BỘ LAO ĐỘNG THƯƠNG BINH VÀ XÃ HỘI
TRƯỜNG CĐ NGHỀ KỸ THUẬT CÔNG NGHỆ
TP.HỒ CHÍ MINH

GIÁO TRÌNH
ĐO ĐẠC XÂY DỰNG

(Dùng cho trình độ Cao Đẳng Nghề và Trung Cấp Nghề)

Tp, HCM, tháng 8 năm 2014

LỜI GIỚI THIỆU

Xã hội chúng ta đang trong giai đoạn xây dựng cơ sở hạ tầng, công tác đo đạc xây dựng là một phần công việc không thể thiếu trong quá trình xây dựng các công trình hiện đại trên quy mô lớn. Đo đạc xây dựng đảm bảo thực hiện các công tác:

- *Khảo sát địa hình khu vực*
- *Đo đạc, quy hoạch, quản lý đất đai*
- *Đảm bảo công tác trắc địa trong quá trình thi công*

Để nắm bắt được và có khả năng thực hiện các nội dung công việc trên, người cán bộ kỹ thuật cần được trang bị những kiến thức về ***trắc địa đại cương*** *và bổ sung các kỹ năng về* ***trắc địa xây dựng thực hành.***

Quyển giáo trình ĐO ĐẠC XÂY DỰNG này được xây dựng gồm 7 bài:

Bài 1: Xác định hệ tọa độ trong trắc địa
Bài 2: Tính toán tỉ lệ bản đồ
Bài 3: Tính toán sai số đo và đánh giá kết quả đo
Bài 4: Đo góc
Bài 5: Đo dài
Bài 6: Đo cao
Bài 7: Đo diện tích

Giáo trình này được lưu hành nội bộ, có thể dùng làm giảng dạy và học tập môn ĐO ĐẠC XÂY DỰNGtạitrường Cao đẳng nghề Kỹ thuật công nghệ Tp. Hồ Chí Minh.

Xin chân thành cảm ơn Chủ nhiệm bộ môn, các bạn đồng nghiệp trong bộ môn Xây dựng, Trường Cao đẳng nghề kỹ thuật công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh đã đóng góp nhiều ý kiến bổ sung hoàn chỉnh bản thảo.

Giáo trình này mới được biên soạn lần đầu, nên còn có rất nhiều vấn đề khó tránh khỏi thiếu sót. Rất mong nhận được nhiều góp ý của bạn đọc và đồng nghiệp để quyển giáo trình được hoàn thiện hơn.

Địa chỉ liên hệ: Bộ môn Xây dựng – Khoa Cơ khí chế tạo – Trường Cao đẳng nghề Kỹ thuật Công nghệ Tp. Hồ Chí Minh 502 Đỗ Xuận Hợp, Phường Phước Bình, Q. 9, Tp. Hồ Chí Minh.

Tp. Hồ Chí Minh, ngày 25 tháng 08 năm 2014

Biên soạn:

Lê Quang Hòa

GIỚI THIỆU CHUNG

1. Nhiệm vụ của ngành trắc địa:

1.1 *Khái niệm*:

Trắc địa là một ngành khoa học về quả đất, có nhiệm vụ đo vẽ bản đồ một khu vực trên mặt đất hoặc bản đồ bề mặt quả đất, xác định hình dạng và kích thước quả đất.

1.2 *Các chuyên ngành trắc địa*:

Tùy theo phạm vi đo vẽ rộng lớn hay nhỏ hẹp, trắc địa được chia ra:

- *Trắc địa phổ thông*: nghiên cứu việc đo vẽ bản đồ một khu vực nhỏ trên mặt đất. Ví dụ: khu vực xây dựng công trình thủy lợi, cầu đường, nhà cửa,…Vì khu vực đo vẽ rất nhỏ so với toàn bộ mặt quả đất nên có thể coi mặt đất là một mặt phẳng; mọi công tác đo đạc, tính toán sẽ đơn giản.

- *Trắc địa cao cấp*: nghiên cứu việc đo vẽ bản đồ một khu vực rộng lớn trên bề mặt quả đất. Ví dụ: bản đồ một huyện, một tỉnh, bản đồ toàn quốc…, xác định hình dạng và kích thước quả đất. Vì khu vực đo vẽ rộng lớn nên phải xét đến độ cong của quả đất; mọi công tác đo đạc, tính toán phải thực hiện trên mặt cầu.

2. Vai trò của trắc địa trong đời sống xã hội:

- Trắc địa là một ngành điều tra cơ bản, cung cấp những tài liệu ban đầu cho nhiều ngành khác nhau như giao thông, xây dựng, thủy lợi, quốc phòng v.v…

- Đối với các ngành kinh tế quốc dân nói chung, đặc biệt đối với các ngành xây dựng cơ bản – trắc địa luôn giữ vị trí quan trọng hàng đầu. Có thể thấy rõ điều này khi nghiên cứu các giai đoạn để thực hiện một công trình: một con đường quốc lộ, một chiếc cầu, một trạm thủy điện, một khu dân cư,…

- Để thực hiện một công trình trên mặt đất, công việc của một người kỹ sưphải lần lượt qua 5 giai đoạn: quy hoạch, khảo sát, thiết kế, thi công và nghiệm thu, quản lý.

2.1 *Giai đoạn quy hoạch:*như quy hoạch xây dựng, quy hoạch thủy lợi, quy hoạch nông nghiệp, quy hoạch lâm nghiệp, người kỹ sư phải sử dụng những bản đồ tỉ lệ nhỏ, trên đó vạch ra những phương án xây dựng công trình, vạch ra kế hoạch tổng quát nhất về khai thác và sử dụng công trình.

2.2 *Giai đoạn khảo sát:*người kỹ sư phải biết đề xuất các yêu cầu đo vẽ bản đồ tỷ lệ lớn hơn tại những khu vực ở giai đoạn quy hoạch dự kiến xây dựng công trình.

2.3 *Giai đoạn thiết kế:*người kỹ sư phải có kiến thức sâu sắc về trắc địa để tính toán, thiết kế các công trình trên bản đồ, mặt cắt địa hình.

2.4 *Giai đoạn thi công:*người kỹ sư phải có kiến thức về công tác trắc địa để đưa công trình đã thiết kế trên giấy ra ngoài mặt đúng vị trí, kích thước đã thiết kế, theo dõi khối lượng thi công hằng ngày…

2.5 *Giai đoạn quản lý và nghiệm thu:* đâylà giai đoạn cuối cùng, người kỹ sư phải có hiểu biết về công tác đo đạc kiểm tra lại vị trí, kích thước của công trình đã xây dựng.

3. **Tóm tắt lịch sử phát triển ngành trắc địa:**

- Lịch sử phát triển khoa học trắc địa trên thế giới gắn chặt với lịch sử phát triển của loài người, đồng thời nó có sử liên hệ khăng khít với các ngành khoa học khác như: Toán, Vật lý, Hóa học, Địa lý,…

3.1 *Trên thế giới*:

- Vào khoảng 3000 năm trước công nguyên, ở sông Nin (Ai Cập) hàng năm nước lũ dâng lên, xóa ranh giới ruộng, mất đất ở hai bên bờ sông. Điều đó buộc con người phải sử dụng những dụng cụ, phương pháp thích hợp để phân chia lại đất đai. Đó là nguồn gốc xuất phát đầu tiên của ngành Trắc địa.

- Sau Ai Cập là nước Hy Lạp có nền văn hóa phát triển lâu đời. Ngày nay, trong những số di tích còn để lại, có những kiến trúc khá độc đáo. Điều đó chứng tỏ họ đã biết tiến hành công tác Trắc địa để phục vụ cho kiến trúc và xây dựng, tuy chỉ là thô sơ.

- Vào khoảng thời gian từ năm 276 đến 194 trước công nguyên, nhà thiên văn học Eratosten đã tiến hành đo độ dài kinh tuyến của quả đất và ông đã xác định một cách gần đúng chiều dài của nó.

- Đến thế kỷ thứ XV quốc gia Nga tiến hành đo đạc phân chia ranh giới đất đai của mình. Đến thế kỷ XVII họ đã lập được tờ bản đồ cỡ (2x3m) vùng Xibêri khá chi tiết.

- Đến thế kỷ XVIII nhà bác học Dalambe đã đo được độ dài kinh tuyến quả đất qua Pari và đặt ra đơn vị đo lường quốc tế: 1m=1:40.000.000độ dài kinh tuyến qua Pari.

- Đến thế kỷ XIX, nhà bác học Gaoxo đã tìm ra phương pháp hình chiếu thích hợp từ mặt đất lên mặt trụ, rồi trải ra thành mặt phẳng và phương pháp "số bình phương nhỏ nhất" làm cơ sở cho việc bình sai và đánh giá độ chính xác kết quả đo đạc.

- Đến năm 1940 nhà Trắc địa Liên Xô, giáo sư Krasôpxki đã tính ra được kích thước quả đất với số liệu đáng tin cậy mà hiện nay các nước XHCN đang dùng.

3.2 *Ở nước ta:*

- Ngay từ khi còn là nước Âu Lạc, việc xây dựng thành Cổ loa xoáy trôn ốc là một công trình kiến trúc đòi hỏi phải áp dụng kiến thức của khoa học Trắc địa.

- Thời nhà Đinh, Lê việc xây dựng kinh đô Hoa Lư (Ninh Bình). Đến thời nhà Lý dời kinh đô về Thăng Long, việc thiết kế xây dựng đường sá, cầu cống… không thể không sử dụng đến kiến thức trắc địa được.

- Đặc biệt dưới thời nhà Lê, năm 1467 Lê Thánh Tôn đã cho người khảo sát núi, sông đo đạc để lập bản đồ, đến năm 1496 tập bản đồ "Đại Việt hồng đức" ra đời, cũng từ đó dụng cụ Trắc địa được hình thành và phát triển khá phong phú.

- Từ ngày hòa bình lập lại Đảng, chính phủ ta đã quan tâm đúng mức đến ngành Trắc địa. Tháng 10/1959 đã thành lập "Cục đo đạc và bản đồ" tiến hành lập lại mạng lưới Trắc địa trên toàn miền Bắc, đo vẽ bản đồ các vùng miền Bắc.

- Công tác đào tạo đội ngũ cán bộ khoa học Trắc địa cũng được đẩy mạnh. Song song với việc gửi đi đào tạo ở nước ngoài, nước ta từ một bộ môn nhỏ của khoa Mỏ thuộc trường Đại học Bách khoa Hà Nội (năm 1962) đến nay nước ta có một khoa khá lớn trong trường Đại học Mỏ địa chất. Hàng năm đào tạo cho đất nước hàng trăm kỹ sư Trắc địa để phục vụ cho các ngành kinh tế quốc dân.

Bài 1: XÁC ĐỊNH HỆ TỌA ĐỘ TRONG TRẮC ĐỊA

1. ĐỊNH VỊ ĐIỂM TRÊN MẶT ĐẤT VÀ KHÁI NIỆM VỀ MẶT GEOID, ELLIPSOID

1.1 ĐỊNH VỊ ĐIỂM TRÊN MẶT ĐẤT

- Một điểm bất kỳ trên mặt đất được định vị bằng 3 yếu tố: 2 yếu tố tọa độ và 1 yếu tố độ cao.
- *Tọa độ có thể là*: Tọa độ địa lý , tọa độ phẳng vuông góc Gauss-Kruger tọa độ phẳng vuông góc UTM , v.v…
- *Cao độ có thể là*: cao độ quốc gia, cao độ giả định, v.v…
- Các hệ tọa độ và độ cao phần lớn đều liên quan đến khái niệm mặt Geoid và mặt Ellipsoid.
- <u>*Chú ý*</u>: ***Trong trắc địa sử dụng hệ tọa độ Gauss***

1.2 KHÁI NIỆM VỀ MẶT GEOID

- Bề mặt trái đất có diện tích khoảng 510,2 triệu km2, trong đó đại dương chiếm gần 71% còn lục địa 29%, nên có thể coi mặt nước biển toàn cầu là mặt tổng quát của trái đất. Từ khái niệm này, người ta đưa ra định nghĩa về mặt Geoid và nhận nó đặc trưng cho hình dạng của trái đất.

  Định nghĩa:

  Mặt nước biển trung bình yên tĩnh, kéo dài xuyên qua các lục địa, hải đảo làm thành một mặt cong khép kín được gọi là "Mặt Geoid" hay "Mặt nước gốc trái đất"

- Mặt Geoid có đặc tính: Tại mọi điểm phương dây dọi đều vuông góc với nó.
- Có thể coi mặt Geoid đã định nghĩa bên trên là mặt **Geoid toàn cầu**.
- Mặt Geoid đi qua mực nước biển trung bình nhiều năm tại một trạm nghiệm triều của mỗi nước được gọi là được gọi là mặt **Geoid cục bộ**. Mặt này được lấy làm **mặt quy chiếu của hệ thống độ cao** của mỗi nước.
- Nước ta lấy mặt Geoid cục bộ đi qua mực nước biển trung bình nhiều năm tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu – Đồ Sơn – Hải Phòng làm mặt quy chiếu độ cao của **Hệ độ cao quốc gia**. Tại đây có cao độ bằng "0"

1.3 KHÁI NIỆM VỀ MẶT ELLIPSOID

- Vì vật chất phân bố không đều trong lòng trái đất, tốc độ quay và vị trí trục quay của trái đất luôn thay đổi, nên mặt Geoid có dạng rất phức tạp, không biểu diễn được bằng các phương trình toán học.
- Do đó không thể dùng mặt Geoid làm mặt quy chiếu để biểu diễn mặt đất tự nhiên dưới dạng bản đồ.
- Mặt toán học Ellipsoid, là mặt bầu dục tròn xoay hơi dẹt ở hai cực, có dạng rất gần với mặt Geoid, nên được nhận làm mặt toán học của trái đất.
- **Mặt Ellipsoid duy nhất gần trùng với mặt Geoid phải có:**
  - Khối lượng tương đương với khối lượng Geoid
  - Trọng tâm trùng với trọng tâm của Geoid
  - Tổng bình phương các khoảng cách từ Ellipsoid tới Geoidlà cực tiểu.

