên sơ đồ phải thể hiện đầy đủ kích thước các cạnh thửa chính xác đến 0,01 m, phải đảm bảo đo đầy đủ yếu tố để dựng hình và kiểm tra kết quả đo vẽ.

- Dùng mực đỏ gạch bỏ các yếu tố cũ và vẽ các yếu tố mới lên bản đồ.

- Tiến hành đánh số mới cho các thửa đất vừa chỉnh lý theo nguyên tắc: Khi hợp nhất các thửa đất thì giữ nguyên số thứ tự nhỏ nhất của các thửa đất còn các số thứ tự khác sẽ được gạch bỏ. Khi chia thửa đất thành nhiều thửa nhỏ thì ghi số hiệu thửa đất mới tiếp theo số thứ tự thửa đất cuối cùng (lớn nhất) đã có của tờ bản đồ.

Độ chính xác đo đạc cập nhật bản đồ phải đảm bảo tương đương như độ chính xác đo vẽ bản đồ địa chính có cùng tỷ lệ. Khi hiện chỉnh bản đồ được vẽ trên giấy phải xác định độ co giãn giấy vẽ để hiện chỉnh kích thước cạnh thửa đất. Tổng diện tích các thửa đất mới phải bằng tổng diện tích các thửa đất cũ.

Sau khi chỉnh sửa bản đồ địa chính cần tiến hành chỉnh sửa tất cả các hồ sơ địa chính liên quan đang được lưu trữ ở các cơ quan quản lý đất đai từ cấp xã đến huyện, tỉnh theo quy cách sửa đổi từng loại sổ quản lý đất đai.

Thông thường khi các yếu tố nội dung bản đồ địa chính thay đổi quá 30% thì phải tiến hành đo vẽ lại bản đồ địa chính mới, có như thế mới đảm bảo cho bản đồ địa chính phù hợp với thực tế sử dụng đất.

XI. ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ MỚI TRONG THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA CHÍNH

1. Khái niệm bản đồ số địa chính

1.1. Khái niệm hệ thống thông tin đất đai

Trước đây để ghi nhận, mô tả và quản lý tài nguyên thiên nhiên, sự phân bố đô thị, phân bố dân cư, phân bố sản xuất, quản lý hệ thống giao thông, hệ thống thông tin liên lạc, hệ thống điện, nước, hệ thống dịch vụ khẩn cấp,... người ta sử dụng hệ thống bản đồ địa lý, bản đồ chuyên đề vẽ trên giấy cùng các bảng biểu thống kê. Khi nền kinh tế xã hội phát triển cao, khối lượng thông tin ngày càng đồ sộ, thực tế đòi hỏi phải phân tích, cung cấp thông tin và cập nhập thông tin hàng ngày. Các phương pháp quản lý thông tin truyền thống không thể đáp ứng được yêu cầu một cách kịp thời.

Máy tính số được ứng dụng rộng rãi, công nghệ thông tin ngày càng phát triển mạnh cho phép số hoá các thông tin không gian, mã hoá các thông tin khác, tổ chức lưu trữ một lượng thông tin lớn, nhanh chóng và dễ dàng tổng hợp, phân tích cung cấp và cập nhật thông tin. Trong điều kiện đó, Hệ thống thông tin địa lý (Geographical Information system -GIS.) và Hệ thống thông tin đất đai (Land Information system - LIS) ra đời và phát triển.

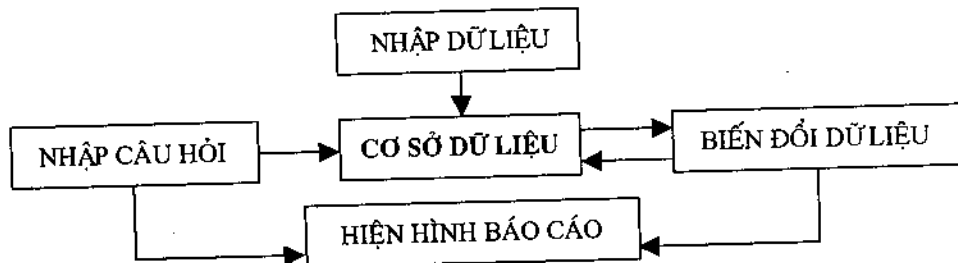
Hệ thống thông tin địa lý hay thông tin đất đai là một hệ thống có sự trợ giúp của máy tính, sử dụng các phần mềm chuyên dụng, có chức năng thu nhận, lưu trữ, quản lý, xử lý, mô hình hóa, thể hiện các dữ liệu không gian và thuộc tính, đồng thời có khả năng trao đổi với người sử dụng.

Hệ thống thông tin đất đai gồm 3 thành phần cơ bản là: *Phần cứng của máy tính, các phần mềm ứng dụng và cơ sở dữ liệu.*

Phần cứng máy tính đóng vai trò hạ tầng cơ sở kỹ thuật của hệ thống. Bộ xử lý trung tâm là nơi lưu giữ các chương trình và số liệu, trực tiếp thực hiện các phép xử lý số liệu. Các thiết bị ngoại vi như màn hình, bàn phím, ổ đĩa, bàn

số hoá, máy vẽ, v.v. giúp con người thực hiện các động tác điều khiển hệ thống đưa thông tin vào, đưa thông tin ra.

Phần mềm của hệ thống là chương trình máy tính thực hiện các chức năng tổ chức, kiểm soát quá trình thực hiện các công việc: nhập dữ liệu, kiểm tra dữ liệu, lưu trữ và quản lý dữ liệu, trình bày và xuất dữ liệu, biến đổi dữ liệu và đối tác với người sử dụng hệ thống. Vai trò phần mềm điều hành của hệ thống thông tin đất đai được thể hiện trong sơ đồ hình 8.21.



Hình 8.21

Cơ sở dữ liệu bao gồm toàn bộ các thông tin không gian và thuộc tính liên quan đến đất đai được thu thập, lưu trữ trong cơ sở dữ liệu của hệ thống mà phần quan trọng của nó là bản đồ địa hình và bản đồ địa chính.

Hệ thống thông tin đất đai được xây dựng nhằm mục đích phục vụ quản lý nhà nước về đất đai, trợ giúp các cơ quan nhà nước ra các quyết định phục vụ các mục tiêu chính trị, kinh tế, xã hội của đất nước.

1.2. Khái niệm bản đồ số địa chính

Theo truyền thống, bản đồ được vẽ trên giấy, các thông tin được thể hiện nhờ các đường nét, màu sắc, hệ thống ký hiệu và các ghi chú.

Sự phát triển hệ thống thông tin đất đai hiện đại mà phần quan trọng của nó là cơ sở dữ liệu bản đồ gồm bản đồ địa hình và bản đồ địa chính dạng số. Chính vì vậy phải thành lập bản đồ địa chính dạng số. Trong bản đồ số, các đối tượng địa lý được thể hiện trên bản đồ dựa trên cơ sở mô hình hoá toán học trong không gian 2 chiều hoặc 3 chiều. Thế giới thực được thu nhỏ, các đối tượng được chia thành các nhóm, tổng hợp các nhóm lại ta được nội dung bản đồ.

Ta có thể định nghĩa: *Bản đồ số là một tập hợp có tổ chức các dữ liệu bản đồ trên thiết bị có khả năng đọc bằng máy tính và được thể hiện dưới dạng hình ảnh bản đồ.*

Để thể hiện bản đồ số cần có các thành phần cơ bản như: thiết bị ghi dữ liệu, máy tính, cơ sở dữ liệu bản đồ và thiết bị thể hiện bản đồ.

Bản đồ số được tổ chức và lưu trữ gọn nhẹ, khác với bản đồ truyền thống ở chỗ: Bản đồ số chỉ là các tệp dữ liệu ghi trong bộ nhớ máy tính và có thể thể hiện ở dạng hình ảnh giống như bản đồ truyền thống trên màn hình máy tính. Nếu sử dụng các máy vẽ thì ta có thể in được bản đồ trên giấy giống như bản đồ thông thường. Bản đồ số địa chính là cơ sở dữ liệu không gian cho hệ thống thông tin đất đai.

Bản đồ số địa chính là sản phẩm bản đồ địa chính được số hoá, thiết kế, biên tập, lưu trữ và hiển thị trong hệ thống máy tính và các thiết bị điện tử. Nó có nội dung thông tin tương tự như bản đồ địa chính vẽ trên giấy song các thông tin này được lưu trữ dưới dạng số.

Trong thực tế bản đồ số địa chính được tạo ra theo hai phương pháp cơ bản, đó là: số hoá các bản đồ địa chính đã vẽ trên giấy hoặc biên tập từ số liệu đo đạc trên thực địa và số liệu đo ảnh hàng không.

Để thành lập bản đồ số địa chính cần nghiên cứu các chuẩn về bản đồ số và tổ chức dữ liệu. Đó chính là những quy định nhằm đảm bảo tính chặt chẽ, tính thống nhất trong mô tả, lưu trữ và hiển thị nội dung thông tin.

Chuẩn hệ quy chiếu: Khi thành lập bản đồ địa chính dạng số, mọi đối tượng bản đồ đều được thể hiện trong cùng một hệ quy chiếu không gian. Hệ quy chiếu của bản đồ số địa chính đồng nhất với hệ quy chiếu của bản đồ địa chính thông thường đó là hệ toạ độ Nhà nước.

Khuôn dạng dữ liệu đồ họa: Theo quy định trong quy phạm thành lập bản đồ địa chính ban hành năm 1999, khuôn dạng dữ liệu được sử dụng để thành lập bản đồ địa chính dạng số là File. DGN. Đây là khuôn dạng dữ liệu của hãng Benly sử dụng trong phần mềm đồ họa Microstation .

** Phân lớp nội dung bản đồ số địa chính:*

Các thông tin không gian trên bản đồ địa chính khá phong phú. Các đối tượng bản đồ được thể hiện qua các kiểu đặc trưng như điểm, đường, đường gấp khúc và thửa đất có đường bao khép kín. Các đối tượng được tổ chức thành

nhiều lớp thông tin, mỗi lớp thể hiện một loại đối tượng bản đồ. Mỗi lớp thông tin sử dụng một kiểu điểm, một kiểu đường, một kiểu chữ và một màu nhất định để hiển thị. Các lớp thông tin được định vị trong cùng một hệ quy chiếu nên khi chồng xếp các lớp thông tin lên nhau, chúng ta được cơ sở dữ liệu không gian có hình ảnh giống như một tờ bản đồ hoàn chỉnh.

Cơ sở dữ liệu không gian bản đồ địa chính có 10 nhóm đối tượng: 1. Điểm khống chế trắc địa, 2. Thửa đất, 3. Nhà, 4. Điểm quan trọng có tính chất kinh tế-văn hoá-xã hội, 5. Đường giao thông, 6. Thuỷ hệ, 7. Địa giới hành chính, 8. Quy hoạch, 9. Phân vùng đặc biệt và 10. Cơ sở hạ tầng.

Giả dụ 10 loại thông tin trên được vẽ trên 10 bản nhựa trong suốt có cùng một khung toạ độ, mỗi bản gọi là một lớp thông tin. Khi chồng xếp 10 bản vẽ đó lên nhau ta có tờ bản đồ hoàn chỉnh. Trong máy tính có thể chỉ gọi ra một lớp thông tin riêng rẽ để biên tập hoặc nghiên cứu.

1.3. Đặc điểm của bản đồ số

Bản đồ số địa chính có một số đặc điểm cơ bản sau:

- Hệ quy chiếu toạ độ giống bản đồ giấy.
- Mức độ đầy đủ các thông tin về nội dung và độ chính xác các yếu tố trong bản đồ số hoàn toàn đáp ứng yêu cầu các tiêu chuẩn bản đồ theo thiết kế ban đầu.
- Bản đồ số không cần định hình bằng đồ hoạ, không có tỷ lệ.
- Hệ thống ký hiệu trong bản đồ số thực chất là các ký hiệu của bản đồ thông thường đã được số hoá. Nhờ thế có thể thể hiện bản đồ dưới dạng hình ảnh trên màn hình hoặc in ra giấy.
- Bản đồ số có tính linh hoạt hơn hẳn bản đồ truyền thống, có thể dễ dàng thực hiện các công việc như: Cập nhật hiện chỉnh thông tin, chồng xếp hoặc tách lớp thông tin theo ý muốn, dễ dàng biên tập tạo ra bản đồ số khác và in ra bản đồ mới, có khả năng liên kết sử dụng trong mạng máy tính.
- Khi thành lập bản đồ số, các công đoạn đầu như thu thập và xử lý số liệu đòi hỏi kỹ thuật và tay nghề cao.
- Các yếu tố bản đồ giữ nguyên được độ chính xác của dữ liệu đo đạc ban đầu, không chịu ảnh hưởng của sai số đồ hoạ.

Việc sử dụng bản đồ số thuận lợi và có hiệu quả kinh tế cao, vì thế hiện nay trong ngành Trắc địa - Địa chính chủ yếu sử dụng kỹ thuật công nghệ mới để thành lập và sử dụng bản đồ số trong công tác quản lý đất đai.

1.4. Khái quát các phương pháp lập bản đồ số địa chính

Bản đồ địa chính dạng số là loại bản đồ được thành lập có sự trợ giúp của máy tính. Việc thành lập bản đồ số địa chính phải trải qua các công đoạn chủ yếu: thu thập và số hoá dữ liệu, xử lý dữ liệu, biểu thị dữ liệu và lưu trữ.

Có thể tóm tắt các phương pháp thành lập bản đồ số địa chính như sau:

a. Phương pháp số hoá bản đồ địa chính cũ vẽ trên giấy: Dùng máy quét để quét bản đồ giấy tạo ra tệp dữ liệu ảnh raster, số hoá nội dung bản đồ tạo ra tệp dữ liệu dạng vector, biên tập bản đồ theo mẫu bản đồ số địa chính.

b. Phương pháp đo ảnh số: Chụp ảnh hàng không, quét ảnh tạo ra tệp dữ liệu ảnh raster, tăng dày không chế ảnh, nắn ảnh tạo ra bản đồ ảnh trực giao, số hoá nội dung bản đồ địa chính tạo ra tệp dữ liệu bản đồ dạng vector, điều tra và đo vẽ bổ sung nội dung bản đồ ở thực địa, biên tập bản đồ địa chính dạng số theo mẫu.

c. Phương pháp đo vẽ trực tiếp: Lập lưới tọa độ địa chính các cấp, dùng máy toàn đạc điện tử đo chi tiết nội dung bản đồ, nhập số liệu đo vào máy tính tạo tệp dữ liệu tọa độ các điểm chi tiết, tạo tệp dữ liệu sơ họa, xử lý dữ liệu tạo bản đồ nền, chia mảnh bản đồ và biên tập bản đồ địa chính theo mẫu.

Tất cả ba phương pháp trên đều phải sử dụng các thiết bị kỹ thuật cao, các phần mềm máy tính chuyên dụng, người thực hiện phải có trình độ chuyên môn cao. Trong phần sau của giáo trình này sẽ giới thiệu một số khái niệm cơ bản về phương pháp lập bản đồ địa chính dạng số bằng máy toàn đạc điện tử và phần mềm FAMIS, một phần mềm được thống nhất sử dụng trong ngành địa chính nước ta.

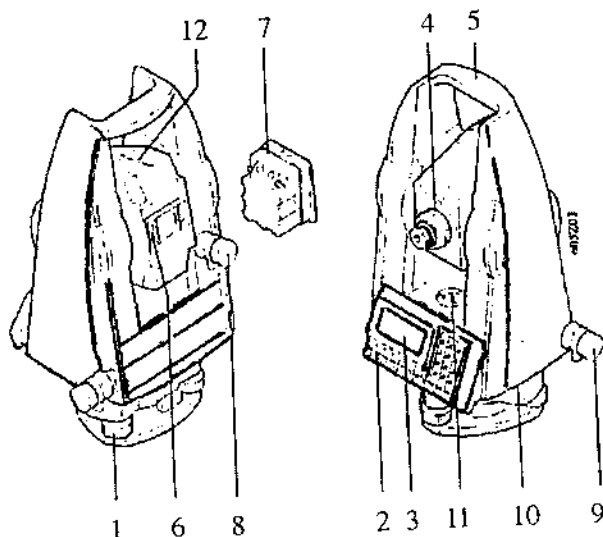
2. Máy toàn đạc điện tử TC605

Máy toàn đạc điện tử đang được sử dụng ở hầu hết các cơ sở sản xuất của nước ta. Các máy được nhập chủ yếu của các hãng như Wild, Leica, Sokia, Topcon, Geotronics,... Trong chương này sẽ giới thiệu máy toàn đạc điện tử

TC 605 - một loại máy cơ bản có khả năng đo, ghi và đặt mã (code) các điểm đo để kết hợp với phần mềm vẽ bản đồ địa chính một cách tự động.

2.1. Các bộ phận chủ yếu của máy TC

Máy có các bộ phận cơ bản được giới thiệu trên hình 8.22



1. Ốc cân
2. Bàn phím
3. Màn hình
4. Ốc điều quang
5. Tay xách máy
6. Vật kính và phát tín hiệu
7. Ấc quy
8. Ốc vị động bàn độ đứng
9. Ốc vị động bàn độ ngang
10. Đế máy
11. Bọt thủy tròn
12. Bộ phận ngắm sơ bộ

Hình 8.22

2.2. Bàn phím và màn hình

Bàn phím và màn hình là bộ phận điều khiển được lắp bên thân máy. Máy TC 605 có một bàn phím, một màn hình (một số loại máy khác có hai bàn phím, hai màn hình ở hai phía của máy).

Màn hình tinh thể lỏng, hiện bốn dòng, mỗi dòng tối đa 16 ký tự. Bàn phím gồm 11 phím điều khiển và 12 phím vào số liệu, xem hình 8.23.

Các biểu tượng trên màn hình:

Pt. Tên điểm

H_x . Góc ngang

V. Góc đứng

 Khoảng cách nghiêng

 Khoảng cách ngang

 Chênh cao

E. Toạ độ theo hướng đông (y)

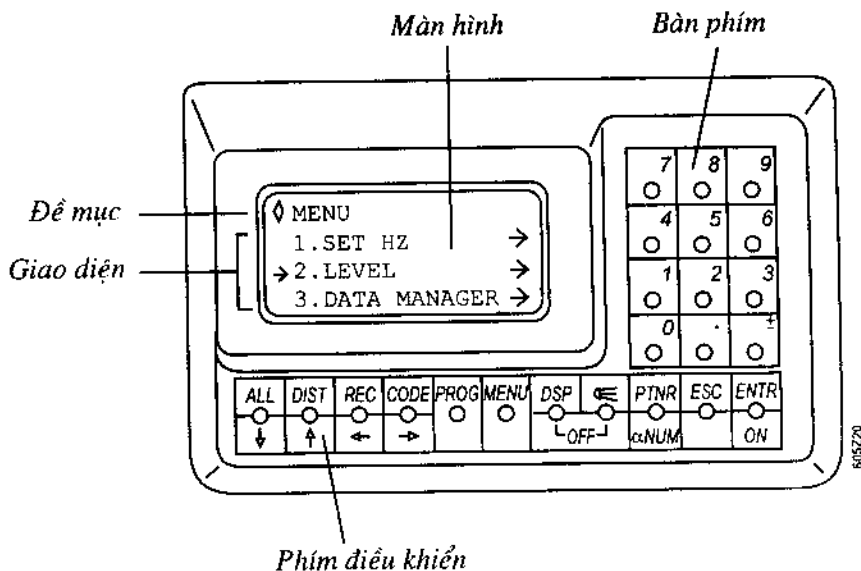
N. Toạ độ theo hướng bắc (x)

H. Độ cao

Hi. Chiều cao máy

Hr. Chiều cao gương

PPm. Hiệu chỉnh khí tượng.



Hình 8.23

* Các phím chức năng:

- **Phím cứng:**

ON.	Tắt - mở máy
ALL.	Chế độ đo và ghi đồng thời
DIST.	Đo, hiện hình, không ghi
REC.	Ghi dữ liệu vào bộ nhớ
CODE.	Gọi danh sách mã điểm
DSP.	Đổi chế độ hiển thị (Mark1... Mark4)
0<	Chiếu sáng
OFF.	Tắt máy
PtNr.	Vào thứ tự điểm, đổi số và chữ.

- **Phím mềm:**

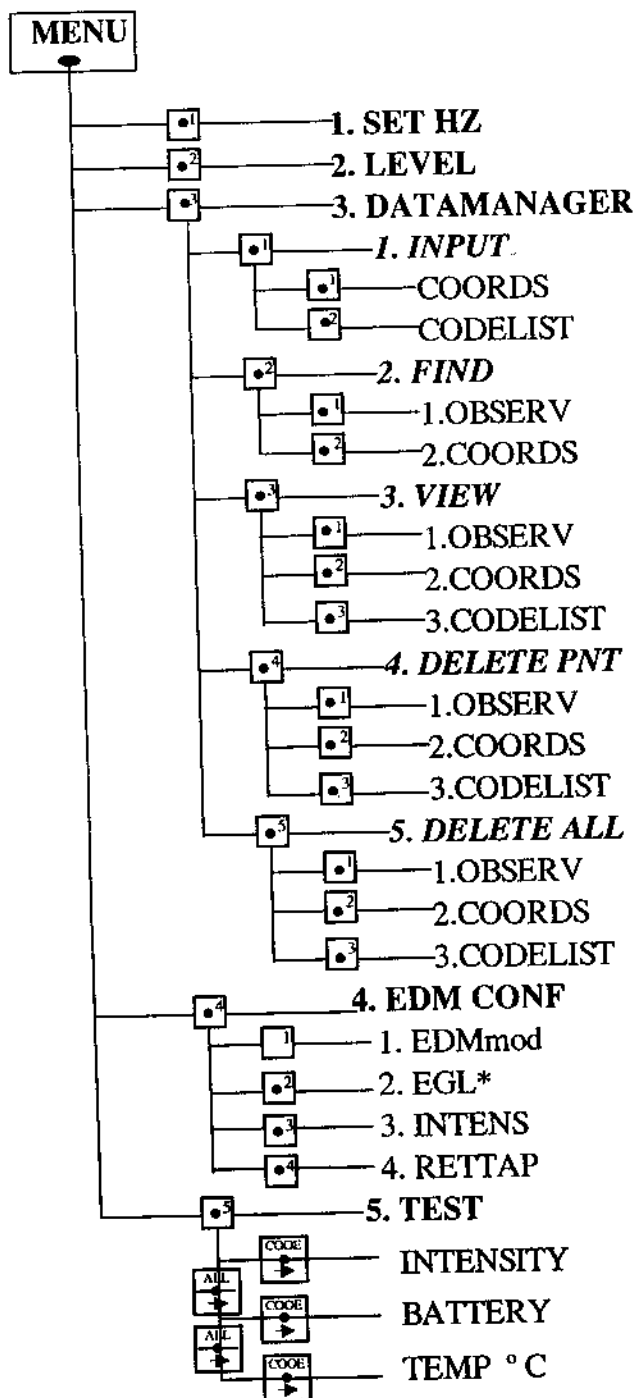
PROG.	Gọi chức năng ứng dụng
MENU.	Gọi cây menu
→ ← ↑ ↓.	Phím di chuyển con trỏ chọn chức năng

- **Phím vào số:**

0 ... 9	Vào số và chữ
ENTR.	Chấp nhận vào số
ESK.	Ngừng một ứng dụng, xóa số vào sai, thoát không nhận giá trị.

2.3. Cây menu chính

Cây menu chính của máy toàn đạc điện tử TC



Vào góc bằng

Hiện bọt nước điện tử

Quản lý dữ liệu

Vào dữ liệu

Vào tọa độ (Pt, E, N, H)

Vào mã (cod, inf1, inf2,...)

Tìm dữ liệu

Tìm số đo theo tên điểm

Tìm tọa độ theo tên điểm

Hiện thị dữ liệu

Hiện toàn bộ số hiệu đo

Hiện toàn bộ tọa độ

Hiện toàn bộ khối mã

Xoá số liệu

Xoá khối số đo (DSP)

Xoá khối tọa độ (DSP)

Xoá khối mã (DSP)

Xoá số liệu trong bộ nhớ

Xoá tất cả khối số đo

Xoá tất cả khối tọa độ

Xoá tất cả khối mã

Cài đặt máy đo dài

Chọn kiểu đo

Đổi chùm tia sáng

Đặt cường độ sáng

Đặt kiểu gương

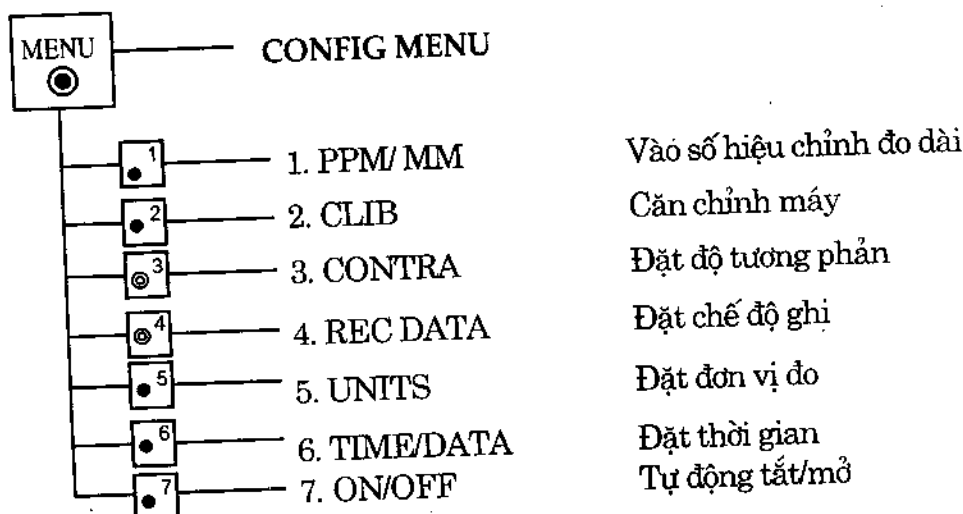
Kiểm tra

Hiện tín hiệu đo dài

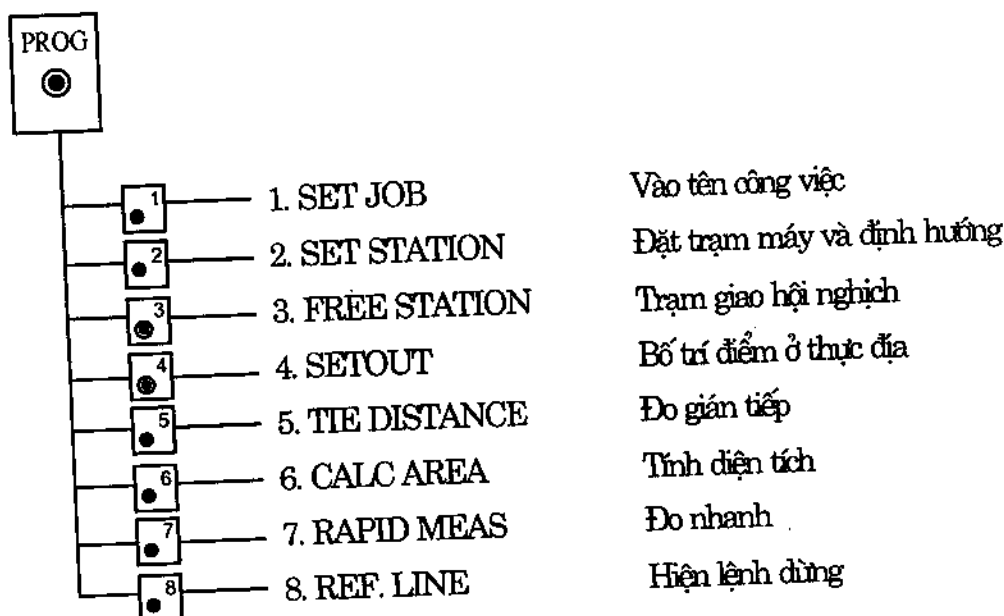
Hiện tín hiệu về pin

Hiện tín hiệu nhiệt độ máy

Menu cài đặt các tham số của máy



Chức năng đo theo chương trình (Khi ấn phím PRO sẽ xuất hiện chức năng này)



Để hiểu được hoạt động của máy TC cần nắm vững thư mục chức năng (Menu Tree). Khi ấn nút Menu tree, menu được khởi động, toàn bộ thư mục của máy TC sẽ hiện lên màn hình. Tuy nhiên, do màn hình chỉ có 4 hàng nên nhiều dòng bị che khuất, dùng các nút mũi tên Δ ∇ để cuộn màn hình. Muốn chọn thư mục nào thì di chuyển con trỏ đến thư mục đó và ấn 

2.4. Sử dụng máy TC 605

2.4.1. Đặt máy

- Đặt máy, lắp ốc quy, dọi tâm, cân bằng.
 - Bấm ON khởi động hai bàn độ cho tới có tiếng “bíp” là máy hoạt động.
- Trước khi tiến hành đo đạc phải tiến hành cài đặt đơn vị đo.

Vào MENU, chọn thư mục UNIT và cài đặt:

- Đơn vị đo góc (độ, phút, giây)
- Đơn vị đo dài (m)
- Độ chính xác hiển thị màn hình (1", 5" hoặc 10")
- Đặt chế độ hiển thị màn hình.

2.4.2. Đo góc

Dùng chức năng

MENU

SET H_z

v Menu
1. Set Hz
2. Level
3. Datamenager

Menu: Set Hz
Hz: 0°00'00"
Hz Input or
enter to Hold

Enter

- Bấm **Enter** để giữ số đọc ban đầu là 0°0'00".
 - Nếu muốn đặt số đọc bàn độ khác không thì khi xuất hiện màn hình Set sẽ xoay tiếp bàn độ cho đúng bằng số cần đặt (ví dụ: L = 30°10') sau đó ấn phím ENTR
 - Ngắm mục tiêu hướng mở đầu, ấn phím ENTR
 - Ngắm tiếp các hướng cần đo, số đọc bàn độ ngang sẽ hiện lên màn hình.
- Đo như máy kinh vĩ thông thường.

2.4.3. Đo dài

Sau khi nhập các đại lượng để tính số hiện chỉnh khí tượng và hằng số gương ta ngắm chính xác tới gương.

- Ấn phím DIST - đo
- Ấn ENTR - đo tiếp, không ghi
- Ấn ALL - ghi và đo tiếp

2.4.4. Đo theo chương trình

Máy được cài đặt một số chương trình phục vụ một số phép đo đặc biệt điều khiển bằng tay.

Biên tập chọn file **Job** (file công việc).

PRO	v PROG ▶ 1. Set Job ▶ 2. Set Station ▶ 3. Free Station ▶	1	v Set Job Job: Job1 Ope: Hoàng Dat: 17/12/99	Enter
------------	--	--	--	---

Đưa tên công việc, tên người đo, ngày tháng vào bộ nhớ, các thông tin này có thể đọc ra để sử dụng.

** Vào tọa độ trạm máy:*

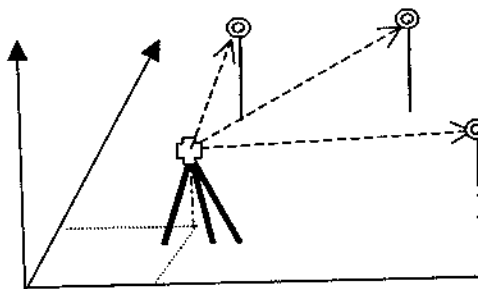
Có hai kiểu vào chế độ đo là gọi từ bộ nhớ (int mem) theo tên điểm hoặc vào từ bàn phím (Keyb)

PRO	◇PROG 1.Set Job 2.Set Station 3.Free Station	vSet Station Get Data >Keyb Pt : KV-11 Hi : 1. 540	vSet Station E: 502347.113 N: 2332439.172 H: 49.573	Enter Enter Enter
------------	--	---	---	--

** Vào tọa độ điểm định hướng:*

Khi đo tọa độ các điểm cần phải định hướng 0° của máy về hướng Bắc.

Quay máy ngắm chính xác đến điểm định hướng.



Hình 8.24

Sau khi cài đặt, trạm đo máy tự động hiện màn hình **Orientaton**.
 Nếu trong bộ nhớ đã có điểm thì vào tên điểm và góc định hướng.

vSet Station REC: Pt : KV-11 Station SET	vOrientation Get Data>Intmem Pt : KV-12	Orientation Pt: KV-12 Hz: 65°45'55" V: 90°20'15"	Enter
---	---	---	-------

Có thể vào toạ độ điểm định hướng cùng chiều cao gương qua bàn phím giống như vào điểm trạm đo, sau đó bấm **Enter** để chấp nhận

** Đo toạ độ điểm đặt gương:*

Sau khi vào toạ độ trạm máy và điểm định hướng, quay máy tới điểm đặt gương, ngắm chính xác.

Target Coord PtNr 0001 Hr 2.000	DPS	Pt: 0001 E: 502395.562 N:2332538.661 H: 43.476
---------------------------------------	-----	---

Bấm Enter để chấp nhận điểm đứng máy, khi đó sẽ xuất hiện màn hình (*Taget coord*), vào chiều cao gương Hr, ấn **Enter** để chấp nhận.

Bấm phím **DSP** chọn kiểu màn hình, ấn **All** để cả đo, cả ghi số liệu (hoặc **DIST, REC**)

Nếu đo tiếp các điểm gương khác thì quay máy ngắm điểm mới ấn phím (**DIST, REC**), để đo tiếp. Lúc này số thứ tự điểm đo sẽ tự động tăng thêm +1. Khi kết thúc việc đo toạ độ điểm gương ta nhấn phím **ESK**.

** Đo giao hội nghịch (Free Station):*

Máy toàn đạc điện tử TC 605 có thể tính toạ độ, độ cao điểm đặt máy theo phương pháp giao hội nghịch khi đo khoảng cách từ máy tới từ 2 đến 5 điểm đã biết toạ độ. Toạ độ các điểm đã biết có thể gọi ra từ bộ nhớ hoặc vào bằng tay.

Từ bàn phím ấn **ROG**

Chọn 3. Free Station

- Vào tên trạm máy và độ cao máy.
- Chọn 2. *Face Yes Enter*

Vào tên điểm, toạ độ, độ cao gương điểm đã biết thứ nhất. Bấm [ALL], (enter)

Vào tên, toạ độ, độ cao gương của điểm đã biết thứ hai.

Cuối cùng bấm **Enter** máy sẽ tính toán và đưa ra kết quả toạ độ và các sai số: N, E, H, m_p , m_H , m_D

Chức năng này rất tiện lợi khi tạo điểm trạm đo mới phục vụ đo chi tiết bản đồ địa chính.

2.5. Đo và ghi kèm theo mã điểm (Coding)

Trong phương pháp đo vẽ bản đồ truyền thống, chúng ta phải ghi vào sổ đo các thông tin: thứ tự (tên) điểm đo, kết quả đo, ghi chú và vẽ sơ họa để khi vẽ bản đồ có thể nối các điểm tạo ra đối tượng cần thể hiện.

Ngày nay các phần mềm thành lập bản đồ tự động có thể kết nối để tiếp nhận kết quả đo từ máy toàn đạc điện tử để xử lý tạo bản vẽ. Tương tự việc ghi chú trong sổ đo thông thường, trong máy toàn đạc điện tử có thể ghi nhận mã (Code) của điểm đo thực địa.