- **Mặt Ellipsoid có đặc tính:**phươngcủa dây dọi tại mọi điểm không vuông góc với mặt Ellipsoid mà lệch đi một góc , được gọi là **độ lệch dây dọi**, có trị số trung bình bằng
- Mặt Ellipsoid được lấy làm **mặt quy chiếu tọa độ** các điểm trên mặt đất.
- Kích thước của Ellipsoid, đồng thời là kích thước của trái đất, là bán kính lớn **a**, bán kính nhỏ **b** và độ dẹt

(1 – 1)

- Các đại lượng **a**, **b**, được nhiều nhà khoa học trên thế giới xác định dựa vào các số liệu đo đạc trực tiếp trên mặt đất hoặc các số liệu đo từ vệ tinh.

- Bảng 1 – 1 ghi các kích thước đã được sử dụng ở Việt Nam từ trước tới nay

Bảng 1 – 1

№	Tác giả	Nước	Năm	Bán kính lớn a (m)	Bán kính nhỏ b (m)	Độ dẹt
1	Everest	Anh	1830	6.377.276	6.356.075	1:300,8
2	Clark	Anh	1880	6.378.249	6.356.515	1:293,5
3	Krasovski	Nga	1940	6.378.245	6.356.863	1:298,3
4	WGS84	Mỹ	1984	6.378.137	6.356.752,3	1:298,257

Để làm mặt quy chiếu tọa độ:

- Trước năm 1995, Đông Dương, bao gồm Việt Nam, sử dụng Ellipsoid Clark
- Ở Miền Nam Việt Nam từ 1955 – 1975 sử dụng Ellipsoid Everest.
- Ở Miền Bắc Việt Nam từ 1972 – 1975 và cả nước từ 1975 – 1999, sử dụng Ellipsoid Krasovski, trong hệ tọa độ Nhà nước Hà Nội – 72 (HN-72).
- Từ năm 2000 trở về sau, Việt Nam chuyển qua dùng Ellipsoid quốc tế WGS84 (World Geodetic System 1984) để lập hệ tọa độ quốc gia VN – 2000.

1.4 MỘT SỐ TRƯỜNG HỢP ĐẶC BIỆT

- Khi Ellipsoid được định vị tốt, thì chênh lệch khoảng cách lớn nhất giữa mặt Geoid với mặt Ellipsoid không vượt quá 150m, nên trong một số trường hợp có thể coi *mặt Geoid trùng với mặt Ellipsoid*.
- Vì trị số dẹt của Ellipsoid trái đất rất nhỏ , nên trong trường hợp đo đạc khu vực nhỏ, độ chính xác thấp, có thể coi *mặt Geoid có dạng mặt cầu* có bán kính R=6371,11 *km*.
- Vì trái đất có bán kính lớn (R=6371,11 *km*), khi biểu diễn khu đất hẹp **<314km^2** (khu đất có đường kính) có thể coi *mặt Geoid là mặt phẳng nằm ngang*.

2. HỆ TỌA ĐỘ ĐỊA LÝ

- Hệ tọa độ địa lý có mặt chiếu là mặt Ellipsoid, đường chiếu là phương dây dọi.
- Đường tọa độ cơ bản của hệ tọa độ địa lý là kinh tuyến và vĩ tuyến.

- **Kinh tuyến** là giao tuyến của mặt phẳng chứa trục quay trái đất PP_1 và mặt Ellipsoid.
- **Kinh tuyến gốc** là kinh tuyến đi qua đài thiên văn Greenwich ở ngoại ô London.

- **Vĩ tuyến** là giao tuyến của mặt phẳng vuông góc với trục quay trái đất và mặt Ellipsoid.
- **Vĩ tuyến gốc** là đường xích đạo.

- Vị trí điểm N bất kỳ trên mặt đất (hình 1 – 3) được xác định bằng tọa độ địa lý của hình chiếu n của nó trên mặt Ellipsoid và độ cao H_n.
- Tọa độ địa lý của điểm n là **độ kinh địa lý** và **độ vĩ địa lý**.
- **Độ kinh địa lý của điểm n là góc nhị diện hợp bởi mặt phẳng chứa kinh tuyến đi qua điểm n với mặt phẳng chứa kinh tuyến gốc.**
- Độ kinh địa lý nằm trong khoảng từ kinh tuyến gốc 0^0 sang Đông 180^0 gọi là **Độ kinh Đông** và từ kinh tuyến gốc 0^0sang Tây 180^0 gọi là **Độ kinh Tây**.

- **Độ vĩ địa lý của điểm n là góc hợp bởi đường dây dọi qua điểm n với mặt phẳng xích đạo.**
- Độ vĩ địa lý nằm trong khoảng từ kinh tuyến gốc 0^0 lên phía Bắc 90^0 gọi là Độ vĩ Bắc, và từ xích đạo 0^0 xuống phía Nam 90^0 gọi là Độ vĩ Nam.
- Điểm n trên hình 1 – 3 được tính theo Độ kinh Đông và Độ vĩ Bắc.
- Thành phố Hồ Chí Minh có tọa độ địa lý từ đến Độ kinh Đông và từ đến Độ vĩ Bắc.
- Độ kinh và độ vĩ địa lý được xác định từ kết quả đo thiên văn, nên tọa độ địa lý còn được gọi là **tọa độ thiên văn**.

3. PHÉP CHIẾU GAUSS VÀ HỆ TỌA ĐỘ PHẲNG VUÔNG GÓC GAUSS – KRUGER

3.1 PHÉP CHIẾU GAUSS – PHÉP CHIẾU HÌNH TRỤ NGANG ĐỒNG GÓC

Để thực hiện một khu vực lớn trên bề mặt trái đất lên mặt phẳng trước đây thường sử dụng phép chiếu Gauss.

- Trong phép chiếu Gauss, trái đất được chia thành 60 múi chiếu 6^0, đánh số từ 1 đến 60, kể từ kinh tuyến gốc Greenwich san Đông, vòng qua Tây bán cầu rồi trở về kinh tuyến gốc (hình 1-4)
- Mỗi múi chiếu được giới hạn bởi **Kinh tuyến Tây** và **Kinh tuyến Đông**
- **Kinh tuyến giữa** của các múi chiếu còn gọi là **Kinh tuyến trục**, chia múi chiếu làm hai phần đối xứng (hình 1-5)
- Để tính độ kinh của 3 kinh tuyến đặc trưng nói trên của mỗi múi chiếu ta chỉ cần tính cho kinh tuyến Đông, sau đó tùy theo vị trí của múi chiếu, trừ đi hoặc cộng thêm 3^0 để có được độ kinh của kinh tuyến giữa và trừ đi hoặc cộng thêm 6^0 để được độ kinh của kinh tuyến Tây.

  Ghi chú:
  - Đối với múi chiếu 6^0 có số thứ tự n từ 1 đến 30 được tính bằng "***độ kinh Đông Đ***"

    (1 – 2)
  - Các múi chiếu có số thứ tự từ 31 đến 60, có độ kinh Tây giảm khi n tăng, được tính bằng "***độ kinh Tây***" theo các công thức:

    (1 – 3)

Ví dụ:

Múi 27:

Múi 34:

Tính đồng góc:

- **Mang tính đồng góc, nghĩa là các góc trên mặt Ellipsoid vẫn giữ nguyên khi chiếu lên mặt phẳng chiếu, còn chiều dài bị biến dạng.**
- Hệ số biến dạng chiều dài trên kinh tuyến giữa , tại bất kỳ vị trí nào khác trên múi chiếu
- Trên cùng vĩ tuyến nhưng càng xa kinh tuyến trục hoặc trên cùng kinh tuyến nhưng càng gần xích đạo thì tỉ lệ biến dạng chiều dài càng lớn.

❖ **Bài tập:**

1/ Tọa độ địa lý điểm A là . Hãy xác định số thứ tự múi n chứa điểm A và vị trí của A trong múi chiếu này.

Giải

Ta có: độ kinh Đông

Áp dụng công thức:

Vậy điểm A thuộc múi chiếu n=18 và nằm lệch về phía Bắc.

2/ Tọa độ địa lý của Tp. HCM là . Hãy xác định số thứ tự múi n và vị trí của Tp. HCM trong múi chiếu này.

3.2 HỆ TỌA ĐỘ PHẲNG VUÔNG GÓC GAUSS – KRUGER

- Mỗi múi chiếu là 1 múi tọa độ phẳng vuông góc
- Để Y không có trị số âm, thuận lợi cho việc tính toán, qui ước chuyển trục X về trái 500km.
- Tung độ X có trị số dương kể từ gốc tọa độ 0 về phía Bắc và trị số âm từ gốc tọa độ về phía Nam
- Trái đất có 60 múi tọa độ 6^0. Để chỉ tọa độ của một điểm trên mặt đất nằm ở múi tọa độ nào, thường ghi bên trái hoành độ *số thứ tự của múi chiếu*.

- Ví dụ: điểm M có , nằm ở nửa bên phải múi tọa độ thứ **18**, cách xích đạo về phía Bắc , cách kinh tuyến trục của múi 18 một khoảng bằng .
- Nước ta nằm ở Bắc bán cầu, trên múi tọa độ thứ 18, 19 và 20 nên có trị số X luôn dương và hai chữ số đầu của Y là 18, 19 hoặc 20.

❖ **Bài tập:**

1/ Cho điểm B có tọa độ . Hãy xác định số thứ tự múi n chứa điểm B và vị trí của B trong múi chiếu này.

Giải

Ta có điểm B () điểm B nằmở nửa bên phải múi tọa độ thứ 17, cách xích đạo về phía Bắc , cách kinh tuyến trục của múi 17 một khoảng bằng .

4. PHÉP CHIẾU VÀ HỆ TỌA ĐỘ PHẲNG VUÔNG GÓC UTM

4.1 PHÉP CHIẾU UTM

- Phép chiếu UTM cũng là phép chiếu hình trụ ngang đồng góc, nhưng không tiếp xúc với mặt Ellipsoid tại kinh tuyến trục như trong phép chiếu Gauss, mà cắt nó theo hai **cát tuyến**, cách đều kinh tuyến trục 180km đối với múi chiếu 6^0, và 90km đối với múi chiếu 3^0.
- Hệ số biến dạng chiều dài K_0=1 trên 2 cát tuyến. Trên kinh tuyến trục K_0=0,9996 đối với múi chiếu 6^0 và K_0=0,9999 đối với múi chiếu 3^0.
- Cách chiếu như vậy sẽ giảm được sai số biến dạng chiều dài ở gần biên và phân bố khá đều trong phạm vi múi chiếu (gần giống như cách chia thành múi 3^0 ở phép chiếu Gauss). Đây chính là ưu điểm của phép chiếu UTM so với phép chiếu Gauss.

4.2 HỆ TỌA ĐỘ PHẲNG VUÔNG GÓC UTM

- Trục tung, trục hoành trong hệ tọa độ UTM được ký hiệu là X(N) và Y (E).
- Trong hệ tọa độ phẳng vuông góc UTM trục X cũng chuyển về bên trái kinh tuyến trục 500km (hình 1 – 8).
- Tung độ X của gốc tọa độ ở Bắc bán cầu là 0, nhưng ở Nam bán cầu là 10.000km, có nghĩa là gốc "0" tọa độ ở Nam bán cầu được dời xuống gần đỉnh Nam cực.
- Việt Nam nằm ở Bắc bán cầu, nên dù tính theo hệ tọa độ Gauss hay hệ tọa độ UTM thì tọa độ cũng tính như nhau.

- Hiện nay, nước ta sử dụng hệ tọa độ VN-2000 theo phép chiếu và hệ tọa độ UTM, lấy Ellipsoid WGS-84 làm mặt quy chiếu, có điểm gốc tại Viện nghiên cứu Địa chính Hà Nội.
- Phép chiếu UTM cũng chia trái đất thành 60 múi chiếu 6^0, nhưng kinh tuyến Tây của múi chiếu thứ nhất không phải là kinh tuyến gốcmà là kinh tuyến 180^0T (kinh tuyến giữa 177^0T, kinh tuyến Đông 174^0T).
- Từ đó Việt Nam được tính nằm trên 3 múi chiếu thứ 48, 49 và 50.
- Độ kinh địa lý của các kinh tuyến Đông (), Giữa () và Tây () của múi chiếu 6^0 thứ n, có trị số từ 1 đến 30, được tính bằng "*độ kinh Tây*" theo các công thức:

(1 – 4)

- Các múi chiếu có số từ 31 đến 60, vì ở phía độ kinh Đông, nên độ kinh địa lý của các kinh tuyến Đông (), Giữa () và Tây () được tính bằng "*độ kinh Đông*" theo các công thức:

(1 – 5)

Ví dụ:
Múi 15:
Múi 45:
- Tọa độ điểm M trong hệ Gauss là (), trong hệ UTM sẽ là ()

5. HỆ TỌA CỰC

- Khi đo vẽ bản đồ hoặc bố trí công trình, thường sử dụng *hệ tọa độ cực* để nhanh chóng định vị các điểm địa vật, địa hình từ điểm đặt máy kinh vĩ.
- Trong hệ thống này, vị trí điểm M được xác định bằng 2 thành phần: **Góc vị trí** nằm giữa hướng gốc OA với hướng từ cực 0 đến điểm M (theo chiều kim đồng hồ) và **bán kính vectơ OM=S.**
- Tọa độ cực của điểm M được thể hiện bằng ký hiệu .
- Hệ tọa độ cực là hệ tọa độ đơn giản, có thể lập tại mọi điểm ở thực địa với gốc tọa độ và hướng gốc bất kỳ.