Mã (Code) điểm đo là tập hợp một số kí tự được gắn với kết quả đo của điểm mà khi chương trình xử lý đọc được sẽ thực hiện một số lệnh đã được định nghĩa trước. Mỗi mã (Code) có thể gắn với một số thuộc tính riêng do người tạo mã đặt ra, ví dụ: T là thửa đất, C là cầu, CO là cống, v.v.

Các máy TC đều cho phép người dùng trực tiếp soạn thảo bản Code trên máy hoặc tạo trước trên máy tính có các phần mềm TCTOOLS rồi truyền sang máy TC. Trong các máy TC có thể soạn thảo và lưu trữ danh sách 100 Code. Khi đo đạc thực địa sẽ tìm các mã đã định nghĩa để ghi kèm điểm đo.

2.6. Ghi và trút số liệu sang máy tính

Máy TC có bộ nhớ để lưu trữ các số liệu đưa từ ngoài vào và số liệu đo. Các số liệu đã ghi trong bộ nhớ có thể gọi ra sử dụng hoặc trút sang máy tính.

Free Station
PtNr:
Eo:
No:

Ho
Ori
h_i

Bộ nhớ của máy có thể ghi được tối đa 3000 kết quả đo hoặc 4000 điểm theo toạ độ. Số liệu được ghi trong các file GSI .

TCTOOLS là phần mềm chạy trong môi trường MS. DOS, được dùng quản lý và truyền số liệu giữa máy TC và máy tính PC. Chương trình này có chức năng: Tạo và biên tập danh sách mã (Codelist): Từ máy tính có thể soạn thảo bộ mã (code) và file toạ độ điểm đã biết để trút sang TC; biến đổi dữ liệu (Convert), chuyển đổi dạng file số liệu qua lại giữa TC và máy tính; truyền dữ liệu (Up and Down load).

Khi đo và ghi đầy bộ nhớ của máy TC sẽ trút số liệu sang máy tính để xử lý. Như vậy ta không cần ghi sổ giấy, công việc được thực hiện nhanh chóng và ít sai sót nhầm lẫn.

3. Phần mềm ứng dụng trong thành lập bản đồ số địa chính

3.1. Giới thiệu chung về phần mềm FAMIS

FAMIS là phần mềm *"Tích hợp cho đo vẽ và thành lập bản đồ địa chính"* (Field work And Cadastral Mapping Intergarted Software - FAMIS) là phần mềm nằm trong hệ thống phần mềm chuẩn thống nhất trong ngành địa chính phục vụ lập bản đồ và hồ sơ địa chính.

Phần mềm FAMIS có khả năng xử lý số liệu đo ngoại nghiệp, xây dựng, xử lý và quản lý bản đồ địa chính số. Phần mềm đảm nhiệm công đoạn từ sau khi đo vẽ ngoại nghiệp đến hoàn chỉnh một hệ thống bản đồ địa chính số. Cơ sở dữ liệu bản đồ địa chính kết hợp với cơ sở dữ liệu hồ sơ địa chính để thành lập một cơ sở dữ liệu về bản đồ và hồ sơ địa chính thống nhất. FAMIS chạy trên nền của phần mềm đồ hoạ MICROSTATION.

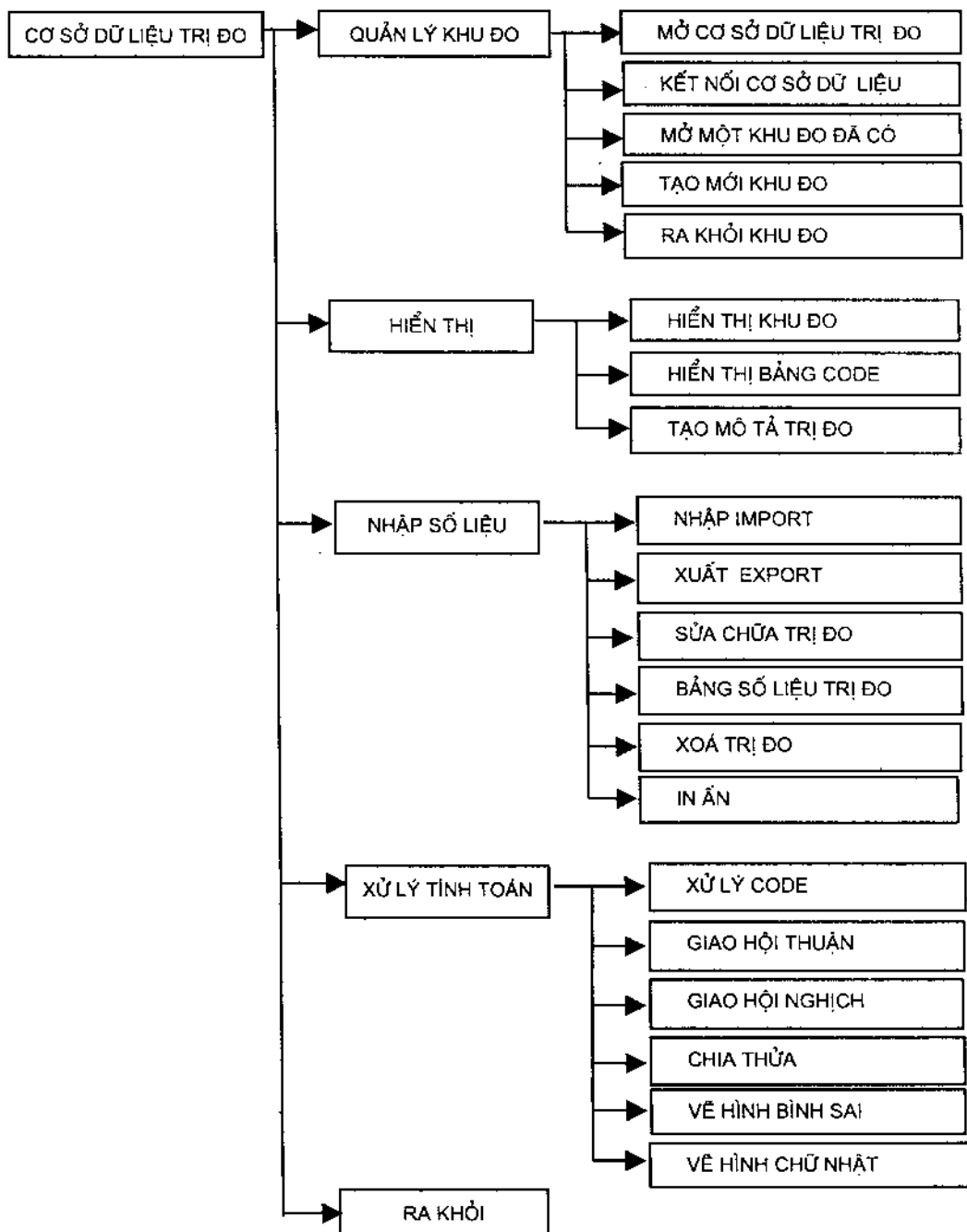
Chức năng của phần mềm FAMIS bao gồm:

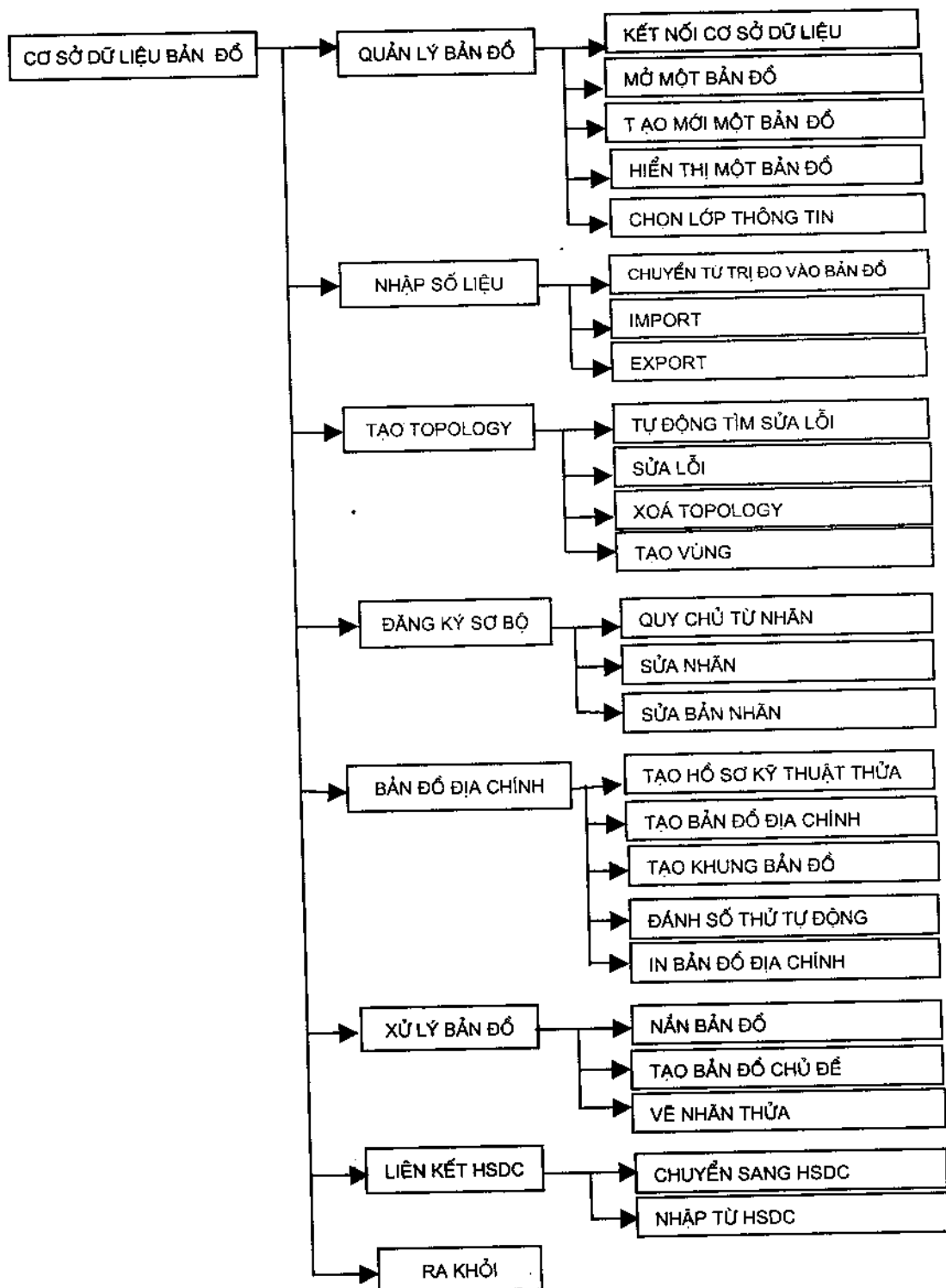
3.1.1. Chức năng làm việc với cơ sở dữ liệu trị đo

- *Quản lý khu đo:* FAMIS quản lý số liệu đo theo khu đo. Một đơn vị hành chính có thể được chia thành nhiều khu đo. Số liệu trong một khu có thể lưu trong một hoặc nhiều File dữ liệu dạng File ASCII, tên là KHUDO. TBL trong thư mục TRIDO

- *Thu nhận số liệu trị đo:* Trị đo được đưa vào theo những nguồn tạo số liệu phổ biến nhất ở Việt Nam hiện nay: Từ số đo điện tử hoặc từ các số liệu đo thủ công được ghi trong sổ đo.

Cấu trúc chức năng của phần mềm tích hợp đo vẽ Và xây dựng bản đồ địa chính (FAMIS)





- *Xử lý hướng đối tượng*: Phần mềm cho phép người dùng bật hoặc tắt hiển thị các thông tin cần thiết của trị đo lên màn hình.

- *Giao diện- hiển thị*: FAMIS cung cấp hai phương pháp để hiển thị tra cứu và sửa chữa qua giao diện tương tác đồ hoạ màn hình hoặc qua bảng danh sách các trị đo.

- *Công cụ tính toán*: FAMIS cung cấp các công cụ tính toán giao hội thuận, giao hội nghịch, công cụ vẽ theo hướng vuông góc, điểm đóng hướng song song, chia cạnh thừa, v.v.

- *Xuất số liệu*: Số liệu đo và bản vẽ có thể được in ra nhờ các thiết bị khác nhau: máy in, máy vẽ. Các số liệu này có thể xuất ra dưới các dạng file số liệu khác nhau để có thể trao đổi với các hệ thống phần mềm khác.

- *Quản lý và xử lý các đối tượng bản đồ*: FAMIS cung cấp các công cụ để người dùng lựa chọn các thông tin bản đồ cần sửa chữa và các thao tác chỉnh sửa trên các lớp thông tin.

3.1.2. Các chức năng làm việc với cơ sở dữ liệu bản đồ địa chính

- *Nhập dữ liệu bản đồ từ nhiều nguồn dữ liệu khác nhau*

+ *Từ cơ sở dữ liệu trị đo*: Các đối tượng bản đồ ở file TRIDO được đưa thẳng vào bản đồ địa chính.

+ *Từ các hệ thống khác*: FAMIS giao tiếp với các hệ thống GIS khác qua các file dữ liệu: **ARC** của phần mềm ARC/INFO, **MIF** của phần mềm MAPINFO, **DXF**, **DWG** của phần mềm AUTOCAD, **DGN** của phần mềm GIS OFFICE .

- *Quản lý các đối tượng bản đồ theo phân lớp chuẩn*: FAMIS cung cấp bản phân loại các lớp thông tin của bản đồ địa chính. Việc phân lớp và cách hiển thị các lớp thông tin tuân thủ theo quy phạm của tổng cục địa chính.

- *Tạo vùng tự động tính diện tích*: Tự động sửa lỗi, tự động phát hiện các lỗi còn lại và cho phép người sử dụng tự sửa, tạo vùng trên một phạm vi bất kỳ trên bản đồ địa chính.

- *Hiển thị, chọn, sửa chữa các đối tượng bản đồ*: Các chức năng này được thực hiện dựa trên các công cụ của phần mềm MICROSTATION.

- *Đăng ký sơ bộ*: Đây là nhóm chức năng phục vụ công tác quy chủ tạm thời, gán, hiển thị, sửa chữa các thông tin được gán với thửa.

- *Tạo hồ sơ thửa đất*: FAMIS cho phép tạo các loại hồ sơ thông dụng về thửa đất, trích lục bản đồ, in giấy chứng nhận. Dữ liệu thuộc tính của thửa có thể lấy trực tiếp qua các quá trình quy chủ tạm thời hoặc móc nối sang lấy trong cơ sở dữ liệu hồ sơ địa chính.

- *Xử lý bản đồ*: FAMIS cung cấp một số phép xử lý bản đồ:

+ Nắn bản đồ, chuyển hệ thống tọa độ.

+ Tạo bản đồ chuyên đề từ trường dữ liệu có sẵn.

- *Liên kết với cơ sở dữ liệu hồ sơ địa chính*: Nhóm chức năng thực hiện việc giao tiếp và kết nối với cơ sở dữ liệu *Hệ quản trị hồ sơ địa chính*, đảm bảo cho hai phần mềm FAMIS và CADDB tạo thành một hệ thống thống nhất. Chức năng cho phép trao đổi dữ liệu hai chiều giữa hai cơ sở dữ liệu bản đồ địa chính và cơ sở dữ liệu hồ sơ địa chính.

3.2. Giới thiệu phần mềm đồ họa MicroStation

MicroStation là một phần mềm đồ họa trợ giúp thiết kế (CAD). Nó có khả năng xây dựng, quản lý các đối tượng đồ họa thể hiện các yếu tố bản đồ. Khả năng quản lý cả dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính rất tốt, tốc độ khai thác và cập nhật nhanh chóng phù hợp với hệ thống quản lý dữ liệu lớn, thuận lợi cho việc thành lập các loại bản đồ địa hình, bản đồ địa chính từ các nguồn dữ liệu và các thiết bị đo khác nhau. Dữ liệu không gian được tổ chức theo kiểu đa lớp tạo cho việc biên tập, bổ sung rất tiện lợi. MicroStation cho phép lưu các bản đồ theo nhiều hệ thống tọa độ khác nhau.

MicroStation là môi trường đồ họa làm nền để chạy các Modul phần mềm ứng dụng khác như: I/GEOVEC, I/RASB, MSFC. Các công cụ của MicroStation được sử dụng để số hoá các đối tượng trên nền ảnh quét (Raster), sửa chữa, biên tập dữ liệu và trình bày bản đồ. MicroStation còn cung cấp công cụ nhập, xuất (Import, Export) dữ liệu đồ họa từ các phần mềm khác qua các File .DXF hoặc File.DWG. MicroStation có giao diện đồ họa bao gồm nhiều cửa sổ, menu, bảng công cụ, các công cụ làm việc với đối tượng đồ họa đầy đủ và mạnh giúp thao tác với dữ liệu đồ họa nhanh chóng, đơn giản, thuận lợi cho người sử dụng. Phần mềm MicroStation cho phép giao diện với người dùng

thông qua cửa sổ lệnh Command Window, các cửa sổ quan sát, các menu, các hộp hội thoại và các bảng công cụ. Trong ảnh là màn hình chính của phần mềm MicroStation SE, trong cửa sổ Window 1 có bản đồ địa chính xã Cổ Nhuế.



Menu chính của MicroStation được đặt trên cửa sổ lệnh. Từ menu chính có thể mở ra nhiều menu dọc trong đó chứa rất nhiều chức năng của MicroStation. Ngoài ra còn có nhiều menu được đặt ở cửa sổ hộp hội thoại xuất hiện khi ta thực hiện một số chức năng nào đó của MicroStation.

Cửa sổ quan sát View là nơi để ta quan sát và thực hiện các thao tác đồ họa. Có thể mở cùng một lúc tối đa tám cửa sổ View.

** Bảng công cụ của MicroStation SE:*

Để dễ dàng, thuận tiện trong thao tác, MicroStation cung cấp rất nhiều công cụ (Drawing Tool) tương đương như các lệnh. Các công cụ này thể hiện trên màn hình dưới dạng biểu tượng vẽ (Icon) và được nhóm theo các chức năng có liên quan thành những thanh công cụ (Tool Box). Các thanh công cụ

thường dùng nhất trong MicroStation được đặt trong **thanh công cụ chính (Main Tool Box)** và được rút gọn ở dạng các biểu tượng. Thanh công cụ chính là tập hợp các chức năng ta thường sử dụng trong quá trình thành lập bản đồ, bản vẽ và thường được tự động mở khi ta khởi động MicroStation.

Ta có thể dùng chuột kéo các **thanh công cụ con** ra thành một Tool Box hoàn chỉnh hoặc chọn từng Icon trong Tool để thao tác. Khi ta sử dụng một công cụ nào đó thì Tool sử dụng sẽ là hiện thời và chuyển màu thành màu sẫm. Ngoài ra, đi kèm theo với mỗi công cụ được chọn là hộp **Tool Setting**, hộp này hiển thị tên của công cụ và các phần đặt thông số kèm theo. Các thanh công cụ sẽ giúp người dùng thực hiện công việc vẽ, lựa chọn, sửa chữa các đối tượng đồ họa.

Place Fence: là công cụ hữu hiệu lựa chọn các yếu tố trong một vùng.

Element Selection: Lựa chọn đối tượng trong quá trình vẽ và sửa chữa.

Place Smart Line: Vẽ các đối tượng dạng đường, tuyến.

Place Active Point: Vẽ đối tượng dạng điểm.

Element Selection

Place Active Point

Hatch Area

Place Arc

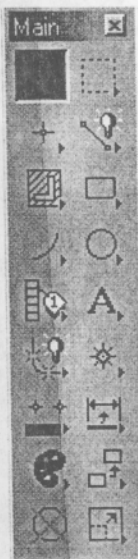
Attach Tags

Drop Element

Measure Distance

Change Element Attributes

Delete Element



Place Fence

Place Smart Line

Place Block

Place Circle

Place Text

Place Active Cell

Dimension Element

Copy

Modify Element

Place Block: Vẽ các đối tượng dạng vùng.

Hatch Area: Trải ký hiệu cho các đối tượng dạng vùng.

Place Circles: Vẽ đường tròn và Ellipses.

Place Arcs: Vẽ các đối tượng hình cung.

Place Text: Vẽ và sửa các đối tượng dạng chữ.

Place Active Cells: Vẽ các ký hiệu dạng Cell.

Drop Element: Liên kết các đối tượng hoặc phá bỏ liên kết.

Dimension Element: Đo kích thước đối tượng.

Measure Distance: Đo khoảng cách.

Copy: Copy, dịch chuyển, tăng tỷ lệ hoặc quay đối tượng.

Change Element Attributes: Thay đổi thuộc tính các đối tượng.

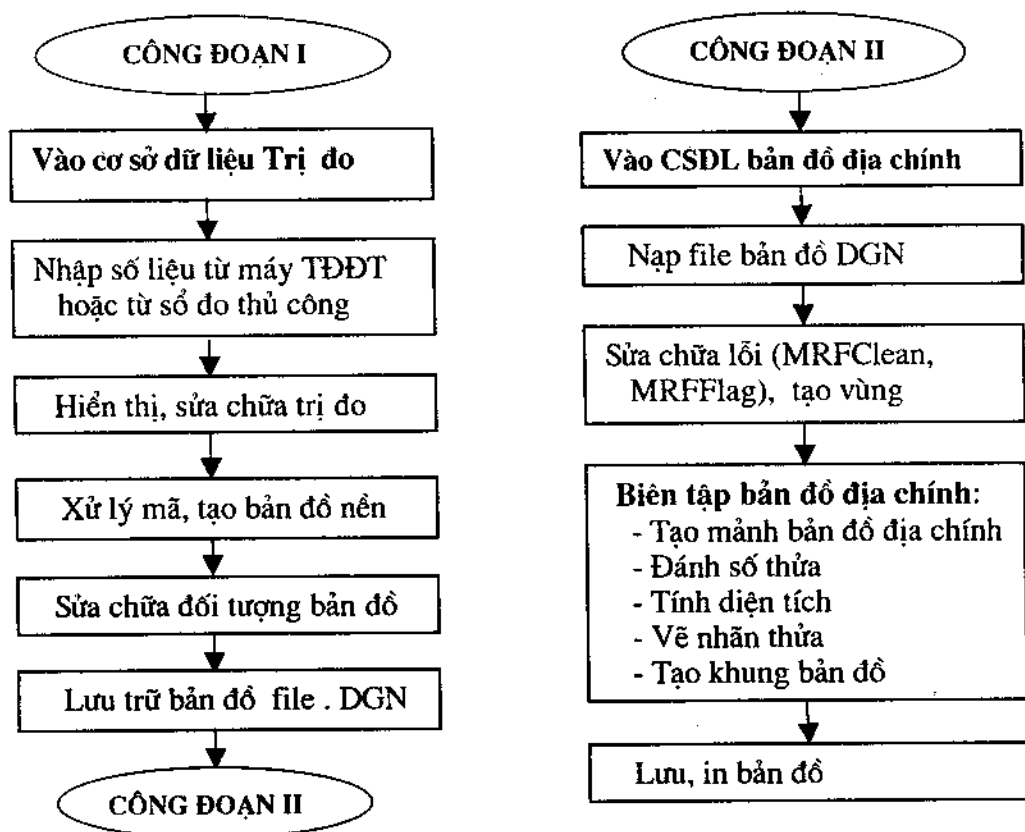
Modify: Sửa chữa các đối tượng.

Delete Element: Xoá đối tượng.

XII. QUY TRÌNH THÀNH LẬP BẢN ĐỒ SỐ ĐỊA CHÍNH TRÊN PHẦN MỀM FAMIS

1. Quy trình chung

Ta có thể tóm tắt sơ đồ quy trình công nghệ thành lập bản đồ địa chính bằng phần mềm FAMIS trên cơ sở kết quả đo vẽ chi tiết ở thực địa.



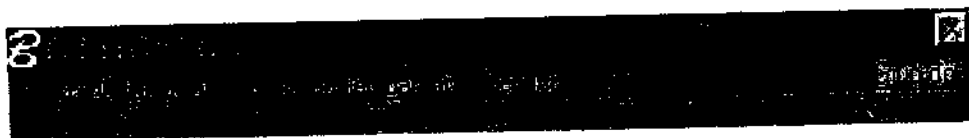
2. Các bước thao tác cơ bản thành lập bản đồ địa chính

Chạy chương trình MicroStation:

- Vào File chọn New, tạo một File chứa bản vẽ *.DGN, chọn Seed File.
- Vào Settings -> Design File -> Working Units đặt đơn vị đo (m và cm).
- Vào Setting -> Database -> Connect.

Chọn Database Server, chọn Foxpro, ấn OK

Từ dòng lệnh của MicroStation đánh **mdl load c:\famis\famis** trên màn hình xuất hiện cửa sổ giao diện của phần mềm FAMIS như sau:



Vào phần **Cơ sở dữ liệu trị đo**.

Các số liệu được quản lý trong phần Quản lý khu đo. Khi vào modul này sẽ xuất hiện một màn hình cho ta biết các thông tin như : số thứ tự, tên khu đo, ngày đo, tên đơn vị đo đạc, tên đơn vị hành chính, tên File số liệu (ví dụ: Khu A.DGN). Người sử dụng có thể **thêm, sửa, xóa** hoặc **chọn** khu đo để làm việc.

2.1. Nhập số liệu đo

Số liệu đo thực địa được nhập vào FAMIS theo hai cách chủ yếu:

- Nếu đo chi tiết bản đồ bằng máy toàn đạc điện tử thì khi truyền số liệu sang máy tính ta có file số liệu dạng SDR. Phần mềm FAMIS sẽ nhận trực tiếp file số liệu này để xử lý.

- Nếu nhập số liệu dạng sổ đo chi tiết ghi trên giấy vào phần mềm, ta phải tạo File số liệu giả SDR, file này có dạng:

Trạm	Điểm đo	Góc bằng	Góc đứng	Khoảng cách	Mã	
KV2-7	15	33^45.3	90^00	43.567	N	

Để xử lý bản vẽ tạo các đối tượng đồ họa như thửa đất, đường, kênh,... ta phải tạo File nối các điểm chi tiết theo sơ họa. Có thể tạo *file sơ họa* từ phần mềm NC trong máy tính .

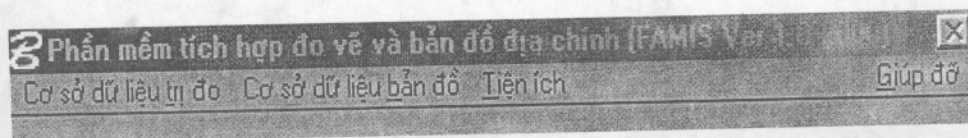
2. Các bước thao tác cơ bản thành lập bản đồ địa chính

Chạy chương trình MicroStation:

- Vào File chọn New, tạo một File chứa bản vẽ *.DGN, chọn Seed File.
- Vào Settings -> Design File -> Working Units đặt đơn vị đo (m và cm).
- Vào Setting -> Database -> Connect.

Chọn Database Server, chọn Foxpro, ấn OK

Từ dòng lệnh của MicroStation đánh **mdl load c:\famis\famis** trên màn hình xuất hiện cửa sổ giao diện của phần mềm FAMIS như sau:



Vào phần **Cơ sở dữ liệu trị đo**.

Các số liệu được quản lý trong phần Quản lý khu đo. Khi vào modul này sẽ xuất hiện một màn hình cho ta biết các thông tin như : số thứ tự, tên khu đo, ngày đo, tên đơn vị đo đạc, tên đơn vị hành chính, tên File số liệu (ví dụ: Khu A.DGN). Người sử dụng có thể **thêm, sửa, xoá** hoặc **chọn** khu đo để làm việc.

2.1. Nhập số liệu đo

Số liệu đo thực địa được nhập vào FAMIS theo hai cách chủ yếu:

- Nếu đo chi tiết bản đồ bằng máy toàn đạc điện tử thì khi truyền số liệu sang máy tính ta có file số liệu dạng SDR. Phần mềm FAMIS sẽ nhận trực tiếp file số liệu này để xử lý.

- Nếu nhập số liệu dạng sổ đo chi tiết ghi trên giấy vào phần mềm, ta phải tạo File số liệu giả SDR, file này có dạng:

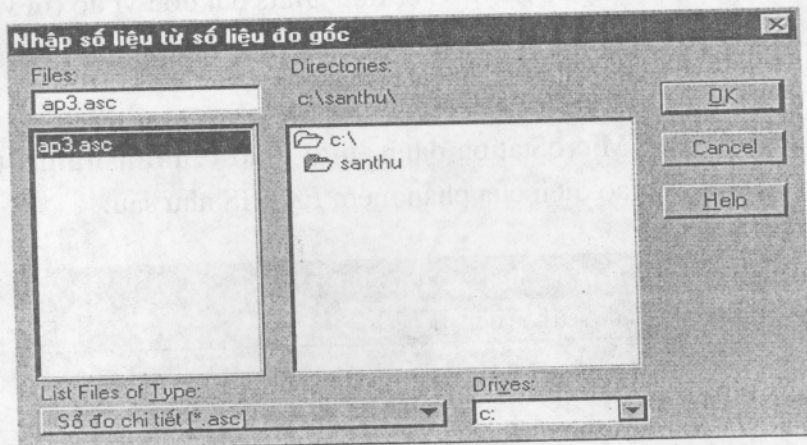
Trạm	Điểm đo	Góc bằng	Góc đứng	Khoảng cách	Mã	
KV2-7	15	33^45.3	90^00	43.567	N	

Để xử lý bản vẽ tạo các đối tượng đồ họa như thửa đất, đường, kênh,... ta phải tạo File nối các điểm chi tiết theo sơ họa. Có thể tạo *file sơ họa* từ phần mềm NC trong máy tính .

Các file số liệu đo đạc sẽ được nhập vào phần mềm qua chức năng nhập số liệu (Import):

Vào phần *Cơ sở dữ liệu trị đo* → chọn *Nhập số liệu* → vào *Import*.

Màn hình nhập số liệu xuất hiện, có dạng sau:



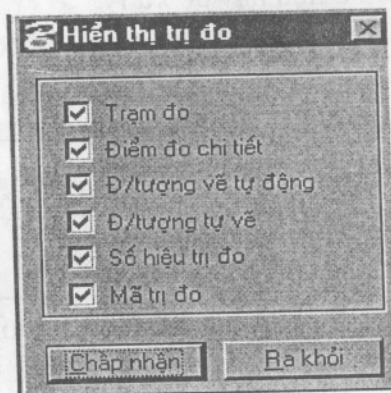
Ta đánh tên file (ví dụ *ap3.asc*) hoặc ấn nút *chọn file* số liệu có tên trong ổ đĩa và ấn OK, khi đó các số liệu file *ap3.asc* sẽ được nhập vào trong thư mục TRIDO

2.2. Hiện thị và sửa chữa số liệu đo

Các file số liệu đã có trong thư mục TRIDO có thể được hiện thị ra màn hình qua chức năng *Hiện thị*:

- *Hiện thị các lớp thông tin trị đo*: Đây là chức năng dùng để bật tắt các lớp thông tin của file TRIDO. Muốn vào chức năng này.

Từ Menu chọn *Hiện thị* → *Hiện thị các lớp thông tin trị đo* sẽ được màn hình hiện thị trị đo. Các lớp thông tin này gồm có: trạm đo, các điểm chi tiết, các đối tượng đo họa vẽ tự động, các đối tượng tự vẽ, số liệu trị đo, mã mô tả trị đo. Trong modul này có thể soạn thảo các yếu tố trên.



- *Tạo mô tả trị đo:*

Vào **menu** → **Hiện thị** → **Tạo mô tả trị đo**.

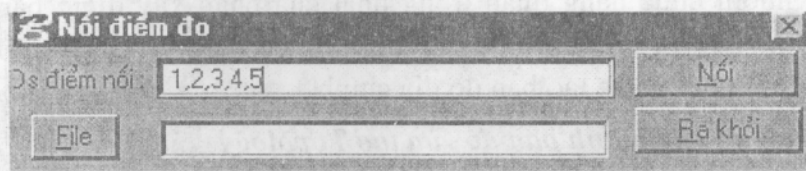
Tạo mô tả trị đo là chức năng tạo các đối tượng chữ (text) để mô tả thông tin đi kèm theo các trạm đo, điểm đo chi tiết.

- *Sửa chữa trị đo:* Muốn sửa chữa trị đo nào có thể vào chức năng **sửa chữa trị đo**, chọn trị đo và sửa chữa các thông tin nếu phát hiện sai sót.

2.3. Tạo bản đồ nền toàn khu đo

Sau khi số liệu được nhập vào, phần mềm FAMIS tự **xử lý mã** tạo bản vẽ thô cho toàn khu đo. Nếu trên bản vẽ có các đối tượng chưa nối đủ đường biên hoặc số liệu đưa vào từ sổ đo ghi trên giấy không gán mã, ta có thể sử dụng các công cụ của MicroStation để vẽ bổ sung. Cũng có thể tạo File nối điểm đo trực tiếp từ chức năng của FAMIS theo trình tự sau:

Từ Menu chính → chọn **Xử lý tính toán** → **Nối điểm đo**
sẽ xuất hiện cửa sổ giao diện:



- Sử dụng bản sơ họa (sơ đồ địa mĩa) ta đánh vào phần "**danh sách điểm nối**" để nối các điểm theo sơ đồ. Máy sẽ thực hiện lệnh nối các điểm đó.

Ví dụ:

Muốn nối các điểm 1, 2, 3, 4 để tạo thành một thửa ta gõ 1, 2, 3, 4, 5 enter và nhấn phím **nối** trên cửa sổ màn hình.

- Nếu đã tạo một File nối theo sơ họa dạng **File.txt** từ phần mềm NC thì vào chức năng **File** để chọn file đã tạo và nhấn phím nối để nối các điểm.

Sau khi hoàn thành công việc nối các điểm theo sơ đồ, ta được bản vẽ thể hiện vị trí, hình dạng các địa vật khu vực đo vẽ như các thửa đất, đường sá, kênh mương,... Đây là bản vẽ **bản đồ gốc** cho toàn khu vực hay còn gọi là **bản đồ nền toàn khu đo**. Bản đồ nền thể hiện các đối tượng bản đồ trên toàn bộ khu đo, chưa chia mảnh theo kích thước khung quy định cho bản đồ địa chính theo yêu cầu quy phạm.

Với bản vẽ thành lập cho một khu đo, ta phải thực hiện trong một thời gian dài và ta phải mở bản vẽ đo nhiều lần. Để tiếp tục công việc đó ta vào → **quản lý khu đo** → mở khu đo đã có. Ghi lại bản vẽ File *.DGN trong thư mục TRIDO.

2.4. Kết nối cơ sở dữ liệu bản đồ

Sau khi tạo được bản đồ gốc của khu đo cần kết nối bản đồ gốc với cơ sở dữ liệu bản đồ:

Cơ sở dữ liệu bản đồ → Quản lý bản đồ → Kết nối cơ sở dữ liệu

Sau khi kết nối ta thực hiện các chức năng: mở một bản đồ, hiển thị bản đồ hoặc chọn lớp thông tin trên đó để biên tập.