6. CÁC HỆ ĐỘ CAO

Yếu tố thứ 3 để xác định vị trí 1 điểm trên mặt đất là cao độ. Cao độ của một điểm trên mặt đất được tính theo *hệ độ cao quốc gia* hoặc *hệ độ cao giả định*.

6.1 HỆ ĐỘ CAO QUỐC GIA

- Mỗi nước lấy mặt Geoid cục bộ của nước mình làm mặt quy chiếu (mặt chuẩn) của hệ độ cao quốc gia.
- Hệ độ cao quốc gia Việt Nam chọn mặt quy chiếu là **mặt Geoid qua mặt nước biển trung bình nhiều năm ở trạm nghiệm triều Hòn Dấu – Đồ Sơn – Hải Phòng**, tại đây có cao độ bằng "0".

- Độ cao H_A, H_B của các điểm A, B trên mặt đất là các khoảng cách theo phương dây dọi từ A và B đến mặt quy chiếu là mặt Geoid, được gọi là *Độ cao tuyệt đối* và được lấy làm *Độ cao quốc gia* (hình 1 – 10).
- Trước giải phóng, mặt quy chiếu của Hệ độ cao quốc gia ở Miền Nam là mặt Geoid qua mực nước biển trung bình nhiều năm tại trạm nghiệm triều Mũi Nai – Hà Tiên – Rạch Giá (Kiên Giang)
- Cao độ tính theo hệ Hòn Dấu *cao hơn* tính theo hệ Mũi Nai là 0,167m hay

(1 – 6)

- **Ví dụ**: Cao độ điểm A theo hệ Mũi Nai là 2,537m, ở hệ Hòn Dấu là 2,704m

6.2 HỆ ĐỘ CAO GIẢ ĐỊNH (Hệ độ cao tương đối)

- Khi ở gần khu đo không có các điểm độ cao quốc gia hoặc không cần thiết phải tính theo hệ độ cao quốc gia thì sử dụng **Hệ độ cao giả định**.
- Hệ độ cao giả định lấy song song với mặt Geoid hoặc mặt phẳng đi qua điểm có độ cao trung bình của khu đo làm mặt quy chiếu.
- Gọi độ cao của các điểm A, B so với mặt giả định là **độ cao giả định**
- Hiệu độ cao tuyệt đối hoặc hiệu độ cao giả định giữa 2 điểm A và B được ký hiệu là h_{AB} và được gọi là **độ chênh cao giữa 2 điểm A, B**:

(1 – 7)

- Tùy theo B cao hay thấp hơn A mà độ chênh cao h_{AB} có dấu (+) hoặc (-). Trên hình 1 – 10, h_{AB} có dấu (+).
- Trong trắc địa, **chỉ đo độ chênh caogiữa 2 điểm, không đo được độ cao**.
- Biết độ cao H_A của điểm A, đo độ chênh cao h_{AB}, độ cao của điểm B sẽ là:

(1 – 8)

- Trong xây dựng dân dụng - công nghiệp, lấy cao độ mặt sàn trệt làm mặt quy chiếu, thường gọi là "cốt 0". Cao độ mặt sân trước nhà thấp hơn mang dấu (-), cao độ lầu 1 cao hơn mang dấu (+).

7. KHÁI NIỆM VỀ GÓC PHƯƠNG VỊ VÀ GÓC ĐỊNH HƯỚNG

7.1 ĐỊNH HƯỚNG ĐƯỜNG THẲNG

- Trong hệ tọa độ cực, để xác định tọa độ của điểm M, phải xác định bán kính véc tơ S và góc vị trí nằm giữa hướng chuẩn OA với hướng đường thẳng OM. Việc xác định góc nằm trong phạm trù của khái niệm về *định hướng đường thẳng*.
- **Định nghĩa: định hướng đường thẳng là xác định góc hợp bởi đường thẳng đó với hướng gốc chọn trước.**

- Hướng gốc có thể là hướng Bắc kinh tuyến thực, kinh tuyến từ hoặc hướng Bắc đường song song với kinh tuyến trục của múi tọa độ Gauss hoặc UTM.
- Tùy theo hướng gốc được chọn, ta có các khái niệm về *góc phương vị thực*, *góc phương vị từ* hoặc *góc định hướng*.

7.2 GÓC PHƯƠNG VỊ THỰC (A^{th})

- **Định nghĩa:**

  Góc phương vị thực của một đường thẳng là góc bằng, tính từ hướng Bắc kinh tuyến thực theo chiều kim đồng hồ đến đường thẳng đó, có trị số nằm trong khoảng từ 0^0 đến 360^0.
- Trên hình 1 – 11 các góc là góc *phương vị thực* của các cạnh nằm trong 4 góc 1/4 của hình tròn.

- Kinh tuyến thực chính là kinh tuyến địa lý
- Hướng Bắc kinh tuyến thực tại một điểm, không thay đổi theo thời gian (có trị số không đổi khi được đo ở những thời gian khác nhau), *được xác định từ kết quả quan trắc thiên văn*.

7.3 GÓC PHƯƠNG VỊ THỰC ($A^{từ}$)

- Việc xác định hướng Bắc của kinh tuyến thực bằng phương pháp đo thiên văn tương đối phức tạp và mất nhiều thời gian, nên trong trường hợp tiến hành công tác trắc địa trên khu vực nhỏ, đòi hỏi độ chính xác không cao, có thể xác định hướng Bắc kinh tuyến bằng la bàn.
- Kinh tuyến mà hướng Bắc của nó được xác định bằng la bàn được gọi là **kinh tuyến từ**.
- **Định nghĩa:**

  Góc phương vị từ của một đường thẳng là góc bằng, tính từ hướng Bắc

  kinh tuyến từ theo chiều kim đồng hồ đến đường thẳng đó, có trị số nằm trong khoảng 0^0 đến 360^0.
- Góc phương vị từ được đo bằng máy kinh vĩ có gắn la bàn.
- Tại mọi điểm trên mặt đất, kinh tuyến từ không trùng với kinh tuyến thực mà lệch một góc được gọi là **độ lệch từ**.
- Theo hình 1 – 12 đầu Bắc kim nam châm lệch về phía Đông kinh tuyến thực thì độ lệch từ mang dấu (+), nếu lệch về phía Tây thì mang dấu (-).
- Độ lệch từ thay đổi theo không gian và thời gian:
  - Độ lệch từ giữa vùng này và vùng khác có thể khác nhau *vài chục độ*.
  - Lượng biến đổi của tại một vị trí trong vòng 1 ngày đêm trung bình là , đôi khi có thể đạt tới .
- Theo hình 1 – 12 ta có công thức thể hiện mối quan hệ giữa góc phương vị thực và phương vị từ

- Dưới khung mỗi tờ bản đồ quốc gia, thường có hình thể hiện độ lệch từ trung bình trên khu đất nằm trong khung tờ bản đồ, thuận tiện để tính gần đúng góc phương vị thực của cạnh, khi biết góc phương vị từ của cạnh đó.

7.4 GÓC ĐỊNH HƯỚNG ()

- Để định hướng đường thẳng trên mặt chiếu là mặt phẳng, ta lấy hướng Bắc đường song song với kinh tuyến trục của múi chiếu trong phép chiếu Gauss hoặc UTM làm hướng gốc, từ đó ta có khái niệm về góc định hướng.
- **Định nghĩa:**
  Góc định hướng của đường thẳng trên mặt phẳng là góc bằng, tính từ hướng Bắc đường song song với kinh tuyến trục của múi chiếu Gauss hoặc UTM theo chiều kim đồng hồ đến đường thẳng đó, có trị số nằm trong khoảng từ 0^0 đến 360^0.
- Góc định hướng của cạnh AB là , của cạnh BA là (hình 1 – 13).

- Nếu coi là **gócđịnh hướng thuận** thì là **góc định hướng nghịch** của cạnh AB. Hai góc này chênh nhau 180^0.
- Góc định hướng nghịch tại hình 1 – 13a được tính theo công thức:

(1 – 10)

- Còn ở hình 1 – 13b tính theo công thức:

(1 – 11)

- **<u>Lưu ý</u>**:
  - **Góc định hướng không đo được trực tiếp mà phải xác định thông qua góc phương vị thực hoặc phương vị từ.**
  - **Nếu góc định hướng thuận cộng thêm**
  - **Nếu góc định hướng thuận trừ đi**
- Kinh tuyến trục chính là kinh tuyến thực ở giữa múi chiếu.
- Để xác định mối quan hệ giữa góc định hướng và góc phương vị thực, tại điểm A của đường thẳng AB, và tại C của đường thẳng CD (hình 1 – 14), ta kẻ các kinh tuyến thực bằng nét đứt quãng và đường song song với kinh tuyến trục bằng nét liền.
- Góc định hướng khác góc phương vị thực (A^{th}) một lượng bằng *Độ hội tụ kinh tuyến* nghĩa là:

(1 – 12)

(1 – 13)

- Theo hình 1 – 14 và các công thức (1 – 12), (1 – 13) nếu kinh tuyến thực *nằm bên trái kinh tuyến trục thì có dấu* (-), *ở bên phải có dấu* (+).

- Độ hội tụ kinh tuyến (còn gọi là *Độ gần kinh tuyến*) tại điểm i được xác định bằng tọa độ địa lý của điểm i và của kinh tuyến trục theo công thức:

(1 – 14)

Với

Trong đó:
- độ kinh địa lý của điểm i
- độ vĩ địa lý của điểm i
- độ kinh địa lý của kinh tuyến trục.

Ví dụ:

Điểm A có thì độ gần kinh tuyến tại A là

- Trong trường hợp yêu cầu độ chính xác không cao, có thể tính góc định hướng dựa vào góc phương vị từ theo công thức được lập từ các công thức (1 – 12), (1 – 13) và (1 – 9)

(1 – 15)

- Ngoài độ lệch từ , phía dưới khung mỗi tờ bản đồ còn thể hiện trị trung bình độ hội tụ kinh tuyến (hình 1 – 14), rất thuận lợi cho việc tính góc định hướng dựa vào góc phương vị từ của cạnh đó.

- Khi lập lưới khống chế tọa độ độc lập trên phạm vi hẹp, đòi hỏi độ chính xác không cao, để định hướng lưới này, thường đo góc phương vị từ của cạnh xuất phát và coi nó bằng góc định hướng (tức coi).

(1 – 16)

8. CÁC BÀI TOÁN CƠ BẢN VỀ GÓC ĐỊNH HƯỚNG

8.1 BÀI TOÁN 1: Tính góc bằng từ góc định hướng

- Theo hình 1 – 16, nếu biết góc định hướng của 2 cạnh OA, OB thì góc bằng giữa 2 hướng OA, OB sẽ là:

(1 – 17)

8.2 BÀI TOÁN 2: Tính góc định hướng từ góc bằng

Từ hình 1 – 16 và công thức (1 – 17) ta suy ra

(1 – 18)

Nghĩa là, nếu biết góc định hướng của hướng đầu OA và góc bằng giữa hai hướng OA, OB thì sẽ tính được góc định hướng của hướng OB.

Lưu ý: *trong trắc địa khi đo góc phương vị: đo 1 lần cho 1 cạnh các góc còn lại người ta đo góc kẹp.*

8.3 ÁP DỤNG BÀI TOÁN 2

Biết góc định hướng cạnh xuất phát các góc bằng giữa các cạnh, tính góc định hướng của các cạnh BC, CD và DE.

8.3.1 Trường hợp các góc bằng nằm bên trái đường đo ABCD

Từ hình 1 – 17 ta có: ,vì

Tương tự ta có: , vì
Tổng quát ta có góc định hướng cạnh thứ i:

(1 – 19)

Với i=1, 2, 3,… là số thứ tự của cạnh đo trong tuyến, bắt đầu từ cạnh BC.

8.3.2 Trường hợp các góc bằng nằm bên phải đường đo ABCD

Từ hình 1 – 18 ta có: , vì
Tương tự ta có: , vì
Tổng quát ta có công thức:

(1 – 20)

Lưu ý: Nếu góc định hướng theo công thức (1 – 19) hoặc (1 – 20) có trị số $>360^0$ thì trừ đi 360^0 hoặc có trị số âm (-) thì cộng thêm 360^0.

- **Ví dụ 1**:

Theo hình 1 – 17, cho các góc bằng nằm bên trái đường đo , góc định hướng của các cạnh BC, CD, DE tính theo công thức (1 – 19) sẽ là:

Vì nên phải cộng thêm 360^0, khi đó:

- **Ví dụ 2:**

Một hình chữ nhật ABCD có 4 góc trong bằng 90^0 nằm bên phải đường đo, góc định hướng của cạnh đầu . Góc định hướng của các cạnh BC, CD, DA, AB tính theo công thức (1 – 20) sẽ là:

Vì nên phải trừ đi 360^0, khi đó:

9. CÔNG THỨC THỰC HÀNH

9.1 Trường hợp đường đo thuận chiều kim đồng hồ

- *Công thức phải:*

(1 – 21)

- Đường chuyền kín:

o Đường chuyền hở:
  - Nối kín đường chuyền
  - Đổi góc ngoài thành góc trong.

9.2 Trường hợp đường đo ngược chiều kim đồng hồ

o *Công thức trái:*

(1 – 22)

o Đường chuyền kín:

o Đường chuyền hở:
  - Nối kín đường chuyền
  - Đổi góc ngoài thành góc trong

10. CHUYỂN ĐỔI GIỮA TỌA ĐỘ VUÔNG GÓC VÀ TỌA ĐỘ CỰC

- Khi xác định vị trí của một điểm ngoài mặt đất bằng dụng cụ trắc địa phải đo góc bằng (để tính góc định hướng) và chiều dài cạnh rồi tính ra tọa độ cực. Để biểu diễn chính xác vị trí điểm đó lên bản đồ phải chuyển tọa độ cực sang tọa độ vuông góc.
- Ngược lại, để bố trí một điểm trên bản vẽ, có tọa độ thiết kế là tọa độ vuông góc, bằng dụng cụ trắc địa ra ngoài đất ta phải tính chuyển sang tọa độ cực.