2.5. Tạo Topology

Topology là một mô hình lưu trữ dữ liệu (không gian) bản đồ đã được chuẩn hoá. Mô hình không chỉ lưu trữ các thông tin địa lý, mô tả vị trí, kích thước, hình dạng của từng đối tượng bản đồ mà còn *mô tả quan hệ không gian giữa chúng với nhau như nối nhau, kề nhau.*

Đây là nhóm chức năng quan trọng nhất của phần xây dựng bản đồ. Sau khi đóng vùng và sửa lỗi, Topology là mô hình để đảm bảo việc tự động tính diện tích và các chức năng tạo bản đồ địa chính.

2.5.1. Sửa lỗi cho mảnh bản đồ vừa tạo Topology

Trước hết vào chức năng tự động tìm và sửa lỗi.

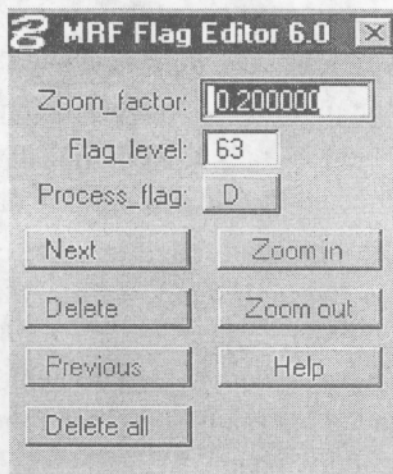
Vào **Cơ sở dữ liệu bản đồ → Tạo Topology → Tự động tìm lỗi sửa lỗi → Parameters** đặt thông số cần thiết và ấn MRFClean để tự sửa lỗi.

Chức năng này chỉ sửa được lỗi thông thường. Ta phải vào tiếp: MRF Flag Editor để sửa các lỗi mà MRFClean không sửa được.

Menu → Tạo Topology → Sửa lỗi

Xuất hiện cửa sổ **MRF Flag Editor**:

Kích chuột vào nút Next để hiển thị lỗi mà chức năng MRF Flag báo. Màn hình bản đồ xuất hiện, nơi nào có chữ 'D



là nơi ấy còn lỗi, cần tự sửa trực tiếp các lỗi bằng công cụ của MicroStation. Sửa những lỗi như thừa bị hở hoặc thừa bị thừa cạnh, ta sẽ sửa bằng cách cắt bỏ bớt hoặc phải nối thêm.

Khi hết lỗi chữ NEXT mờ đi. Sửa xong, ta kích chuột vào nút DELETE ALL.

2.5.2. Tạo vùng

Tạo vùng là chức năng tạo Topology cho các đối tượng bản đồ được lựa chọn. Chương trình này chỉ tạo Topology cho các đối tượng dạng vùng như thửa đất.

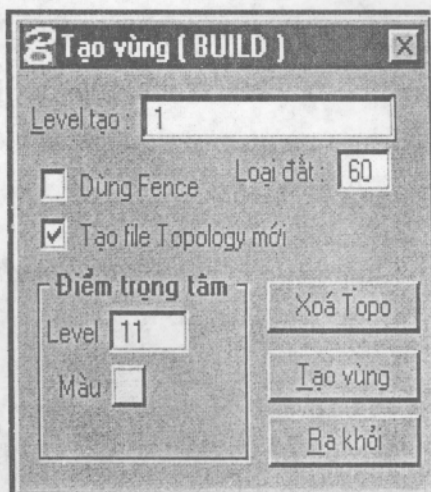
Các đối tượng tham gia tạo Topology có thể nằm trên nhiều level khác nhau. Khi thực hiện có thể chọn lớp hoặc có thể dùng Fence để chọn vùng tạo Topology.

Từ menu → chọn

Tạo Topology → Tạo vùng

Xuất hiện cửa sổ giao diện *Tạo vùng*. Ta kích chuột vào bản đồ để bắt đầu tạo vùng.

Sau khi tạo vùng xong kích chuột vào nút **ra khỏi**, kết thúc quá trình tạo vùng. Tiếp tục đánh số thửa tự động cho các thửa đất.



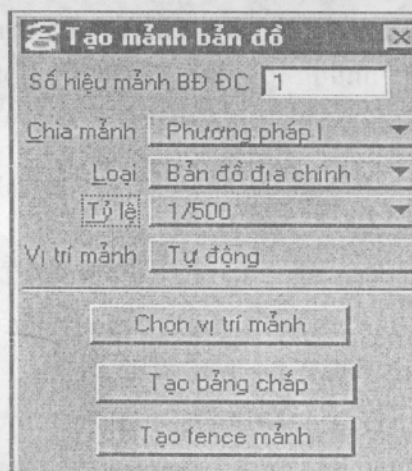
2.6. Tạo mảnh bản đồ địa chính

Bản đồ địa chính sẽ được chia mảnh, biên tập theo khung 50x50 cm hoặc khung mở rộng 60x60 cm để vẽ trọn thửa đất. Trên bản đồ địa chính các thửa đất được đánh số, tính diện tích theo từng mảnh bản đồ, vì thế sau khi thành lập **bản đồ nền toàn khu đo**, cần tiến hành cắt mảnh theo quy phạm và thực hiện công tác biên tập bản đồ.

Từ menu → **Bản đồ địa chính → Tạo bản đồ địa chính**

Xuất hiện cửa sổ giao diện *Tạo mảnh bản đồ*:

Chức năng này sẽ tự động tạo ra một file mới lưu bản đồ địa chính từ bản đồ nền. Vị trí khung được xác định theo phương pháp chia mảnh và tỷ lệ bản đồ. Các thửa được chuyển sang bản đồ địa chính theo nguyên tắc diện tích lớn nhất. Thửa được chuyển sang là những thửa nằm gọn trong khung bản đồ và những thửa có phần diện tích lớn nhất so với phần còn lại bị cắt tại cạnh khung. Sau khi đã khai báo các yêu cầu của bản đồ địa chính cần thành lập, ta kích chuột vào vị trí của bản đồ cần tạo ra từ bản đồ nền. Khi đó ta được một mảnh bản đồ địa chính.



2.7. Đánh số thửa và tính diện tích

Chức năng này thực hiện việc đánh số thửa trong bản đồ theo thứ tự từ trên xuống dưới, từ trái qua phải. Có thể tạo một bảng theo chiều ngang để đánh số thửa.

Từ *menu* → *Bản đồ địa chính* → *Đánh số thửa tự động*

- Bắt đầu đánh số từ: 1
- Kiểu đánh: Đánh tất cả
- Ta ấn vào → *Đánh số thửa*

Khi đánh số thửa xong, ta có được số thửa cuối cùng đúng bằng tổng số thửa có trong khu đo vẽ hoặc trong phạm vi của tờ bản đồ địa chính.

Sau khi đánh số thửa, ta sử dụng chức năng tính diện tích để tính diện tích các thửa đất trên tờ bản đồ.

2.8. Vẽ nhãn thửa

Vẽ nhãn thửa là một trong những công cụ thường dùng để hiển thị các dữ liệu thuộc tính thành các đối tượng đồ họa theo một cách định dạng cho trước. Có thể có rất nhiều dữ liệu thuộc tính đi kèm theo. Tại một thời điểm không thể hiển thị được tất cả các dữ liệu liên quan. Vì vậy, chức năng vẽ nhãn thửa cung cấp cho người dùng một công cụ dùng vẽ nhãn thửa ra màn hình. Các đối tượng bản đồ có khả năng vẽ nhãn thửa chỉ là các đối tượng dạng vùng đã được tạo Topology. Nhãn thửa bao gồm *số thửa*, *loại đất*, *diện tích*, có thể kèm theo *tên chủ sử dụng đất*.

Từ menu chọn → *Xử lý bản đồ* → *Vẽ nhãn thửa*

Xuất hiện cửa sổ *Bản đồ chủ đề*, trong đó:

- Loại nhãn: *Nhãn thửa*
- Kiểu: *Cel*
- Kích thước chữ: *0,500*
- Kiểu chữ: *FAMIS*

Nhãn sau khi tạo xong có dạng:

$$2L \frac{\text{Số hiệu thửa}}{\text{Diện tích}}$$

Khi vẽ nhãn, số hiệu thửa đất và diện tích thửa được tự động đưa vào vị trí quy định của nhãn. Riêng loại đất, phần mềm FAMIS thường đưa các giá trị mặc định vào, ví dụ: *2L*, người biên tập bản đồ phải căn cứ vào thực tế phân loại đất đai để sửa nhãn phân loại mặc định thành nhãn phân loại đất chính thức.

Trong cửa sổ vẽ nhãn cần đưa vào một giới hạn thửa nhỏ, ví dụ: 20m^2 , lúc đó cứ thửa nào có diện tích nhỏ hơn 20m^2 thì sẽ không thể hiện nhãn đầy đủ trong phạm vi thửa đất mà sẽ đưa thông tin của thửa xuống bảng thống kê ở dưới tờ bản đồ.

2.9. Tạo khung bản đồ địa chính

Trong thực tế thành lập bản đồ địa chính, ta phải biên tập hai loại bản đồ là *bản đồ gốc (bản đồ địa chính cơ sở)* và *bản đồ địa chính theo xã*. Nếu theo công nghệ truyền thống, ta phải biên tập bản đồ gốc, trên đó các thửa đất ở vùng biên sẽ bị cắt đến đúng đường khung ($50 \times 50\text{cm}$), sau đó biên tập bản đồ địa chính theo đơn vị xã.

Phần mềm FAMIS cho phép biên tập trực tiếp các bản đồ địa chính, trên đó vẽ trọn vẹn các thửa đất. Bản đồ địa chính có khung mở rộng ($60 \times 60\text{cm}$ hoặc $70 \times 70\text{cm}$). Các thửa đất được chuyển sang bản đồ địa chính là các thửa nằm gọn trong khung bản đồ và thửa có phần diện tích lớn nhất so với phần còn lại bị cắt tại cạnh khung. Các đối tượng còn lại không phải là thửa đất như: sông, đường giao thông,... bị cắt tại cạnh khung.

Phần mềm FAMIS cho phép tạo khung bản đồ địa chính với vị trí và cách thể hiện ngoài khung theo đúng quy định trong quy phạm hiện hành.

Từ *Menu* → *Bản đồ địa chính* → *Tạo khung bản đồ địa chính*

Xuất hiện cửa sổ giao diện *Tạo khung bản đồ địa chính* như hình vẽ.

Trong hộp hội thoại có các tùy chọn sau:

- Phương pháp chia mảnh:

Phương pháp 1

- Chọn kiểu khung:

Tạo khung bản đồ địa chính

- Chọn tỷ lệ: 1:500

- Các tiêu đề:

+ Tên bản đồ: Bản đồ địa chính

+ Số hiệu mảnh: 331051- 2- (3)

+ Tên xã: Hà Nội-Từ Liêm-Đông Ngạc

* *Toạ độ góc khung bản đồ địa chính:*

- Khi ta nhấn vào nút "**Chọn bản đồ**" và chọn điểm trên màn hình thì toạ độ góc khung của bản đồ sẽ hiện lên. Đây là các toạ độ được tính dựa trên các tham số tỷ lệ, phương pháp chia mảnh mà ta đã chọn lựa ở trên và theo quy phạm bản đồ địa chính.

- Toạ độ góc khung:

+ Trái dưới $y = 502450 \text{ m}$, $x = 2330800 \text{ m}$

+ Phải trên $y = 502700 \text{ m}$, $x = 2331050 \text{ m}$.

2.10. Lưu trữ và in bản đồ

Phần mềm FAMIS có chức năng chuyển dữ liệu từ *cơ sở dữ liệu bản đồ* sang *cơ sở dữ liệu hồ sơ địa chính* của phần mềm CADDDB. Muốn vậy ta chọn

Liên kết với CSDL HSĐC → Chuyển dữ liệu sang CSDL HSĐC

Sau khi liên kết với CSDL hồ sơ địa chính, có thể sử dụng các dữ liệu như loại đất, tên chủ sử dụng đất, địa chỉ có trong CSDL HSĐC để cập nhật vào các thửa đất trên bản đồ địa chính đang mở.

Sau khi biên tập, bản đồ địa chính được lưu trong ổ cứng của máy tính hoặc in ra các đĩa CD dưới dạng các file. DGN.

Để tiện sử dụng, người ta dùng các máy in kỹ thuật số (ploter) in các tờ *bản đồ địa chính cơ sở* và *bản đồ địa chính* lên giấy. Hình ở trang 311 và 312 là mẫu bản đồ địa chính cơ sở và bản đồ địa chính được biên tập bằng phần mềm FAMIS và in ra giấy bằng ploter.

$\text{mean} = 1$	$\text{var} = 0$	$\text{std} = 0$
$\text{min} = 0$	$\text{max} = 1$	$\text{range} = 1$
$\text{mode} = 1$	$\text{median} = 1$	$\text{iqr} = 0$

FILE 1.505
U.S. DEPARTMENT OF JUSTICE

[illegible]

MẪU BẢN ĐỒ ĐỊA CHÍNH XÃ



Câu hỏi và bài tập chương 8

1. Bản đồ địa chính là gì? Hãy nêu các cách phân loại bản đồ địa chính.
2. Bản đồ địa chính thể hiện các nội dung gì?
3. Hãy nêu các yếu tố đặc trưng của hệ tọa độ HN-72 và VN-2000.
4. Hệ tọa độ địa chính địa phương cấp tỉnh hiện nay có gì khác so với hệ tọa độ Nhà nước?
5. Bản đồ địa chính cơ sở được chia mảnh và đánh số như thế nào?
6. Xác định số hiệu 8 tờ bản đồ địa chính cơ sở cùng tỷ lệ để ghép mảnh với tờ bản đồ có số hiệu 322 503-3-b.
7. Xác định tọa độ x, y của 4 góc khung tờ bản đồ có số hiệu 325 506-5-a.
8. Trình bày khái quát quy trình thành lập bản đồ địa chính bằng phương pháp đo vẽ trực tiếp ở thực địa.
9. Trình bày phương pháp kẻ lưới ở vuông trên bản vẽ.
10. Người ta dùng những phương pháp nào để lập lưới khống chế đo vẽ phục vụ đo vẽ bản đồ địa chính?
11. Trình bày phương pháp đo chi tiết bản đồ địa chính bằng máy kinh vĩ.
12. Khi đo chi tiết bản đồ địa chính phải tuân thủ các yêu cầu kỹ thuật nào?
13. Người dựng mia phải thực hiện những kỹ thuật gì để đảm bảo độ chính xác đo vẽ bản đồ địa chính và hiệu quả cao trong công việc?
14. Trình bày phương pháp vẽ bản đồ gốc địa chính.
15. Phương pháp đánh số thửa trên bản đồ địa chính.
16. Có những phương pháp nào để tính diện tích các thửa đất trên bản đồ địa chính? Trình bày nội dung các phương pháp đó.
17. Trình bày mục đích, yêu cầu và phương pháp nghiệm thu đánh giá chất lượng bản đồ địa chính.
18. Tại sao phải chỉnh lý bản đồ địa chính? Trình bày phương pháp đo đạc, chỉnh lý bản đồ địa chính.
19. Bản đồ số địa chính là gì? Nêu các chuẩn và đặc điểm của nó.
20. Đặc điểm cấu tạo máy toàn đạc điện tử TC 605.
21. Trình bày khái quát quy trình công nghệ thành lập bản đồ số địa chính trên phần mềm FAMIS.

Chương 9

QUẢN LÝ VÀ SỬ DỤNG BẢN ĐỒ ĐỊA CHÍNH

Mục tiêu: Sau khi học chương 9, học sinh sẽ biết cách quản lý và sử dụng bản đồ địa chính, biết cách trích lục bản đồ, biết phân chia thửa đất và cắm mốc ranh giới đất ở thực địa.

Nội dung: Chương 9 sẽ trình bày các vấn đề như quản lý bản đồ và hồ sơ địa chính, sử dụng bản đồ địa chính ở trong phòng, sử dụng bản đồ địa chính trên thực địa và một số dạng đo đạc phục vụ công tác địa chính.

I. QUẢN LÝ BẢN ĐỒ ĐỊA CHÍNH

1. Hệ thống hành chính quản lý đất đai của Việt Nam

Hệ thống hành chính của Việt Nam được tổ chức theo bốn cấp: cấp cơ sở xã, phường; cấp huyện, quận; cấp tỉnh, thành phố; cấp nhà nước.

Hệ thống cơ quan có thẩm quyền gồm Chính phủ và uỷ ban nhân dân các cấp thực hiện nhiệm vụ quản lý mọi mặt đời sống xã hội, trong đó có đất đai trong phạm vi cả nước và các địa phương.

Để giúp việc cho Chính phủ và uỷ ban nhân dân các cấp tỉnh, huyện, xã trong công tác quản lý đất đai, nhà nước tổ chức ra các cơ quan chuyên môn quản lý đất đai trực thuộc Chính phủ và uỷ ban nhân dân các cấp. Hệ thống cơ quan chuyên môn bao gồm:

- Cấp cơ sở xã, phường có cán bộ chuyên trách làm công tác quản lý đất đai, là nhân viên uỷ ban nhân dân.
- Cấp quận, huyện có bộ phận Địa chính trong Phòng Tài nguyên và Môi trường trực thuộc Uỷ ban nhân dân huyện.
- Cấp tỉnh có Sở Tài nguyên và Môi trường trực thuộc Uỷ ban nhân dân tỉnh.
- Cấp Trung ương có Bộ Tài nguyên và Môi trường trực thuộc Chính phủ.

Các cơ quan chuyên môn về quản lý đất đai các cấp chịu sự chỉ đạo về chuyên môn theo hệ thống ngành dọc từ Trung ương đến cơ sở.

2. Phân loại hồ sơ địa chính

Hồ sơ địa chính là tài liệu cần thiết được lập ra nhằm thể hiện đầy đủ các thông tin đáp ứng yêu cầu của công tác quản lý nhà nước về đất đai. Theo quan điểm kỹ thuật, có thể chia các hồ sơ địa chính thành ba nhóm:

- *Nhóm thứ nhất* gồm các tài liệu cơ bản thể hiện tổng hợp các thông tin phục vụ quản lý đất, chúng được sử dụng thường xuyên để quản lý biến động đất ở các cấp. Tài liệu trong nhóm này gồm có:

+ Bản đồ địa chính hoặc các tài liệu đo đạc để xác định vị trí, hình dạng, kích thước và diện tích thửa đất.

+ Sổ địa chính.

+ Sổ mục kê đất.

+ Biểu thống kê diện tích đất.

+ Giấy chứng nhận quyền sử dụng đất.

+ Sổ theo dõi biến động đất đai.

- *Nhóm thứ hai* là các tài liệu phụ trợ kỹ thuật cho yêu cầu quản lý đất, hồ sơ gồm: Các tài liệu gốc về đo đạc; Bản đồ hiện trạng sử dụng đất; Bản đồ quy hoạch sử dụng đất; Tài liệu về đánh giá - phân loại đất - định giá đất; Hồ sơ địa giới hành chính, tài liệu quy hoạch sử dụng đất; Tài liệu thống kê các hoạt động quản lý đất.

- *Nhóm thứ ba* là các tài liệu về thủ tục hành chính và các văn bản pháp quy làm căn cứ pháp lý để thành lập các tài liệu nhóm thứ nhất, có giá trị tra cứu lâu dài trong quản lý đất.

Các hồ sơ địa chính kể trên được các cơ quan chuyên môn quản lý đất đai thành lập và hoàn thiện dần dần trong quá trình quản lý sử dụng đất. Công việc được bắt đầu từ đo vẽ bản đồ địa chính, đăng ký đất ban đầu và đăng ký biến động đất. Trong các hồ sơ địa chính thì bản đồ địa chính là tài liệu quan trọng nhất, được lưu trữ và sử dụng ở cơ quan quản lý đất đai các cấp.

3. Lưu trữ và quản lý bản đồ địa chính

Sau khi hoàn thành công tác đo đạc, thành lập bản đồ địa chính, sản phẩm bản đồ được giao nộp cho cơ quan chủ quản đầu tư. Theo quy định hiện nay,

chủ đầu tư đo vẽ bản đồ địa chính thường là Sở Tài nguyên và Môi trường, trước đây là Sở Địa chính.

3.1. Tài liệu giao nộp khi hoàn thành đo vẽ bản đồ địa chính

3.1.1. Lưới tọa độ địa chính cấp 1, cấp 2

- Sơ đồ chọn điểm chôn mốc.
- Ghi chú điểm, biên bản bàn giao mốc.
- Sơ đồ lưới mặt phẳng và độ cao.
- Các loại sổ đo và đĩa ghi kết quả đo.
- Tài liệu tính toán, bình sai lưới khống chế.
- Tài liệu kiểm nghiệm máy.
- Hồ sơ nghiệm thu, báo cáo tổng kết kỹ thuật.

3.1.2. Bản đồ địa chính cơ sở

- Bản đồ gốc đo vẽ trực tiếp và các đĩa ghi số liệu.
- Các sổ đo lưới khống chế đo vẽ, sổ đo chi tiết, sổ đo diện tích.
- Các loại thành quả tính toán.
- Bản tổng hợp diện tích và giao nhận diện tích.
- Báo cáo kiểm tra, nghiệm thu, báo cáo tổng kết kỹ thuật.

3.1.3. Bản đồ địa chính cấp xã

- Bản gốc vẽ theo đơn vị hành chính cấp xã và đĩa từ ghi số liệu.
- Bốn bản sao bản đồ kèm theo bản gốc.
- Sổ mục kê tạm thời.
- Các bảng biểu tổng hợp, thống kê diện tích theo đơn vị hành chính.
- Báo cáo kiểm tra nghiệm thu, báo cáo tổng kết kỹ thuật.

3.2. Phân cấp quản lý bản đồ địa chính

Sau khi cơ quan chủ quản đầu tư nhận toàn bộ bản đồ địa chính cơ sở, bản đồ địa chính biên tập theo xã và các hồ sơ kèm theo sẽ phân loại tài liệu và trao cho các cấp quản lý đất đai theo quy định để lưu trữ và sử dụng.

3.2.1. Cấp Bộ

- Bản đồ địa chính cơ sở. Nếu là bản đồ số thì chỉ cần file số liệu ghi trên đĩa CD và tài liệu hướng dẫn đọc đĩa.

- 01 bản sao bản đồ địa chính.
- Bản sao bản thống kê đất đai theo hiện trạng, tập hợp theo đơn vị hành chính xã, huyện, tỉnh.

- Tư liệu phim ảnh sử dụng để lập bản đồ.

3.2.2. Ủy ban nhân dân cấp tỉnh

- Bản đồ địa chính theo đơn vị hành chính cấp xã gồm một bộ gốc và một bộ sao.

- Bản sao hồ sơ kỹ thuật thửa đất, các loại biên bản tài liệu thống kê diện tích đất đai.

- Bản sao bản đồ địa chính cơ sở.

- Các tài liệu khác do cơ quan chủ đầu tư lưu trữ.

3.2.3. Ủy ban nhân dân cấp huyện

- Bản sao bản đồ địa chính theo đơn vị hành chính xã.

- Bản sao hồ sơ kỹ thuật thửa đất, các loại biên bản tài liệu thống kê diện tích đất đai.

3.2.4. Ủy ban nhân dân cấp xã

- Bản sao bản đồ địa chính theo đơn vị hành chính xã.

- Sổ mục kê tạm thời, hồ sơ kỹ thuật thửa đất, biên bản xác định mốc giới, ranh giới thửa đất.

- Các tài liệu thống kê diện tích đất đai theo hiện trạng, các biên bản bàn giao mốc, diện tích, ranh giới hành chính (bản gốc).

3.3. Phương thức quản lý hồ sơ - bản đồ địa chính

Các bộ bản đồ địa chính cơ sở, bản đồ địa chính cấp xã và hồ sơ ban đầu kèm theo nó là sản phẩm do đơn vị chuyên môn thi công công trình đo vẽ bản đồ địa chính thành lập. Nó được lưu trữ sử dụng ở bốn cấp hành chính kể trên. Riêng hồ sơ tài liệu gốc thành lập trong quá trình đo vẽ bản đồ địa chính sẽ được lưu trữ ở cấp Sở ngay sau khi nghiệm thu tiếp nhận sản phẩm các công trình đo đạc bản đồ địa chính.

Các hồ sơ địa chính khác sẽ được thành lập tiếp theo đơn vị hành chính cấp cơ sở, do Ủy ban nhân dân xã, phường, thị trấn chịu trách nhiệm tổ chức thực hiện dưới sự chỉ đạo chuyên môn của Phòng Tài nguyên và Môi trường-địa chính huyện và kiểm tra nghiệm thu của Sở Tài nguyên và Môi trường.

Bốn loại hồ sơ cơ bản gồm: bản đồ địa chính, sổ địa chính, sổ mục kê đất và biểu thống kê diện tích đất đai phải được Chủ tịch Ủy ban nhân dân xã, phường, thị trấn và Giám đốc Sở ký, đóng dấu xác nhận mới có giá trị pháp lý. Các hồ sơ được lập thành ba bộ có giá trị pháp lý như nhau để lưu trữ sử dụng ở ba cấp xã, huyện và tỉnh.

Các cán bộ địa chính xã, phường, thị trấn, Phòng Tài nguyên và Môi trường huyện và Sở Tài nguyên và Môi trường chịu trách nhiệm trước ủy ban nhân dân cùng cấp và cơ quan cấp trên về việc thực hiện lưu trữ, quản lý toàn bộ hồ sơ địa chính theo phân cấp.

** Yêu cầu quản lý bản đồ và hồ sơ địa chính:*

- Toàn bộ hồ sơ địa chính phải được lưu trữ vĩnh viễn theo quy định lưu trữ tư liệu của Nhà nước.

- Không được huỷ bỏ các tài liệu cũ ngay cả trong trường hợp đã có tài liệu mới cập nhật, mới đo vẽ thay thế.

- Hồ sơ địa chính phải được tổ chức khai thác đúng mục đích, đúng đối tượng sử dụng theo quy định của cơ quan nhà nước có thẩm quyền.

II. SỬ DỤNG BẢN ĐỒ ĐỊA CHÍNH Ở THỰC ĐỊA

Muốn nghiên cứu sự thay đổi của địa hình, thửa đất hay các vấn đề chuyên môn khác trên thực địa so với bản đồ đã vẽ, người làm công tác trắc địa - địa chính phải biết sử dụng bản đồ ở thực địa. Khi sử dụng bản đồ trên thực địa cần phải thực hiện việc định hướng bản đồ và xác định vị trí đang đứng lên bản đồ.

1. Định hướng bản đồ

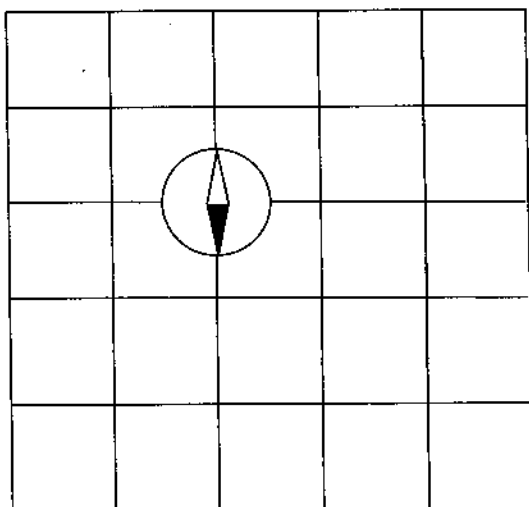
Định hướng bản đồ ở thực địa là đặt tờ bản đồ sao cho hướng Bắc-Nam của kinh tuyến vẽ trên bản đồ trùng với hướng Bắc-Nam của đường kinh tuyến ngoài thực địa. Ta có thể sử dụng hai phương pháp sau để định hướng bản đồ:

1.1. Định hướng bản đồ bằng địa bàn

Trải phẳng tờ bản đồ, đặt địa bàn lên trên tờ bản đồ sao cho đường chuẩn Bắc-Nam hoặc cạnh dài của địa bàn trùng với đường kinh tuyến vẽ trên bản đồ. Giữ cho bản đồ và địa bàn nằm ngang, xoay tờ bản đồ cho đầu Bắc kim nam châm chỉ đúng vạch 0° trên địa bàn, lúc đó tờ bản đồ đã được định hướng theo kinh tuyến từ.

Trên thực tế, kinh tuyến từ và kinh tuyến thực tại các điểm trên mặt đất không trùng nhau. Chúng khác nhau một đại lượng gọi là *độ từ thiên*, đã được giới thiệu ở mục VII - chương 1.

Đối với bản đồ địa hình, bao giờ người ta cũng xác định độ từ thiên của khu vực và vẽ lên tờ bản đồ một đường đặc trưng cho kinh tuyến từ trung bình cho cả khu vực biểu thị trên tờ bản đồ đó. Trong trường hợp này muốn định hướng tốt, ta đặt cho hướng chuẩn của địa bàn trùng với hướng của kinh tuyến từ rồi xoay bản đồ cho địa bàn chỉ 0° .



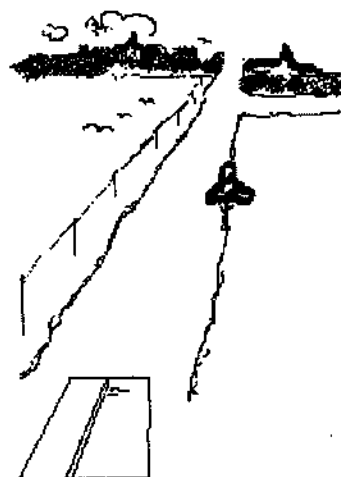
Hình 9.1

Trên bản đồ địa chính không xác định và biểu thị độ từ thiên, vì vậy việc định hướng bản đồ địa chính bằng địa bàn chỉ là phép định hướng gần đúng.

1.2. Định hướng bản đồ theo địa vật

Đối với khu vực quang đăng, ta dựa vào các địa vật rõ nét đã được biểu thị trên bản đồ để định hướng, trình tự định hướng như sau:

Sơ bộ xác định vị trí đang đứng ở thực địa tương ứng với điểm nào trên bản đồ. Chọn địa vật dài như con đường, dòng kênh hoặc các vật chuẩn rõ nét trên thực địa và đã vẽ trên bản đồ như đỉnh núi, cây độc lập, ống khói nhà máy, v.v.



Hình 9.2

Trải phẳng tờ bản đồ và xoay bản đồ sao cho hướng của địa vật trên bản đồ trùng với hướng tương ứng của địa vật trên mặt đất. Khi định hướng xong, nên chọn một địa vật khác để kiểm tra kết quả định hướng, xem hình 9.2.

2. Xác định vị trí đang đứng trên bản đồ

Sau khi định hướng tờ bản đồ, ta nhận dạng chính xác các địa vật đặc trưng xung quanh để đối chiếu với bản đồ. Trước hết xác định địa danh khu vực rộng như tên làng, xã, núi, sông,... để sơ bộ xác định vị trí đang đứng. Sau đó dựa vào các địa vật đặc trưng như con đường, ngã ba, ngã tư, cầu, cống,... để xác định vị trí chính xác hơn.

Khi cần đánh dấu một điểm chính xác lên bản đồ, ta dùng phương pháp đo khoảng cách (hoặc đo góc) từ điểm cần xác định đến các địa vật cố định rõ nét ở xung quanh rồi vẽ lên bản đồ theo tỷ lệ của bản vẽ.

Đối với bản đồ địa chính thì việc sử dụng bản đồ ở thực địa tương đối thuận lợi, vì đây là loại bản đồ có tỷ lệ lớn, phạm vi đất đai vẽ trên một tờ bản đồ tương đối hẹp, trên bản đồ thể hiện đầy đủ đường bao các thửa đất, các công trình chính xây dựng trên đất, hệ thống đường giao thông, hệ thống sông ngòi. Khi cần xác định vị trí của một điểm lên bản đồ địa chính, ta cần đo khoảng cách từ điểm đó đến các điểm địa vật rõ nét như góc thửa đất, góc nhà, v.v. Phải đo khoảng cách tới ít nhất ba địa vật để vẽ và kiểm tra kết quả.

III. SỬ DỤNG BẢN ĐỒ ĐỊA CHÍNH Ở TRONG PHÒNG

1. Xác định chiều dài một đoạn thẳng trên bản đồ

Ta có thể dùng một trong hai phương pháp sau:

- Dùng thước thẳng có khắc vạch đến milimet đo trực tiếp chiều dài đoạn thẳng trên bản đồ, đọc số chính xác đến 0,1mm. Biết tỷ lệ bản đồ là 1/M ta tính được khoảng cách nằm ngang giữa hai điểm trên mặt đất:

$$S_{AB} = s_{AB} \times M$$

(9-1)

- Dùng compa đo: Đặt hai mũi compa trùng với hai điểm đầu mút đoạn thẳng, giữ nguyên khẩu độ compa, đặt compa lên thước tỷ lệ vẽ ở phía dưới tờ bản đồ, đọc được khoảng cách cần đo. Phương pháp này có ưu điểm là thước tỷ lệ vẽ ngoài khung bản đồ cùng bị co giãn như các đối tượng khác thể hiện trên bản đồ nên kết quả đo ít bị ảnh hưởng bởi sự co giãn của giấy vẽ.

2. Xác định tọa độ một điểm trên bản đồ

Để xác định tọa độ vuông góc x, y của một điểm M trên bản đồ, ta dựa vào lưới tọa độ ô vuông đã kẻ hoặc in trên bản đồ.

Trước hết dựa vào lưới ô vuông $10 \times 10\text{cm}$ trên bản đồ, ngoài khung có giá trị tọa độ tương ứng với các đường kẻ ngang hoặc thẳng đứng để đọc được giá trị tọa độ góc Tây - Nam của ô vuông chứa điểm cần xác định, điểm G có tọa độ x_G, y_G . Từ M hạ hai đường vuông góc xuống hai cạnh ô vuông. Dùng compa hoặc thước thẳng đo chiều dài hai đoạn đó, ta có giá trị gia số tọa độ $\Delta x, \Delta y$.

Tọa độ điểm M sẽ là:

$$x_M = x_G + \Delta x$$

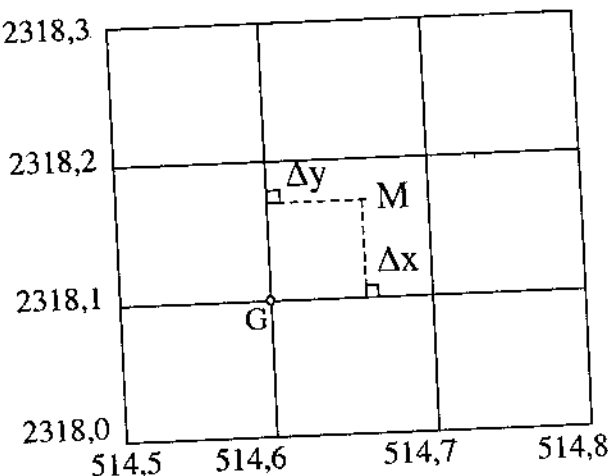
$$y_M = y_G + \Delta y \quad (9-2)$$

$$x_M = 2318100 + 71,2$$

$$y_M = 514600 + 58,7$$

$$x_M = 2318171,2\text{m}$$

$$y_M = 514658,7\text{m}$$



Hình 9.3

3. Trích lục bản đồ địa chính

Địa chính là nguồn thông tin hết sức phong phú về nhà đất, thuế, kinh tế và quy hoạch, do đó có những tư liệu đặc biệt quan trọng. Ngành địa chính có chức năng cung cấp thông tin cho những người sử dụng khác nhau. Tư liệu địa chính bao gồm bản đồ và các hồ sơ địa chính được thiết lập trong quá trình thành lập bản đồ địa chính, đăng ký ban đầu và đăng ký biến động đất đai, cấp giấy chứng nhận quyền sử dụng đất. Các tư liệu này luôn được cập nhật và kịp thời phục vụ cho các đối tượng cá nhân, tập thể hay cơ quan hành chính các cấp.