10.1 BÀI TOÁN THUẬN: Tính tọa độ vuông góc từ tọa độ cực

- **Cho tọa độ vuông góc của điểm A và tọa độ cực , của điểm B so với gốc cực A và hướng gốc AC. Tính tọa độ vuông góc của điểm B.**

- Nếu đem chiếu đoạn AB lên trục X và Y của hệ tọa độ vuông góc, ta được:

- Tam giác vuông ACB có và , nên số gia tọa độ tính theo và sẽ là:
  (1 – 23)

- Cũng từ hình 1 – 19, tọa độ vuông góc của điểm B:

  (1 – 24)

Ví dụ: theo hình 1 – 17, cho B (); ; và . Tính tọa độ vuông góc của điểm C.
Giải:

1/ Góc định hướng của cạnh BC với nằm bên trái (theo công thức 1 – 19)

2/ Số gia tọa độ giữa 2 điểm B và C (theo công thức 1 – 23)

3/ Tọa độ điểm C (tính theo công thức 1 – 24)

Bài tập:

1/ Tọa độ khống chế mặt bằng điểm 1 là . Chiều dài nằm ngang và góc định hướng . Hãy tính tọa độ điểm 2.

2/ Cho góc định hướng từ A đến B làvà chiều dài nằm ngang,biết tọa độ điểm B là . Hãy tính tọa độ điểm A.

10.2 BÀI TOÁN NGHỊCH: Tính tọa độ cực từ tọa độ vuông góc

- **Cho tọa độ vuông góc và của 2 điểm A, B. Tính góc định hướng và chiều dài cạnh .**

10.2.1 Tính góc định hướng

- Từ tam giác ABC (hình 1 – 19), ta có:
  (1 – 25)
- Trị số và có thể có dấu (+) hoặc (-) tùy theo trị số tọa độ của A và B.

- Trị số phụ thuộc vào vị trí cạnh AB nằm ở góc phần tư nào (H. 1 – 20) tức là phụ thuộc vào cặp dấu của và trong công thức (1 - 25).
- Ký hiệu: (1 - 26)
- là góc 2 phương hợp bởi đường thẳng AB với trục X, có trị số
  Với (ở góc phần tư I) (1 – 27)
  Với (ở góc phần tư II) (1 – 28)
  Với (ở góc phần tư III) (1 – 29)
  Với (ở góc phần tư IV) (1 – 30)

10.2.2 Tính chiều dài cạnh

- Cũng từ tam giác ABC ta có:

(1 – 31)

Hoặc: (1 – 32)

Tính theo cả 2 công thức (1 – 31), (1 – 32) để kiểm tra trị số lẫn

◆ **Ví dụ**:

Theo hình 1- 17, điểm A có tọa độ (X^A=349,67m; Y^A=492,53m), điểm B có tọa độ (X^B=264,38m;Y^B=587,93m), góc trái , cạnh S^{BC}=92,48m. tính tọa độ vuông góc của điểm C.

◆ **Giải:**

1/ Góc định hướng cạnh AB:

Tính

Vì có dấu (+) và có dấu (-) nên theo công thức (1 – 28)

2/ Góc định hướng cạnh BC:

Vì là góc trái nên theo công thức (1 – 19)

3/ Số gia tọa độ giữa 2 điểm B và C:

4/ Tọa độ điểm C:

<u>Bài tập</u>:

1/ Cho tọa độ mặt bằng hai điểm khống chế trắc địa M và N là:

X_M = 460,45m ; Y_M = 596,70m

X_N = 750,60m ; Y_N = 300,72m

a/ Hãy tính khoảng cách giữa 2 điểm M và N

b/ Tính góc định hướng $_{MN}$ và $_{NM}$

2/ Cho tọa độ 3 đỉnh của một tam giác A(100m;100m), B(180m;150m), C (120m; 200m). Hãy áp dụng các công thức bài toán ngược trong trắc địa để tính các góc trong của tam giác ABC.

3/ Cho đường chuyền kinh vĩ treo sau:

Biết: tọa độ điểm gốc 2 có: X_2 = 544,40m; Y_2 = 448,50m; góc định hướng $_{2\text{-}4}$ = 349°19’18”; $_2$ = 129°0'; $_a$ = 158°7'30”; $S_{2\text{-}a}$ = 163,90 m;$S_{a\text{-}b}$ = 200,00m. Hãy tính góc ðịnh hướng $_{2\text{-}a}$, $_{a\text{-}b}$ và tọa độ điểm a và b.

4/ Cho đường chuyền kinh vĩ treo sau

Tọa độ gốc điểm 2 và điểm 4 có:$X_2 = 544,43m$; $Y_2 = 448,46m$

$X_4 = 951,76m$; $Y_4 = 371,65m$

Hãy tính góc định hướng $_{4-2}$, $_{2-a}$, $_{a-b}$và tính tọa độ điểm a và b. Biết góc $_2$ = $129^0 0'30''$; $_a$ = $158^0 7'24''$; $S_{2-a} = 163,89$ m; $S_{a-b} = 200,05m$.

5/ Cho 4 điểm A, B, 1, 2 như hình vẽ và các trị đo như sau:

A($X_A = 680,50m$; $Y_A = 750,40m$)

B($X_B = 452,60m$; $Y_B = 630,60m$)

;

$S_1 = 140,20m$; $S_2 = 150,30m$

Tính tọa độ vuông góc (X,Y) của điểm 1 và 2

Bài 2: TÍNH TOÁN TỈ LỆ BẢN ĐỒ

1. BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH

Định nghĩa:

Bản đồ địa hình là hình ảnh thu nhỏ một phần bề mặt trái đất lên mặt phẳng theo một phép chiếu và một tỉ lệ nhất định.

- Như theo phép chiếu hình nón, phép chiếu hình trụ ngang, phép chiếu thẳng, phép chiếu nghiêng v.v… và có tỉ lệ 1:500, 1:2000 hoặc 1:5000, v.v…
- Bản đồ địa hình có thể là bản đồ giấy hoặc là bản đồ số được lưu trữ trong các đĩa từ và hiển thị lên màn hình của máy vi tính.
- Nội dung của bản đồ địa hình bao gồm địa hình (dáng đất cao, thấp) và địa vật trên khu đất như nhà cửa, đường xá, sông ngòi, hồ ao, v.v…
- Các yếu tố địa hình, địa vật được lựa chọn, phân loại, khái quát hình dạng đặc trưng phù hợp với lượng dung nạp của bản đồ từng loại tỉ lệ và được thể hiện bằng ký hiệu.
- Bản đồ địa hình được sử dụng trong các lĩnh vực quân sự, xây dựng và làm bản đồ nền để lập các loại bản đồ chuyên đề như bản đồ hành chánh, bản đồ du lịch, bản đồ địa chất, bản đồ thổ nhưỡng, bản đồ lâm nghiệp, bản đồ giao thông, v.v…

2. MẶT CẮT ĐỊA HÌNH

- Để biểu diễn hình dáng cao thấp của mặt đất tự nhiên chạy dọc theo một tuyến nào đó, người ta thành lập *Mặt cắt địa hình*

Định nghĩa:

Mặt cắt địa hình là hình chiếu thu nhỏ mặt cắt mặt đất theo hướng đã chọn lên mặt phẳng đứng theo tỉ lệ nhất định.

- Mặt cắt địa hình có 2 loại: *Mặt cắt dọc* và *mặt cắt ngang*
- *Mặt cắt dọc* được thể hiện theo 2 tỉ lệ đứng và ngang. Tỉ lệ đứng thường lớn hơn tỉ lệ ngang 10 lần. *Mặt cắt ngang* có tỉ lệ đứng và ngang bằng nhau.

- Mặt cắt địa hình có thể lập theo số liệu đo trên bản đồ hoặc đo ngoài thực địa.

3. TỈ LỆ BẢN ĐỒ

3.1 ĐỊNH NGHĨA

Tỉ lệ bản đồ là tỉ số giữa độ dài đoạn thẳng d trên bản đồ và độ dài D tương ứng trên mặt đất, được ký hiệu 1/M hoặc 1:M

(2 – 1)

Trong đó: M – mẫu số tỉ lệ bản đồ, luôn là số nguyên

- Từ đó khoảng cách trên thực địa: (2 – 2)
- Ngược lại, nếu biết D, khoảng cách d tương ứng trên bản đồ sẽ là:

(2 – 3)

- Mẫu số M càng nhỏ thì tỉ lệ bản đồ càng lớn. Ví dụ tỉ lệ 1:500 lớn hơn 1:5000.
- Tỉ lệ bản đồ có thể diễn giải thành câu, như tỉ lệ 1:10000 được viết thành "1cm trên bản đồ ứng với 100m ngoài thực địa" hoặc *ở dạng đồ thị tỉ lệ* như hình 2 – 1.

- Để đo khoảng cách trên bản đồ hoặc vẽ lên bản đồ khoảng cách đo được ngoài thực địa một cách nhanh chóng người ta chế ra *thước tỉ lệ thẳng* (thước 3 cạnh) theo nguyên tắc như dạng đồ thị
- Ngoài ý nghĩa phản ánh mưc độ thu nhỏ khi chuyển độ dài từ mặt đất lên bản đồ, tỉ lệ bản đồ còn quy định mức độ khái quát hóa nội dung, lựa chọn phương pháp thể hiện bản đồ và độ chính xác của bản đồ.
- Bản đồ có tỉ lệ càng lớn thì mức độ biểu diễn địa hình và địa vật càng đầy đủ, chi tiết, chính xác.

3.2 ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA TỈ LỆ BẢN ĐỒ

- Căn cứ vào khả năng mắt người chỉ phân biệt được đoạn thẳng >0,1mm trên bản đồ (lỗ châm kim trên giấy), người ta lấy 0,1mm làm trị số độ chính xác của tỉ lệ bản đồ và ký hiệu là t.
- Ngoài thực địa, trị số t được tính theo công thức: (2 – 4)
  Trong đó: M – mẫu số tỉ lệ bản đồ
- M càng nhỏ, thì t càng nhỏ. Có nghĩa là bản đồ có tỷ lệ càng lớn thì độ chính xác của bản đồ càng cao.

- Nếu đo cạnh trên ban đồ tỷ lệ 1:500 bị sai 0,1mm, thì ngoài thực địa sẽ sai 0,1mmx500=50mm hay 0,05m
- Cũng đo sai trên bản đồ 0,1mm, nhưng nếu dùng bản đồ tỷ lệ 1:5000 thì ngoài thực địa sẽ bị sai 0,1mmx5000=500mm hay 0,5m, kém chính xác hơn 10 lần so với bản đồ tỷ lệ 1:500

3.3 PHÂN LOẠI BẢN ĐỒ THEO TỈ LỆ

Theo tỉ lệ bản đồ địa hình có thể phân thành 3 loại như sau:

1/ Bản đồ tỉ lệ nhỏ: 1:1000000, 1:500000, 1:200000 và 1:100000

2/ Bản đồ tỉ lệ trung (bản đồ cơ bản): 1:50000, 1:25000, 1:10000

3/ Bản đồ tỉ lệ lớn (còn gọi là bình đồ): 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500

BÀI TẬP

1/ Khoảng cách giữa hai cột km kề nhau trên một đoạn thẳng của đường ô-tô đo được trên bản đồ là 20cm. Tìm tỷ lệ của bản đồ này.

2/ Diện tích một khu đất trên bản đồ tỷ lệ 1:2000 là 12cm^2. Nếu biểu thị khu đất này lên bản đồ tỷ lệ 1:5000 thì diện tích của nó là bao nhiêu?

3/ Tỷ lệ của bản đồ là 1:5000. Hỏi có thể biểu diễn được hay không trên bản đồ này một địa vật có kích thước 40cmx40cm.

4/ Một địa vật có diện tích thực 5m^2, khi thể hiện lên bản đồ được 1,25cm^2. Hỏi bản đồ này có tỷ lệ bao nhiêu?

5/ Diện tích của một khu đất là 2km^2. Hỏi diện tích này bằng bao nhiêu trên bản đồ tỷ lệ 1:5000

6/ Khoảng cách giữa hai điểm đo được trên bản đồ tỷ lệ 1:500 là 12mm, độ dốc mặt đất của đoạn thẳng này là -20%. Hãy xác định độ dài nghiêng của đoạn thẳng này ngoài mặt đất?

4. BIỂU DIỄN ĐỊA HÌNH TRÊN BẢN ĐỒ

4.1 ĐỊA HÌNH:

Là hình dáng cao thấp, lồi lõm của mặt đất tự nhiên

4.2 PHƯƠNG PHÁP BIỂU DIỄN ĐỊA HÌNH

- Ở vùng có độ dốc lớn (núi, đồi) sử dụng phương pháp vẽ đường đồng mức kết hợp với phương pháp ghi độ cao (hình 2 – 6)
- Ở vùng bằng chỉ dùng phương pháp ghi độ cao

4.3 ĐƯỜNG ĐỒNG MỨC

Là đường nối các điểm có cùng độ cao trên mặt đất tự nhiên, hay là giao tuyến giữa mặt đất tự nhiên và mặt song song với mặt Geoid (hình 2 – 7).

4.4 TÍNH CHẤT CỦA ĐƯỜNG ĐỒNG MỨC

a. Đường đồng mức có dạng đường cong liên tục, khép kín, không cắt nhau.

b. Các đường đồng mức càng xít vào nhau địa hình càng dốc, càng cách xa nhau địa hình càng bằng phẳng.
c. Hướng của đường thẳng ngắn nhất nối giữa hai đường đồng mức kề nhau là hướng dốc nhất

4.5 KHOẢNG CAO ĐỀU

Là hiệu độ cao giữa 2 đường đồng mức kề nhau, được ký hiệu là h

- Khoảng cao đều có trị số 0,25m; 0,5m; 1,0m; 2,0m; 5,0m; 10m.
- Độ dốc mặt đất càng lớn (đồi, núi) phải chọn h càng lớn (5m hoặc 10m)
- Tỉ lệ bản đồ càng lớn (1:500; 1:200) chọn h càng nhỏ (0,25m hoặc 0,5m)

Ví dụ:

1/ Khoảng cách giữa hai điểm A và B đo được trên bản đồ 1:5000 là 6mm. Điểm A nằm trên đường đồng mức 10m và điểm B nằm trên đường đồng mức 30m. Hỏi độ dài nghiêng ngoài thực địa của đoạn AB là bao nhiêu?

Bài giải:

Áp dụng công thức tính tỷ lệ bản đồ, ta có:

Vậy khoảng cách nằm ngang giữa 2 điểm ngoài thực địa:

Độ dài nghiêng ngoài thực địa của đoạn AB là:

2/ Để lập kế hoạch sửa chữa đường ôtô có độ dốc đều giữa hai điểm A và B, người ta đo được trên bản đồ tỷ lệ 1:2000 đoạn AB = 25,6mm, chênh cao giữa hai đầu đoạn đường này là 7,25 khoảng cao đều. Hãy tính độ dốc và chiều dài mặt đường của đoạn AB, biết bản đồ được vẽ với khoảng cao đều h = 2 mét.

5. BIỂU DIỄN ĐỊA HÌNH TRÊN BẢN ĐỒ

- Địa vật được biểu diễn trên bản đồ các loại tỉ lệ bằng các **ký hiệu**
- Các ký hiệu địa vật tượng hình cùng với các đường đồng mức và ký hiệu địa hình giúp ta nhận thức đầy đủ và rõ ràng hơn về thực địa.
- Có thể phân ký hiệu thành 4 nhóm sau đây:

5.1 KÝ HIỆU THEO TỶ LỆ

- Biểu diễn lên bản đồ *những địa vật có diện tích lớn* như rừng cây, ruộng vườn, đồng cỏ, bãi lầy, công viên trên bản đồ tỷ lệ lớn và nhỏ.
- Đường biên bao quanh của các địa vật có ranh giới rõ ràng như ruộng vườn, công viên, nhà xưởng được vẽ bằng nét liền.
- Đường biên bao quanh của các địa vật có ranh giới không rõ ràng như đồng cỏ, bãi lầy, rừng cây v.v… được vẽ bằng các chấm liên tục. Bên trong đường viền có vẽ các ký hiệu để chỉ rõ các loại địa vật (hình 2 – 8).
- Biểu diễn lên bản đồ *những địa vật có diện tích nhỏ nhưng có thể thu nhỏ theo tỉ lệ* trên bản đồ tỉ lệ lớn như nhà xưởng, nhà ở, chùa, nhà thờ v.v…

5.2 KÝ HIỆU PHI TỶ LỆ

- Biểu diễn *các địa vật có kích thước khá nhỏ* như cột cây số, điểm trắc địa, giếng đào, cây độc lập v.v… và *các địa vật có kích thước tương đối nhỏ* như nhà ở, chùa, trạm khí tượng, nhà thờ v.v…*trên bản đồ tỉ lệ nhỏ và trung* (hình 2 – 9)
- Vị trí của địa vật trên bản đồ là tâm của ký hiệu nếu nó có dáng hình tròn, hình vuông, hình chữ nhật, hình tam giác, hình sao, là điểm giữa của đường đáy của ký hiệu tượng hình có đường đáy như cột cây số, là đỉnh góc vuông ở chân cây độc lập.

5.3 KÝ HIỆU NỬA TỶ LỆ

- Biểu diễn những địa vật có dạng kéo dài, có chiều rộng không lớn như: sông, đường ô tô, đường sắt, v.v…
- Chiều dài vẽ theo tỉ lệ, chiều rộng không theo tỉ lệ.
- Vị trí của địa vật chính là trục của ký hiệu

5.4 KÝ HIỆU CHÚ GIẢI

- Dùng để bổ sung làm rõ đặc điểm địa vật biểu thị trên bản đồ
- Ví dụ bên cạnh ký hiệu cầu có ghi thêm có nghĩa là cầu được xây dựng bằng sắt thép, rộng 3m, dài 17m và có tải trọng 25 tấn.
- Hay như ở hình 2 – 7, bên cạnh cây thông có ghi có nghĩa là cây có chiều cao 24m, đường kính 0,3 và khoảng cách giữa 2 cây kề nhau là 8m, v.v…
- Rất nhiều trường hợp cùng một địa vật, trên bản đồ tỉ lệ lớn được biểu diễn bằng ký hiệu theo tỉ lệ, nhưng trên bản đồ tỉ lệ nhỏ lại được biểu diễn bằng ký hiệu phi tỉ lệ như chùa, nhà ở, nhà thờ và bằng ký hiệu nửa tỉ lệ như đường ô tô, đường sắt v.v…
- Khi vẽ bản đồ các loại tỉ lệ phải tuân theo các ký hiệu qui định trong tập ký hiệu bản đồ địa hình do Tổng cục Địa chính ban hành năm 1995.

Bài 3: TÍNH TOÁN SAI SỐ ĐO VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ ĐO

1. PHÂN LOẠI CÁC PHÉP ĐO TRONG TRẮC ĐỊA

Để thành lập bản đồ địa hình, địa chính các loại tỉ lệ hoặc để bố trí công trình từ bản vẽ ra thực địa, phải tiến hành các phép đo các đại lượng như góc, khoảng cách, đô chênh cao v.v…

CÁC PHÉP ĐO ĐƯỢC PHÂN LOẠI NHƯ SAU:

- **Đo trực tiếp:** là so sánh đại lượng cần xác định với đơn vị đo. Ví dụ: đo đoạn thẳng bằng thước dây vải hoặc thước thép.
- **Đo gián tiếp:** là tính một đại lượng theo các đại lượng đo trực tiếp thông qua quan hệ hàm số nào đó. Ví dụ: trong tam giác ABC đo trực tiếp 2 góc A và B, trị số góc $C=180^0-(A+B)$ là trị đo gián tiếp.
- **Đo cùng độ chính xác:** là đo nhiều lần một đại lượng trong cùng một điều kiện, được các kết quả có độ tin cậy như nhau. Ví dụ: đo góc bằng cùng một máy, một phương pháp, cùng trong một điều kiện ngoại cảnh và chỉ do một người thực hiện.
- **Đo không cùng độ chính xác:** là đo nhiều lần một đại lượng trong những điều kiện khác nhau được các kết quả có độ tin cậy khác nhau. Ví dụ: trong mỗi lần đo góc chỉ cần thay đổi một trong các điều kiện nêu ở điểm 3.
- **Kết quả đo cần thiết:** là kết quả đo thứ 1 trong n kết quả đo cùng một đại lượng.
- **Kết quả đo thừa:** là n-1 kết quả đo còn lại. Kết quả đo thừa rất cần thiết cho việc kiểm tra và nâng cao độ chính xác xác định đại lượng cần đo. Vì vậy mà trong trắc địa người ta phải đo một đại lượng ít nhất 2 lần.

2. SAI SỐ CỦA CÁC KẾT QUẢ ĐO MỘT ĐẠI LƯỢNG

Đo nhiều lần một đại lượng, dù cẩn thận đến mấy, các kết quả đo cũng không giống nhau. Điều đó chứng tỏ trong kết quả đo luôn có sai số.

Tùy theo quy luật xuất hiện của sai số mà chia thành 3 loại sau đây:

2.1 SAI SỐ DO NHẦM LẪN

- Sinh ra do người thiếu cẩn thận, *thường có trị số khá lớn*.
- Ví dụ: dùng thước thép 20m đo cạnh dài 200m, nhưng đếm nhầm chỉ có 9 lần đặt thước chỉ còn 180m, bị sai 20m.
- Để phát hiện và điều chỉnh phải đo một đại lượng ít nhất 2 lần.

2.2 SAI SỐ HỆ THỐNG

- Sinh ra do tật của người đo, do dụng cụ đo chưa được hoàn chỉnh, do điều kiện ngoại cảnh thay đổi theo quy luật.
- *Nó có trị số và dấu không đổi, được lặp đi lặp lại trong các lần đo.*
- Ví dụ: dùng thước 20m (có chiều dài thật là 20,001m) để đo đoạn thẳng 200m ta được số đo là 200,01m (vì mỗi lần đặt thước là 20,001m) nhưng chỉ tính có 20,000m). Như vậy trong mỗi lần đặt thước đo, bị phạm phải sai số có tính hệ thống là +1mm.
- Có thể loại trừ hoặc hạn chế ảnh hưởng của sai số hệ thống bằng cách kiểm nghiệm và điều chỉnh dụng vụ đo

2.3 SAI SỐ NGẪU NHIÊN

- Sinh ra từ kết quả tác động qua lại của nhiều nguồn sai số khác nhau.
- Ảnh hưởng của các nguồn sai số này không ổn định làm *cho trị số và dấu của sai số ngẫu nhiên không thể xác định trước*.
- **Ví dụ**: khi đo chiều dài bằng thước thép, ngoài nguyên nhân do chiều dài thực của thước khác với chiều dài danh nghĩa, nhiệt độ lúc đo khác lúc kiểm nghiệm, còn có nguyên nhân do lực kéo thước không đều, mặt đất kéo thước không bằng phẳng, có gió hay không có gió, người cầm thước có đọc số chính xác và đúng vào thời điểm người cầm thước làm trùng vạch "0" với dấu mốc hay không v.v…
- Tất cả nguyên nhân đó cùng tác động lên số đọc ở cuối thước theo những chiều hướng và độ lớn khác nhau.
- Ảnh hưởng của sai số ngẫu nhiên *không thể loại trừ ra khỏi kết quả đo mà chỉ được giảm thiểu* bằng cách chọn dụng cụ đo chính xác hơn, phương pháp đo tốt hơn, thời điểm đo thích hợp hơn và tăng số lần đo nhiều hơn.

Tính chất của sai số ngẫu nhiên:

- Từ kết quả đo nhiều lần (n=1000 lần) một đại lượng vẽ ra biểu đồ hình 3 – 1, nhận thấy sai số ngẫu nhiên tuân theo luật phân bố chuẩn và có 4 tính chất sau đây:

a. **Tính chất giới hạn:**

Trong điều kiện đo cụ thể, trị tuyệt đối của sai số ngẫu nhiên không vượt quá giới hạn nhất định

b. **Tính chất tập trung:**

Sai số có giá trị tuyệt đối càng nhỏ có số lần xuất hiện càng lớn

c. **Tính chất đối xứng:**

Các sai số ngẫu nhiên có giá trị tuyệt đối bằng nhau nhưng mang dấu khác nhau thường xuất hiện như nhau (hai nhánh đồ thị đối xứng).

d. **Tính chất bù trừ:**

- Số trung bình cộng của các sai số ngẫu nhiên của dãy đo cùng độ chính xác một đại lượng sẽ tiến đến "0" khi số lần đo n tăng lên vô hạn.
- Nếu ký hiệu là số trung bình cộng của các sai số ngẫu nhiên ta có:

(3 – 1)

- Tính chất bù trừ là hệ quả của tính đối xứng. Số lần đo tăng lên vô hạn thì hai nhánh của đồ thị mới thật là đối xứng.

3. ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ ĐO TRỰC TIẾP CÙNG ĐỘ CHÍNH XÁC

Để đánh giá các kết quả đo cùng độ chính xác một đại lượng bằng dụng cụ đo

hoặc một phương pháp đo nào đó, người ta dựa vào một trong các tiêu chuẩnsau:

- Sai số trung phương một lần đo
- Sai số giới hạn
- Sai số trung phương trị trung bình cộng
- Sai số trung phương tương đối

3.1 SAI SỐ TRUNG PHƯƠNG MỘT LẦN ĐO (m)

Tính sai số trung phương 1 lần đo theo công thức Gauss

- **Để nghiên cứu** các loại sai số đo, độ chính xác của các loại dụng cụ đo và phương pháp đo, mức độ chính xác của các kết quả đo, người ta tiến hành đo n lần ***đại lượng X đã biết (trị thực)*** được n kết quả $l_1, l_2, l_3, \ldots, l_n$, rồi tính ra các sai số thực:

(3 – 2)

- Đem bình phương các sai số thực, cộng chúng lại được , rồi tính sai số trung phương một đo theo công thức Gauss:

(3 – 3)

- Vì là trị trung bình cộng của bình phương các sai số thực, nên gọi m là sai số trung phương.

Tính sai số trung phương 1 lần đo theo công thức Bessel

- Để đánh giá độ chính xác kết quả đo một đại lượng chưa biết như đo góc, đo dài, đo cao ta sử dụng công thức Bessel dựa theo sai số xác xuất nhất.
- Để tính sai số xác suất nhất, ***đo n lần một đại lượng chưa biết***, được n kết quả $l_1, l_2, l_3, \ldots, l_n$
- Trước tiên tính *trị trung bình cộng X_0 (trị xác suất nhất)* của đại lượng đó theo công thức

(3 – 4)

- Sau đó đem từng kết quả $l_i$trừ đi trị xác suất nhất X_0 được các sai số xác suất nhất

(3 – 5)

- Đem bình phương các sai số xác suất nhất, cộng chúng lại được , rồi tính sai số trung phương một lần đo theo công thức Bessel:

(3 – 6)

- Khi số lần đo n lớn, n – 1 sẽ gần bằng n, nên có thể coi là trung bình cộng của các bình phương sai số xác suất nhất.
- **Ghi chú:**

  + Đại lượng khi đã biết chắc thì ta dùng công thức Gauss

  + Đại lượng khi chưa biết ta sẽ đo nhiều lần, để chính xác ta lấy trung bình cộng (dùng công thức Bessel).