Những thông tin trong kho tư liệu của ngành địa chính nhà đất rất quan trọng và phong phú, nên tất nhiên là người sử dụng đất có điều kiện tìm hiểu và khi cần sẽ được cung cấp các thông tin về đất đai. Người sử dụng đất có thể tiếp cận thông tin bằng hai cách: hoặc

tìm đọc các tài liệu, hoặc xin trích lục hay bản sao các tài liệu đó. Mỗi đối tượng sẽ được cung cấp thông tin đất theo các trình tự thủ tục khác nhau.

Đối với các chủ sử dụng đất, sau khi có đơn gửi cơ quan quản lý đất đai sẽ được xem thông tin và được cung cấp thông tin phục vụ thực hiện năm quyền sử dụng đất. Người sử dụng đất sẽ được cấp các bản trích lục bản đồ, bản sao hồ sơ phục vụ làm hợp đồng chuyển đổi, hợp đồng chuyển nhượng, giấy tờ thừa kế, hợp đồng thế chấp và hợp đồng cho thuê quyền sử dụng đất. Khi cấp trích lục bản đồ địa chính, bản sao bản đồ và hồ sơ, cơ quan quản lý nhà nước sẽ thu một khoản lệ phí địa chính, mức lệ phí tùy thuộc vào bản chất các tài liệu cung cấp.

Trên thực tế có ba loại trích lục hồ sơ thửa đất:

- Đối với khu vực đất đô thị đã đo vẽ bản đồ địa chính tỷ lệ 1:500 bằng công nghệ số thì trong khi thành lập bản đồ người ta đã lập “Hồ sơ kỹ thuật thửa đất”. Khi người sử dụng đất có yêu cầu, sẽ được cung cấp bản sao của hồ sơ kỹ thuật thửa đất. Mẫu hồ sơ kỹ thuật thửa đất như ở trang 323. Trên hồ sơ kỹ thuật thửa đất có bảng kê tọa độ các đỉnh thửa và chiều dài các cạnh của thửa đất.

- Đối với khu vực đã đo vẽ bản đồ địa chính tỷ lệ lớn, có hồ sơ kỹ thuật thửa đất, nhưng vùng đất giao cho chủ sử dụng lại gồm nhiều thửa đất cũ, cơ quan quản lý đất đai có thể cung cấp cho người sử dụng đất bản *trích lục bản đồ*. Trong các bản trích lục bản đồ có vẽ sơ đồ thửa (vùng) đất mới theo tỷ lệ bằng hoặc lớn hơn tỷ lệ bản đồ địa chính đang quản lý, trên đó vẽ đường biên thửa đất dạng khép kín nối các điểm góc thửa. Ghi rõ chiều dài cạnh thửa, số thửa, diện tích thửa và tọa độ các điểm trên đường biên thửa đất. Bản trích lục còn ghi các thông tin pháp lý liên quan đến thửa đất, xem mẫu ở trang 324.

- Đối với khu vực đã đo vẽ bản đồ tỷ lệ nhỏ, không có hồ sơ kỹ thuật thửa đất thì cán bộ địa chính cấp xã phường sẽ cung cấp cho người sử dụng một bản “Biên bản xác định ranh giới, mốc giới thửa đất”, xem mẫu ở trang 325 và 326. Trên bản xác định ranh giới mốc giới thửa đất có vẽ sơ đồ thửa đất, ghi chiều dài các cạnh thửa theo số đo trực tiếp ở thực địa và các thông tin pháp lý khác.

HỒ SƠ KỸ THUẬT THỬA ĐẤT

1. Số hiệu thửa đất : 23 Tờ bản đồ địa chính số : 5 Số hiệu mảnh bản đồ gốc :
 2. Địa chỉ : Số nhà 7 Ngõ 243 Dội Cấn Phường : Cống Vị Quận : Ba Đình
 3. Mục đích sử dụng : T 4. Tên chủ sử dụng : Lê Văn Hoà

6. Bảng kê toạ độ

5. Sơ đồ thửa đất
 Tỷ lệ : 1/176

Số hiệu gốc thửa		X (m)	Y (m)	S (m)
	1	2331215.24	502487.16	3.59
	2	2331215.41	502490.75	8.19
	3	2331207.23	502491.12	5.80
	4	2331201.44	502491.39	3.60
	5	2331201.34	502487.79	13.91
		2331215.24	502487.16	

Ngày 20 tháng 2 năm 2002
 Xác nhận của Sở Địa chính
 (Ký tên, họ tên, đóng dấu)

Cán bộ địa chính phường
 (Ký tên, họ tên)

Người kiểm tra
 (Ký tên, họ tên)

Người thực hiện
 (Ký tên, họ tên)

TRÍCH LỤC BẢN ĐỒ

TỶ LỆ: 1:1000

Đơn vị sử dụng đất: Công ty trách nhiệm hữu hạn Hà Thanh

Diện tích : 1070m² trong đó:

+ 523m² đất để xây dựng nhà ở (khu A)

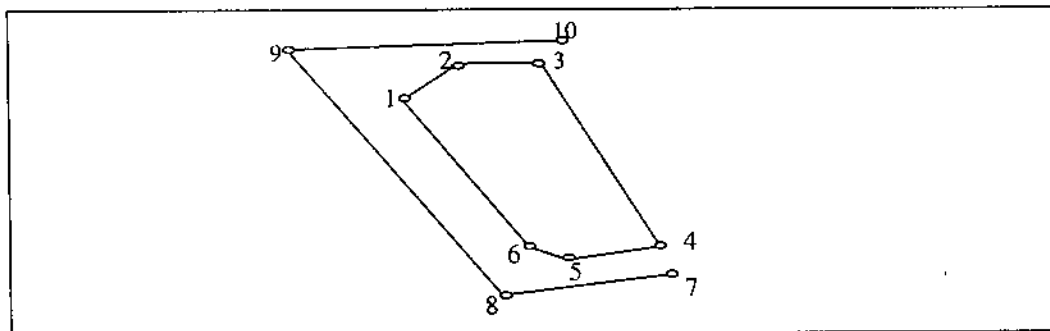
+ 547m² để làm đường sử dụng chung trong khu vực, tuyệt đối không được xây dựng công trình (khu B)

Mục đích sử dụng: Xây nhà ở để bán cho 12 hộ gia đình @B@N@.

Địa điểm: Phường Cống Vị - Quận Ba Đình - TP Hà Nội.

Thuộc tờ bản đồ địa chính số: Trích đồ, cắm theo bản vẽ quy hoạch mặt bằng định vị ô đất QH-01 tỷ lệ 1:500 do Viện thiết kế quy hoạch xây dựng Hà Nội lập tháng 3/2002, kiến trúc sư trưởng TP chấp nhận ngày 29/10/2003.

Theo quyết định số: 17/QĐ-UBND ngày 12/12/2003.



Tên mốc	Tọa độ mốc giới		Chiều dài cạnh	
	X (m)	Y (m)	Cạnh	S (m)
1	232728.35	503937.85	1 - 2	7.30
2	232734.88	503941.08	2 - 3	13.38
3	232738.04	503954.08	3 - 4	37.17
4	232701.78	503962.26	4 - 5	10.33
5	232699.33	503952.22	5 - 6	27.26
6	232700.21	503949.47	6 - 1	29.01
7	232694.11	503961.98	4 - 7	7.67
8	232687.81	503947.84	7 - 8	15.47
9	232736.59	503927.55	8 - 9	52.83
10	232741.84	503962.96	9 - 10	35.80

Hà Nội, ngày 15 tháng 4 năm 2004
SỞ TÀI NGUYÊN - MÔI TRƯỜNG
GIÁM ĐỐC
(Ký, đóng dấu)

CỘNG HOÀ XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

-----***-----

BIÊN BẢN

Xác định ranh giới, mốc giới thửa đất (Theo hiện trạng sử dụng đất)

Hôm nay ngày ... tháng 7 năm 2004 UBND phường tiến hành khảo sát, xác định ranh giới thửa đất tại thực địa của (hộ gia đình): *Trần Văn Hải* vợ *Nguyễn Xuân Hồng* đang sử dụng đất tại: *10/12/7 phố Đào Tấn, tổ 8 cụm 4, Phường Công Vị, Ba Đình*. Thửa đất số *98*; Diện tích *124,5m²*; danh pháp tờ bản đồ gốc số *78 77 22*; mục đích sử dụng đất: *Nhà ở*.

Thành phần gồm

1. Đại diện UBND phường và cán bộ đo đạc

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| <i>1, Ông Trần Đại</i> | <i>Chủ tịch UBND phường</i> |
| <i>2, Ông Nguyễn Văn Hùng</i> | <i>Cán bộ địa chính</i> |
| <i>3, Ông Hà Tuấn Long</i> | <i>Cán bộ đo đạc</i> |
| <i>4, ...</i> | |
| <i>5,</i> | |

2. Các chủ sử dụng đất liên kề

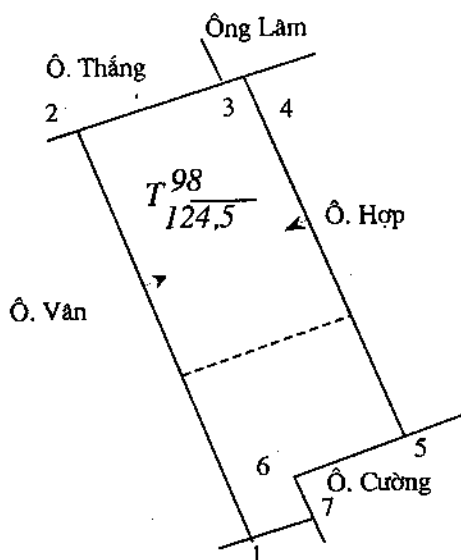
- 1, Phía đông giáp hộ gia đình ông Hợp*
- 2, Phía tây giáp hộ ông Văn,*
- 3, Phía nam giáp hộ ông Cường,*
- 4, Phía bắc giáp hộ ông Thắng*
- 5, Phía bắc giáp ông Lâm*

SƠ ĐỒ THỪA ĐẤT

(Theo hồ sơ kỹ thuật thửa đất)

Chiều dài cạnh:

- 1-2: 18,65
- 2-3: 5,90
- 3-4: 1,02
- 4-5: 16,89
- 5-6: 5,07
- 6-7: 2,10
- 7-1: 1,91



Các chủ sử dụng đất liền kề:

- 1, Nguyễn Đức Hợp (Ký tên)
- 2, Vũ Như Vân
- 3, Đỗ Mạnh Cường
- 4, Trần Hùng Thắng
- 5, Cao Xuân Lâm
- Cán bộ địa chính
- (Ký)
- Nguyễn Văn Hùng

Chủ sử dụng đất

- (Ký)
- Trần Văn Hải
- Cán bộ đo đạc
- (Ký)
- Hà Tuấn Long
- TM. UBND phường
- (Ký)
- Trần Đại

IV. MỘT SỐ DẠNG ĐO PHỤC VỤ CÔNG TÁC QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI

Trong công tác địa chính, ta thường gặp các công việc gộp lại hoặc chia nhỏ các thửa đất, công việc này liên quan đến các yếu tố đặc trưng kỹ thuật và pháp lý của các thửa đất và cuối cùng đều liên quan tới mục tiêu kinh tế sử dụng đất. Việc gộp các thửa đất lại thường xảy ra trong quá trình tăng quy mô của các cơ sở sản xuất nông nghiệp, chuyển đổi quyền sử dụng đất hoặc thực hiện các quy hoạch xây dựng cơ sở hạ tầng giao thông, thuỷ lợi, xây dựng các công trình, cải tạo đất, v.v.

Việc chia nhỏ các thửa đất, lô đất có thể xảy ra ở các vùng đất sản xuất nông nghiệp và đất ở khi thay đổi mục đích sử dụng đất, thay đổi chủ sử dụng hoặc sở hữu đất đai.

Khi cần gộp hoặc chia nhỏ các thửa đất, người làm công tác địa chính phải thực hiện các công việc tính toán các điểm phân chia theo các yêu cầu khác nhau và phải có phương pháp để xác định các điểm đặc trưng các thửa đất mới ở thực địa. Việc tính toán và chuyển kết quả ra thực địa có thể thực hiện theo nhiều phương pháp khác nhau. Song tất cả đều phải đảm bảo yêu cầu độ chính xác cao nhất phù hợp với loại đất, loại tỷ lệ bản đồ địa chính đang sử dụng và yêu cầu riêng của công việc.

1. Đo trích thửa

Mục đích đo trích thửa là đo đạc ở thực địa để vẽ bản đồ một thửa hoặc một số thửa đất theo tiêu chuẩn kỹ thuật giống như đo vẽ bản đồ địa chính thông thường. Việc đo trích thửa chỉ thực hiện khi khu đo chưa có bản đồ địa chính hoặc chỉ có bản đồ địa chính tỷ lệ nhỏ hơn không đủ độ chính xác và mức độ chi tiết theo yêu cầu của người sử dụng.

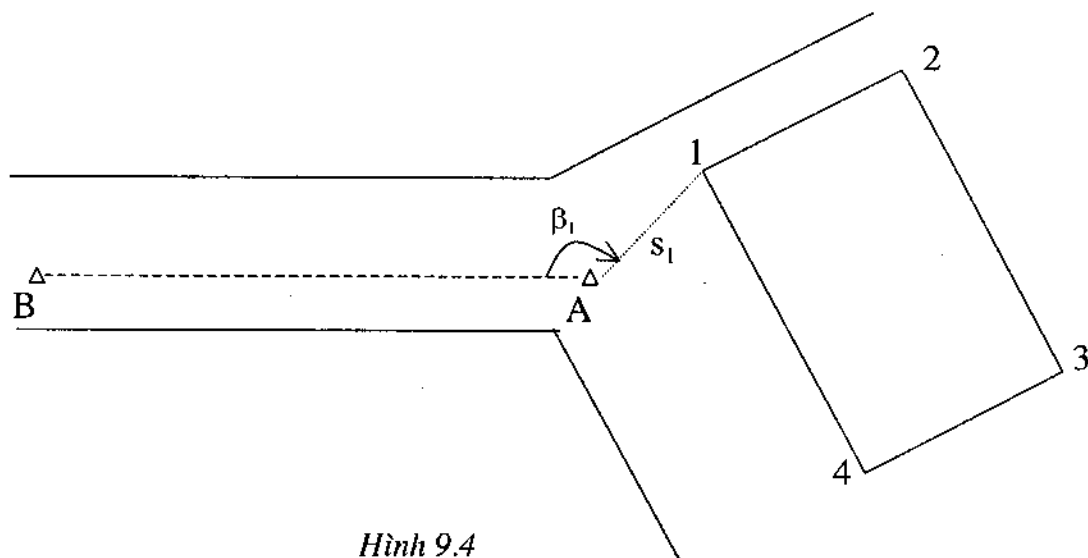
Ví dụ: Khu vực xã A đã có bản đồ địa chính tỷ lệ 1:1000, không có hồ sơ kỹ thuật thửa đất. Một người sử dụng cần có bản đồ thửa đất theo tỷ lệ 1:500 hoặc 1:200, khi đó phải thực hiện trích đo bản đồ thửa đất.

Trình tự thực hiện như sau:

1). *Lập lưới khống chế đo vẽ:* Căn cứ vào lưới khống chế tọa độ địa chính đã có trên khu đo, chọn một phương án thuận lợi nhất để tạo các điểm khống chế đo vẽ ở bên cạnh thửa đất cần trích đo, điểm A và B trên hình 9.4.

Ngày nay các máy toàn đạc điện tử đang được ứng dụng rộng rãi, ta dùng các máy này lập một đường truyền dẫn từ điểm khống chế cấp cao đã có về điểm A và B. Ta tính được tọa độ các điểm x_A , y_A và x_B , y_B .

2). *Đo vẽ chi tiết*: Đặt máy toàn đạc tại điểm A, định hướng máy $0^{\circ}00'00''$ về B, dựng gương ở các điểm đặc trưng 1, 2, 3,... trên đường biên của thửa đất, đo các điểm theo phương pháp tọa độ cực. Các kết quả đo phải đảm bảo yêu cầu độ chính xác tương tự như đo vẽ bản đồ.



Hình 9.4

3). *Vẽ bản trích đo*: Sử dụng các kỹ thuật vẽ thông thường để vẽ bản đồ thửa đất lên giấy vẽ theo tỷ lệ yêu cầu. Có thể dựa vào kết quả đo để tính ra tọa độ thẳng góc x, y của các điểm chi tiết góc thửa và chiều dài các cạnh thửa đất để vẽ sơ đồ thửa đất tương tự trên hồ sơ kỹ thuật thửa đất.

$$x_i = x_A + s_i \cdot \cos \alpha_{A_i} = x_A + s_i \cdot \cos(\alpha_{AB} + \beta_i)$$

$$y_i = y_A + s_i \cdot \sin \alpha_{A_i} = y_A + s_i \cdot \sin(\alpha_{AB} + \beta_i)$$

(9-3)

Bản đồ trích đo được trình bày ngoài khung theo mẫu quy định, có ghi rõ tỷ lệ, địa danh, loại đất, diện tích thửa, chủ sử dụng, v.v.

2. Phân chia thửa đất

Trong quá trình sử dụng đất, ta thường gặp trường hợp phải phân chia thửa đất theo các điều kiện khác nhau. Ví dụ: chia nhỏ thửa đất theo điều kiện diện tích định trước, cạnh phân chia phải song song với một cạnh thửa, chia đều cạnh mặt tiền của thửa, v.v. Trong phần này, ta nghiên cứu cách phân chia theo một số điều kiện do thực tế đặt ra.

2.1. Chia thửa đất hình chữ nhật theo điều kiện diện tích định trước

Có thửa đất hình chữ nhật 1-2-3-4, diện tích là P mét vuông. Chia thành hai thửa với điều kiện thửa mới có diện tích P_1 và cạnh chia song song với cạnh 2-4, xem hình 9.5.

2.1.1. Chia trực tiếp trên thực địa

Ra thực địa đo được chiều dài cạnh thửa là a và b, tính được diện tích thực tế là $P = a.b$. Tính chiều dài cạnh cần chia $c = P_1/a$. Từ hai điểm 1 và 4, đặt hai đoạn c theo hướng của cạnh 1-2 và 4-3 ta được các điểm chia 5 và 6.

Kiểm tra bằng cách đo thêm cạnh d trên thực địa, ta tính được diện tích đất còn lại $P_2 = a.d$, diện tích này phải đạt điều kiện $P_2 = P - P_1$. Sau khi chia đất ở thực địa xong sẽ vẽ lại thửa đất mới trên bản đồ địa chính. Đánh số thửa mới theo nguyên tắc đã trình bày ở phần hiện chỉnh bản đồ địa chính, xem mục X - chương 8.

2.1.2. Chia thửa đất theo số liệu trên bản đồ số

Trường hợp biết tọa độ x_i, y_i của 4 điểm góc thửa, ta tính được diện tích thửa theo công thức:

$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1}) \quad (9-4)$$

Với $i = 1, 2, 3, 4$

Tính được chiều dài cạnh a và b:

$$a = \sqrt{(x_1 - x_4)^2 + (y_1 - y_4)^2} \quad (9-5)$$

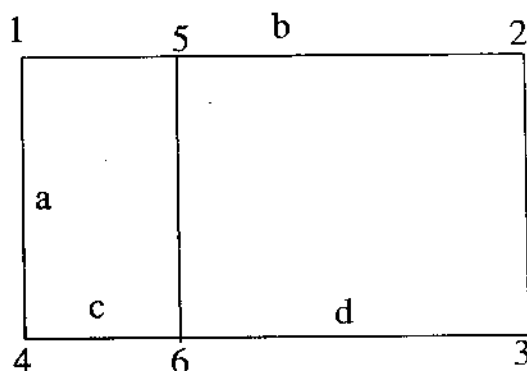
$$b = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

Chiều dài đoạn chia c sẽ là:

$$c = P_1/a \quad (9-6)$$

Tọa độ điểm 5 và 6 sẽ tính được theo công thức:

$$\begin{aligned} x_5 &= x_1 + \frac{c}{b}(x_1 + x_2) & x_6 &= x_4 + \frac{c}{b}(x_4 + x_3) \\ y_5 &= y_1 + \frac{c}{b}(y_1 + y_2) & y_6 &= y_4 + \frac{c}{b}(y_4 + y_3) \end{aligned} \quad (9-7)$$



Hình 9.5

Ra thực địa, bắt đầu từ góc 1 theo hướng 1-2 đo đoạn c cắm mốc 5, từ góc 4 theo hướng 4-3 đặt đoạn c cắm được mốc mới 6.

Kiểm tra kết quả bằng cách tính diện tích đất còn lại của thửa:

$$P_2 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1}) \quad \text{với } i = 5, 2, 3, 6$$

Phải thoả mãn điều kiện: $P_2 = P - P_1$

Phương pháp này có ưu điểm là: ta vừa phân chia được đất đai ở thực địa, vừa tính được tọa độ các góc thửa đất để đưa lên hồ sơ kỹ thuật thửa đất theo mẫu quy định của Nhà nước.

2.2. Chia thửa đất hình đa giác theo diện tích định trước

Có thửa đất với đường bao là một đa giác nhiều đỉnh như hình vẽ 9.6. Tổng diện tích là P , chia nó thành hai thửa với diện tích P_1 , P_2 , điểm chia đi qua điểm 1.

Trình tự tính như sau:

- Từ tọa độ các đỉnh ta tính diện tích toàn hình P theo công thức (9-4).
- Thử tính diện tích một vài đa giác, ví dụ: P_{1234} và P_{12345} . Nếu xảy ra điều kiện:

$$P_{1234} < P_1 < P_{12345}$$

Khi đó ta xác định rằng điểm chia A sẽ nằm trên cạnh đáy 4 - 5 của tam giác 1 - 4 - 5.

- Tính diện tích Δ_{1-4-5}
- Tính diện tích tam giác 4-1-A :

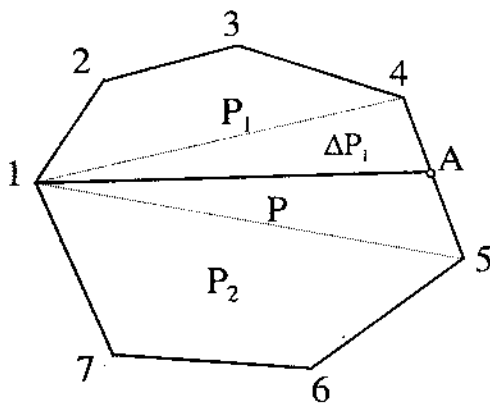
$$\Delta P_1 = P_1 - P_{1234}$$

- Tìm tọa độ điểm chia A trên đáy 4-5 của tam giác 1 - 4 - 5 với

$$\text{tỷ lệ diện tích } k = \frac{\Delta P_1}{P_{1-4-5}}$$

$$x_A = x_4 + k (x_5 - x_4)$$

$$y_A = y_4 + k (y_5 - y_4) \quad (9-10)$$



Hình 9.6

Ví dụ: Chia thửa đất có 7 đỉnh thành 2 thửa với $P_1 = 10$ ha, qua điểm 1. Kết quả tính toán được trình bày trong bảng 9.13

Bảng 9.13

Điểm	X (m)	Y (m)	Tính toán
1	1064.82	2692.42	$2P = 848313.916 \text{ m}^2$
2	1165.30	2871.26	$2P_{1234} = 170237.680$
3	1434.10	2942.18	$P_{1234} = 8.5119 \text{ ha}$
4	1843.12	2868.70	$\Delta P_1 = 14881 \text{ m}^2$
5	1889.32	2536.20	$P_{\Delta 1-4-5} = 133464 \text{ m}^2, k = 0.11498$
6	1693.20	2273.40	$x_A = x_4 + k(x_5 - x_4) = 1848.27 \text{ m}$
7	1190.20	2322.18	$y_A = y_4 + k(y_5 - y_4) = 2831.63 \text{ m}$

3. Cắm mốc ranh giới sử dụng đất

Cắm mốc ranh giới sử dụng đất nhằm xác định vị trí thửa đất trên thực địa theo hồ sơ giao đất hoặc triển khai quy hoạch sử dụng đất. Nội dung của công tác cắm mốc ranh giới là xác định vị trí mặt bằng của các điểm đặc trưng trên đường biên thửa đất, đặt các dấu mốc đúng vị trí quy định trước.

Như vậy, việc cắm mốc ranh giới đất là công việc ngược lại so với quá trình đo vẽ bản đồ địa chính. Đo vẽ bản đồ là ra thực địa đo các điểm chi tiết của các thửa đất theo hiện trạng lấy các số liệu để thành lập bản đồ. Ngược lại, cắm mốc ranh giới đất là dựa vào các số liệu có trên các văn bản giao đất hoặc thiết kế quy hoạch để xác định các điểm đặc trưng của thửa đất trên thực địa và đặt mốc phân định ranh giới.

Việc cắm mốc ranh giới sử dụng đất trên thực địa gồm ba công đoạn chính là lập lưới khống chế tọa độ địa chính, xác định vị trí các điểm đặc trưng trên đường biên thửa đất theo các số liệu đã cho và đặt mốc ranh giới.

3.1. Lập lưới khống chế tọa độ địa chính

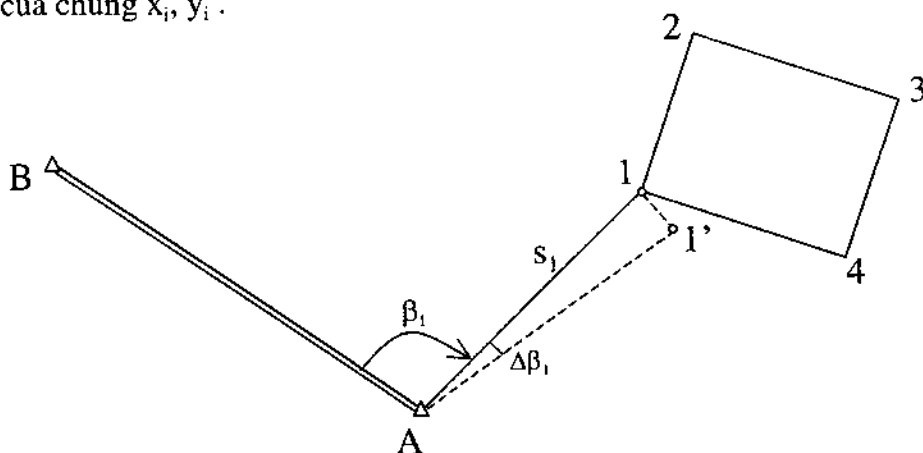
Lập lưới khống chế tọa độ địa chính nhằm xác định tọa độ các điểm khống chế đặt xung quanh khu vực có thửa đất cần cắm mốc ranh giới. Căn cứ vào lưới khống chế tọa độ địa chính đã có trên khu đo, ta chọn một phương án thuận lợi nhất để tạo các điểm khống chế tọa độ bên cạnh thửa đất cần cắm

mốc, ví dụ điểm A và B trên hình 9.7. Ta dùng các máy toàn đạc điện tử lập một đường chuyền dẫn từ điểm khống chế cấp cao đã có về điểm A và B. Ta tính được tọa độ các điểm x_A, y_A và x_B, y_B . Tùy theo yêu cầu độ chính xác cắm mốc mà ta lập đường chuyền theo tiêu chuẩn đường chuyền kinh vĩ cấp 1 hoặc cấp 2, xem mục IV và V của chương 6.

3.2. Xác định vị trí các điểm đặc trưng trên đường biên thửa đất

Việc xác định vị trí các điểm trên thực địa chủ yếu thực hiện theo phương pháp tọa độ cực. Dựa vào trục cực AB đã có, ta bố trí góc cực β và khoảng cách S trên thực địa theo số liệu tính toán từ tọa độ của các điểm khống chế và điểm mốc cần cắm, xem hình 9.7.

Trong hồ sơ giao đất hoặc thiết kế quy hoạch đất có sơ đồ thửa đất, trên sơ đồ có đánh dấu, ghi tên các điểm đặc trưng trên đường biên thửa đất kèm theo tọa độ của chúng x_i, y_i .



Hình 9.7

Trước hết tính chiều dài cạnh và góc định hướng từ điểm khống chế A đến các điểm góc thửa i theo công thức:

$$S_i = \sqrt{(x_i - x_A)^2 + (y_i - y_A)^2} \quad (9-11)$$

$$\alpha_i = \arctg \frac{y_i - y_A}{x_i - x_A} \quad (9-12)$$

Tính giá trị các góc β_i theo công thức:

$$\beta_i = \alpha_i - \alpha_{AB} \quad (9-13)$$

Dem máy toàn đạc ra thực địa, đặt máy tại A, cân bằng và định tâm máy chính xác. Để bàn độ đứng phía tay trái người đo, quay máy ngắm điểm B một cách chính xác, đặt số đọc trên bàn độ nằm ngang là $0^{\circ}0'00''$, khoá chặt bàn độ. Mở ốc hãm bộ phận ngắm, quay máy thuận chiều kim đồng hồ cho đến khi số đọc trên bàn độ ngang đúng bằng góc β , Ví dụ: $\beta_1 = 97^{\circ}17'38''$. Theo hướng ngắm vừa định, ta đặt khoảng cách nằm ngang đúng bằng đoạn S, ví dụ $S_1 = 29,45\text{m}$. Dùng cọc nhỏ cắm đúng vị trí điểm vừa tìm, ta được điểm 1 trên thực địa. Đối với các điểm khác cũng làm theo phương pháp tương tự.

Theo phương pháp mô tả ở trên, vị trí các điểm được xác định nhờ đặt góc β và cạnh S tương ứng. Tuy nhiên, các góc chỉ được đo một lần với một vị trí bàn độ trái nên độ chính xác thấp, ví dụ góc sai một lượng nhỏ $\Delta\beta_1$ thì điểm xác định được sẽ là điểm 1'. Tương tự khoảng cách S đo trên thực địa cũng có sai. Hai đại lượng đo đều có sai số nên vị trí điểm cắm được trên thực địa sẽ sai lệch.

Vị trí điểm chỉ được xác định chính xác khi ta tiến hành đo nhiều lần rồi lấy kết quả trung bình. Muốn vậy, ta đo lại góc β và cạnh S nhiều lần rồi lấy trị trung bình, giá trị này sẽ khác với trị số đã tính theo công thức (9-11), (9-12) và (9-13). Sử dụng cạnh và góc trung bình thay vào công thức (9-3) ta tính được tọa độ x_1 và y_1 của điểm thực tế 1' vừa cắm trên thực địa. Tọa độ này sẽ khác so với tọa độ cần đặt một đại lượng nhỏ:

$$\Delta x_1 = x_1 - x_{1'}$$
(9-14)

$$\Delta y_1 = y_1 - y_{1'}$$

Khoảng cách giữa hai điểm 1 và 1' sẽ tính theo công thức:

$$\Delta S_1 = \sqrt{\Delta x_1^2 + \Delta y_1^2}$$
(9-15)

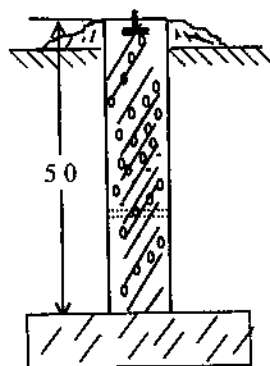
Nếu ΔS_1 nhỏ hơn giá trị cho phép thì kết quả cắm mốc đạt yêu cầu. Trường hợp sai lệch vị trí vượt hạn sai thì phải điều chỉnh. Căn cứ theo phương tọa độ, ta điều chỉnh vị trí điểm 1' các đại lượng lệch vị trí Δx_1 và Δy_1 trên sẽ được điểm chính xác. Tuy nhiên, chỉ khi đòi hỏi cắm mốc chính xác cao mới thực hiện đo nhiều lần để hiệu chỉnh vị trí. Trong thực tế, việc đo lại góc và cạnh chỉ dùng vào việc kiểm tra xem cắm mốc có đúng không.

3.3. Đặt mốc ranh giới đất

Sau khi thực hiện việc xác định các điểm trên đường biên thửa đất ở bước 2, ta có các điểm được đánh dấu trên thực địa bằng các cọc tạm thời. Mốc ranh giới đất được đúc sẵn bằng bê tông cốt thép, thường có kích thước là $10 \times 10 \times 50$ cm, trên mặt có đánh dấu tâm mốc.

Người ta đào hố rộng 30×30 cm, đổ vữa xi măng xuống đáy dày 15 cm, đặt mốc đã đúc sẵn lên trên. Cần cho mốc đúng vị trí yêu cầu rồi đắp đất, để mốc nhô cao khỏi mặt đất 20 cm, xem hình 9.8. Các mốc ranh giới đất sẽ giao cho chủ sử dụng đất và chính quyền địa phương quản lý.

Khi các mốc ranh giới thửa đất bị mất, ta cũng sử dụng phương pháp trên để phục hồi lại vị trí mốc.



Hình 9.8

Câu hỏi và bài tập chương 9

1. Trình bày phương pháp phân loại hồ sơ địa chính và phương pháp quản lý bản đồ địa chính.
2. Trình bày các phương pháp định hướng bản đồ ở thực địa và xác định vị trí đang đứng trên thực địa lên bản đồ.
3. Muốn xác định chiều dài một đoạn thẳng hoặc tọa độ thẳng góc x, y của các điểm trên bản đồ địa chính ta phải làm như thế nào?
4. Phương pháp lập trích lục bản đồ địa chính.
5. Trình bày phương pháp chia thửa đất và cắm mốc phân chia ở thực địa.
6. Nêu nguyên tắc và phương pháp đo trích thửa địa chính.
7. Trình bày phương pháp cắm mốc ranh giới đất và phục hồi các mốc ranh giới đã mất.

PHẦN THỰC HÀNH

Bài 1

CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ ĐỌC SỐ CỦA MÁY KINH VĨ THEO - 020 B

I. MỤC TIÊU

- Học sinh hiểu được những kiến thức cơ bản về cấu tạo, tính năng tác dụng và nguyên lý đọc số của máy kinh vĩ.
- Rèn luyện kỹ năng thực hành về định tâm máy, cân bằng máy và đọc số góc ngang, góc nghiêng.
- Đảm bảo an toàn máy móc thiết bị.

II. KIẾN THỨC CHUYÊN MÔN CHO BÀI THỰC HÀNH

- Hiểu được cấu tạo và tính năng tác dụng của máy kinh vĩ.
- Định tâm máy, cân bằng máy.
- Nguyên lý đọc số của máy kinh vĩ.

III. THỰC HÀNH

1. Điều kiện thực hiện

1.1. Địa điểm: Tại lớp.

1.2. Thiết bị: Máy kinh vĩ, chân máy.

1.3. Dụng cụ: Hình vẽ, biểu bảng, sơ đồ, cấu tạo máy kinh vĩ.

1.4. Thời gian thực hành: 4 tiết.

2. Trình tự thực hiện

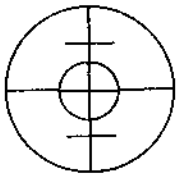
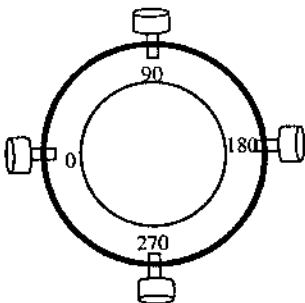
2.1. Công tác chuẩn bị

Kiểm tra, kiểm nghiệm máy kinh vĩ, kiểm tra dụng cụ trước khi thực hành.