Ví dụ

a. **Sử dụng công thức Gauss**

- Có hai tổ đo đạc cùng thước thép cùng đo 10 lần cạnh AB đã biết trước chiều dài chính xác. Sau khi đã loại trừ các sai số nhầm lẫn và sai số hệ thống, đã tính được hai dãy số thực, chỉ bao gồm sai số ngẫu nhiên, của 2 tổ như sau:

Tổ 1: (đơn vị cm)

Tổ 2: (đơn vị cm)

- Để đánh giá độ chính xác kết quả đo của 2 tổ, tính sai số trung phương một lần đo xác định cạnh AB theo công thức Gauss, được các kết quả như sau:

;

- Từ kết quả trên ta thấy: *tổ 1 đo chính xác hơn tổ 2 vì có sai số trung phương một lần đo nhỏ hơn.*

b. **Sử dụng công thức Bessel**

- Đo góc ABC *chưa biết giá trị* bằng 6 lần đo. Để đánh giá độ chính xác đo góc này, ta tính sai số trung phương đo góc 1 lần đo theo công thức Bessel.

- Số liệu đo và cách tính thể hiện ở bảng 3 – 1. Sai số trung phương một lần đo góc ABC là

Bảng 3 – 1

TT	Kết quả đo góc	v	v^2	Sai số trung phương lần đo
1	$56^0$24’04”	-3”	9	
2	$56^0$24’07”	0	0	
3	$56^0$24’12”	+5”	25	
4	$56^0$24’05”	-2”	4	
5	$56^0$24’12”	+5”	25	
6	$56^0$24’02”	-5”	25	
X_0	**$56^0$24’07”**	[v]=0	$[v^2]$=88	

3.2 SAI SỐ TRUNG PHƯƠNG TRỊ TRUNG BÌNH CỘNG (M)

- Để xác định giá trị một đại lượng chưa biết, tiến hành đo nhiều lần đại lượng đó rồi lấy trị trung bình cộng X_0 làm kết quả cuối cùng.
- Trong trường hợp này, để đánh giá độ chính xác kết quả đo, phải tính sai số trung phương trị trung bình cộng M.
- Viết lại công thức (3 – 4) thành hàm số có dạng tuyến tính

  (3 – 7)
- Chuyển sang sai số trung phương ta được:

  (3 – 8)

Trong đo: $m_1, m_2, \ldots, m_n$ là sai số trung phương của các trị đo $l_1, l_2, \ldots, l_n$.

- Vì tiến hành đo cùng độ chính xác với $m_1=m_2=\ldots=m_n=m$

  nên hay (3 – 9)

➢ Như vậy, trị trung bình cộng của n kết quả đo một đại lượng chính xác hơn kết quả mỗi lần đo lần.

➢ **Kết luận**: Để tăng cường độ chính xác xác định một đại lượng, ta phải tăng số lần đo. Trong thực tế đo đạc, số lần đo phổ biến là 3, 4, 6 hoặc 8.

Ví dụ:

- Trong ví dụ 3 – 1, ta có trị trung bình cộng của góc đo X_0= $56^0$24’07” và sai số trung phương một lần đo
- Theo công thức (3 – 9) sai số trung phương trị trung bình cộng sẽ là :

3.3 SAI SỐ TRUNG PHƯƠNG TƯƠNG ĐỐI

- Ngoài nguyên nhân do người đo, dụng cụ đo, phương pháp đo, điều kiện ngoại cảnh lúc đo, sai số đo cạnh m_S còn phụ thuộc vào độ dài S của nó.
- Nếu chỉ căn cứ vào sai số trung phương tuyệt đối m_S để đánh giá độ chính xác đo cạnh mà không để ý đến chiều dài cạnh đo thì chưa đánh giá đúng mức độ chính xác của trị đo.
- Vì vậy, để đánh giá độ chính xác đo cạnh người ta phải sử dụng sai số trung phương tương đối m_s/S.
- Ví dụ:

với

với

Vì nên cạnh S_1 được xác định chính xác hơn cạnh S_2

Chú ý:

Sai số trung phương tương đối chỉ được sử dụng để đánh giá độ chính xác đo cạnh và đo diện tích, không sử dụng để đánh giá độ chính xác đo góc và đo cao.

4. ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC KẾT QUẢ ĐO GIÁN TIẾP

4.1 HÀM CÓ DẠNG TỔNG QUÁT

- Đo gián tiếp là tính một đại lượng theo các kết quả đo trực tiếp thông qua quan hệ hàm số nào đó, ví dụ: $C = 180^0 – (A + B)$. Vì vậy, để đánh giá độ chính xác các kết quả đo gián tiếp là tìm sai số trung phương của hàm các trị đo trực tiếp.
- Giả sử ta có hàm số:

(3 – 10)

Trong đó: Z – là trị đo gián tiếp

– các biến số độc lập đo trực tiếp

- Các trị đo trực tiếp có mang sai số ngẫu nhiên làm cho trị đo gián tiếp Z mang sai số

(3 – 11)

- Vì là những số rất nhỏ, nên có thể triển khai vế phải của công thức (3 – 11) theo chuỗi Taylor, nhưng chỉ lấy các số hạng bậc 1.

(3 – 12)

- Đem 2 vế công thức (3 – 12) trừ đi 2 vế công thức (3 – 10) và coi các vi phân bằng các sai số ngẫu nhiên ta được hàm có dạng tuyến tính

(3 – 13)

- Chuyển sang sai số trung phương được:

(3 – 14)

Hay (3 – 15)

Trong đó: là các đạo hàn riêng của hàm số Z theo từng biến số

4.2 MỘT SỐ DẠNG HÀM SỐ THƯỜNG GẶP

Để làm ví dụ, sau đây sẽ chứng minh công thức tính sai số trung phương các trị đo gián tiếp có dạng hàm số thường gặp.

4.2.1 Hàm có dạng tổng đại số hai trị đo

(3 – 16)

- Vì các đạo hàm riêng nên theo công thức (3 – 15) ta có:

(3 – 17)

- Nếu là phép đo cùng độ chính xác với ta được:

(3 – 18)

Ví dụ:

Trong tam giác ABC, đo góc A với và góc B với . Trị số góc sẽ có sai số trung phương xác định nó là:

4.2.2 Hàm có dạng tổng đại số nhiều trị đo

(3 – 19)

- Vì các đạo hàm riêng nên theo công thức (3 – 15) ta có:

(3 – 20)

- Nếu là phép đo cùng độ chính xác với ta được:

(3 – 21)

Ví dụ:

Chu vi hình tam giác . Sai số xác định nó là:

Nếu đo cùng độ chính xác thì

4.2.3 Hàm có dạng tuyến tính một trị đo

(3 – 22)

Với

- Theo (3 – 15) ta có: hay (3 – 23)

Ví dụ: chu vi hình tròn**.** Sai số xác định nó là:

4.2.4 Hàm có dạng tuyến tính một trị đo

(3 – 24)

Với

- Theo (3 – 15) ta có: (3 – 25)

Ví dụ 1:

Trị trung bình cộng là hàm có dạng tuyến tính nhiều trị đo, trong đó các hệ số đều bằng 1/n. Nên sai số trung phương xác định trung bình cộng M sẽ là:

- Vì tiến hành đo cùng độ chính xác nên
- Từ đó: , hay

Ví dụ 2:

Trong tam giác ABC, đo cạnh b và các góc A, B với sai số trung phương m_b/b, m_A, m_B. Tìm sai số trung phương xác định cạnh a.

Giải:

- Trong hình học ta có công thức:

  (3 – 26)

- Tìm các đạo hàm riêng của hàm số (3 – 26) theo b, A, B

  (3 – 27)

- Thay (3 – 27) vào công thức (3 – 15), ta được:

  (3 – 28)

Lưu ý:

- Vì m_b tính theo đơn vị độ dài *mm*, m_A, m_B tính theo đơn vị góc là giây, nên để đảm bảo sự tương quan đơn vị, ta phải đổi đơn vị tính m_A, m_B ra radian tức là phải chia chúng cho .
- Tùy theo m_A, m_B tính theo phút hay giây mà hay

Ghi chú:

- *Cùng đại lượng, cùng số lần đo thì so sánh **m** (sai số trung phương)*
- *Cùng đại lượng đo, khác số lần đo thì so sánh **M**(sai số trung phương trị trung bình cộng)*
- *Khác đại lượng đo, cùng số lần đo (áp dụng khi **đo chiều dài và diện tích**) thì so sánh **m/S** (sai số trung phương tương đối)*
- *Khác đại lượng đo, khác số lần đo thì so sánh M/S (sai số trung phương tương đối của trị trung bình cộng)*

▪ ***Khi đo góc và đo chênh cao:***

- *Cùng đại lượng đo, cùng số lần đo thì so sánh **m** (SSTP)*
- *Cùng đại lượng đo, khác số lần đo thì so sánh **M** (SSTP trị trung bình cộng)*

5. ĐẶC ĐIỂM TÍNH TOÁN TRONG TRẮC ĐỊA

5.1 ĐƠN VỊ ĐO THƯỜNG ĐƯỢC SỬ DỤNG

5.1.1 Đơn vị đo dài

- Đơn vị đo dài cơ bản là mét, kí hiệu là m
- Các đơn vị đo dài thường dùng là km, dm, cm, mm (1km = 1000m, 1m = 10dm, 1m = 100cm, 1m = 1000mm)

5.1.2 Đơn vị đo diện tích

- Đơn vị đo diện tích căn bản là mét vuông (m^2). Các đơn vị diện tích thường dùng là $1km^2 = 100ha$, $1ha = 10000m^2$
- Trong dân gian còn dùng đơn vị mẫu: 1 mẫu=1ha=10 công, 1 công = $1000m^2$

5.1.3 Đơn vị đo góc

- Đơn vị đo góc là độ, kí hiệu (^{0}), phút kí hiệu là (’), giây kí hiệu là (”).
-
- Góc 1^0 là góc ở tâm chắn cung dài bằng 1:360 chu vi đường tròn.

5.1.4 Hệ số chuyển đổi

- Muốn đổi 1 góc tính theo độ ra Radian, ta chia nó cho số theo đơn vị tương ứng. Nếu góc tính theo độ thì chia cho , nếu góc tính theo phút hoặc giây thì chia cho hoặc .
- Trong đó

5.2 NGUYÊN TẮC LẤY SỐ LẺ VÀ LÀM TRÒN SỐ

5.2.1 Nguyên tắc lấy số lẻ

- *Khi tính số liệu trắc địa, cần lấy thêm một chữ số có nghĩa so với kết quả đo*
- Ví dụ: đo khoảng cách chính xác đến cm, thì khi tính toán các kết quả đo lấy đến mm, đo góc chính xác tới giây thì kết quả tính toán lấy đến 0,1 giây.
- Đo một cạnh 2 lần đo được 2 kết quả kết quả cuối
  cùng là trị trung bình sẽ là:
- Đo một góc 2 lần đo được 2 kết quả kết quả cuối cùng là trị trung bình sẽ là:

5.2.2 Nguyên tắc làm tròn

- *Các số từ 5 đến 9 làm tròn lên một đơn vị, từ 0 đến 4 thì bỏ đi*
  Ví dụ: Số 3,476 làm tròn là 3,48
  Số 4,284 làm tròn là 4,28
- Để tránh ảnh hưởng của sai số làm tròn số, các hàm số lượng giác là các số vô tỉ, phải được lấy hơn một chữ số có nghĩa so với số chữ số có nghĩa của các khoảng cách.
- Ví dụ: Khi tính số gia tọa độ theo công thức , nếu trị số khoảng cách là số có 5 chữ số có nghĩa, thì ta phải lấy trị số đến 6 chữ số có nghĩa:
  và

Bài tập:

1/ Độ dài đoạn thẳng được đo trong 9 lần cùng điều kiện. Nếu mỗi lần đo có sai số trung phương tương đối là 1:2000 thì trị trung bình cộng sẽ có sai số trung phương tương đối là bao nhiêu?

2/ Đo đoạn thẳng $S_1 = 200m$ với $m_1 = \pm 10cm$; đoạn thẳng $S_2 = 120m$ với $m_2 = \pm 6cm$. Tính sai số trung phương tương đối của tổng và hiệu độ dài hai đoạn thẳng này?

3/ Trong tam giác ABC đo hai góc A = 60°30'15" và B = 50°25'26" với $m_A = 3'$;$m_B = 4'$. Tính góc C và sai số trung phương của góc C?Nếu góc C được tính từ hai góc này.

4/ Tính sai số trung phương của một góc trong đa giác có 16 góc, biết rằng sai số trung phương của tổng các góc là ±2' và các góc này được đo trong cùng điều kiện.

5/ Cho sai số trung phương tổng các góc trong tứ giác là ±60" và đo cùng độ chính xác. Hỏi sai số trung phương một lần đo góc?

6/ Giá trị góc trung bình nhận được từ 9 lần đo trong cùng điều kiện có sai số trung phương là ±4'. Tính sai số trung phương của giá trị trung bình nhận được từ 16 lần đo cùng điều kiện?

7/ Cho số liệu đo lặp 6 lần 1 góc bằng là:

1. $34^0$46'40"
2. $34^0$46'46"
3. $34^0$46'38"
4. $34^0$46'44"
5. $34^0$46'34"
6. $34^0$46'42"

a/ Hãy tính giá trị trung bình của góc đo.
b/ Tính sai số trung phương 1 lần đo
c/ Tính sai số trung phương giá trị trung bình cộng.

8/ Dùng một máy kinh vĩ đo lặp góc AOB bằng 4 lần được các giá trị $55^0$25'00"; $55^0$28'00"; $55^0$24'00"; $55^0$29'00". Đo lặp góc COD 6 lần nhận được trị trung bình là $168^0$15'00".Với sai số trung phương mỗi lần đo góc là ±3'. Hỏi giá trị góc AOB trung bình bằng bao nhiêu? Góc nào được đo chính xác hơn, tại sao?

9/ Trong tam giác, đo cạnh đáy b trong 5 lần nhận được các giá trị 150,26m; 150,14m; 150,82m; 150,90m và 150,88m. Chiều cao h được đo trong 4 lần nhận được kết quả trung bình h = 60,00m, sai số trung phương mỗi lần đo h là ±5 cm.

a. Hỏi cạnh nào được đo chính xác hơn, tại sao?
b. Tính sai số trung phương tương đối của diện tích tam giác?

10/ Đo bán kính của một hình tròn được R = 100m với sai số trung phương là ±5cm. Tính sai số trung phương tương đối của chu vi và diện tích hình tròn này?

11/ Trong tam giác ABC, đo cạnh a với sai số trung phương tương đối đo cạnh, góc Â = $50^0$25',= $40^0$15' với sai số trung phương đo góc .Tính sai số trung phương tương đối cạnh b?

12/ Cho điểm A (X_A = 1250,00 m; Y_A = 1920,00 m); điểm B (X_B = 1020,00 m; Y_B = 2500,00m). Khoảng cách ngang S_{BP} đo được là 120m với sai số trung phương đo cạnh là m_s = 6cm và góc = 120°với sai số đo góc m = 30".

a) Tính tọa độ điểm P
b) Tính sai số trung phương vị trí điểm P () khi biết rằng điểm A và B không có sai số.

13/ Để xác định diện tích của một lô đất hình bình hành ABCD, người ta đo cạnh AB, AD và góc kẹp giữa hai cạnh này. Kết quả đo được như sau: cạnh AB 150,00m; cạnh AD = 180,00m; góc = 45^0. Biết sai số trung phương tương đối đo cạnh bằng ; sai số trung phương đo góc . Hỏi diện tích khu đất và sai số trung phương tương đối của diện tích hình bình hành?

14/ Chiều dài a của hình chữ nhật được đo trong 5 lần, nhận được trị trung bình a = 80,00m với sai số trung phương của trị trung bình là M_a = 8cm; chiều rộng b được đo trong 4 lần nhận được trị trung bình b = 40,00m với sai số trung phương của mỗi lần đo là m_b = 8cm. Nếu dùng sai số trung phương tương đối để đánh giá độ chính xác thì:

a) Hỏi cạnh nào được đo chính xác hơn? Tại sao?
b)Tính sai số trung phương tương đối của diện tích hình chữ nhật?

Bài 4: ĐO GÓC

1. NGUYÊN LÝ ĐO GÓC VÀ CẤU TẠO MÁY KINH VĨ

1.1 NGUYÊN LÝ ĐO GÓC

- Đo góc là một dạng công tác cơ bản khi lập lưới khống chế tọa độ, đo vẽ bản đồ và bố trí công trình ra thực địa
- Có 2 loại góc: *góc bằng và góc đứng*
- Trên hình 4 – 1 điểm A thấp hơn điểm B và cao hơn điểm C
- Mặt phẳng M và N là 2 mặt phẳng thẳng đứng chứa 2 hướng ngắm AB và AC.
- (P) là mặt phẳng nằm ngang chứa điểm A
- Đường AB', AC' là hình chiếu của 2 hướng ngắm AB, AC lên mặt phẳng (P)
- Góc bằng tại A giữa 2 hướng ngắm AB, AC chính là góc nằm giữa 2 hình chiếu của nó
- Góc và là góc đứng của 2 hướng AB và AC. Góc nằm bên trên mặt phẳng (P) được quy ước mang dấu (+), nằm dưới mang dấu (-).
- Đôi khi, người ta sử dụng khái niệm góc thiên đỉnh, ký hiệu Z.
- Góc thiên đỉnh Z hợp với góc đứng V thành góc 90^0. Nếu góc đứng V(+) thì góc thiên đỉnh , nếu V(-) thì

Định nghĩa:

- **Góc bằng giữa 2 hướng ngắm là góc hợp bởi 2 hình chiếu của nó trên mặt phẳng nằm ngang.**
- **Góc đứng của một hướng ngắm là góc hợp bởi hướng ngắm đó với hình chiếu của nó trên mặt phẳng nằm ngang.**
- **Góc thiên đỉnh của hướng ngắm là góc hợp bởi phương dây dọi và hướng ngắm đó.**

1.2 CẤU TẠO MÁY KINH VĨ

- Gồm 3 bộ phận chính: bộ phận ngắm, bộ phận định tâm cân bằng máy, bộ phận đọc số. Ngoài ra còn có các phụ kiện đi kèm như: chân máy, mia,…

2. PHƯƠNG PHÁP ĐO GÓC ĐỨNG

Có 2 cách đo góc đứng

Đo góc đứng bằng 2 vị trí ống kính khi lập lưới khống chế đo vẽ bằng phương pháp đo cao lượng giác và đo góc đứng bằng một vị trí ống kính (thuận kính) khi đo vẽ chi tiết bản đồ.

2.1 ĐO BẰNG HAI VỊ TRÍ ỐNG KÍNH

Thuận kính: để bàn độ đứng bên trái, ngắm giao điểm chữ thập đến điểm M rõ nét ở xa, đọc được T

Đảo kính: Đảo kính là quay ống kính 180^0 trong mặt phẳng đứng nhìn ngược về phía người đo. Sau đó quay ống kính 180^0 trong mặt phẳng nằm ngang ngắm lại điểm đo M, khi đó bàn độ đứng nằm ở bên phải ống kính, đọc được số P.

Tính trị số góc đứng Vtb (máy có vành độ chia từ $0^0 \div 360^0$)

<u>TH1</u>: Vạch 0 trên vành độ đứng không bị sai (M_0=0)

- Vạch 0 trên bàn độ đứng không bị sai khi để ống kính nằm ngang số đọc trên vành độ đứng bằng 0.
- Khi đo thuận kính, để bàn độ đứng bên trái ống kính, ngắm vào điểm M, đọc số T trên vành độ đứng (H. 4 – 2). Trị số góc đứng sẽ là: V_t=T
- Khi đo đảo kính (H. 4 – 3), số đọc trên bàn độ đứng là P, trị số góc đứng sẽ là: $V_p = 360^0 - P$.
- Trị trung bình là: (4 – 1)

<u>TH2</u>: Vạch 0 trên vành độ đứng bị sai ($M_0 0$)

- Khi ống kính nằm ngang số đọc trên vành độ đứng sẽ không bằng 0 mà bằng trị số M_0. Tức là vạch chuẩn bị lệch với vị trí nằm ngang một góc có trị số bằng M_0.

- Theo hình 4 – 4 và 4 – 5 trị số góc đứng:

- Khi đo thuận kính: $V_t = T - M_0$ (*)
- Khi đo đảo kính: $V_p = (360^0 - P) + M_0$ (**)

- Trị số góc đứng đo bằng hai trị ống kính sẽ là:

  Hay (4 – 2)

  Nhận xét:

  trong công thức (4 – 2) giống như (4 – 1) chứng tỏ đo góc đứng bằng 2 vị trí ống kính sẽ loại trừ được sai số do vạch 0 trên vành độ đứng bị sai.

- Để thuận lợi cho việc tính toán, trong thực tế thường điều chỉnh để $M_0 = 0$ hoặc gần bằng "0" và mỗi lần đo góc đứng bằng hai vị trí ống kính thường phải tính trị số M_0 để kiểm tra.

  Tính trị số M_0:

- Để tìm trị số M_0ta lấy công thức: (*) - (**)

  ; Vì Nên (4 – 3)

2.2 ĐO BẰNG MỘT VỊ TRÍ ỐNG KÍNH

- Khi đo vẽ chi tiết bản đồ, do yêu cầu độ chính xác đo góc đứng không cao, nên thường sử dụng phương pháp đo góc đứng bằng một vị trí ống kính (thuận kính).
- Theo công thức , để tính góc đứng , phải biết trước trị số M_0 của máy. Do đó, trước và trong khi đo vẽ chi tiết bản đồ, ta phải định kỳ xác định trị số M_0 theo công thức (4 – 3). Thường phải xác định ít nhất 2 ÷ 3 trị số M_0 bằng cách ngắm đến 2 ÷ 3 điểm rồi lấy trị trung bình.

3. PHƯƠNG PHÁP ĐO GÓC BẰNG

3.1 THAO TÁC TẠI TRẠM ĐO

3.1.1 Định tâm và cân bằng máy

- Khi đặt máy đo góc bằng, trục chính của máy kinh vĩ phải thẳng đứng theo phương dây dọi và đi qua tâm mốc đặt tại đỉnh góc đo.
- *Điều chỉnh để trục chính thẳng đứng theo phương dây dọi và do đó bàn độ ngang ở vị trí nằm ngang là cân bằng máy.*
- *Thao tác đưa trục chính ở phương dây dọi đi qua tâm mốc là định tâm máy.*
- Quá trình định tâm và cân bằng máy độc lập nhau đối với máy định tâm bằng dây dọi, nhưng lại phụ thuộc nhau đối với máy định tâm bằng dọi quang học.

Định tâm bằng dây dọi

➢ **Định tâm**

- Đặt 3 chân, có gắn máy kinh vĩ và treo dây dọi, lên cọc mốc sao cho đầu nhọn của quả dọi gần trùng với tâm mốc, chú ý để đầu 3 chân nằm ngang và 3 ốc cân cao như nhau.
- Làm trùng đầu nhọn quả dọi với tâm mốc bằng 3 động tác sau đây:

- Dùng chân ấn các đầu chân ba xuống đất, nếu chổ đặt máy là đất mềm,
- Nới ốc xiết, thay đổi chiều dài các chân ba, rồi xiết lại,

- Nới ốc xiết máy, dịch chuyển máy trên đầu chân ba, rồi xiết lại.

➢ **Cân bằng máy**

- Nới ốc hãm bán phần, quay thân máy đưa trục ống thăng bằng dài (ống thủy
  dài) song song với đường nối hai ốc cân, xoay hai ốc này ngược chiều nhau đưa bọt thủy vào giữa.
- Quay ống thủy dài tiếp 90^0, xoay ốc cân thứ 3 đưa bọt thủy vào giữa.
- Quay thân máy quanh trục chính, nếu bọt thủy luôn nằm giữa thì máy đã cân bằng. Lúc này đầu nhọn quả dọi vẫn nằm trùng với tâm mốc tức là tình trạng định tâm không bị phá vỡ.
- *Đây chính là tính độc lập của bước cân bằng máy với bước định tâm máy khi định tâm máy bằng dây dọi.*

Định tâm bằng dọi quang học

➢ **Định tâm**

Trường hợp chưa gắn máy kinh vĩ vào chân ba

- Rút ba chân của chân ra dài bằng nhau (khoảng 1,2m) và hơi choạc ra, sao cho mặt trên đầu chân ba nằm ngang, đưa ốc nối vào giữa lỗ đầu chân ba.
- Đặt chân ba lên dấu mốc, di chuyển chân ba sao cho tâm mốc được nhìn thấy trong lỗ ốc nối.
- Vặn chặt máy kinh vĩ vào chân ba, làm trùng chữ thập của dọi quang học với tâm mốc bằng ba động tác như đã trình bày ở trên.

Trường hợp đã gắn máy kinh vĩ vào chân ba(khi di chuyển máy)

- Rút ba chân của chân ba ra dài bằng nhau, ấn chặt đầu một chân xuống đất cách tâm mốc khoảng 0,5m.
- Hai tay nhấc hai chân khác, vừa lưu ý để đầu chân ba nằm ngang và các ốc cân bằng nhau vừa dịch chuyển hai chân này để cho giao điểm chữ thập của dọi quang học gần trùng với tâm mốc, ấn chặt hai đầu chân.
- Sau đó làm trùng chữ thập của dọi quang học với tâm mốc bằng ba động tác như đã trình bày ở trên

➢ **Cân bằng máy**

- Cân bằng máy sơ bộ theo ống thăng bằng tròn. Cân bằng chính xác theo ống thăng bằng dài. Sau khi cân bằng máy, tâm mốc sẽ lệch ra khỏi chữ thập (tình trạng máy đã được định tâm bị phá vỡ)
- Sau khi định tâm lại, tình trạng cân máy lại bị phá vỡ.
- Quá trình định tâm và cân bằng máy tùy theo tay nghề của người đo, lập lại vài ba lần mới đạt yêu cầu
- *Đây chính là tính phụ thuộc giữa hai quá trình định tâm và cân bằng máy khi định tâm bằng dọi quang học*

3.1.2 Ngắm mục tiêu

- Trước khi ngắm mục tiêu phải điều chỉnh kính mắt để nhìn rõ lưới chữ thập

- Đầu tiên, ngắm sơ bộ mục tiêu bằng "đầu ruồi" nằm trên lưng ống kính, cho đến khi mục tiêu trùng với chữ thập của "đầu ruồi" thì khóa ốc hãm bàn độ và ống kính.
- Dùng ốc điều quang điều chỉnh cho ảnh của mục tiêu rõ nét.
- Dùng ốc vi động bàn độ ngang và ốc vi động ống kính đưa giao điểm chữ thập vào đúng mục tiêu.

3.1.3 Đặt số đọc hướng ban đầu

- Trong đo góc cũng như bố trí góc bằng, hướng ban đầu thường đặt là hoặc $180^0/n$ với n là số vòng đo góc.