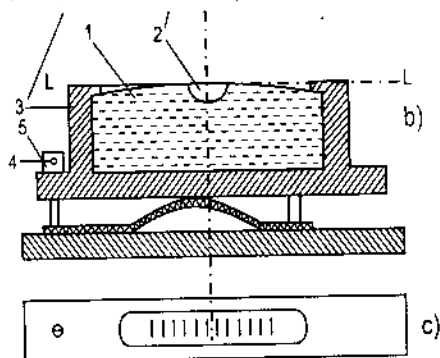
2.2. Trình tự công việc chính và yêu cầu cần thiết

TT	Tên công việc	Thiết bị dụng cụ	Yêu cầu kỹ thuật
1	Cấu tạo máy kinh vĩ	Máy kinh vĩ	Chỉ đúng 3 bộ phận và tác dụng từng bộ phận đó
2	Định tâm - cân bằng máy	Máy kinh vĩ	Cân bằng chính xác (bọt nước vào giữa)
3	Nguyên lý đọc số góc (độ, phút, giây)	Hình vẽ	Đọc số góc bằng Đọc số góc đứng (chính xác tới giây)

2.3. Hướng dẫn chi tiết thực hiện các công việc

Tên công việc	Hướng dẫn
1. Cấu tạo máy kinh vĩ 	Máy kinh vĩ gồm 3 bộ phận chính: 1.1. Bộ phận chiếu điểm và cân máy: gồm có 3 ốc cân, ống thủy dài, ống thủy tròn và dọi tâm quang học. 1.2. Bộ phận ống kính: gồm có kính vật, kính mắt, ốc điều ảnh, bộ phận ngắm sơ bộ, dây chữ thập. 1.3. Bộ phận đọc số: gồm có vành độ và du xích. a. Vành độ: là một vòng tròn được chia từ 0° đến 360° gồm có vành độ ngang và vành độ đứng. * Vành độ ngang: cùng với vành ngắm chuẩn tạo nên hệ thống đo góc ngang. * Vành độ đứng dùng để đo góc đứng. b. Du xích: là một vạch dài 1° chia làm 6 khoảng bằng nhau, mỗi khoảng lớn chia làm 10 khoảng nhỏ, đọc là $1'$. - Ngoài ra còn có ốc khoá và các ốc vi động.
Hình 1.1: Ống kính máy Theo 0-20 	Hình 1.2: Vành độ ngang

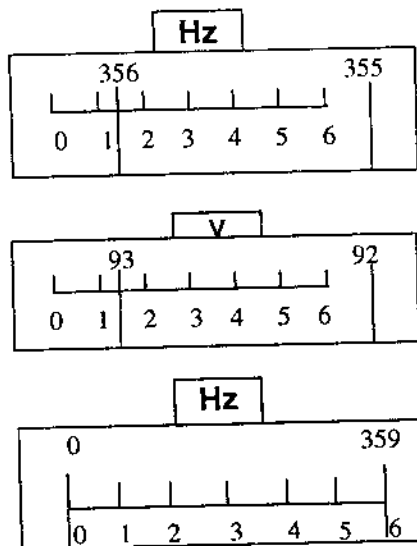
2. Cân bằng máy



Hình 1.3: Ống thủy

- Đặt chân máy tương đối cân bằng và chú ý 3 ốc cân đều nhau rồi mới tiến hành cân bằng máy.
- Để ống thủy dài song song với hai ốc cân bất kỳ.
- Vận hai ốc cân ngược chiều nhau đưa bọt ống thủy dài vào giữa.
- Xoay 90° để máy vuông góc với vị trí 1.
- Vận ốc cân thứ 3 đưa bọt ống thủy dài vào giữa.
- Quay bất kỳ, bọt ống thủy cũng vào giữa, coi như máy đã cân bằng.
- Khi bọt ống thủy dài vào giữa thì máy ở vị trí cân bằng lúc đó bọt ống thủy tròn vào giữa.

3. Đọc số góc trên vành độ



Hình 1.4: Ảnh đọc số

- Vành độ là một vòng tròn từ 0° - 360° có chia các vạch nhỏ.
- Du xích là một vạch dài 1° được chia làm 6 khoảng bằng nhau. Mỗi khoảng lớn chia làm 10 khoảng nhỏ, đọc là $1'$.
- Ví dụ: Hz: Vành độ ngang đọc số $356^\circ 14'$
V: Vành độ đứng đọc $93^\circ 14'$
Chập vạch đọc là 250° hoặc $249^\circ 60'$
Đọc $0^\circ 00' 00''$ hoặc $359^\circ 60' = 360^\circ$
Đọc $180^\circ 29' 30''$
- Các thao tác trên được lặp đi lặp lại 2,3 lần.

3. Các dạng sai hỏng và cách phòng ngừa

TT	Hiện tượng	Nguyên nhân	Cách phòng ngừa
1	Cân bằng chưa chính xác	Do chủ quan của con người	Chú ý quay máy bất kỳ hoặc 180° mà bọt ống thuỷ dài và ống thuỷ tròn vẫn vào giữa mới gọi là cân bằng.
2	Đọc số chưa chuẩn	Do chủ quan của con người	Đọc số góc chính xác tới giây.

IV. KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ

Sau khi giáo viên hướng dẫn chi tiết.

- Học sinh thao tác độc lập: Chỉ thành thạo cấu tạo của máy.
- + Định tâm máy, cân bằng máy.
- + Đọc số góc nhanh, chính xác tới giây.
- Cho điểm từng thao tác.

TT	Nội dung	Điểm
1	Chỉ đúng cấu tạo của máy và tác dụng từng bộ phận	2
2	Định tâm máy, cân bằng máy nhanh, đảm bảo thời gian	3
3	Đọc số góc nhanh, đảm bảo thời gian và độ chính xác tới giây	5
	Cộng:	10

Bài 2

CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ ĐỌC SỐ CỦA MÁY TOÀN ĐẠC DAHLTA - 010 B

I. MỤC TIÊU

- Học sinh hiểu được những kiến thức cơ bản về cấu tạo, tính năng tác dụng và nguyên lý đọc số của máy DAHLTA - 010 B.
- Rèn luyện kỹ năng thực hành về định tâm máy, cân bằng máy và đọc số góc ngang, góc nghiêng.
- Đảm bảo an toàn máy móc thiết bị.

II. KIẾN THỨC CHUYÊN MÔN CHO BÀI THỰC HÀNH

- Hiểu được cấu tạo và tính năng tác dụng của máy DAHLTA - 010 B.
- Định tâm máy, cân bằng máy.
- Nguyên lý đọc số của máy DAHLTA - 010 B.

III. THỰC HÀNH

1. Điều kiện thực hiện

- 1.1. Địa điểm: Tại lớp.
- 1.2. Thiết bị: Máy DAHLTA - 010 B , chân máy.
- 1.3. Dụng cụ: Hình vẽ, biểu bảng, sơ đồ, cấu tạo máy DAHLTA - 010 B.
- 1.4. Thời gian thực hành: 3 tiết.

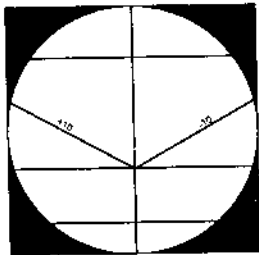
2. Trình tự thực hiện

- 2.1. Công tác chuẩn bị: Kiểm tra, kiểm nghiệm máy DAHLTA - 010 B, kiểm tra dụng cụ trước khi thực hành.

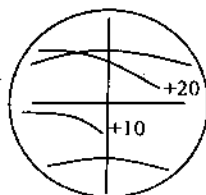
2.2. Trình tự công việc chính và yêu cầu cần thiết

TT	Tên công việc	Thiết bị dụng cụ	Yêu cầu kỹ thuật
1	Cấu tạo máy DAHLTA - 010 B	Máy DAHLTA - 010 B	Chỉ đúng 3 bộ phận và tác dụng từng bộ phận đó
2	Định tâm - cân bằng máy	Máy DAHLTA - 010 B	Cân bằng chính xác (bọt nước vào giữa)
3	Nguyên lý đọc số góc (độ, phút, giây)	Hình vẽ	Đọc số góc bằng Đọc số góc đứng (chính xác tới giây)

2.3. Hướng dẫn chi tiết thực hiện các công việc

Tên công việc	Hướng dẫn
1. Cấu tạo của ống kính	Máy DAHLTA-010 B là máy toàn đạc tự động cho ta ảnh thật. Cấu tạo giống như máy kinh vĩ Theo - 020 B chỉ khác là có dây cong ngang để đo khoảng cách và dây cong để đo độ chênh cao.
2. Nguyên lý đo khoảng cách và độ chênh cao 	+ Nguyên lý đo: - Đo khoảng cách $D = 100 l_{D100} = 200 l_{D200}$ $D = 100 \cdot 0,320 = 200 \cdot 0,160 = 32m$ - Đo độ cao h: $h = \pm 10 \cdot l_{h10} + i - l \quad \text{hoặc}$ $h = \pm 50 \cdot L_{h50} + i - l$ Nguyên lý đo khoảng cách: dây dưới đặt dưới đáy chữ E dài, dây trên cắt mĩa ở đâu thì đọc số ở đó. + Ví dụ: Dây dưới đặt đúng vạch số 12 đọc 1,2m, dây trên 245cm đọc là 2,45m.

Hình 2.1: Ống kính máy DAHLTA - 010B



Hình 2.2: Kính đọc số

Số đọc trên mìa (L) = số đọc dây trên - số đọc dây dưới = $2,45 - 1,20 = 1,25\text{m}$.

Khoảng cách là $D = K.l = 100 \times 1,25 = 125\text{m}$

+ Nguyên lý đọc số góc giống như máy kinh vĩ Theo - 020B

IV. KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ

Sau khi giáo viên hướng dẫn chi tiết.

- Học sinh thao tác độc lập, hiểu được cấu tạo của máy, biết cân bằng máy, đọc số góc.

- Gọi học sinh lên thao tác và cho điểm.

TT	Nội dung	Điểm
1	Chỉ đúng cấu tạo máy và tính năng tác dụng từng bộ phận.	2
2	Cân bằng máy nhanh - đảm bảo thời gian	3
3	Đọc số góc, khoảng cách, độ chênh cao h, chính xác tới giây, mm, đúng thời gian quy định	5
	Cộng:	10

Bài 3

PHƯƠNG PHÁP ĐO GÓC ĐƠN

I. MỤC TIÊU

- Hiểu được phương pháp đo góc đơn.
- Rèn luyện kỹ năng thực hành về phương pháp đo góc đơn.
- Đảm bảo an toàn máy móc, thiết bị.

II. KIẾN THỨC CHUYÊN MÔN CHO BÀI THỰC HÀNH

- Biết định tâm máy, cân bằng máy.
- Biết thao tác đo góc đơn.
- Biết ghi sổ và tính toán.

III. ĐIỀU KIỆN THỰC HIỆN

1. Điều kiện thực hiện

1.1. Địa điểm: Sân trường.

1.2. Thiết bị: Máy kinh vĩ Theo - 020, Theo - 020 B, DAHLTA - 010 B, chân máy và mìa.

1.3. Dụng cụ: Hình vẽ, thước dài, ê ke, sổ ghi, bút.

1.4. Thời gian thực hành: 2 tiết.

2. Trình tự thực hiện

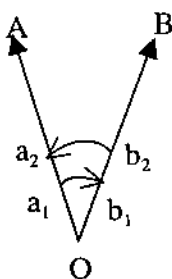
2.1. Công tác chuẩn bị: Kiểm tra, kiểm nghiệm máy và dụng cụ.

2.2. Trình tự công việc chính và yêu cầu cần thiết

TT	Tên công việc	Thiết bị dụng cụ	Yêu cầu kỹ thuật
1	Định tâm máy, cân bằng máy	- Máy kinh vĩ Theo - 020 B. - Mía. - Sổ ghi, bút	Đặt chân máy tương đối cân bằng, để 3 ốc cân đều nhau, rồi mới cân bằng máy (bọt ống thủy dài vào giữa)
2	Thao tác đo góc đơn	- nt -	Đọc số góc chính xác tới giây

2.3. Hướng dẫn thực hiện các công việc

Tên công việc	Hướng dẫn
1. Định tâm máy, cân bằng máy	Sau khi định tâm và cân bằng máy, đưa số đọc về $0^{\circ}00'00''$.
2. Thao tác đo góc đơn Đặt máy bàn độ trái (quay thuận chiều kim đồng hồ).	- Đưa số đọc về $0^{\circ}00'00''$. - Nhìn vào ống kính điều chỉnh dây chữ thập và ốc điều ảnh cho rõ ảnh. - Đưa ống kính ngắm tới A qua bộ phận ngắm sơ bộ. Dùng ốc vi động bắt chính xác mục tiêu A đọc số là a ($a = 0^{\circ}00'00''$). - Đưa ống kính ngắm về B tương tự dùng ốc vi động bắt chính xác mục tiêu B đọc trị số là b ($b = 67^{\circ}30'00''$). - Ta có công thức tính: $\beta_1 = b_1 - a_1 = 67^{\circ}30' - 0^{\circ}00'00'' = 67^{\circ}30'$
Đặt máy bàn độ phải (quay ngược chiều kim đồng hồ)	- Đảo ống kính qua thiên đỉnh, đặt máy bàn độ phải đưa ống kính ngắm về điểm B ta được b_2 ($b_2 = 247^{\circ}30'20''$) - Đưa ống kính ngắm về A ta được a_2 ($a_2 = 180^{\circ}$) ta có $\beta'_2 = b_2 - a_2 = 247^{\circ}30'20'' - 180^{\circ}00' = 67^{\circ}30'20''$



Hình 3.1

	Như vậy đã đo xong 1 lần đo ta có: $\beta = \frac{\beta_1 + \beta_2}{2} = \frac{(b_1 - a_1) + (b_2 - a_2)}{2}$ $\beta = \frac{67^{\circ}30' + 67^{\circ}30'20''}{2} = 67^{\circ}30'10''$
--	---

IV. KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ

Sau khi giáo viên hướng dẫn chi tiết.

- Học sinh thao tác độc lập, hiểu được phương pháp đo góc đơn.
- Đọc số đo góc nhanh.
- Gọi học sinh lên thao tác và cho điểm.

TT	Nội dung	Điểm
1	Định tâm máy, cân bằng máy	3
2	Thao tác đo góc đơn, nhanh và chính xác tới giây, đảm bảo đúng thời gian quy định	7
	Cộng:	10

Bài 4

PHƯƠNG PHÁP ĐO GÓC TOÀN VÒNG

I. MỤC TIÊU

- Hiểu được phương pháp đo góc toàn vòng.
- Rèn luyện kỹ năng thực hành về phương pháp đo góc toàn vòng.
- Đảm bảo an toàn máy móc, thiết bị.

II. KIẾN THỨC CHUYÊN MÔN CHO BÀI THỰC HÀNH

- Hiểu được phương pháp đo toàn vòng
- Đo nửa vòng đo trái (thuận chiều kim đồng hồ) A,B,C,D,A
- Đo nửa vòng đo phải (ngược chiều kim đồng hồ) A,D,C,B,A

III. THỰC HÀNH

1. Điều kiện thực hiện

1.1. Địa điểm: Sân trường.

1.2. Thiết bị: Máy kinh vĩ Theo - 020, Theo - 020 B, DAHLTA - 010 B, chân máy và mìn.

1.3. Dụng cụ: Hình vẽ, thước dài, sổ ghi, bút.

1.4. Thời gian thực hành: 4 tiết.

2. Trình tự thực hiện

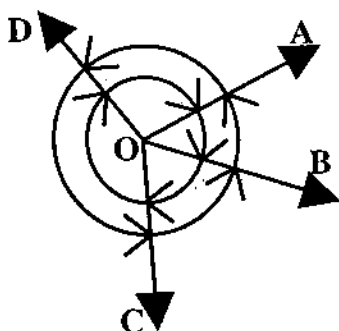
2.1. Công tác chuẩn bị: Kiểm tra, kiểm nghiệm máy và dụng cụ.

2.2. Trình tự công việc chính và yêu cầu cần thiết

TT	Tên công việc	Thiết bị dụng cụ	Yêu cầu kỹ thuật
1	Định tâm máy, cân bằng máy	- Máy kinh vĩ Theo - 020 B . - Mía - Sổ ghi, bút	Đặt chân máy tương đối cân bằng, để 3 ốc cân đều nhau, rồi mới cân bằng máy (bọt ống thủy dài vào giữa)
2	Thao tác đo góc toàn vòng	- nt -	Đọc số góc chính xác tới giây.

2.3. Hướng dẫn thực hiện các công việc

Tên công việc	Hướng dẫn
1. Định tâm, cân bằng máy	- Sau khi định tâm, cân bằng máy, tiến hành đo góc
2. Thao tác đo toàn vòng: * Để máy bàn độ trái.	+ Trường hợp số hướng $3 \leq n \leq 6$ (hình 4-1) - Đưa số đọc về $0^{\circ}00'00''$. Nhìn vào ống kính điều chỉnh dây chữ thập và ốc điều ảnh cho rõ ảnh. - Quay máy đến điểm A qua bộ phận ngắm sơ bộ (khóa vành ngắm chuẩn). Dùng ốc vi động bắt chính xác mục tiêu A. Đọc số là a ghi sổ (a: $0^{\circ}00'00''$). - Đưa ống kính ngắm về điểm B, dùng ốc vi động bắt chính xác mục tiêu B, đọc số là b ghi sổ (b: $68^{\circ}30'$). - Tương tự, quay máy đến điểm C, D, A ta đọc được chỉ số c, d, a, cứ đến mỗi điểm bắt chính xác mục tiêu đọc số, ghi sổ. - Hoàn thành nửa vòng đo trái. Đảo ống kính qua thiên đỉnh, quay máy ngược chiều kim đồng hồ. Đưa ống kính đến điểm A, bắt chính xác mục tiêu, đọc số, ghi sổ.



Hình 4.1

* Để máy bàn độ phải.

Tương tự đưa ống kính đến D, C, B, A, cứ mỗi điểm đọc số ghi sổ.

Hoàn thành nửa vòng đo phải.

Như vậy hoàn thành một vòng đo.

Hướng đo	Vị trí máy	Số độ trên vành độ ngang
OA	TR	0 ⁰ 00'00"
	PH	180 ⁰ 00'00"
OB	TR	82 ⁰ 00'00"
	PH	262 ⁰ 00'00"
OC	TR	125 ⁰ 00'00"
	PH	305 ⁰ 00'00"
OD	TR	275 ⁰ 00'00"
	PH	95 ⁰ 00'00"
OA	TR	0 ⁰ 00'00"
	PH	180 ⁰ 00'00"

IV. KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ

Sau khi giáo viên hướng dẫn chi tiết

- Học sinh thao tác độc lập, hiểu được cấu tạo của máy, biết cân bằng máy, đọc số góc đo toàn vòng.

- Gọi học sinh lên thao tác và cho điểm.

TT	Nội dung	Điểm
1	Định tâm máy, cân bằng máy	3
2	Phương pháp đo toàn vòng, nhanh và chính xác tới giây, đảm bảo đúng thời gian quy định	7
	Cộng:	10

Bài 5

PHƯƠNG PHÁP ĐO LẬP

I. MỤC TIÊU

- Hiểu được phương pháp đo góc lập.
- Rèn luyện kỹ năng thực hành về phương pháp đo góc lập.
- Đảm bảo an toàn máy móc, thiết bị.

II. KIẾN THỨC CHUYÊN MÔN CHO BÀI THỰC HÀNH

- Hiểu được phương pháp đo lập, để nâng cao độ chính xác kết quả đo góc.
- Biết thao tác đo lập.
- Biết ghi sổ và tính toán.

III. THỰC HÀNH

1. Điều kiện thực hiện

1.1. Địa điểm: Sân trường.

1.2. Thiết bị: Máy kinh vĩ Theo - 020, Theo - 020 B, DAHLTA-010 B kèm chân máy và mĩa.

1.3. Dụng cụ: Hình vẽ, thước dài, ê ke, sổ ghi, bút.

1.4. Thời gian thực hành: 4 tiết.

2. Trình tự thực hiện

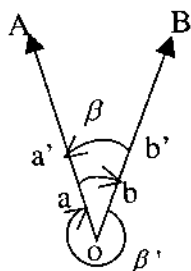
2.1. Công tác chuẩn bị: Kiểm tra, kiểm nghiệm máy và dụng cụ.

2.2. Trình tự công việc chính và yêu cầu cần thiết

TT	Tên công việc	Thiết bị dụng cụ	Yêu cầu kỹ thuật
1	Định tâm máy, cân bằng máy	- Máy kinh vĩ Theo - 020 B - Mía. - Sổ ghi, bút.	Đặt chân máy tương đối cân bằng, để 3 ốc cân đều nhau, rồi mới cân bằng máy (bọt ống thuỷ dài vào giữa).
2	Thao tác đo lặp	- nt -	Đọc số góc chính xác tới giây.

2.3. Hướng dẫn thực hiện các công việc

Tên công việc	Hướng dẫn
1. Định tâm máy, cân bằng máy	Sau khi định tâm máy, cân bằng máy tiến hành đo góc
2. Thao tác đo lặp 2.1. Để máy bàn độ trái	- Đo góc riêng biệt AOB, BOC, COD, DOA - Đưa số đọc về $0^{\circ}00'00''$, (khóa vành độ ngang). Nhìn vào ống kính điều chỉnh dây chữ thập và ốc điều ảnh làm cho rõ ảnh. Ngắm chuẩn tới A, đọc trị số là a ($a = 0^{\circ}0'00''$). (Mở vành độ ngang). - Quay máy tới điểm B qua bộ phận ngắm sơ bộ, dùng ốc vi động bắt chính xác mục tiêu B, ghi số ($b = 68^{\circ}32'00''$) dùng để kiểm tra. - Khóa vành độ ngang, mở vành ngắm chuẩn quay máy tới điểm A (khóa vành ngắm chuẩn) dùng ốc vi động bắt chính xác mục tiêu không đọc số. - Mở vành độ ngang, mở vành ngắm chuẩn quay máy tới điểm B (khóa vành ngắm chuẩn) dùng ốc vi động bắt chính xác mục tiêu B, không đọc số. - Như vậy AOB đã đo được 2 lần.



Hình 5.1

2.2. Để máy bàn độ phải

- Tương tự cho đến p lần lặp lại, đọc số cuối khi ngắm về B sau p lần lặp lại là b, ví dụ: ($b = 205^{\circ}36'$) ta có công thức:

$$\beta_1 = \frac{b - a}{p} = \frac{205^{\circ}36' - 0^{\circ}00'}{3} = 68^{\circ}32'$$

- Đảo ống kính qua thiên đỉnh đo góc β với p lần lặp lại (mà $\beta' = 360^{\circ} - \beta$).

Gọi B là điểm đầu, A là điểm cuối.

Đưa ống kính ngắm tới điểm B đọc được trị số là b' ghi vào sổ (để kiểm tra). Ví dụ: $b' = 25^{\circ}36'$

- Mở vành ngắm chuẩn ngắm tới A, (khóa vành ngắm chuẩn) dùng ốc vi động bắt chính xác mục tiêu A đọc số là a' ghi sổ (Ví dụ: $a' = 317^{\circ}04'$) dùng để kiểm tra

- Khóa vành độ ngang, mở vành ngắm chuẩn quay máy theo chiều kim đồng hồ ngắm tới B (khóa vành ngắm chuẩn) dùng ốc vi động bắt chính xác mục tiêu B, không đọc số.

- Mở vành độ ngang, mở vành ngắm chuẩn ngắm tới A (khóa vành ngắm chuẩn) dùng ốc vi động ngắm chính xác mục tiêu A, không đọc số.

Như vậy góc BOA đã đo được 2 lần. Cứ tiếp tục như vậy sau p lần lặp lại, số cuối cùng khi ngắm về A đọc được là a'. ($a' = 180^{\circ}$).

Ta có $\beta' = (a' - b')/p$ trong đó $a' + n.360^{\circ}$ mà dư xích đã vượt qua trị số 0 của vành độ ngang. Số lần n là bao nhiêu phải dựa vào trị số góc đo kiểm tra để xác định.

Vì ta muốn có góc β nên góc β có thể trực

tiếp tính theo công thức $\beta_2 = \frac{b' - a'}{p}$ trong đó

$$b' + (p - n).360^{\circ}; \beta_2 = \frac{b' + (p - n).360^{\circ} - a'}{p}$$

$$\beta_2 = \frac{25^{\circ}36' + (3-2) 360^{\circ} - 180^{\circ}}{3} = \beta_2 \frac{385^{\circ}36' - 180^{\circ}}{3}$$

$$\beta_2 = \frac{205^{\circ}36'}{3} = 68^{\circ}32'$$

Như vậy trị số góc AOB khi đo p lần lập là:

$$\beta = \frac{\beta_1 + \beta_2}{2} = \frac{68^{\circ}32' + 68^{\circ}32'}{2} = 68^{\circ}32'$$

Như vậy hoàn thành một vòng đo.

Ví dụ: Bàn độ trái

A	B
Lần 1: $0^{\circ}0'00''$	$68^{\circ}32'00''$
Lần 2: $68^{\circ}32'00''$	$137^{\circ}04'00''$
Lần 3: $137^{\circ}04'00''$	$205^{\circ}36'00''$
Bàn độ phải:	
A	B
Lần 1: $317^{\circ}04'$	$25^{\circ}36'$
Lần 2: $248^{\circ}32'$	$317^{\circ}04'$
Lần 3: $180^{\circ}00'$	$248^{\circ}32'$

IV. KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ

Sau khi giáo viên hướng dẫn chi tiết.

- Học sinh thao tác độc lập, hiểu được cấu tạo của máy, biết cân bằng máy, đọc số góc đo lập.

- Gọi học sinh lên thao tác và cho điểm.

TT	Nội dung	Điểm
1	Định tâm máy, cân bằng máy	3
2	Thao tác đo lập, nhanh và chính xác tới giây, đảm bảo đúng thời gian quy định	7
	Cộng:	10

Bài 6

ĐO GÓC ĐỨNG

I. MỤC TIÊU

- Hiểu được phương pháp đo góc đứng.
- Rèn luyện kỹ năng thực hành về phương pháp đo góc đứng.
- Đảm bảo an toàn máy móc, thiết bị.

II. KIẾN THỨC CHUYÊN MÔN CHO BÀI THỰC HÀNH

- Hiểu được phương pháp đo góc đứng
- Đo thuận kính và đo đảo kính
- Biết ghi sổ và tính toán

III. THỰC HÀNH

1. Điều kiện thực hiện

1.1. Địa điểm: Sân trường.

1.2. Thiết bị: Máy kinh vĩ Theo - 020, Theo - 020 B, DAHLTA - 010 B, chân máy và mia.

1.3. Dụng cụ: Hình vẽ, thước dài, ê ke, sổ ghi, bút.

1.4. Thời gian thực hành: 3 tiết.

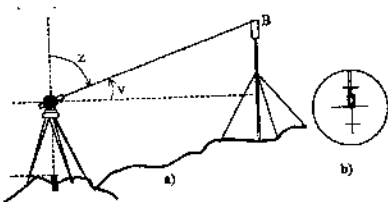
2. Trình tự thực hiện

2.1. Công tác chuẩn bị: Kiểm tra, kiểm nghiệm máy và dụng cụ.

2.2. Trình tự công việc chính và yêu cầu cần thiết

TT	Tên công việc	Thiết bị dụng cụ	Yêu cầu kỹ thuật
1	Định tâm máy cân bằng máy	- Máy kinh vĩ Theo - 020 B - Mía. - Sổ ghi, bút	Đặt chân máy tương đối cân bằng, để 3 ốc cân đều nhau, rồi mới cân bằng máy (bọt ống thủy dài vào giữa)
2	Thao tác đo góc đứng	- nt -	Đọc số góc chính xác tới giây.

2.3. Hướng dẫn thực hiện các công việc

Tên công việc	Hướng dẫn
1. Định tâm máy, cân bằng máy	Sau khi định tâm máy, cân bằng máy, tiến hành đo góc đứng
2. Thao tác đo góc đứng - Để máy ở bàn độ trái	- Đưa ống kính ngắm một điểm M trên cao, dùng ốc điều chỉnh dây chữ thập cho thật rõ nét, dùng ốc điều ảnh, làm rõ ảnh. Đọc số góc: Độ, phút, giây. Ví dụ: 78°
- Để máy ở bàn độ phải 	- Đảo ống kính qua thiên đỉnh, ngắm lại điểm M bất chính xác mục tiêu, đọc số độ, phút, giây. Ví dụ: 282° . Áp dụng công thức tính góc đứng: $V = \frac{(PH - 180^{\circ}) - TR}{2} \quad (c)$ $V = \frac{(282^{\circ} - 180^{\circ}) - 78^{\circ}}{2} = 12^{\circ}$ Hoặc nếu biết $MO = \frac{(PH - 180^{\circ}) + TR}{2}$ $= \frac{(282^{\circ} - 180^{\circ}) + 78^{\circ}}{2} = 90^{\circ}$ (là lúc ống kính thật nằm ngang) thì áp dụng 2 công thức (a) hoặc (b) sau: $V = (PH - 180^{\circ}) - MO = (282^{\circ} - 180^{\circ}) - 90^{\circ} = 12^{\circ} \quad (a)$ $V = MO - TR = 90^{\circ} - 78^{\circ} = 12^{\circ} \quad (b)$

Hình 6.1

III. KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ

Sau khi giáo viên hướng dẫn chi tiết.

- Học sinh thao tác độc lập, hiểu được cấu tạo của máy, biết cân bằng máy, đọc số góc đo đúng.

- Gọi học sinh lên thao tác và cho điểm.

TT	Nội dung	Điểm
1	Định tâm máy, cân bằng máy	4
2	Thao tác đo góc đúng, nhanh và chính xác tới giây, đảm bảo đúng thời gian quy định	6
	Cộng:	10

Bài tập

1. Cho góc phương vị của cạnh AB, $\alpha_{AB} = 45^\circ$. Tính góc phương vị nghịch của AB là α_{BA} .
2. Cho góc phương vị nghịch của cạnh AB, $\alpha_{BA} = 230^\circ$. Tính góc phương vị thuận.
3. Góc phương vị thực của AB, $A_{AB} = 50^\circ$, góc thu hẹp kinh tuyến $\gamma = 15'$. Tính góc phương vị từ của AB (α_{AB}).
4. Biết góc phương vị của cạnh AB: $\alpha_{AB} = 310^\circ$, góc phương vị cạnh AC: $\alpha_{AC} = 260^\circ$.
Tìm góc kẹp giữa AB và AC.
5. Tính góc phương vị của cạnh tam giác ABC biết $\alpha_{AB} = 110^\circ$ và các góc $\beta_1 = 66^\circ$; góc $\beta_2 = 60^\circ$; góc $\beta_3 = 54^\circ$.
6. Tính tọa độ điểm B, cho biết tọa độ điểm A $x_A = +150,00m$, $y_A = -150,00m$, khoảng cách $D_{AB} = 210,10m$, góc phương vị $\alpha_{AB} = 135^\circ 55'$.
7. Tính góc phương vị của các cạnh tam giác ABC cho biết $\alpha_{AB} = 240^\circ 30'$; $\beta_1 = 60^\circ 20'$; $\beta_2 = 60^\circ 10'$; $\beta_3 = 59^\circ 30'$.
8. Tính góc phương vị của các cạnh tam giác ABC cho biết $\alpha_{AB} = 85^\circ 20'$; $\beta_1 = 55^\circ 30'$; $\beta_2 = 63^\circ 15'$; $\beta_3 = 61^\circ 15'$.

9. Trong tam giác ABC biết góc định hướng của cạnh AB là $\alpha_{AB} = 132^\circ 30' 00''$;

$$\alpha_{AC} = 205^\circ 30'.$$

- Vẽ hình minh họa

- Hãy tính góc $\widehat{BAC}$ (β_1).

10. Biết góc định hướng của đường thẳng CD là $\alpha_{CD} = 222^\circ 33' 45''$

- Hãy vẽ hình minh họa.

- Hãy tính góc định hướng của đường thẳng DC là α_{DC} .

Bài 7

ĐO CHIỀU DÀI BẰNG MÁY

I. MỤC TIÊU

- Hiểu được phương pháp đo chiều dài bằng máy kinh vĩ Theo - 020, Theo - 020 B, Toàn đạc DAHLTA - 010 B.
- Rèn kỹ năng thực hành về đo chiều dài trong máy có dây cung thị cự thẳng và cong để đo khoảng cách.
- Đảm bảo an toàn máy móc, dụng cụ.

II. KIẾN THỨC CHUYÊN MÔN CHO BÀI THỰC HÀNH

- Hiểu được phương pháp đo chiều dài trong máy
- Đo chiều dài bằng lưới chỉ:
 - + Lấy số đọc dây trên, số đọc dây dưới.
 - + Đếm số trên mia.

III. THỰC HÀNH

1. Điều kiện thực hiện

- 1.1. Địa điểm: Sân trường (thực địa).
- 1.2. Thiết bị: Máy Kinh vĩ, máy DAHLTA - 010 B, chân máy và mia.
- 1.3. Dụng cụ: Thước dài, thước đo độ có núm, kim, kẹp to, chì, tẩy, giấy troky...
- 1.4. Thời gian: 6 tiết.

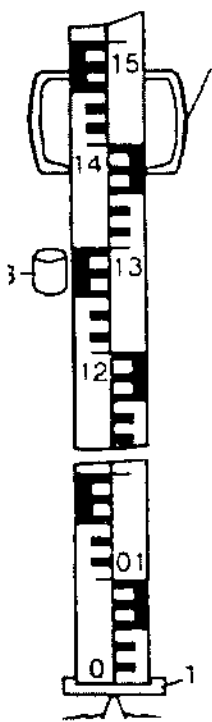
2. Trình tự thực hiện

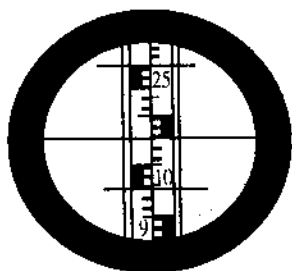
- 2.1. Công tác chuẩn bị: Kiểm tra, kiểm nghiệm máy móc, dụng cụ.

2.2. Trình tự công việc chính và yêu cầu kỹ thuật

TT	Tên công việc	Thiết bị dụng cụ	Yêu cầu kỹ thuật
1	Cấu tạo mia và cách đọc số mia	- Máy kinh vĩ, chân máy + mia - Sổ, bút	Mia đã qua kiểm nghiệm chính xác (các khoảng chia đều nhau)
2	Đo khoảng cách từ máy đến mia	- nt -	Đo khoảng cách phải đảm bảo độ chính xác tới dm

2.3. Hướng dẫn chi tiết thực hiện công việc

Công việc	Hướng dẫn
1. Cấu tạo mia và cách đọc số mia  Hình 7.1: Mia	- Mia dài 3m mặt chính sơn màu trắng rồi dùng khuôn mẫu hoặc máy để chia thành nhiều khoảng lớn là 1dm = 10 cm. - Mỗi khoảng lớn lại chia thành 2 nhóm, mỗi nhóm gồm 5 khoảng nhỏ. + 1 chữ E là 5 khoảng nhỏ, đọc 5cm + 2 vạch đen cộng 3 vạch trắng thành 5 khoảng nhỏ, đọc 5cm. Tổng cộng là 10 khoảng nhỏ, đọc là 10cm. Như vậy từ đáy E dài này đến đáy E dài kia đọc là 10cm (hình 7-1). Ở điểm gốc của mia ghi trị số là 0cm Cứ cách 1dm = 10cm lại ghi một con số, cho đến hết, số cuối cùng ghi 29 cm. Ví dụ: Để dây dưới vào đáy chữ E dài đúng vạch 10 đọc là 1m, còn dây trên cắt vào ô nào thì đọc số ở ô đó.



Hình 7.2: Đo khoảng cách trong ống kính bằng 2 dây ngang đối xứng với dây ngang giữa

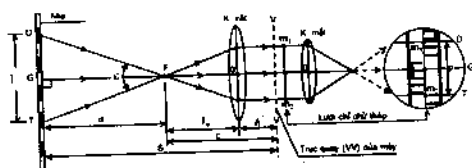
Ví dụ: Cắt ở dây 255cm đọc là 2,55m
số đọc trên mìa $l = \text{số đọc dây trên} - \text{số đọc dây dưới} = 2,55 - 1,00 = 1,55\text{m}$

Khoảng cách từ máy đến mìa:

$$D = K.l$$

$$D = 100 \times 1,55 = 155\text{m}$$

2. Đo khoảng cách từ máy đến mìa



Hình 7.3

Sau khi định tâm máy, cân bằng máy ta tiến hành đo khoảng cách từ máy đến mĩa.

Đưa số đọc về $0^{\circ}00'00''$. Nhìn trong ống kính điều chỉnh rõ dây chữ thập và ốc điều chỉnh.

Đưa ống kính ngắm về điểm mĩa qua bộ phận ngắm sơ bộ (khóa vành ngắm chuẩn).

Để dây dưới vào dưới đáy chữ E dài bất kỳ.

Dây chỉ trên cắt ở đâu thì đọc số ở đó.

Ví dụ : Cách 1: Để dây dưới đúng vạch 10 đọc là 1m.

Dây trên cắt bất kỳ ở đâu thì đọc số đó. Ví dụ dây trên cắt ở 262cm đọc là 2,62m.

Số đọc trên mĩa $l = \text{số đọc dây trên} - \text{số đọc dây dưới} = 2,62 - 1,00 = 1,62\text{m}$

Khoảng cách từ máy đến mĩa

$$D = K.l = 100 \times 1,62 = 162\text{m}$$

	Cách 2: Dùng ốc vít động để dây dưới vào đúng đáy E dài bất kỳ, dây trên cắt ở đâu thì đếm luôn (nhớ có số lẻ). Từ đáy E dài này đến đáy E dài kia đọc là 10m; 20m; 30m... còn lẻ một chữ E đọc là 5m. Tổng cộng là 35m. Chú ý: Khi đo ngoài thực địa dùng cách đếm số trên mia là nhanh nhất.
--	---

2.4. Các dạng sai hỏng và cách phòng ngừa

Hiện tượng	Nguyên nhân	Phòng ngừa
Máy không cân bằng	Đặt máy không cân do người đo không biết cách điều chỉnh hoặc để chân máy cân bằng và 3 ốc cân không đều nhau.	Đặt máy cân. Chú ý: chân máy phải để cân bằng 3 ốc cân đều nhau.
Để dây chỉ dưới không đúng vạch chắn	- Không khoá ống kính. - Không biết vặn ốc điều chỉnh. - Do người đặt mia nghiêng.	- Khoá ống kính lại mới điều chỉnh được dây chữ thập lên xuống. - Vặn ốc điều chỉnh lên hoặc xuống vào cho dây chỉ dưới trùng với vạch chắn.

IV. KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ

Sau khi giáo viên hướng dẫn chi tiết.

- Học sinh thao tác đo độc lập, rèn kỹ năng thực hành, đo khoảng cách từ máy đến mia, với yêu cầu thấp (đảm bảo độ chính xác, không tính thời gian).

- Học sinh đo nhanh dần với yêu cầu cao hơn, đảm bảo thời gian và độ chính xác, đọc tới cm.

- Đánh giá kết quả: Mỗi lớp chia thành 5 tổ, gọi đại diện mỗi tổ 1 đến 2 học sinh lên thao tác, kiểm tra 10 học sinh ở tiết cuối cùng.

Trong quá trình thực hành chia 5 tổ, đã có tổ trưởng các tổ hướng dẫn thêm thực hành cho học sinh của tổ mình, để bổ sung kiến thức cho nhau và học hỏi lẫn nhau.

Kết quả đánh giá cho điểm bằng các tiêu chí ở bảng sau

TT	Chỉ tiêu	Độ chính xác	Thời gian	Điểm yếu	Điểm TB	Khá giỏi
1	Định tâm - Cân bằng máy	Bọt nước vào giữa	Nhanh, gọn, đảm bảo đúng thời gian quy định			X
2	Đo khoảng cách từ máy đến mìa.	Chính xác	Nhanh, gọn, đúng thời gian			X
	+ Đếm từ dây dưới lên dây trên	Chính xác đến cm Không chính xác	Không đúng thời gian Không đúng thời gian	X	X	
	+ Đo khoảng cách = dây trên - dây dưới	Chính xác Không chính xác	Đúng thời gian	X		X

Bài 8

ĐO CHIỀU DÀI BẰNG THUỐC THÉP (THUỐC DÂY)

I. MỤC TIÊU

- Hiểu được phương pháp đo chiều dài bằng thước thép.
- Rèn luyện kỹ năng thực hành về đo chiều dài bằng thước thép (thước dây), đảm bảo yêu cầu kỹ thuật.
- Đảm bảo an toàn máy móc, dụng cụ.

II. KIẾN THỨC VỀ CHUYÊN MÔN CHO BÀI THỰC HÀNH

- Biết được phương pháp đo thước dây gồm có ít nhất là 2 người đo và 10 cái cọc sắt (hoặc cọc tre).
- Thao tác đo đúng hướng AB.

III. THỰC HÀNH

1. Điều kiện thực hiện

1.1 Địa điểm: Sân trường (thực địa).

1.2. Thiết bị: Máy Kinh vĩ, chân máy.

1.3. Dụng cụ: Thước dây (thước thép) loại 20m, 30m, 50m...

1.4. Thời gian: 3 tiết

2. Trình tự thực hiện

2.1. Công tác chuẩn bị: Thước dây và thước thép, sổ ghi, bút.

2.2. Trình tự công việc chính và yêu cầu kỹ thuật

TT	Tên công việc	Thiết bị dụng cụ	Yêu cầu kỹ thuật
1	Cấu tạo thước dây, thép	Thước dài 30m, 20m, 50m Cọc sắt (tre): 11 cái	Thước dài 20m đã qua kiểm nghiệm
2	Cách đọc số mét	Sổ ghi, bút	Đọc chính xác tới cm

2.3. Hướng dẫn chi tiết thực hiện công việc

Tên công việc	Hướng dẫn
1. Cấu tạo thước dây (thước thép)	Thước dài 20m, 30m, 50m đều có chia các m, dm, cm, mm đều nhau đã được kiểm nghiệm. Số đỏ là m, số đen là cm, cách ghi số khác với mia là số 0 của thước dây ngang từ đầu mút của thước.
2. Cách đo chiều dài bằng thước dây (thước thép)	Vì độ dài của thước ngắn hơn chiều dài đường thẳng AB nên phải định hướng đường thẳng bằng mắt hoặc bằng máy (hình 8-1). Phương pháp đo: Công tác đo cần ít nhất là 2 người, người cầm đầu thước có vạch (0) gọi là người đi “sau”, người này dùng một que sắt giữ chặt đầu thước sao cho vạch “0” của thước trùng với tâm đỉnh cọc A. Một người cầm đầu thước vạch “20” và 10 que sắt gọi là người đi trước, người này kéo căng thước cho thước nằm ngang theo đúng hướng AB, sau đó cầm 1 que sắt tại vạch 20. Người đi sau nhổ que sắt. Cả 2 cùng tiến về B. Khi người sau đến nơi que sắt mà cầm thì hô đứng lại và thao tác đo như lần trước. Tiếp tục đo cho tới đoạn cuối cùng. Số que sắt trong tay người sau là 10 cái chính là số lần đặt thước lúc đó mới ghi sổ, muốn đo tiếp người sau phải trao 10 que sắt cho người trước. Nếu đoạn cuối cùng ngắn hơn độ dài của thước thì căn cứ vào



Hình 8.1

tâm đỉnh cọc B để đọc số trên thước là lẻ, ví dụ là 12,3 m.
 Ví dụ: Sau khi đo xong đoạn AB trong sổ ghi 1 lần trao bộ que sắt và trong tay người sau là 30 cái và đoạn lẻ là 12,3m
 $AB = 20 \times 10 + 20 \times 3 + 12,3 = 272,3\text{m}$

2.4. Các dạng sai hỏng và cách phòng ngừa

Hiện tượng	Nguyên nhân	Cách phòng ngừa
Đọc sai (nhầm), ghi nhầm	Do không chú ý	Cần nắm được cấu tạo của thước dây
Đo nhiều lần có sai số.	Do đo nhiều lần nên có sai số	Loại trừ sai số bằng cách, đo đi, đo về

IV. KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ

Sau khi giáo viên hướng dẫn chi tiết.

- Học sinh thao tác đo độc lập, rèn kỹ năng thực hành, đo khoảng cách từ máy đến mìa, với yêu cầu thấp (đảm bảo độ chính xác, không tính thời gian).
- Học sinh đo nhanh dần với yêu cầu cao hơn, đảm bảo thời gian và độ chính xác, đọc tới cm.
- Đánh giá kết quả: Gọi học sinh lên thao tác đại diện mỗi tổ 1 đến 2 học sinh, lớp địa chính 38T₁ chia 5 tổ, sẽ kiểm tra 10 học sinh ở tiết cuối cùng.

Trong quá trình thực hành chia 5 tổ, đã có tổ trưởng các tổ hướng dẫn thêm thực hành cho học sinh của tổ mình, để bổ sung kiến thức cho nhau và học hỏi lẫn nhau.

Kết quả đánh giá cho điểm bằng các tiêu chí sau

TT	Nội dung	Điểm
1	Biết cấu tạo của thước dây, thước thép	3
2	Biết phương pháp đo thước dây (đo đi và đo về)	7
	Cộng:	10

Bài 9

ĐO CAO THUỶ CHUẨN

I. MỤC TIÊU

- Học sinh hiểu được phương pháp đo thuỷ chuẩn (đo cao hình học).
- Rèn luyện kỹ năng thực hành về đo thuỷ chuẩn.
- Đảm bảo an toàn máy móc thiết bị.

II. KIẾN THỨC CHUYÊN MÔN CHO BÀI THỰC HÀNH

- Biết đo cao phía trước: Trên mặt đất cách nhau 30 - 40 m đóng 2 cọc đặt máy tại A, mia tại B sau đó đổi cho nhau.
- Biết đo cao từ giữa có nghĩa là A, M, B không thẳng hàng.
- Đo cao từ giữa gồm nhiều trạm máy.

III. THỰC HÀNH

1. Điều kiện thực hiện

1.1. Địa điểm: Thực địa.

1.2. Thiết bị: Máy thuỷ chuẩn, chân máy, mia.

1.3. Dụng cụ: Sổ ghi, bút, thước dài, thước đo độ có núm.

1.4. Thời gian: 4 tiết.

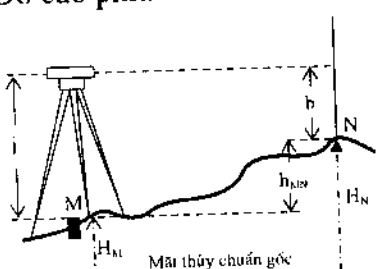
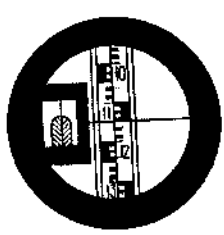
2. Trình tự thực hiện

2.1. Công tác chuẩn bị: Kiểm tra, kiểm nghiệm máy.

2.2. Trình tự công việc chính

TT	Tên công việc	Thiết bị, dụng cụ	Yêu cầu kỹ thuật
1	Đặt và cân bằng máy	- Máy thủy chuẩn, chân máy - Mía - Các dụng cụ đo: thước đo độ có núm, thước dài, êke	- Đo cao thủy chuẩn phải đạt được độ chính xác tới mm
2	Thao tác đo cao thủy chuẩn	- nt -	Nếu có sai số phải nằm trong sai số cho phép

2.3. Hướng dẫn thực hiện các công việc

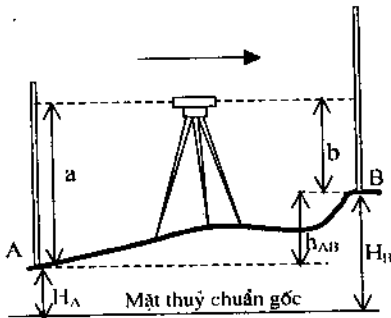
Tên công việc	Hướng dẫn
1. Đặt và cân bằng máy	Sau khi đặt và cân bằng máy tiến hành đo độ cao
Phương pháp đo cao. - Đo cao phía trước  Hình 9.1  Hình 9.2	Muốn xác định hiệu số độ cao giữa 2 điểm A và B. Đặt máy tại A, mia đặt tại B (hình 9-1) Tại A đo độ cao máy i bằng mia. Đưa ống kính ngắm đến điểm B bằng bộ phận ngắm sơ bộ, (khóa vành ngắm chuẩn). Nhìn vào ống kính điều chỉnh cho rõ dây chữ thập và dùng ốc điều ảnh làm cho rõ ảnh, dùng ốc vi động bắt chính xác mục tiêu B. Điều chỉnh cho hai nhánh của parabol chạm nhau, đọc luôn số đó (hình 9-2). Đọc số độ cao trên mia bằng dây ngang giữa là l (tính từ mặt đất đến trục ngắm). Hiệu số độ cao giữa 2 điểm A và B là: $h_{AB} = i - l$ Ví dụ: $h_{AB} = 1,4 - 1,2 = +0,2 \text{ m}$ hoặc $h_{AB} = 1,4 - 1,7 = -0,3 \text{ m}$

Dấu $(+0,2)$ có nghĩa là điểm đặt máy A thấp hơn điểm đặt mìa B.

Dấu $(-0,3)$ có nghĩa là điểm đặt máy A cao hơn điểm đặt mìa B.

Ta có độ cao điểm B là: $H_B = H_A + h_{AB}$

- Đo cao từ giữa
+ 1 trạm máy



Hình 9.3

Máy đặt giữa A và B, nhưng không có nghĩa là A, M, B thẳng hàng (hình 9-3).

Sau khi cân bằng máy. Đưa ống kính ngắm về B, bằng bộ phận ngắm sơ bộ.

Nhìn vào ống kính xoay ốc điều chỉnh cho rõ dây chữ thập, xoay ốc điều chỉnh ảnh làm rõ ảnh. Dùng ốc vi động bắt chính xác mục tiêu B (mìa). Khi 2 parabôn chạm nhau, đọc luôn số đó.

Đọc số độ cao trên mìa bằng dây ngang giữa là b ($b = 1,8m$).

Đưa ống kính ngắm về A, dùng ốc vi động bắt chính xác mục tiêu, đọc số độ cao trên mìa bằng dây ngang giữa là a ($a = 2,2m$).

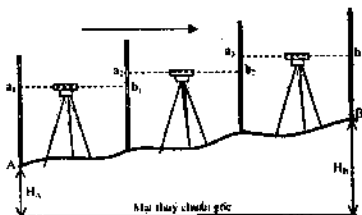
Hiệu số độ cao giữa A và B có độ chênh cao:

$$h_{AB} = a - b; \quad H_B = H_A + h_{AB}$$

Ví dụ: $h_{AB} = 2,2 - 1,8 = +0,4 m$; biết $H_A = 5m$

$$H_B = 5 + 0,4 = 5,4m.$$

+ Nhiều trạm máy.



Hình 9.4

Giữa A và B quá xa nhau, hoặc độ cao chênh nhau rất lớn. Phải đặt nhiều trạm đo, mới đo được h_{AB} gọi là độ cao phức tạp (hình 9-4).

Sau khi cân bằng máy, nhìn vào ống kính, xoay ốc điều chỉnh cho dây chữ thập rõ nét, xoay ốc điều chỉnh ảnh làm cho rõ ảnh.

Đưa ống kính ngắm về điểm B_1 bằng bộ phận ngắm sơ bộ. Dùng ốc vi động bắt chính xác mục tiêu B_1 . Điều chỉnh cho 2 nhánh của parabôn chạm nhau là lúc bọt ống thủy vào giữa, đọc luôn số đó.

Đo đọc số độ cao trên mia bằng dây ngang giữa là b_1 .

Đưa ống kính ngắm về điểm A_1 bắt chính xác mục tiêu, dùng ốc cân cho 2 parabôn chạm nhau, đọc luôn số đó, ta đọc được a_1 ta có $h_1 = a_1 - b_1$.

Chuyển máy đến trạm máy M_2 thao tác tương tự ta có

$$h_2 = a_2 - b_2$$

$$h_3 = a_3 - b_3$$

$$h_4 = a_4 - b_4$$

$$h_{AB} = \sum a - \sum b$$

IV. KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ

Sau khi giáo viên hướng dẫn chi tiết.

- Học sinh thao tác đo độc lập, rèn kỹ năng thực hành, đo chênh cao, với yêu cầu thấp (đảm bảo độ chính xác, không tính thời gian).

- Học sinh đo nhanh dần với yêu cầu cao hơn, đảm bảo thời gian và độ chính xác, đọc tới cm.

- Đánh giá kết quả: Gọi học sinh lên thao tác đại diện mỗi tổ 1 đến 2 học sinh lớp địa chính 38T₁ chia 5 tổ, sẽ kiểm tra 10 học sinh ở tiết cuối cùng.

Trong quá trình thực hành chia 5 tổ, đã có tổ trưởng các tổ hướng dẫn thêm thực hành cho học sinh của tổ mình, để bổ sung kiến thức cho nhau và học hỏi lẫn nhau.

TT	Nội dung	Điểm
1	Đặt máy và cân bằng máy chuẩn (bọt nước vào giữa)	3
2	Phương pháp đo cao phía trước	3
3	Phương pháp đo cao từ giữa	4
	Cộng:	10

Bài tập

1. Tính độ cao của điểm B khi biết độ cao của điểm A: $H_A = 5.000\text{mm}$; số đọc trên mia ở A: $a = 1.000\text{mm}$; $b = 300\text{mm}$.

2. Đo thẳng bằng từ A $\rightarrow$ B phải đặt 4 trạm máy. Các số liệu trên mia đọc được:

$$a_1 = 1.600\text{mm}; \quad b_1 = 900\text{mm}; \quad a_2 = 700\text{mm}; \quad b_2 = -600\text{mm}$$

$$a_3 = 1.800\text{mm}; \quad b_3 = 1.100\text{mm}; \quad a_4 = 500\text{mm}; \quad b_4 = -700\text{mm}$$

Tính độ cao điểm B, biết độ cao của A: $H_A = 5.000\text{mm}$ (vẽ hình)

3. Khi đo đường đo thủy chuẩn hạng 4 dài $L = 4000\text{mm}$. Có sai số $f_h = -27\text{mm}$. Xem kết quả đo này có đạt yêu cầu không, biết rằng sai số cho phép $f_{hcf} = \pm 20\sqrt{L}\text{mm}$

4. Biết độ cao điểm A : $H_A = 5.000\text{mm}$; giữa A và B hai lần đặt máy và đọc được các trị số $a_1 = 800$; $b_1 = 502$; $a_2 = 1.000$; $b_2 = 770$

Tính độ chênh cao trung bình giữa A và B. Tính độ cao của điểm B

5. Máy đặt tại A và chiều cao $i = 1.550\text{mm}$; đọc số trên mia dựng ở B là $b = 1.230\text{mm}$. Biết độ cao điểm A: $H_A = + 5.000\text{mm}$. Tính độ cao điểm B

6. Đo từ A $\rightarrow$ B có 6 trạm máy các số liệu đọc được như sau:

$$a_1 = 1.200\text{mm} \quad b_1 = 700\text{mm}$$

$$a_2 = 1.300\text{mm} \quad b_2 = 1.100\text{mm}$$

$$a_3 = 1.500\text{mm} \quad b_3 = 900\text{mm}$$

$$a_4 = 1.600\text{mm} \quad b_4 = 1.000\text{mm}$$

$$a_5 = 300\text{mm} \quad b_5 = 1.200\text{mm}$$

$$a_6 = 630\text{mm} \quad b_6 = 1.200\text{mm}$$

Tính độ cao điểm B (H_B) biết $H_A = 5.000\text{mm}$

7. Khi đo đường đo thủy chuẩn dài 4 bậc $L = 900\text{m}$; có sai số $f_h = + 39\text{mm}$. Đánh giá kết quả đo này, biết rằng sai số cho phép $f_h = \pm 25\text{mm} \sqrt{L}$

8. Khi đo lượng giác, đặt máy ở A, có chiều cao $i_A = 1.400\text{mm}$, đọc mĩa ở điểm B được $l_B = 2.040\text{mm}$; $n = 1.768\text{mm}$ và góc đứng $v = 4^\circ 27'$

Tính độ cao điểm B; biết độ cao điểm A : $H_A = + 5.000\text{mm}$

Tính theo công thức $H_B = H_A + \frac{1}{2} k_0 n \cdot \sin 2x + \varepsilon - L_0$

Bài 10

ĐO CAO LƯỢNG GIÁC

I. MỤC TIÊU

- Hiểu được phương pháp đo cao lượng giác.
- Rèn luyện kỹ năng thực hành về đo cao lượng giác.
- Đảm bảo an toàn máy móc, thiết bị.

II. KIẾN THỨC CHUYÊN MÔN CHO BÀI THỰC HÀNH

- Xác định hiệu số độ cao giữa hai điểm A và B.
- Đặt máy có vành độ đứng tại A dựng mìn tại B, gọi i là độ cao máy, l là độ cao của điểm ngắm M.
- v là góc đứng tương ứng với trục ngắm điểm M.
- s là khoảng cách bằng từ A đến B.

III. THỰC HÀNH

1. Điều kiện thực hiện

1.1. Địa điểm: Sân trường.

1.2. Thiết bị: Máy kinh vĩ Theo - 020 B, máy toàn đạc DAHLTA - 010 B.

1.3. Dụng cụ: Thước dài, thước đo độ có núm, sổ ghi, bút.

1.4. Thời gian: 2 tiết.

2. Trình tự thực hiện

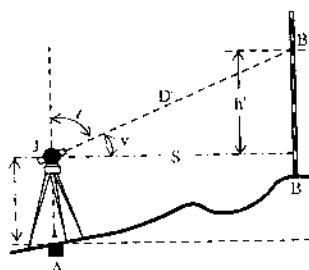
2.1. Công tác chuẩn bị: Kiểm tra, kiểm nghiệm máy và các dụng cụ.

2.2. Trình tự công việc chính

TT	Tên công việc	Thiết bị dụng cụ	Yêu cầu kỹ thuật
1	Định tâm máy, cân bằng máy	Máy kinh vĩ Theo - 020 B Máy DAHLTA - 010 B	Đảm bảo độ chính xác tối cm

2.3. Hướng dẫn chi tiết thực hiện các công việc

Tên công việc	Hướng dẫn
1. Định tâm máy, cân bằng máy	Sau khi định tâm và cân bằng máy, tiến hành đo cao lượng giác
2. Phương pháp đo cao lượng giác	Muốn xác định hiệu số độ cao giữa 2 điểm A và B (hình 10-1). + Để máy vị trí bàn độ trái: - Đặt máy tại A, đưa ống kính ngắm mục tiêu B' (khóa vành ngắm chuẩn) dùng ốc vi động bất chính xác mục tiêu B', đọc số chiều cao trên mìa là l ($l = 1,5m$); $h_{10} = \pm 10 l h_{10}$ - Đo góc đứng v ($TR = 78^{\circ}30'$) + Để máy vị trí bàn độ phải: - Đưa ống kính ngắm lại điểm M trên cao, dùng ốc vi động bất chính xác mục tiêu, đọc số trên mìa là $282^{\circ}30'$. (PH) + Đo chiều dài nghiêng $D = 240m$ + Đo chiều dài ngang $S = D \cdot \cos v = K \cdot l \cdot \cos^2 v$ + Đo độ chênh cao $h_{AB} = S \cdot \operatorname{tg} v + i - t$ $h_{AB} = K \cdot l \cdot \cos^2 v \cdot \operatorname{tg} v + i - t$ $= K \cdot l \cdot \cos v \cdot \sin v + i - t$ $= 1/2 K \cdot l \cdot \sin 2v + i - t$ $H_B = H_A + h_{AB}$ trong đó k: là hằng số ($k = 100$) l: hiệu số đọc dây trên và dây dưới. v: góc đứng. t: chiều cao từ mặt đất đến điểm ngắm.



Hình 10.1

IV. KIỂM TRA VÀ ĐÁNH GIÁ

Sau khi giáo viên hướng dẫn chi tiết.

- Học sinh thao tác đo độc lập, rèn kỹ năng thực hành, đo khoảng cách từ máy đến mìa, với yêu cầu thấp (đảm bảo độ chính xác, không tính thời gian).

- Học sinh đo nhanh dần với yêu cầu cao hơn, đảm bảo thời gian và độ chính xác, đọc tới cm.

- Đánh giá kết quả: Gọi học sinh lên thao tác đại diện mỗi tổ 1 đến 2 học sinh lớp địa chính 38T₁ chia 5 tổ, sẽ kiểm tra 10 học sinh ở tiết cuối cùng.

Trong quá trình thực hành chia 5 tổ, đã có tổ trưởng các tổ hướng dẫn thêm thực hành cho học sinh của tổ mình, để bổ sung kiến thức cho nhau và học hỏi lẫn nhau.

Kết quả đánh giá cho điểm bằng các tiêu chí ở bảng sau

TT	Chỉ tiêu	Độ chính xác	Thời gian	Điểm yếu	Điểm TB	Khá Giỏi
1	Định tâm - Cân bằng máy	Bọt nước vào giữa	Nhanh, gọn, đảm bảo đúng thời gian quy định			X

Bài 11

HAI BÀI TOÁN THUẬN, NGHỊCH TOA ĐỘ

I. MỤC TIÊU

- Học sinh hiểu được phương pháp tính toạ độ của 1 điểm B khi biết toạ độ của 1 điểm A, chiều dài nghiêng D và 1 góc α .
- Rèn luyện kỹ năng thực hành tính toán nhanh, biết sử dụng máy tính.
- Đảm bảo an toàn máy tính và tài liệu.

II. KIẾN THỨC CHUYÊN MÔN CHO BÀI THỰC HÀNH

- Hiểu được tính năng, tác dụng của máy tính.
- Các phương pháp tính toán.
- Vẽ hình khi làm bài tập.
- Nhớ lại các công thức lượng giác đã học.

III. THỰC HÀNH

1. Điều kiện thực hiện

- 1.1. Địa điểm: Tại lớp.
- 1.2. Thiết bị: Máy tính kỹ thuật Fx - 500 MS.
- 1.3. Dụng cụ: Thước dài, ê ke, thước đo độ có núm, sổ ghi, bút.
- 1.4. Thời gian thực hành: 4 tiết.

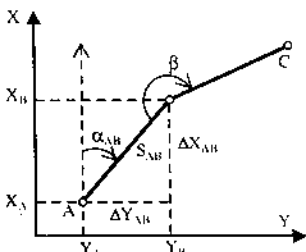
2. Trình tự thực hiện

- 2.1. Công tác chuẩn bị: Kiểm tra máy tính và dụng cụ trước khi thực hành.

2.2. Trình tự công việc chính và yêu cầu cần thiết

TT	Tên công việc	Thiết bị dụng cụ	Yêu cầu kỹ thuật
1	Cách sử dụng máy tính kỹ thuật	Máy tính kỹ thuật Fx - 500 MS.	
2	Phương pháp tính toán	Thước dài, sổ ghi, bút	Chính xác (tới mm đối với chiều dài, tới giây đối với góc)

2.3. Hướng dẫn chi tiết thực hiện các công việc

Tên công việc	Hướng dẫn
1. Cách sử dụng máy tính + Đổi phút, giây ra số thập phân + Đổi số thập phân ra phút, giây	Ví dụ: $124^{\circ}18'$ ra $124^{\circ}3$ Sử dụng máy ấn số 124 ấn phím độ-phút-giây sau đó ấn số 18 rồi vào phím độ-phút-giây ra 124,3. Ngược lại muốn tính từ $124^{\circ}3$ ra $124^{\circ}18'$ ấn số 124,3 sau đó ấn SHIFT rồi ấn phím độ-phút-giây ra $124^{\circ}18'$
2. Nội dung tính toán  <i>Hình 11.1</i>	<i>2.1. Bài toán thuận tọa độ</i> Biết tọa độ điểm A(X_A ; Y_A). $X_A = 28,500\text{m}$; $Y_A = 11,300\text{m}$ $\alpha = 124^{\circ}18'$; $D = 240\text{m}$. Tìm tọa độ điểm B(X_B, Y_B). Giải: Áp dụng công thức số gia tọa độ $\Delta x = D \cdot \cos \alpha,$ $\Delta y = D \cdot \sin \alpha,$ Thay số vào ta có $\Delta x = 240 \cdot \cos 124^{\circ}18' = 240 \cdot 0,5635 = -135,25 \text{ m}$ $\Delta y = 240 \cdot \sin 124^{\circ}18' = 240 \cdot 0,8261 = 198,3 \text{ m}$ Tính tọa độ điểm B: $X_B = X_A + \Delta x = 28,5 - 135,25 = -106,75\text{m}$ $Y_B = Y_A + \Delta y = 11,3 + 198,3 = 209,6\text{m}$

	Vậy toạ độ điểm B (-106,75m; 209,6m) Dấu (-) có nghĩa nằm ở cung phần tư thứ 2. Sử dụng máy: ấn $124^0,3$ ấn cos, ấn dấu bằng ra 0,5635. Tương tự như vậy đối với sin ra 0,8261. 2.2. Bài toán nghịch: Cho biết toạ độ 2 điểm A và B: $A(X_A; Y_A)$; $B(X_B; Y_B)$. $X_A = 6244,73\text{m}$; $Y_A = 28117,8\text{m}$. $X_B = 5554,33\text{m}$; $Y_B = 28413,7\text{m}$. Tìm chiều dài D và góc phương vị α. Giải: áp dụng công thức:
+ Tìm góc phương vị (α)	$\text{tg } \alpha = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}$ Thay số vào ta có: $\text{tg } \alpha = \frac{28413,7 - 28117,8}{5554,33 - 6244,73} = \frac{295,9}{-690,4} = -0,4286$ $\Rightarrow \alpha = 23^0 12'$
+ Tìm chiều dài (D)	$D = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(690,4)^2 + (295,9)^2}$ $= 751,25 \text{ m}$ Ấn số 0,4286 ấn SHIFT ấn phím tg ra $23^0,20$ ấn SHIFT ấn độ, phút, giây ra $23^0 12'$.

IV. KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ

Sau khi học sinh làm các bài tập mẫu mà giáo viên hướng dẫn chi tiết:

- Học sinh thao tác làm bài tập độc lập, rèn kỹ năng tính toán, biết sử dụng máy tính kỹ thuật.
- Học sinh tính nhanh dần, đảm bảo độ chính xác kết quả tính đảm bảo thời gian quy định.
- Đánh giá kết quả bằng cách kiểm tra 2 bài toán thuận nghịch toạ độ thời gian 1 tiết cho điểm bằng các thang điểm như sau:

Câu	Nội dung	Điểm
1	Bài toán thuận tọa độ - Áp dụng đúng công thức tính số giả tọa độ - Tính toán đúng theo công thức lượng giác, biết sử dụng máy tính kỹ thuật. - Ra kết quả đúng	5 2 1 2
2	Bài tập ngược tọa độ (đánh giá như trên).	5
	Cộng:	10

Bài tập

Bài tập thuận tọa độ:

1. Biết tọa điểm A(X_A ; Y_A). $X_A = 1184,0\text{m}$; $Y_A = 2753\text{m}$; chiều dài $D = 130\text{m}$; $\alpha = 85^\circ 40'$.

Tìm tọa độ điểm B(X_B ; Y_B)

2. Biết tọa độ điểm A(X_A ; Y_A). $X_A = 2587,1\text{m}$; $Y_A = 4618\text{m}$.

$D = 210\text{m}$; $\alpha = 135^\circ 30'$. Tìm tọa độ điểm B(X_B ; Y_B)

3. Biết tọa điểm A(X_A ; Y_A). $X_A = 27,8\text{m}$; $Y_A = 12,8\text{m}$; chiều dài $D = 85\text{m}$; $\alpha = 273^\circ 20'$.

Tìm tọa độ điểm B(x_B ; y_B)

4. Biết tọa độ điểm A(X_A ; Y_A). $X_A = 558\text{m}$; $Y_A = 323,4\text{m}$; chiều dài $D = 189\text{m}$, $\alpha = 98^\circ 50'$.

Tìm tọa độ điểm B(X_B ; Y_B)

Bài toán nghịch tọa độ:

5. Cho biết tọa độ hai điểm A (X_A ; Y_A) và B (X_B ; Y_B).

$X_A = 7842\text{m}$; $Y_A = 9731\text{m}$. $X_B = 1132\text{m}$; $Y_B = 1327\text{m}$

Tìm chiều dài $D = ?$ và góc phương vị $\alpha = ?$

6. Cho biết tọa độ hai điểm A(X_A ; Y_A) và B (X_B ; Y_B).

$X_A = 1781\text{m}$; $Y_A = 975\text{m}$. $X_B = 2780\text{m}$; $Y_B = 1171\text{m}$.

Tìm chiều dài $D = ?$ và góc $\alpha = ?$

7. Cho biết tọa độ hai điểm A và B

$x_A = 1971\text{m}$, $y_A = 2170\text{m}$; $x_B = 2730\text{m}$, $y_A = 3100\text{m}$

Tìm chiều dài D và góc α

Bài 12

BỐ TRÍ ĐO ĐẠC VÀ TÍNH TOÁN ĐƯỜNG CHUYỂN TOÀN ĐẠC

I. MỤC TIÊU

- Học sinh hiểu được những kiến thức cơ bản về đo đạc và tính toán đường chuyển toàn đạc.
- Rèn luyện kỹ năng thực hành về tính toán đường chuyển toàn đạc.
- Đảm bảo an toàn máy móc thiết bị.

II. KIẾN THỨC CHUYÊN MÔN CHO BÀI THỰC HÀNH

1. Tính toán đường chuyển kín

1.1. Bình sai về góc

1.2. Tính góc định hướng

1.3. Tính số gia toạ độ

1.4. Bình sai về số gia toạ độ

1.5. Tính toạ độ điểm đường chuyển

2. Tính toán đường chuyển phù hợp

III. THỰC HÀNH

1. Điều kiện thực hiện

1.1. Địa điểm: Sân trường.

1.2. Thiết bị: Máy kinh vĩ Theo - 020, DAHLTA - 010 B, chân máy và mìn.

1.3. Dụng cụ: Thước dài, ê ke, thước đo độ có núm, sổ ghi, bút, giấy Troky, kim, ghim, cặp to.

1.4. Thời gian thực hành: 5 tiết.

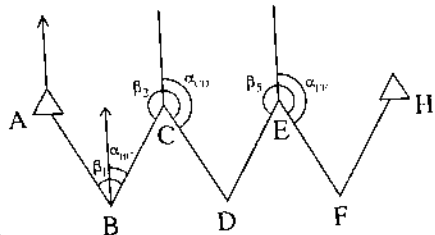
2. Trình tự thực hiện

2.1. Công tác chuẩn bị: Kiểm tra máy móc và dụng cụ trước khi thực hành.

2.2. Trình tự công việc chính và yêu cầu cần thiết

TT	Tên công việc	Thiết bị dụng cụ	Yêu cầu kỹ thuật
1	Tính toán đường chuyển kín	Máy toàn đạc, kinh vĩ, dụng cụ	Chính xác tính tới mm và giây.
2	Tính toán đường chuyển phù hợp	-nt-	Chính xác tính tới mm và giây.

2.3. Hướng dẫn chi tiết thực hiện các công việc

Tên công việc	Hướng dẫn
1. Đo đường chuyển toàn đạc  Hình 12.1 a. Đo góc bằng.	Nội dung đo đạc đường chuyển toàn đạc Khi chọn đường chuyển phải đảm bảo yêu cầu sau: + Điểm phải ở nơi có đường chuyển bao quát, thuận tiện cho việc đo vẽ, chi tiết, tại 1 điểm phải nhìn thấy 2 điểm bên cạnh. + Sau khi chọn và đánh dấu vị trí điểm ta chọn cọc gỗ để đánh dấu, trên đầu cọc dùng sơn đỏ ghi tên điểm máy. a) Khi đo góc bằng của đường chuyển kinh vĩ, có thể toàn đo góc bên phải hoặc bên trái đường chuyển theo hướng tiến, thuận chiều kim đồng hồ. - Nếu yêu cầu phải nối với điểm toạ độ nhà nước để chuyển toạ độ đến. + Khi mốc nhà nước ở xa khu vực đo phải lập đường chuyển để nối giữa mốc nhà nước và đường chuyển trong khu đo.

b. Đo độ dài cạnh

+ Khi mốc nhà nước ở gần phải đo thêm góc nối thông thường đo 2 góc nối để kiểm tra kết quả đo góc.

- Nếu khu vực đo độc lập phải đo góc định hướng của cạnh đầu đường chuyển.

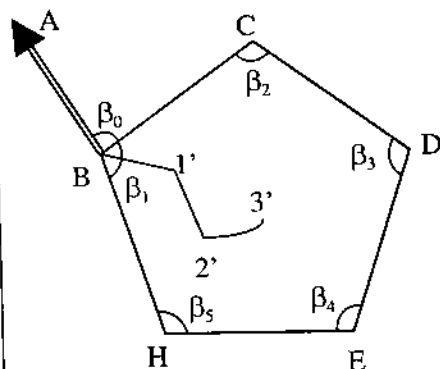
b) Độ dài đường chuyển toàn đạc bằng máy, sau đó kiểm tra bằng máy đo xa điện tử hoặc thước thép (đo đi - đo về) sai số tương đối yêu cầu $\Delta s/s = 1/1.000 - 1/2.000$.

Δs là sai số tương đối (hiệu 2 lần đo), s là độ dài trung bình của 2 lần đo.

2. Nội dung tính toán đường chuyển kinh vĩ

2.1. Dạng khép kín.

a. Bình sai về góc.



Hình 12.2

2.1. Sau khi tiến hành kiểm tra sơ bộ kết quả đo ta tiến hành bình sai

a. Bình sai về góc

- Kiểm tra sai số khép góc và hiệu chỉnh góc. Đường chuyển kín có n cạnh, phải đo độ dài n cạnh và $(n+1)$ góc để xác định $(n-1)$ điểm.

- Điều kiện bình sai là $2(n+1) - 2(n-1) = 3$

- Điều kiện hình học là $\sum \beta_n = 180(n-2)$ (a).

- Điều kiện số gia tọa độ $\sum \Delta x = 0$;
 $\sum \Delta y = 0$

Các bước tính bình sai như sau: Gọi $\sum \beta_{do}$ là $\sum$ các trị số góc đo được, vì góc có sai số nên $f_\beta = \sum \beta_{do} - \sum \beta_n$, (b) trong đó f_β là sai số khép góc.

Thay a vào b ta có:

$$f_\beta = \sum \beta_{do} - (n-2) \cdot 180^\circ$$

Sai số khép góc phải nhỏ hơn giới hạn cho phép $\Delta gh = 2.m$

Sai số giới hạn của tổng n góc trong đường chuyền kín sẽ được tính theo công thức:

$$f_{gh} = 2.m.\sqrt{n}$$

Quy định sai số trung phương cho phép 15" nên sai số khép giới hạn đo góc đường chuyền là $f_{\beta_{gh}} = \pm 2.15''\sqrt{n} = \pm 30''\sqrt{n}$

Nếu $f_{\beta} \geq f_{\beta_{gh}}$ thì phải đo lại.

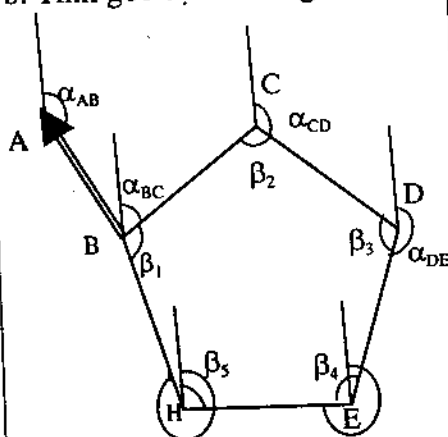
Nếu $f_{\beta} \leq f_{\beta_{gh}}$ thì điều kiện trên được thoả mãn và phân phối đều cho các góc, tức là tính hiệu chỉnh góc và sau khi hiệu

chỉnh theo công thức $V_{\beta} = -\frac{f_{\beta}}{n}$;

$$\beta'_i = \beta_{ido} + V_{\beta} = \beta_{ido} - \frac{f_{\beta}}{n}$$

Kiểm tra tính toán bằng cách lấy tổng $\sum \beta'$, phải bằng tổng góc lý thuyết.

b. Tính góc định hướng



Hình 12.3

b. Tính góc định hướng

Căn cứ vào góc định hướng cạnh đầu và các góc bằng β , tính ra góc định hướng các cạnh sau:

Ví dụ có đa giác khép kín, biết góc định hướng của cạnh AB là α_{AB} và biết $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$.
 Tìm góc định hướng của cạnh tiếp theo BC, CD, DE, EF, FB.

$$\alpha_{BC} = \alpha_{AB} + 180^\circ - \beta_1$$

$$\alpha_{CD} = \alpha_{BC} + 180^\circ - \beta_2$$

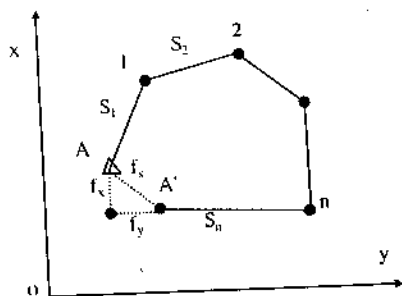
$$\alpha_{DE} = \alpha_{CD} + 180^\circ - \beta_3$$

$$\alpha_{EF} = \alpha_{DE} + 180^\circ - \beta_4$$

$$\alpha_{FB} = \alpha_{EF} + 180^\circ - \beta_5$$

$$\alpha_{cuối} = \alpha_{đầu} + (n + 1) 180^\circ - \sum \beta_2$$

c. Tính số gia tọa độ



Hình 12.4

$$c. \Delta x_i = S_i \cdot \cos \alpha_i$$

$$\Delta y_i = S_i \cdot \sin \alpha_i$$

Bình sai về số gia tọa độ vì góc bằng tuy đã được điều chỉnh nhưng vẫn chưa bằng giá trị thực của nó, nên góc α tính được sẽ có sai số, việc đo độ dài cạnh S cũng có sai số, nên gia số tọa độ tính được theo công thức trên chưa được chính xác, như điểm A' không trùng với điểm A , mà sinh ra sai số khép kín số gia tọa độ $a - a' = f$;

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

$$f_x = \sum \Delta x_i ; f_y = \sum \Delta y_i$$

Nếu gọi $p = \sum S$ ($\sum S$ là tổng chiều dài cạnh toàn đường chuyển) thì sai số khép kín của toàn đường sẽ là

$$K = \frac{f}{\sum S} = \frac{f}{p} \leq \frac{1}{2500}$$

+ Nếu K không cho phép phải kiểm tra lại độ dài

+ Nếu K đạt yêu cầu thì đổi dấu và phân phối f_x, f_y tỷ lệ thuận với độ dài cạnh đường chuyển ta có số điều chỉnh

$$V_{\Delta x_i} = - \frac{f_x}{p} \cdot S ; V_{\Delta y_i} = - \frac{f_y}{p} \cdot S$$

- Kiểm tra sau phân phối

$$\sum V_{\Delta x} = -f_x ; \sum V_{\Delta y} = -f_y$$

Số gia tọa độ sau khi điều chỉnh là:

$$\Delta x'_i = \Delta x_i + V_{\Delta x}$$

$$\Delta y'_i = \Delta y_i + V_{\Delta y}$$

Căn cứ vào toạ độ điểm đầu và gia toạ độ điểm sau khi điều chỉnh để tìm toạ độ các điểm đường chuyển

$$X_i = X_{i-1} + \Delta x'_i$$

$$Y_i = Y_{i-1} + \Delta y_i$$

Ví dụ: Kết quả đo tính toán đường chuyển kín: $P = 1137,7\text{m}$; $f_x = 0,29\text{m}$

$$f_y = +0,25\text{m}$$

$$\sum \beta_n \text{ đo} = 540^{\circ}01'$$

$$\sum \beta_n = (n-2) \cdot 180^{\circ} = 540^{\circ}00'$$

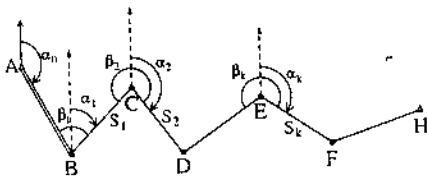
$$f_{\beta} = 540^{\circ}01' - 540^{\circ}00' = \pm 1'$$

$$f_{\text{bcf}} = 30'' \sqrt{5} = \pm 1'42''5$$

$$f = \sqrt{(0,29)^2 + (0,25)^2} = 0,38$$

$$f < \frac{f}{P} = \frac{0,381}{1137,7} = \frac{1}{2994} < \frac{1}{2000}$$

2.2. Bình sai và tính toán đường chuyển dạng phù hợp.



Hình 12.5

2.2. Tính toán đường chuyển phù hợp

Có 3 điều kiện bình sai là:

+ Góc định hướng

+ Hai điều kiện về số gia toạ độ

Tính sai số khép kín và bình sai góc chọn chiều tính đường chuyển theo chiều từ điểm 1,2...n khi đó β_1 nằm ở bên trái đường chuyển, nếu từ $B \Rightarrow A$ thì β_1 gọi là góc bên phải.

Căn cứ vào góc định hướng cạnh đầu và các góc bằng đo được để tính góc định hướng cạnh cuối:

Góc đo β nằm bên trái đường chuyển

Ta có công thức

$$\alpha_{BC} = \alpha_{AB} + \beta_0 - 180^\circ$$

$$\alpha_{CD} = \alpha_{BC} + \beta_1 - 180^\circ$$

...

$$\alpha_{EC} = \alpha_{DE} + \beta_5 - 180^\circ$$

$$\alpha_{cuối} = \alpha_{đầu} + \sum \beta_i - (n+1) 180^\circ$$

$$\sum \beta_i = \alpha_{cuối} - \alpha_{đầu} + (n+1) 180^\circ$$

Sai số khép góc sẽ tính theo công thức bên trái đường chuyển:

$$f_\beta = \sum \beta_{đo} - (\alpha_{cuối} - \alpha_{đầu}) + (n+1)180^\circ$$

Nếu góc β_2 nằm bên phải đường chuyển

$$f_\beta = \sum \beta_{đo} - (\alpha_{cuối} - \alpha_{đầu}) - (n+1)180^\circ$$

Kiểm tra sai số khép góc theo nhiều công thức và tính giá trị sau bình sai.

Ta có công thức tính sai số khép tọa độ như sau:

$$f_x = \sum \Delta_x - (X_B - X_A)$$

$$f_y = \sum \Delta_y - (Y_B - Y_A)$$

Ví dụ: Bình sai kết quả đo và tính tọa độ các điểm đường chuyển kinh vĩ, kết quả đo góc và đo chiều dài cạnh đường chuyển

$$B(X_B; Y_B). X_B = 2331240; Y_B = 50241627$$

$$C(X_C; Y_C). X_C = 2331260; Y_C = 502946,625$$

Tính sai số khép góc đường chuyển

$$f_\beta = \sum \beta_{đo} (\alpha_{CD} - \alpha_{AB} + 6.180^\circ)$$

$$\text{Thay số: } f_\beta = 0'9 = 54''$$

$$\text{Ta có } f_\beta < f_\beta \Rightarrow 54'' < 73''$$

Góc đo đạt yêu cầu

Tính số hiệu chỉnh góc đo

$$V_{\rho} = \frac{f_{\rho}}{n} = \frac{-(-0'9)}{6} = \frac{54''}{6} = +9''$$

c- Tính góc phương vị các cạnh (tương tự như đường chuyển kín)

d- Tính số gia tọa độ Δx ; Δy

e- Bình sai về số gia tọa độ:

Vì sai số đo góc và đo dài, nếu có sai số về vị trí cuối đường chuyển theo hướng trục x và y

$$\text{Là } \sum \Delta x' = f_x = \sum \Delta x' - (x_{\text{cuối}} - x_{\text{đầu}})$$

$$f_y = \sum \Delta y' - (y_{\text{cuối}} - y_{\text{đầu}})$$

$$\text{Sai số khép kín } f^2 = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

Tìm sai số tương đối $k = \frac{f_x}{p}$ nếu đạt thì phân phối sai số như đường chuyển kín

IV. KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ

Sau khi giáo viên hướng dẫn nội dung tính toán đường chuyển kinh vĩ

- Học sinh tự tính toán và bình sai số gia tọa độ, tính góc định hướng, tính tọa độ điểm đường chuyển và bình sai về góc, đảm bảo độ chính xác của kết quả tính và đảm bảo thời gian quy định.

- Kiểm tra tính toán của học sinh

TT	Nội dung	Điểm
1	Áp dụng công thức tính	2
2	Tính toán và bình sai đường chuyển toàn đạc	5
3	Kết quả đúng	3
	Cộng:	10

Bài 13

ĐO VẼ BẢN ĐỒ ĐỊA CHÍNH

I. MỤC TIÊU

- Học sinh hiểu được những kiến thức cơ bản về đo vẽ chi tiết lập bản đồ địa chính.
- Rèn luyện kỹ năng thực hành về đo vẽ, ghi sổ, đi mia.
- Đảm bảo an toàn máy móc thiết bị, dụng cụ, hoặc tài liệu.

II. KIẾN THỨC CHUYÊN MÔN

- Biết định tâm, cân bằng máy
- Hiểu được thao tác đo tại một trạm máy
- Hiểu được phương pháp toạ độ cực và các phương pháp giao hội.

III. THỰC HÀNH

1. Điều kiện thực hiện

1.1. Địa điểm: Sân trường.

1.2. Thiết bị: Máy kinh vĩ Theo - 020, DAHLTA - 010 B, chân máy và mia

1.3. Dụng cụ: Thước dài, ê ke, thước đo độ có núm, sổ ghi, bút, giấy Troky, kim, ghim, cặp to.

1.4. Thời gian thực hành: 5 tiết.

2. Trình tự thực hiện

2.1. Công tác chuẩn bị: Kiểm tra máy móc và dụng cụ trước khi thực hành.

2.2. Trình tự công việc chính và yêu cầu cần thiết

TT	Tên công việc	Thiết bị dụng cụ	Yêu cầu kỹ thuật
1	Định tâm máy, cân bằng máy	Máy toàn đạc, kinh vĩ, dụng cụ	Cân bằng chính xác, bọt ống thủy vào giữa.
2	Thao tác đo		
	2.1. Người đo		Chính xác tính tới mm và giây.
	2.2. Người vẽ	Bàn vẽ, giấy Troky, thước dài, thước đo độ có núm, kim ghim, kẹp giấy, chì, tẩy.	Vẽ theo số đọc của người ghi (khoảng cách và góc). - Vẽ nét chì kim lực nét nhỏ 0,2 mm. - Nối đúng giữa 2 điểm châm kim. - Lực nét của bút kim 0,2 mm.
	2.3. Người ghi sổ	Sổ ghi, bút	Người ghi phải nhớ ghi chú các góc thừa, điểm nối (râu trái - râu phải). Những điểm đặc trưng (Ví dụ: gần cột điện).
	2.4. Người đi mia	Mia, sổ ghi, bút	Vẽ sơ họa ngoài thực địa ghi chú điểm để đối chứng với người ghi sổ.

2.3. Hướng dẫn chi tiết thực hiện các công việc

Tên công việc	Hướng dẫn
1. Định tâm máy, cân bằng máy	Sau khi định tâm máy, cân bằng máy tiến hành đo tại trạm máy M1.
2. Thao tác đo 2.1. Người đo	2.1. Trách nhiệm của người đo trên trạm đo cần xác định hướng chuẩn (điểm cấp cao của nhà nước). Đưa số đọc về 0°00'00", đọc số khoảng cách trên mia và

Bài 13

ĐO VẼ BẢN ĐỒ ĐỊA CHÍNH

I. MỤC TIÊU

- Học sinh hiểu được những kiến thức cơ bản về đo vẽ chi tiết lập bản đồ địa chính.
- Rèn luyện kỹ năng thực hành về đo vẽ, ghi sổ, đi mia.
- Đảm bảo an toàn máy móc thiết bị, dụng cụ, hoặc tài liệu.

II. KIẾN THỨC CHUYÊN MÔN

- Biết định tâm, cân bằng máy
- Hiểu được thao tác đo tại một trạm máy
- Hiểu được phương pháp tọa độ cực và các phương pháp giao hội.

III. THỰC HÀNH

1. Điều kiện thực hiện

1.1. Địa điểm: Sân trường.

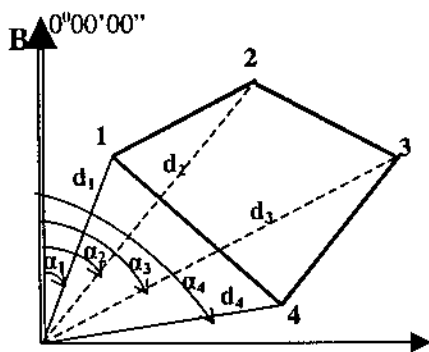
1.2. Thiết bị: Máy kinh vĩ Theo - 020, DAHLTA - 010 B, chân máy và mia

1.3. Dụng cụ: Thước dài, ê ke, thước đo độ có núm, sổ ghi, bút, giấy Troky, kim, ghim, cặp to.

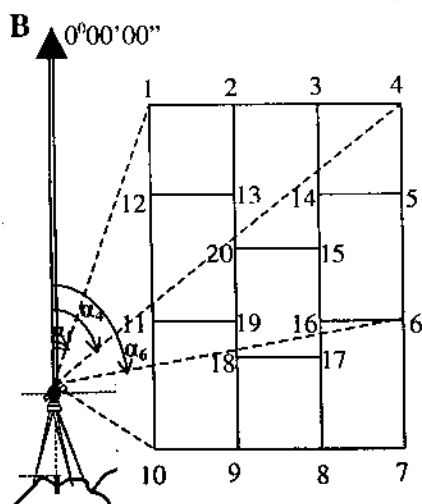
1.4. Thời gian thực hành: 5 tiết.

2. Trình tự thực hiện

2.1. Công tác chuẩn bị: Kiểm tra máy móc và dụng cụ trước khi thực hành.



Hình 13.1: Phương pháp
tọa độ cực



Hình 13.2

góc hướng dẫn cho người đi mĩa đi đúng hướng dự kiến và thông báo hướng chuẩn cho người vẽ sau khi đo hết điểm 1, 2, 3...

- Dùng phương pháp tọa độ cực (hình 13-1) để đo vẽ bản đồ địa chính đưa số đọc về $0^{\circ}00'00''$. Khoá vành độ ngang.

- Đưa ống kính ngắm tới điểm 1 qua bộ phận ngắm sơ bộ ngắm đúng mục tiêu.

- Nhìn vào ống kính, điều chỉnh dây chữ thập và ốc điều ảnh cho thật rõ ảnh.

- Dùng ốc vi động bất chính xác mục tiêu 1, đọc số khoảng cách và góc:

+ Điểm 1: K/C $d_1 = 30 \text{ m}$, $\alpha_1 = 50^{\circ}30'$

+ Điểm 2: " $d_2 = 45 \text{ m}$, $\alpha_2 = 123^{\circ}10'$

+ Điểm 3: " $d_3 = 58 \text{ m}$, $\alpha_3 = 187^{\circ}20'$

+ Điểm 4: " $d_4 = 32 \text{ m}$, $\alpha_4 = 206^{\circ}30'$

...

+ Điểm 10: " $d_{10} = 25 \text{ m}$, $\alpha_{10} = 287^{\circ}40'$

Ghi chú:

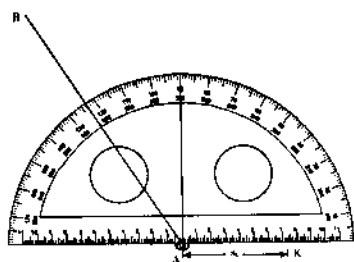
- Khi đo máy quay theo chiều thuận và ngược chiều kim đồng hồ đều được. Đo hết ô thửa này đến ô thửa khác (hình 13-4).

- Máy quay theo chiều thuận kim đồng hồ, đi theo chiều xoay tròn ốc, để vẽ hơn (hình 13-2).

2.2. Người vẽ

2.2. Chuẩn bị bàn vẽ và giấy vẽ, thước đo độ có núm, thước dài, chì, kim ghim, bút kim, compa, kẹp to.

Sau khi chuẩn bị dụng cụ, người vẽ phải định hướng chuẩn bằng hai đầu thước đo

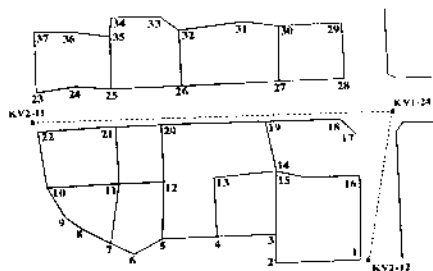


Hình 13.3:
Thước đo độ có nôm

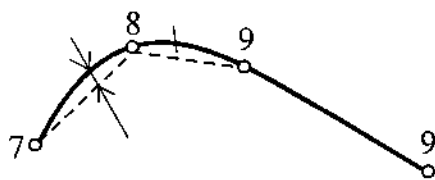
độ có nôm. Người vẽ chuyển hướng của trạm đo chi tiết theo số góc và khoảng cách của người đo thông báo theo tỷ lệ bản đồ.

Ví dụ: Nếu vẽ bản đồ tỷ lệ 1/500, $\alpha = 120^\circ$ thì khoảng cách ngoài thực địa là điểm 1: $40m \times 2 = 80m$. Vậy khoảng cách vẽ trên bản đồ là 8cm, chấm trên thước đo độ có nôm (hình 13-3). Tương tự như vậy sẽ vẽ được các điểm chi tiết khác theo phương pháp tọa độ.

2.3. Người đi mĩa



Hình 13.4



Hình 13.5

2.3. Trách nhiệm của người đi mĩa, xác định các điểm đặc trưng nhất của địa hình, địa vật, giúp cho bản đồ thể hiện được đầy đủ các yếu tố nội dung và mức độ chi tiết theo tỷ lệ bản đồ.

Ví dụ: Thể hiện các nét đặc trưng nhất của địa hình, địa vật như điểm 7,8,9 (hình 13-5).

Nếu đặt mĩa ở điểm 8 với điều kiện độ rộng nhất của cung $< 0,5$ mm trên bản đồ hoặc $< 0,5m$ ngoài thực địa có thể coi như đường thẳng.

+ Nếu $> 0,5m$ ngoài thực địa thì phải đặt thêm 2 điểm mĩa 7 và 9, chứ không nhất thiết có bờ mới đặt mĩa.

a) Đối với người đi mĩa: đi lần lượt các điểm đặc trưng, các góc thừa, đường cong theo 1 quy luật nhất định, thứ tự điểm này liên tục với điểm kia và theo 1 chiều quy ước trong quy phạm của 1 trạm đo.

Trong quy trình đi mia phải thông báo hướng của các đường nối, các góc thừa (râu trái, râu phải)

b) Người đi mia hợp lý hóa cho người ghi và người vẽ. Nếu chuyển hoạ trực tiếp ngoài thực địa thì người đi mia phải vẽ phác thảo đặt số thứ tự, và phải đối chứng với số thứ tự của người ghi và người vẽ.

2.4. Người ghi sổ và tính toán

2.4. Người ghi sổ ghi góc và khoảng cách của người đo, ghi chú điểm nối và các điểm đặc trưng.

Nếu vẽ các tỷ lệ bản đồ khác nhau thì phải tính ra khoảng cách đọc luôn cho người vẽ, ghi sổ và tính toán.

Ví dụ: *Sổ ghi chép đo vẽ ngoài thực địa*

Trạm máy	Góc độ	Khoảng cách		Ghi chú	
		1/1.000	1/500	Nối điểm	Đặc trung
M ₁	0°00'00"	35	70	1-2	
1	50°30'	30	60	2-3	
2	123°10'	45	90		
.					
.				9-10	
10	287°40'	25	50		
.					
.					
21	68°10'	28	156		

IV. KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ

Sau khi giáo viên hướng dẫn đo vẽ chi tiết bản đồ địa chính tại một trạm máy.

- Học sinh thao tác đo vẽ bản đồ địa chính độc lập với yêu cầu thấp (đảm bảo độ chính xác, không quy định thời gian).

- Thao tác từ kỹ năng trở thành kỹ xảo với yêu cầu cao (đảm bảo độ chính xác, đúng thời gian quy định).

- Gọi học sinh kiểm tra đánh giá bằng cách mỗi học sinh đo được một khu đất với tỷ lệ bản đồ 1/500.

Câu	Nội dung	Điểm
1	Người đo: Đọc số khoảng cách và góc chính xác tới mm và giây	3
2	Người vẽ và ghi sổ (chính xác, có đối chứng với người đi mia)	4
3	Người đi mia đi đúng hướng dự kiến, vẽ phác thảo, đánh số thứ tự để đối chứng với người ghi và người vẽ	3
	Cộng:	10

Bài 14

TÍNH DIỆN TÍCH THỪA ĐẤT

I. MỤC TIÊU

- Học sinh hiểu được những kiến thức cơ bản về cách tính diện tích để tính diện tích thửa đất.
- Rèn luyện kỹ năng thực hành về tính toán diện tích để tính diện tích thửa đất.
- Đảm bảo an toàn về tài liệu về và vật tư.

II. KIẾN THỨC CHUYÊN MÔN CHO BÀI THỰC HÀNH

- Nhớ lại các công thức toán học về hình học và lượng giác như diện tích tam giác, cách tính sin, cosin,...
- Biết cách sử dụng mẫu đo diện tích, biết đọc số trên mẫu đo diện tích.

III. THỰC HÀNH

1. Điều kiện thực hiện

- 1.1. Địa điểm: Tại phòng thực hành.
- 1.2. Thiết bị: Mẫu đo diện tích.
- 1.3. Dụng cụ: Giấy, bút, thước, chì, tẩy.
- 1.4. Thời gian thực hành: 10 tiết.

2. Trình tự thực hiện

- 2.1. Công tác chuẩn bị: Kiểm tra trí nhớ các công thức, tính diện tích và chuẩn bị các mẫu đo diện tích, giấy, vở, bài tập.

2.2. Trình tự công việc và yêu cầu cần thiết

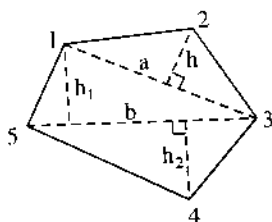
TT	Tên công việc	Thiết bị dụng cụ	Yêu cầu kỹ thuật
1	Tính diện tích thửa đất a. Áp dụng công thức. b. Tính toán.	Mẫu đo diện tích Thước, chì, tẩy	Kết quả tính phải nằm trong sai số cho phép

2.3. Hướng dẫn thực hiện chi tiết các công việc

2.3. Hướng dẫn thực hiện đo đạc thực địa

Tên công việc	Hướng dẫn																								
1. Sử dụng mẫu đo diện tích	Mẫu đo diện tích dài 20cm, rộng 10cm, chia làm 200 ô vuông, 1 ô vuông cạnh dài 1cm kẻ nét liền đậm. Mỗi một ô cạnh 1cm chia làm 25 ô vuông nhỏ cạnh 2mm. Một ô vuông nhỏ cạnh 2mm lại chia làm 2 theo nét đứt.																								
2. Tính diện tích thửa đất	Dùng kết quả đo chiều dài và đo góc ngoài thực địa để tính diện tích theo các công thức đã học của hình học và lượng giác như sau: $S_{\Delta} = \frac{ah}{2} \quad ; \quad S_{\square} = a \cdot \frac{h_1 + h_2}{2}$ a cạnh đáy h_1, h_2 là đường cao Tính diện tích của tứ giác Ví dụ: Ta đo được cạnh đáy $a = 78$; $h_1 = 23$; $h_2 = 25$ Thay số vào ta có: $S_{\square} = 78 \times \frac{23 + 25}{2} = 1872 \text{ m}^2$ Bảng tính diện tích theo mẫu đo diện tích <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tỷ lệ</th><th>1/1000m²</th><th>1/2000m²</th><th>1/4000m²</th><th>1/5000m²</th><th>1/10.000m²</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 ô vuông cạnh 1cm</td><td>100</td><td>400</td><td>1.600</td><td>2.000</td><td>10.000</td></tr> <tr> <td>1 ô vuông cạnh 2mm</td><td>4</td><td>16</td><td>64</td><td>100</td><td>400</td></tr> <tr> <td>1/2 ô vuông nhỏ</td><td>2</td><td>8</td><td>32</td><td>50</td><td>200</td></tr> </tbody> </table>	Tỷ lệ	1/1000m ²	1/2000m ²	1/4000m ²	1/5000m ²	1/10.000m ²	1 ô vuông cạnh 1cm	100	400	1.600	2.000	10.000	1 ô vuông cạnh 2mm	4	16	64	100	400	1/2 ô vuông nhỏ	2	8	32	50	200
Tỷ lệ	1/1000m ²	1/2000m ²	1/4000m ²	1/5000m ²	1/10.000m ²																				
1 ô vuông cạnh 1cm	100	400	1.600	2.000	10.000																				
1 ô vuông cạnh 2mm	4	16	64	100	400																				
1/2 ô vuông nhỏ	2	8	32	50	200																				

Hình 14.1



Hình 14.1

Chú ý: Nếu cùng một lúc cần tính diện tích trên những bản đồ có nhiều tỷ lệ khác nhau thì lúc đầu cứ tính trên bản đồ 1/1.000 rồi suy ra tỷ lệ thực tế của bản đồ.

Cạnh 2m	Tỷ lệ 1/1.000 = 4m ²
Cạnh 4m	Tỷ lệ 1/2.000 = 4m ² x 4 = 16m ²
Cạnh 8m	Tỷ lệ 1/4.000 = 4m ² x 16 = 64m ²
Cạnh 10m	Tỷ lệ 1/5.000 = 4m ² x 25 = 100m ²
Cạnh 20m	Tỷ lệ 1/10.000 = 4m ² x 100 = 400m ²
Cạnh 1m	Tỷ lệ 1/500 = 4 : 4 = 1m ²
Cạnh 0,4m	Tỷ lệ 1/200 = 4 : 25 = 0,16m ²

3. Sai số tính diện tích

Sự sai lệch giữa các lần tính diện tích được quy định như sau:

a. Một cách tính: Trước và sau khi chỉnh lý thì sai số được tính theo công thức như sau: $\Delta_S = 0,0004M\sqrt{S}$

Trong đó M là mẫu số của tỷ lệ bản đồ

S là diện tích

Cụ thể: Tuỳ theo tỷ lệ bản đồ ta tính được

$$+ \text{Tỷ lệ } 1/1.000 = 0,4 \sqrt{S}$$

$$+ \text{Tỷ lệ } 1/500 = 0,2 \sqrt{S}$$

$$+ \text{Tỷ lệ } 1/200 = 0,08 \sqrt{S}$$

Chú ý:

Nếu tính diện trên bản đồ 1/1.000 rồi suy ra các tỷ lệ bản đồ khác thì chỉ cần tính sai số của 1/1.000 là được.

Ví dụ: Tỷ lệ 1/1.000

Lần 1: Trước khi chỉnh lý $\Sigma 1870 \text{ m}^2$

Lần 2: Sau khi chỉnh lý $\Sigma 1890 \text{ m}^2$

Chênh lệch 20 m^2

$$\text{Sai số cho phép } 0,4\sqrt{1870} = 29 \text{ m}^2$$

Vậy $20 \text{ m}^2 < 29 \text{ m}^2$ nằm trong sai số cho phép.

$$\text{Tỷ lệ } 1/500 = \frac{1870}{4} = 467,5\text{m}^2$$

$$\text{Tỷ lệ } 1/200 = \frac{1870}{25} = 74,8\text{m}^2$$

b. Hai cách tính: (do 2 đường chéo khác nhau)

- Cách 1: Trước và sau khi chỉnh lý

- Cách 2: Trước và sau khi chỉnh lý

Sai số cho phép rộng hơn với tỷ lệ 1/1.000 thì

$$\Delta_S = 0,7 \sqrt{S}$$

IV. KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ

Sau khi giáo viên hướng dẫn làm bài tập mẫu

- Học sinh làm bài tập tính diện tích bằng hình vẽ, dùng mẫu đo diện tích để tính diện tích thửa đất

- Yêu cầu đảm bảo độ chính xác tới mm

- Tính diện tích với hai lần tính khác nhau phải nằm trong sai số cho phép

- Kiểm tra và cho điểm

Câu	Nội dung	Điểm
1	Áp dụng đúng công thức tính diện tích	2
2	Thay số và tính toán (tính bằng hai cách)	5
3	Đáp số đúng	3
	Cộng:	10

Bài tập

Tính diện tích trước và sau khi chỉnh lý khu đất (có hình vẽ) với tỷ lệ bản đồ 1/1000; 1/500; 1/200. Vẽ 20 hình khác nhau. Tính 1 cách và 2 cách.

1 cách: Trước và sau khi chỉnh lý thì sai số cho phép là $fs_d = 0,4\sqrt{S}$

2 cách: Tính hai hình chéo khác nhau thì sai số cho phép là $fs_d = 0,7\sqrt{S}$

Bài 15

CHỈNH LÝ BẢN ĐỒ

I. MỤC TIÊU

- Học sinh hiểu được những kiến thức cơ bản về chỉnh lý bản đồ.
- Rèn luyện kỹ năng thực hành về chỉnh lý bản đồ.
- Đảm bảo an toàn tài liệu và vật tư.

II. KIẾN THỨC CHUYÊN MÔN CHO BÀI THỰC HÀNH

- Biết vẽ hình trước và sau khi chỉnh lý.
- Biết tính diện tích trước và sau khi chỉnh lý.
- Biết được sự biến động về thay đổi các yếu tố không gian của thửa đất, chia nhỏ, ghép nhập thửa đất làm cho chúng thay đổi hình dạng kích thước diện tích...
- Thay đổi mục đích sử dụng đất nông, lâm nghiệp sang đất giao thông, thủy lợi.
- Thay đổi về chủ sử dụng đất, đây là yếu tố thay đổi nhiều nhất.

III. THỰC HÀNH

1. Điều kiện thực hiện

1.1. Địa điểm: Tại phòng thực hành.

1.2. Thiết bị: Mẫu đo diện tích.

1.3. Dụng cụ: Sổ đo, vở bài tập, bút, v.v.

1.4. Thời gian thực hành: 3 tiết

2. Trình tự thực hiện

2.1. Công tác chuẩn bị: Kiểm tra lại các công thức về tính diện tích và chuẩn bị mẫu đo diện tích, giấy bút.

2.2. Trình tự công việc chính và yêu cầu cần thiết

TT	Tên công việc	Thiết bị dụng cụ	Yêu cầu kỹ thuật
1	Mục đích chỉnh lý bản đồ địa chính	Thước dài, giấy, bút	- Đảm bảo chỉ tiêu kỹ thuật đối với bản đồ địa chính. - Đáp ứng được yêu cầu sử dụng. - Mức độ biến động < 40% mới được phép chỉnh lý.
2	Hiệu chỉnh bản đồ địa chính	- nt -	- Rút ngắn được quy trình lập bản đồ địa chính. - Nâng cao hiệu quả kinh tế trong việc lập bản đồ địa chính. - Kịp thời đưa tài liệu vào sử dụng.

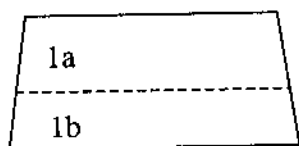
2.3. Hướng dẫn chi tiết thực hiện các công việc

Tên công việc	Hướng dẫn
1. Mục đích chỉnh lý bản đồ địa chính	Bản đồ chỉnh lý < 40% Để cho bản đồ và hồ sơ địa chính luôn phù hợp với thực tế sử dụng đất đai, người sử dụng đất phải đăng ký biến động đất với cơ quan quản lý nhà đất, cơ quan quản lý đất đai của cơ sở tiếp nhận hồ sơ, xem xét tính đầy đủ hợp pháp của hồ sơ, lập báo cáo lên cơ quan quản lý đất cấp huyện hoặc tỉnh xét duyệt. Các cơ quan chức năng phải xem xét tính hợp pháp của hồ sơ, khi có đầy đủ cơ sở pháp lý thì cho phép thực hiện biến động đất và ra quyết định cấp giấy chứng nhận mới cho người sử dụng đất.

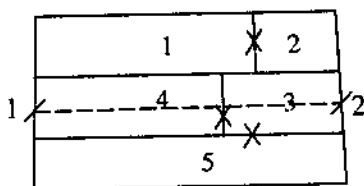
2. Hiệu chỉnh bản đồ địa chính

Hiệu chỉnh bản đồ địa chính là công việc thường xuyên của cơ quan quản lý đất đai. Việc cập nhật hiệu chỉnh thường xuyên hàng ngày do cán bộ địa chính xã và phòng địa chính huyện thực hiện. Việc thực hiện theo định kỳ 5 năm sẽ do cơ quan quản lý đất đai cấp sở và cấp bộ quyết định về tổ chức thực hiện.

Mục đích của việc cập nhật bản đồ địa chính là để đảm bảo cho các yếu tố nội dung bản đồ phù hợp với hiện trạng sử dụng đất. Nội dung chỉnh lý cập nhật bản đồ địa chính bao gồm các yếu tố không gian như hình dạng, kích thước, diện tích thửa đất và các yếu tố liên quan khác như số thứ tự thửa đất, phân loại đất theo mục đích sử dụng. Chỉ có các biến động đất đai hợp pháp, có đủ cơ sở pháp lý mới được cập nhật trên bản đồ, ví dụ như quyết định giao đất, thu hồi đất, cho phép chuyển nhượng, thừa kế quyền sử dụng đất, quyền sở hữu nhà ở, quyết định cho phép chuyển đổi mục đích sử dụng đất.



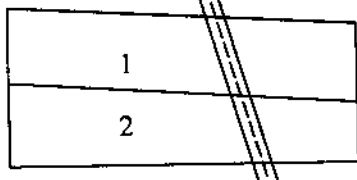
Hình 15.1: Thửa chưa bị cắt



Hình 15.2: Gộp thửa rồi chia

Quy trình đo đạc cập nhật và hiệu chỉnh bản đồ địa chính gồm:

- Trước hết tiến hành đo đạc thực địa để xác định sự thay đổi các yếu tố không gian của thửa đất so với hiện trạng của thửa trên bản đồ địa chính đang quản lý.
- Dùng mực đỏ gạch bỏ các yếu tố cũ và vẽ các yếu tố mới lên bản đồ.
- Tiến hành đánh số mới cho các thửa đất vừa chỉnh lý theo nguyên tắc: Khi hợp nhất các thửa đất thì giữ nguyên số thứ tự nhỏ nhất của các thửa đất còn các số thứ tự khác sẽ được gạch bỏ.



Hình 15.3:
Đào mương đường

Khi chia thửa đất thành nhiều thửa nhỏ thì ghi số hiệu thửa đất mới tiếp theo số thứ tự thửa đất cuối cùng của tờ bản đồ hoặc giữ nguyên số thứ tự của thửa cũ và thêm vào các chữ cái A, B, C, A', B', C'... để đặt tên cho các thửa nhỏ và chia tách.

Sau khi chỉnh sửa bản đồ địa chính cần tiến hành chỉnh sửa tất cả các hồ sơ địa chính liên quan đang được lưu trữ ở các cơ quan quản lý đất đai từ cấp xã đến huyện, tỉnh.

IV. KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ

Sau khi giáo viên hướng dẫn cách chỉnh lý khu dân cư và đất canh tác

- Học sinh chỉnh lý độc lập và tính toán
- Biết trích lục bản đồ địa chính, biết tách thửa, gộp thửa
- Biết chỉnh lý khu dân cư, đất canh tác
- Kiểm tra đánh giá

Câu	Nội dung	Điểm
1	Vẽ hình trước khi chỉnh lý	4
2	Biết chia tách thửa, gộp thửa, chỉnh lý xây dựng cơ bản, làm đường đào mương, chỉnh lý khu dân cư...	6
	Cộng:	10

Bài 16

QUY TRÌNH ĐO VẼ BẢN ĐỒ ĐỊA CHÍNH

I. MỤC TIÊU

- Học sinh hiểu được quy trình đo, vẽ bản đồ địa chính
- Rèn luyện kỹ năng thực hành đo vẽ bản đồ địa chính
- Đảm bảo an toàn thiết bị máy móc, dụng cụ, tài liệu

II. KIẾN THỨC CHUYÊN MÔN CHO BÀI THỰC HÀNH

- Chuẩn bị đầy đủ máy móc, dụng cụ cần thiết
- Hiểu được quy trình đo vẽ bản đồ gồm mấy bước
- Biết vẽ bản đồ theo đường chuyên kinh vĩ, toàn đạc
- Biết ghi sổ và tính toán
- Biết đi mia theo một quy luật nhất định trong giới hạn của một trạm đo.

III. THỰC HÀNH

1. Điều kiện thực hiện

- 1.1. Địa điểm: Sân trường (thực địa)
- 1.2. Thiết bị: Máy móc, chân máy, mia
- 1.3. Dụng cụ: Thước dài
- 1.4. Thời gian thực hành: 14 tiết

2. Trình tự thực hiện

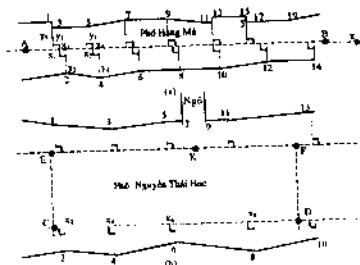
- 2.1. Kiểm tra thiết bị dụng cụ vật tư

2.2. Trình tự công việc chính và yêu cầu cần thiết

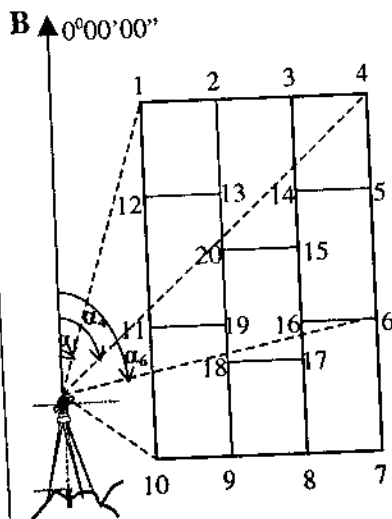
TT	Tên công việc	Thiết bị dụng cụ	Yêu cầu kỹ thuật
1	Định tâm máy - Cân bằng máy	Máy kinh vĩ Theo - 020A; Theo - 020B	
2	Quy trình đo vẽ bản đồ địa chính	Máy kinh vĩ, chân máy, mìa	Khoảng cách đo chính xác tới mm Độ chính xác tới giây
2.1	Chuẩn bị máy móc, dụng cụ. Khảo sát thực địa	Kiểm tra, kiểm nghiệm dụng cụ máy móc, bàn vẽ giấy Troky, tài liệu bản đồ	Máy có độ chính xác - sai số không quá 30''
2.2	Lưới khống chế đo vẽ		Dẫn lưới cấp cao về lưới đo vẽ chi tiết
2.3	Đo vẽ chi tiết ngoại nghiệp	Máy kinh vĩ Theo - 020B, mìa, sổ ghi, bút	Cần phải tăng dày các điểm trạm đo
2.4	Lên mực bản gốc Tính diện tích lập bảng kê diện tích Biên tập bản đồ địa chính	Dụng cụ: bút kim lực nét 0,2mm Sổ - Bảng thống kê diện tích	Yêu cầu lực nét của bút kim = 0,2mm Tính diện tích chính xác không sai số quá giới hạn cho phép 1-3% phải tính 2 lần sai số không vượt quá giới hạn $\Delta p = 0,4\sqrt{S}$
2.5	Kiểm tra đánh giá chất lượng bản đồ bàn giao bản đồ tài liệu	Thước dài, compa, bút kim	Nếu sai số 1-3% là tốt 3-5% khá 5-10% trung bình > 10% yếu

2.3. Hướng dẫn chi tiết

TT	Tên công việc	Hướng dẫn
1	Chuẩn bị máy móc, dụng cụ Khảo sát thực địa	Sau khi chuẩn bị máy móc dụng cụ xong xuống cơ sở phải khảo sát thực địa chọn máy, đặt máy sao cho ngắm tới các điểm ngắm rõ nhất.
2	Lưới khống chế đo vẽ	Dẫn lưới cấp cao về lưới đo vẽ chi tiết
3	Đo vẽ chi tiết ngoại nghiệp 3.1. Người đo	Sau khi định tâm máy, cân bằng máy tiến hành 3.1. Trách nhiệm của người đo trên trạm đo cần xác định hướng chuẩn (hướng Bắc - đưa số đọc về $0^{\circ}00'00''$), đọc số khoảng cách trên mia và góc hướng dẫn cho người đi mia đi đúng hướng dự kiến và thông báo hướng chuẩn cho người vẽ sau khi đo hết điểm 1, 2, 3... - Dùng phương pháp toạ độ cực để đo vẽ bản đồ địa chính đưa số đọc về $0^{\circ}00'00''$. Khoá vành độ ngang. - Đưa ống kính ngắm tới điểm 1 qua bộ phận ngắm sơ bộ ngắm đúng mục tiêu. - Nhìn vào ống kính, điều chỉnh dây chữ thập và ốc điều ảnh cho thật rõ ảnh. - Dùng ốc vi động bắt chính xác mục tiêu 1, đọc số khoảng cách và góc: + Điểm 1: K/C $d_1 = 30\text{ m}$, $\alpha = 50^{\circ}30'$ + Điểm 2: " $d_2 = 45\text{ m}$, $\alpha = 123^{\circ}10'$ + Điểm 3: " $d_3 = 58\text{ m}$, $\alpha = 187^{\circ}20'$... + Điểm 10: " $d_{10} = 25\text{ m}$, $\alpha = 287^{\circ}40'$ <i>Ghi chú:</i> - Khi đo máy quay theo chiều thuận và ngược chiều kim đồng hồ đều được.

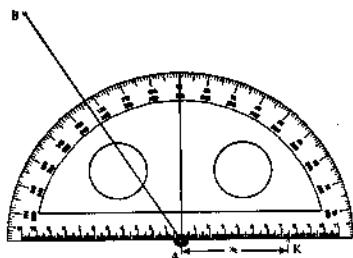


Hình 16.1



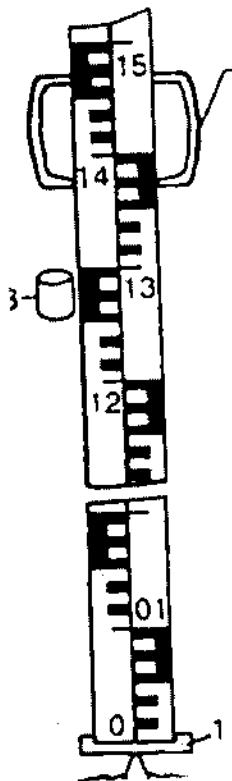
Hình 16.2

3.2. Người vẽ đồ họa



Hình 16.3:
Thước đo độ có núm

3.3. Người đi mìn



Hình 16.4. Mìn

Đo hết ô thửa này đến ô thửa khác (hình 16-1).

- Máy quay theo chiều thuận kim đồng hồ, đi theo chiều xoay tròn ốc, để vẽ hơn (như hình vẽ 16-2).

3.2. Chuẩn bị bàn vẽ và giấy vẽ, thước đo độ có núm, thước dài, chì, kim ghim, bút kim, compa, kẹp to.

Sau khi chuẩn bị dụng cụ, người vẽ phải định hướng chuẩn bằng hai đầu thước đo độ có núm. Người vẽ chuyển hướng của trạm đo chỉ tiết theo số góc và khoảng cách của người đo thông báo theo tỷ lệ bản đồ.

Ví dụ: Nếu vẽ bản đồ tỷ lệ 1/500, góc $\alpha = 120^\circ$ và khoảng cách ngoài thực địa là điểm 1: $40m \times 2 = 80m$. Vậy khoảng cách vẽ trên bản đồ là 8cm (hình 16-3). Trên thước đo độ có núm, tương tự như vậy sẽ vẽ được các điểm chỉ tiết khác theo phương pháp tọa độ.

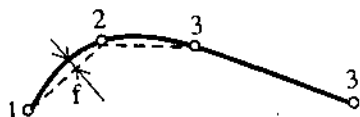
3.3. Trách nhiệm của người đi mìn, xác định các điểm đặc trưng nhất của địa hình, địa vật, giúp cho bản đồ thể hiện được đầy đủ các yếu tố nội dung và mức độ chi tiết theo bản đồ.

Ví dụ: Thể hiện các nét đặc trưng nhất của địa hình, địa vật như điểm 1,2,3.

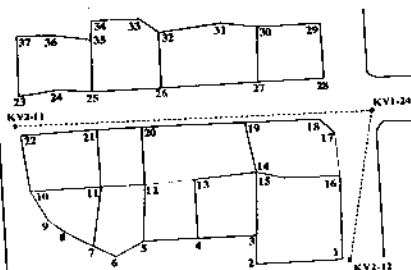
+ Nếu đặt mìn ở điểm 2 với điều kiện độ rộng nhất của cung $< 0,5$ mm trên bản đồ hoặc $< 0,5$ m ngoài thực địa có thể coi như đường thẳng.

+ Nếu $> 0,5m$ ngoài thực địa thì phải đặt thêm 2 điểm mìn 1 và 3, chứ không nhất thiết có bờ, mới đặt mìn

a) Đối với người đi mìn: đi lần lượt các điểm đặc trưng, các góc thửa, đường



Hình 16.5



Hình 16.6

3.4. Người ghi số

Cong theo 1 quy luật nhất định, thứ tự điểm này liên tục với điểm kia và theo 1 chiều quy ước trong quy phạm của 1 trạm đo.

Trong quy trình đi mìa phải thông báo hướng của các đường nối, các góc thừa (râu trái, râu phải).

b) Đối với 2 người đi mìa: hợp lý hóa cho người ghi và người vẽ. Nếu chuyển họa trực tiếp ngoài thực địa thì người đi mìa phải vẽ phác thảo đặt số thứ tự, người đi mìa phải đối chứng với số thứ tự của người ghi và người vẽ.

3.4. Người ghi số, ghi số góc và khoảng cách của người đo, ghi chú điểm nối, và các điểm đặc trưng.

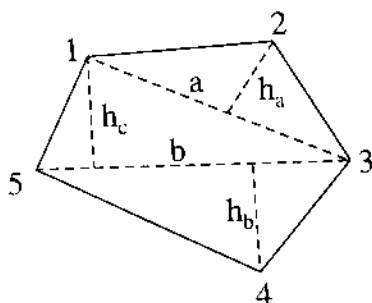
Nếu vẽ các tỷ lệ bản đồ khác nhau thì phải tính ra khoảng cách đọc luôn cho người vẽ, ghi số và tính toán.

Ví dụ: Sổ ghi chép đo vẽ ngoài thực địa

Trạm máy	Góc độ	Khoảng cách		Ghi chú	
		1/1.000	1/500	Nối điểm	Đặc trưng
M ₁	0°00'00"	35	70		
1	50°30'	30	60	1-2	
2	123°10'	45	90	2-3	
.					
10	287°40'	25	50	9-10	
.					
21	68°10'	28	156		M ₂
M ₁ đến	0°00'00"	28	156		
M ₂					

4

Công tác nội nghiệp (Vẽ bản đồ tu chỉnh, tiếp biên, lên mục bản gốc, đánh số thửa, tính diện tích)



Hình 16.7

Sau khi đo xong về phòng vẽ bản đồ tu chỉnh tiếp biên bản vẽ

Lên mục bản đồ gốc với lực nét 0,2mm đánh số thửa, diện tích $L \frac{1}{180}$ thẳng

đúng song song với khung bản đồ và cao 2mm. Tính diện tích ô thửa bằng mẫu đo diện tích chia ra các hình tam giác để tính theo các công thức tính diện tích (S) đã học của hình học

$$S = \frac{1}{2} a h_a$$

$$S_{hv} = b \cdot \frac{h_b + h_c}{2}$$

$$S = \frac{1}{2} a \cdot h_a + b(h_b + h_c)$$

- Lập bảng tổng hợp diện tích

Số thửa	Chủ sd khu	T.số m ²	Lúa	T.cư	Rau	Ao
1	...	200	200			
2	...	300			300	
Cộng		500	200		300	

5

Kiểm tra chất lượng bản đồ và bàn giao tài liệu

(Khung - kiểu chữ - kích thước chữ, ký hiệu ghi diện tích, số thửa, loại ruộng đất. Theo quy trình, quy phạm cho phép, sau đó nhân bản)

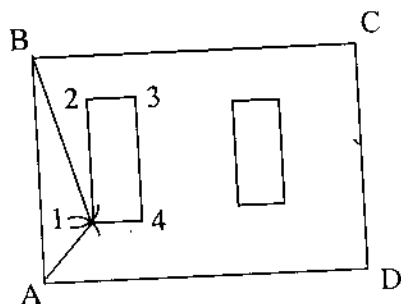
Kiểm tra sổ sách đã ngoại

Kiểm tra ghép biên

Kiểm tra đánh giá

- Địa vật dáng đất

- Kiểm tra bản vẽ



Hình 16.8

- Đánh giá chất lượng bản đồ
Kiểm tra chất lượng bản đồ bằng cách kiểm tra theo đường chéo; kéo thước từ điểm cố định A vào điểm 1, rút theo tỷ lệ bản đồ, quay được 1 cung tròn, từ điểm cố định B kéo thước về điểm 1, rút theo tỷ lệ bản đồ ta quay compa cắt nhau tại điểm 1 (hình 16-8). Nếu trùng, coi như bản đồ đo, vẽ đúng (Sai số, nằm trong sai số cho phép). Muốn chính xác hơn ta lấy điểm cố định thứ 3 quay về điểm 1. Trong 1.000 điểm, kiểm tra 10 điểm

Nếu thấy sai số:

Từ 1-3% là loại chất lượng tốt

Từ 3-5 % là khá

Từ 5-10% là trung bình

>10% phải đo lại

Sau khi kiểm tra xong bàn giao tài liệu

Tất cả các tài liệu gồm: bản vẽ gốc, số đo chi tiết được tổng hợp để giao nộp cho đoàn đội, thành quả đo, vẽ gồm:

- Bản đồ gốc
- Sơ đồ lưới khống chế đo bề mặt bằng độ cao
- Sơ đồ mặt bằng đo độ cao cạnh
- Các số đo chi tiết
- Số tính diện tích và bảng tổng hợp diện tích
- Lý lịch từng tờ bản đồ
- Các biên bản kiểm tra nghiệm thu nội và ngoại nghiệp về các tư liệu và tài liệu khác.

IV. KIỂM TRA ĐÁNH GIÁ

Sau khi giáo viên hướng dẫn quá trình thành lập bản đồ địa chính.

- Học sinh thao tác độc lập về từng bước của quy trình đo vẽ bản đồ theo yêu cầu.

- Học sinh rèn kỹ năng thực hành nhanh dần thao tác đo được lập đi lập lại nhiều lần, người đi mia và người ghi sổ được rèn luyện đức tính tác phong công nghiệp, trung thực khách quan, chính xác. Đảm bảo từ kỹ năng trở thành kỹ xảo.

- Sản phẩm quá trình đo vẽ là bản đồ hiện trạng sử dụng đất tại Tây Mỗ.

- Kiểm tra cho điểm theo nhóm.

- Bản đồ chia theo nhóm 3-4 học sinh.

TT	Nội dung	Điểm
1	Thao tác đo ngoại nghiệp	5
2	Công tác nội nghiệp (lên mục bản gốc, tính diện tích, lập bảng kê diện tích, biên tập bản đồ)	5
	Cộng:	10

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] *Báo cáo xây dựng hệ quy chiếu và hệ tọa độ quốc gia*. Hà Nội, 1998.
- [2] *Hướng dẫn sử dụng Microstation*. Phòng đồ họa Intergraph, 1997.
- [3] *Hướng dẫn sử dụng “ Hệ thống phần mềm FAMIS & CADD ”*
Tổng cục Địa chính, Hà Nội, 1997
- [4] *Ký hiệu bản đồ địa chính tỷ lệ 1: 500, 1:1000, 1:2000 và 1:5000*.
Tổng cục Địa chính, Hà Nội, 1999.
- [5] *Luật đất đai*. Hà Nội, 1993.
- [6] *Luật đất đai* (sửa đổi). Hà Nội, 1998 và 2003.
- [7] *Nghị định số 181/2004/NĐ-CP về thi hành luật đất đai*. Hà Nội, 10-2004
- [8] *Quy phạm đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ 1: 500, 1: 1000, 1: 2000 và 1: 5000*. Cục Đo đạc bản đồ nhà nước, Hà Nội, 1976
- [9] *Quy phạm thành lập bản đồ địa chính tỷ lệ 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10000 và 1: 25000*. Tổng cục Địa chính, Hà Nội, 1999.
- [10] *Các phương pháp Trắc địa bản đồ trong quản lý đất đai* - Nguyễn Trọng San, Đại học Mỏ-Địa chất, 1996.
- [11] *Trắc địa cơ sở* - Nguyễn Trọng San, Đào Quang Hiếu, Đinh Công Hoà.
Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội, 2002.
- [12] *Đo đạc địa chính* - Nguyễn Trọng San, Đại học Mỏ-Địa chất, 2002.
- [13] *GPS Satellite surveying* - Alfred Leick. Printed in the United States of America. TA 595-5 L45, 1994.
- [14] *Spravochnik geosezista* - V.D. Bolsakov,... Moskva 1985.
- [15] *Teoria matematitrexkoi obrabotki geodezi- trexkix izmerenhii* - V.D. Bolsakov, Iu.I.Markyze - Moskva, 1977.

- [16] *Đo đạc địa chính* - Chung Bảo Kỳ. (Bản tiếng Trung Quốc). Trường đại học Trắc Hội Vũ Hán, 1996.
- [17] *Surveying - Theory and Practice* - Jmes M. Anderson, Edward M. Mikhail. WCB McGraw - Hill, New York, 1997.
- [18] *Electronic Total Station TC605*, Leica, 1998.
- [19] *Geodezia* - K. Mikhailovich., Moskva, 1984.
- [20] *Land Information Managament* -Peter F. Dale and John D. McLaughlin. Clarendon press, Oxford, 1980.
- [21] *Le Cadastre de la France* - Stephane Lavigne. Presse Universitaires de France, 1996.
- [22] *Giáo trình đo đạc đại cương* - Phan Khang, Nguyễn Đình Thi, Lê Văn Hưng, Tạ Ngọc Linh Hải - Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp, 1969.
- [23] *Giáo trình đo đạc phổ thông* - trường Trung học Kỹ thuật Thuỷ lợi, Nhà xuất bản Nông nghiệp - Năm 1987
- [24] *Trắc địa đại cương* - PGS.TS. Phạm Văn Chuyên, Nhà xuất bản Xây dựng - Năm 2003
- [25] *Quy phạm thành lập bản đồ địa chính khu vực đô thị*. Tỷ lệ 1/200; 1/500; 1/1000 năm 1996.

MỤC LỤC

Lời giới thiệu.....	3
Lời nói đầu.....	5
Phần mở đầu.....	7
I. Khái niệm về trắc địa.....	7
II. Khái niệm về địa chính.....	8
III. Vai trò của trắc địa - địa chính trong đời sống xã hội.....	9
IV. Lịch sử phát triển của Trắc địa - Địa chính	12
V. Đối tượng nghiên cứu của môn học	17
Phần một. NHỮNG KIẾN THỨC CHUNG	19
Chương 1. KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ TRÁI ĐẤT VÀ BẢN ĐỒ	19
I. Các đơn vị đo dùng trong trắc địa.....	19
II. Khái niệm về hình dạng và kích thước của trái đất	22
III. Bản đồ và tỷ lệ bản đồ.....	25
IV. Hệ tọa độ trên mặt cầu và hệ độ cao	29
V. Khái niệm về các phép chiếu bản đồ và hệ tọa độ vuông góc phẳng.....	31
VI. Ảnh hưởng của độ cong trái đất đến các đại lượng đo.....	39
VII. Định hướng đường thẳng	42
Chương 2. SAI SỐ TRONG ĐO ĐẠC	49
I. Khái niệm về các phép đo và sai số đo	49
II. Tiêu chuẩn đánh giá độ chính xác các kết quả đo trực tiếp.....	54
III. Sai số trung phương của hàm số các đại lượng đo	56
IV. Trị trung bình cộng và sai số trung phương của nó	61
V. Trọng số và trị trung bình cộng mang trọng số.....	65

Phần hai. MÁY ĐO ĐẶC VÀ ỨNG DỤNG.....	71
Chương 3. ĐO GÓC	71
I. Nguyên lý đo góc	71
II. Máy kinh vĩ	73
III. Phương pháp đọc số máy kinh vĩ quang học	84
IV. Kiểm nghiệm và hiệu chỉnh máy kinh vĩ.....	88
V. Phương pháp đo góc bằng	95
VI. Bàn độ đứng và phương pháp đo góc đứng	102
Chương 4. ĐO KHOẢNG CÁCH	111
I. Khái niệm về phương pháp đo khoảng cách	111
II. Phương pháp đo khoảng cách trực tiếp bằng thước thép	112
III. Đo khoảng cách bằng máy kinh vĩ quang học có dây thị cự thẳng.....	122
IV. Đo khoảng cách bằng máy toàn đạc quang học có dây thị cự cong	127
V. Nguyên lý đo khoảng cách bằng máy đo xa điện tử.....	130
Chương 5. ĐO CAO	138
I. Nguyên lý đo cao.....	138
II. Máy thủy chuẩn có độ chính xác trung bình.....	141
III. Mía thủy chuẩn	146
IV. Kiểm nghiệm - điều chỉnh máy và mía thủy chuẩn.....	148
V. Trình tự thao tác và tính toán trong đo thủy chuẩn	156
VI. Sai số và các quy định kỹ thuật đo thủy chuẩn.....	162
VII. Đo cao lượng giác	169
Phần ba. LƯỚI TỌA ĐỘ ĐỊA CHÍNH.....	175
Chương 6. LƯỚI KHỐNG CHẾ MẶT BẰNG	175
I. Khái niệm	176
II. Xây dựng lưới tọa độ địa chính	186
III. Hai bài toán thuận và nghịch tọa độ vuông góc phẳng	195
IV. Bố trí và đo đạc đường chuyền kinh vĩ trên thực địa	198

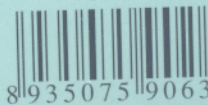
V. Tính toán đường chuyển kinh vĩ	203
VI. Xác định điểm khống chế theo các phương pháp giao hội	210
VII. Thành lập đường chuyển toàn đạc	217
Chương 7. LƯỚI KHỐNG CHẾ ĐỘ CAO	220
I. Khái niệm lưới khống chế độ cao	220
II. Xây dựng lưới thủy chuẩn kỹ thuật	224
III. Lưới đo cao lượng giác.....	229
Phần bốn. THÀNH LẬP VÀ SỬ DỤNG BẢN ĐỒ ĐỊA CHÍNH	233
Chương 8. ĐO VẼ VÀ CHỈNH LÝ BẢN ĐỒ ĐỊA CHÍNH	233
I. Bản đồ địa chính	234
II. Khái quát quy trình công nghệ thành lập bản đồ địa chính theo phương pháp đo trực tiếp ở thực địa	249
III. Công tác chuẩn bị.....	251
IV. Chêm dày điểm trạm đo.....	254
V. Đo vẽ chi tiết bản đồ địa chính bằng máy kinh vĩ theo phương pháp toạ độ cực	256
VI. Phương pháp chọn điểm và đặt mìn đo chi tiết	262
VII. Các phương pháp đo vẽ chi tiết khác	264
VIII. Công tác nội nghiệp	267
IX. Kiểm tra chất lượng bản đồ địa chính	278
X. Chỉnh lý bản đồ địa chính	279
XI. Ứng dụng công nghệ mới trong thành lập bản đồ địa chính	282
XII. Quy trình thành lập bản đồ số địa chính trên phần mềm FAMIS.....	302
Chương 9. QUẢN LÝ VÀ SỬ DỤNG BẢN ĐỒ ĐỊA CHÍNH	314
I. Quản lý bản đồ địa chính.....	314
II. Sử dụng bản đồ địa chính ở thực địa	318
III. Sử dụng bản đồ địa chính ở trong phòng.....	320
IV. Một số dạng đo phục vụ công tác quản lý đất đai	327

Phần thực hành	335
<i>Bài 1: Cấu tạo và nguyên lý đọc số của máy kinh vĩ Theo - 020 B.....</i>	<i>335</i>
<i>Bài 2: Cấu tạo và nguyên lý đọc số của máy toàn đạc DAHLTA-010 B.....</i>	<i>339</i>
<i>Bài 3: Phương pháp đo góc đơn.....</i>	<i>342</i>
<i>Bài 4: Phương pháp đo góc toàn vòng</i>	<i>345</i>
<i>Bài 5: Phương pháp đo lặp.....</i>	<i>348</i>
<i>Bài 6: Đo góc đứng.....</i>	<i>352</i>
<i>Bài 7: Đo chiều dài bằng máy</i>	<i>356</i>
<i>Bài 8: Đo chiều dài bằng thước thép (thước dây)</i>	<i>361</i>
<i>Bài 9: Đo cao thủy chuẩn</i>	<i>364</i>
<i>Bài 10: Đo cao lượng giác</i>	<i>370</i>
<i>Bài 11: Hai bài toán thuận, nghịch tọa độ</i>	<i>373</i>
<i>Bài 12: Bố trí đo đạc và tính toán đường chuyền toàn đạc</i>	<i>377</i>
<i>Bài 13: Đo vẽ bản đồ địa chính.</i>	<i>385</i>
<i>Bài 14: Tính diện tích thửa đất</i>	<i>391</i>
<i>Bài 15: Chính lý bản đồ.....</i>	<i>395</i>
<i>Bài 16: Quy trình đo vẽ bản đồ địa chính.....</i>	<i>399</i>
<i>Tài liệu tham khảo</i>	<i>407</i>

BỘ GIÁO TRÌNH XUẤT BẢN NĂM 2005
KHỐI TRƯỜNG TRUNG HỌC NÔNG NGHIỆP

1. TRỒNG TRỌT CƠ BẢN
2. DI TRUYỀN VÀ CHỌN GIỐNG CÂY TRỒNG
3. KỸ THUẬT TRỒNG RAU
4. KỸ THUẬT TRỒNG CÂY ĂN QUẢ
5. KỸ THUẬT TRỒNG HOA CÂY CẢNH
6. SINH LÝ THỰC VẬT
7. THỔ NHƯỠNG, NÔNG HÓA
8. BẢO VỆ THỰC VẬT
9. ĐĂNG KÝ VÀ THỐNG KÊ ĐẤT ĐAI
10. QUẢN LÝ HỆ THỐNG THỦY NÔNG
11. ĐẤT VÀ BẢO VỆ ĐẤT
12. ĐO ĐẠC ĐỊA CHÍNH
13. QUẢN LÝ NHÀ NƯỚC VỀ ĐẤT ĐAI
14. CHĂN NUÔI THÚ Y CƠ BẢN
15. CHĂN NUÔI LỢN
16. CHĂN NUÔI TRÂU BÒ
17. PHÁP LỆNH THÚ Y VÀ KIỂM NGHIỆM SẢN PHẨM VẬT NUÔI
18. DINH DƯỠNG VÀ THỨC ĂN VẬT NUÔI
19. VỆ SINH VẬT NUÔI
20. DƯỠC LÝ THÚ Y
21. GIẢI PHẪU SINH LÝ VẬT NUÔI
22. KỸ SINH TRÙNG THÚ Y
23. KINH TẾ NÔNG NGHIỆP
24. AN TOÀN LAO ĐỘNG
25. MÁY VÀ THIẾT BỊ NÔNG NGHIỆP
26. SỬ DỤNG VÀ QUẢN LÝ THIẾT BỊ ĐIỆN
27. CƠ HỌC KỸ THUẬT
28. KỸ THUẬT ĐO LƯỜNG VÀ DUNG SAI LẮP GẮP
29. VỀ KỸ THUẬT CƠ KHÍ
30. GIA CÔNG CƠ KHÍ
31. CẤU TẠO VÀ SỬA CHỮA ĐỘNG CƠ ĐỐT TRONG
32. VẬT LIỆU KỸ THUẬT
33. NHIÊN LIỆU DẦU MỠ

10162785



8 935075 9063

Giá: 53.000đ