3.2 ĐO GÓC BẰNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐO ĐƠN

- Phương pháp đo đơn được sử dụng để đo góc có hai hướng
- Mỗi vòng đo có 2 nửa vòng đo thuận kính và đảo kính độc lập nhau.
- *Đối với góc bằng nếu có giá trị (-) thì $+360^0$, nếu $>360^0$ thì -360^0.*

3.2.1 Nửa vòng đo thuận kính

- Giả sử cần đo góc AOB, đặt máy tại O
- Ngắm A, đặt trị số hướng ban đầu
- Mở ốc xiết bàn độ ngang, quay ống kính thuận chiều kim đồng hồ, ngắm B đọc được số
- Giá trị góc đo thuận kính là:

(4 – 4)

3.2.2 Nửa vòng đo đảo kính (bàn độ đứng bên phải)

- Đảo ống kính quan thiên đỉnh
- Mở ốc xiết bàn độ ngang, quay ống kính ngắm B, đọc được
- Quay ống kính ngược chiều kim đồng hồ, ngắm A, đọc được
- Giá trị góc đo đảo kính là:

(4 – 5)

3.2.3 Giá trị một vòng đo

- Nếu chênh lệch kết quả giữa 2 nửa vòng đo không vượt quá 2 lần độ chính xác đọc số theo vành độ ngang thì tính giá trị góc đo bằng 1 vòng đo tính theo công thức:

(4 – 6)

- Tùy theo độ chính xác yêu cầu, một góc có thể đo bằng nhiều vòng đo.
- Nếu tại một trạm, đo góc bằng n vòng đo thì trị số hướng ban đầu sẽ khác nhau $180^0/n$ ở mỗi vòng đo và trị số góc là trung bình cộng trị số góc của các vòng đo.
- Nếu chỉ đo bằng 1 vòng đo, thì ở nửa vòng đo đảo kính phải xoay bàn độ đi 90^0 rồi mới tiến hành đo.

- Mẩu sổ đo và trình tự ghi sổ, tính toán (số trong ngoặc đơn) kết quả đo góc bằng theo phương pháp đo đơn 2 vòng đo, sử dụng máy kinh vĩ 3T5KP, được thể hiện ở bảng 4 – 1.

3.3 ĐO GÓC BẰNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP TOÀN VÒNG

Phương pháp đo toàn vòng được dùng để đo góc có từ 3 hướng trở lên.

3.3.1 Nửa vòng đo thuận kính

- Giả sử cần đo góc có 4 hướng OA, OB, OC, OD (hình 4 – 7)
- Đặt máy kinh vĩ tại O
- Ngắm A, đặt trị số hướng ban đầu
- Quay ống kính thuận chiều kim đồng hồ, lần lượt ngắm tiếp các điểm B, C, D rồi trở về A, được các số đọc tương ứng
- Chênh lệch giữa 2 số đọc và khi ngắm cùng hướng OA không được vượt quá độ chính xác số đọc (0,1’ đối với máy 3T5KP)
- Tính trị số các góc AOB, BOC, COD, DOA bằng cách lấy trị số hướng sau trừ đi trị số hướng trước.

3.3.2 Nửa vòng đo thuận kính

- Đảo ống kính qua thiên đỉnh, quay ống kính ngược chiều kim đồng hồ, lần lượt ngắm A, D, C, B, A đọc các số đọc tương ứng
- Chênh lệch giữa 2 số đọc và không được vượt quá độ chính xác đọc số (0,1’ đối với máy 3T5KP).
- Tính trị số các góc AOB, BOC, COD, DOA.
- Chênh lệch trị số các góc AOB, BOC, COD, DOA (hoặc các hướng OA, OB, OC, OD trong ví dụ ở bảng 4 – 2) giữa nửa vòng đo đảo kính và nửa vòng đo thuận kính, không được vượt quá 2 lần sai số đọc số (0,2’ đối với máy 3T5KP).
- Cùng có thể thay vì tính các góc AOB, BOC, COD, DOA ở 2 nửa vòng đo rồi lấy trung bình thì tính trị trung bình của các hướng OA, OB, OC, OD và OA ở 2 nửa vòng đo rồi từ đó mới tính giá trị góc một vòng đo (bảng 4 – 2).
- Nếu góc được đo n vòng, thì trị số hướng ban đầu ở mỗi vòng đo sẽ khác nhau $180^0/n$ và trị số góc là trị trung bình cộng của các vòng đo.
- Mẩu sổ đo và trình tự ghi sổ, tính toán (số trong ngoặc đơn) kết quả đo góc bằng theo phương pháp đo toàn vòng ở vòng đo thứ 1 bằng máy kinh vĩ 3T5KP, được thể hiện ở bảng 4 – 2.

- Trị số hướng:
- Các trị số góc:

3.4 ĐỘ CHÍNH XÁC ĐO GÓC BẰNG

3.4.1 Các nguồn sai số ảnh hưởng đến độ chính xác đo góc

- Có 5 nguồn sai số chính ảnh hưởng đến độ chính xác đo góc bằng: sai số do máy, sai số định tâm máy, sai số đặt mục tiêu ngắm chưa đúng tâm và chưa thẳng đứng, sai số bắt mục tiêu và sai số đọc số ($m_{đs}$).
- Bốn nguồn sai số đầu hoặc rất nhỏ hoặc có thể loại trừ bằng phương pháp đo và cẩn thận khi đo. *Độ chính xác đo góc bằng chủ yếu phụ thuộc vào sai số đọc số.*

3.4.2 Sai số trung phương đo góc bằng nửa vòng đo.

- Trị số góc, đo bằng nửa vòng đo thuận kính, tính theo công thức:
- Chuyển sang sai số trung phương được:
- Độ chính xác đọc số tại các hướng bằng nhau (cùng độ chính xác) hay:

(4 – 7)

Từ đó: (4 – 8)

- Tương tự cho nửa vòng đo đảo kính:

(4 – 9)

3.4.3 Sai số trung phương đo góc bằng một vòng đo.

- Trị số góc, đo góc bằng 1 vòng đo, tính theo công thức:
- Viết lại hàm có dạng tuyến tính 2 trị đo:
- Chuyển sang sai số trung phương:

(4 – 10)

- Từ (4 – 8) và (4 – 9) ta có:

(4 – 11)

- Thay (4 – 11) vào (4 – 10) được:

(4 – 12)

➢ *Sai số trung phương đo góc một vòng đo bằng sai số đọc số một hướng đo.*

3.4.4 Sai số trung phương đo góc bằng một vòng đo.

- Nếu nhận sai số giới hạn bằng 2 lần sai số trung phương thì sai số giới hạn đo góc bằng 1 vòng đo.

(4 – 13)

- chính là chênh lệch cho phép giữa trị góc đo thuận kính và đảo kính.

Ví dụ:

Cho biết số liệu đo góc bằng, theo phương pháp đo góc đơn giản như sau :

1) Nửa lần đo thuận kính:
   Số đọc bàn độ ngang hướng 1 là a' = $351^0$47'25"
   Số đọc bàn độ ngang hướng 2, là b' = $62^0$50'46"
2) Nửa lần đo đảo kính:
   Số đọc bàn độ ngang hướng 2 là b" = $242^0$51'18"
   Số đọc bàn độ ngang hướng 1 là a" = $171^0$47'49"
   Sai số đọc số $m_{a'} = m_{b'} = m_{a''} = m_{b''} = 20"$

Tính:

a) Giá trị góc đo trong nửa lần đo thuận kính, nửa lần đo đảo kính và giá trị góc trong 1 lần đo.

b) Sai số trung phương của góc theo nửa lần đo và một lần đo.

Bài làm

Ngắm hướng 1 xem như ngắm điểm A

Ngắm hướng 2 xem như ngắm điểm B

Trạm đo	Vòng đo	Điểm ngắm	Vị trí bàn độ	Số đọc trên bàn độ ngang	Trị số góc nửa vòng đo	Trị số góc 1 lần đo
0	1	A B	Trái	$351^0 47'25"$ $62^0 50'46"$	$71^0 03'21"$	$71^0 03'25"$
		B A	Phải	$242^0 51'18"$ $171^0 47'49"$	$71^0 03'29"$	

Sai sốđọc số $m_{a'} = m_{b'} = m_{a''} = m_{b''} = 20"$

sai số trung phương của góc theo nửa vòng đo thuận = sai số trung phương của góc theo nửa vòng đo đảo kính

Sai số trung phương đo góc 1 vòng đo = sai số đọc số 1 hướng đo :

Bài tập:

1/ Cho biết số liệu đo góc bằng AOB theo "phương pháp cung" như sau:

Thuận kính:

- Ngắm A. Đọc số trên vành độ ngang được
- Ngắm B. Đọc số trên vành độ ngang được

Đảo kính:

- Ngắm B. Đọc số trên vành độ ngang được
- Ngắm A. Đọc số trên vành độ ngang được

Tính:

a/ Giá trị góc đo nửa đầu ?

b/ Giá trị góc đo nửa sau ?

c/ Giá trị góc một lần đo đủ ?

d/ Biết sai sốđọc số : . Tính SSTP của góc theo nửa vòng đo và một vòng đo?

2/ Cho biết số liệu đo góc bằng MON theo "phương pháp cung" như sau:

Thuận kính:

- Ngắm M (tia trái). Đọc số trên vành độ ngang được
- Ngắm N (tia phải). Đọc số trên vành độ ngang được

Đảo kính:

- Ngắm N (tia phải). Đọc số trên vành độ ngang được
- Ngắm M (tia trái). Đọc số trên vành độ ngang được

Tính:

a/ Giá trị góc đo nửa đầu ?

b/ Giá trị góc đo nửa sau ?

c/ Giá trị góc một lần đo đủ ?

d/ Biết sai sốđọc số : . Tính SSTP của góc theo nửa vòng đo và một vòng đo?

Nhận xét?

Bài 5: ĐO DÀI

1. KHÁI NIỆM CHUNG

Trong trắc địa, khi đo dài giữa 2 điểm trên mặt đất, ngoài khoảng cách còn phải đo độ nghiêng giữa 2 điểm đó để tính chiều dài nằm ngang.

Nếu gọi AB là khoảng cách đo trên mặt đất, V là góc nghiêng giữa 2 điểm AB, thì khoảng cách ngang ab sẽ là:

(5 – 1)

1.1 PHÂN LOẠI

Đo dài trực tiếp: đo dài bằng thước dây vải, thước thép, thước dây inva

Đo gián tiếp: đo dài chỉ lượng cự (đo dài quang học), đo dài điện quang, do một số yếu tố góc và cạnh trong tam giác để tính chiều dài của một cạnh khác

1.2 ĐỘ CHÍNH XÁC VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐO DÀI

Chương này chỉ đề cập đến đo dài bằng thước thép và bằng chỉ lượng cự trong các máy đo góc (kinh vĩ) và máy đo cao (nivo)

2. ĐO DÀI BẰNG THƯỚC THÉP

2.1 DỤNG CỤ ĐO

2.1.1 Thước thép

Thước thép được làm bằng thép mỏng 0,4*mm*, rộng 15 – 25*mm* với các độ dài 20*m*, 24*m*, 30*m*, 50*m*.

Thân được chia vạch nhỏ nhất là *mm* từ đầu đến cuối. Có loại chỉ chia vạch *mm* ở đoạn thước đầu, cac đoạn thước còn lại chia đến *cm*.

Thước được cuộn trong vòng sắt tròn hay hộp kín. Đầu thước có khoen hoặc tay cầm để kéo căng thước.

2.1.2 Sào tiêu

Được làm bằng thép tròn rỗng , dài 1,5*m*, nhọn ở đầu dưới, sơn đoạn trắng đoạn đỏ, mỗi đoạn dài 20*cm*.

Được dùng để gióng hướng thẳng khi đo dài và làm tiêu ngắm khi đo góc.

2.1.3 Bộ phít sắt

Gồm 11 cây, được làm bằng thép đặc, dài 30cm, nhọn đầu dưới, uốn tròn đầu trên để sâu vào một vòng sắt, được sơn đoạn trắng đỏ.

Ngoài tác dụng đánh dấu 2 đầu thước (11 phít đánh dấu được 10 đoạn) và tính số lần đặt thước, phít sắt còn được dùng để dựng cây tiêu (ba phít) hoặc làm tiêu ngắm khi đo góc có hướng ngắm ngắn.

2.2 DÓNG HƯỚNG ĐƯỜNG THẲNG

Khi đo dài cạnh AB, để đảm bảo độ chính xác, *phải kéo thước trên đường chim bay* nối 2 điểm A và B. Điều khiển kéo thước trên đường chim bay có thể thực hiện bằng mắt thường hoặc bằng máy kinh vĩ.

Khi điều khiển bằng mắt thường, phải bố trí thêm một số điểm nằm giữa 2 điểm A, B trong trường hợp cạnh AB nằm trên địa hình bằng phẳng có chiều dài khá dài hoặc cạnh AB nằm trên vùng có địa hình lõm hoặc lồi.

Khi điều khiển bằng máy kinh vĩ, trên địa hình lồi thường bố trí 1 điểm trên đỉnh ở giữa cạnh AB, còn trên địa hình bằng phẳng hoặc lõm không cần bố trí thêm điểm vì có thể ngắm chuẩn đến điểm cuối B để hướng dẫn người đo đặt thước trên đường chim bay.

Việc bố trí thêm một số điểm nằm trên đường chim bay giữa hai điểm đầu và cuối cạnh cần đo được gọi là dóng hướng đường thẳng.

2.2.1 Dóng hướng bằng mắt

◆Trường hợp địa hình bằng phẳng

Dựng cố định 2 sào tiêu ở A và B. Người thứ nhất đứng cách sào A khoảng 2*m* và ngắm sao cho 2 sào tại A và B chặp nhau

Sau đo điều khiển người thứ hai cầm sào tiêu thứ 3 di chuyển vào tuyến đo tại điểm 1, cho tới khi sào A che lấp nó và sào B, rồi cố định lại.

Bằng cách tương tự, điều khiển dựng sào thứ 4 và cố định tại điểm 2. Khoảng cách giữa các điểm A, 2, 1, B nằm trong khoảng 70 ÷ 100*m*.

◆Trường hợp địa hình lõm

Dựng cố định 2 sào tiêu ở A và B. Bằng cách tương tự như ở trường hợp a, dựa vào sào ở A và B bố trí sào 3, dựa vào sào B và 3 bố trí sào 1 và 2 v.v…

Khoảng cách giữa các điểm A, 3, 2, 1, B thường nằm trong khoảng 20 ÷ 25*m.*

◆Trường hợp địa hình lồi (A, B không nhìn thấy nhau)

Dựng 2 tiêu cố định tại A và B (hình 5 – 4). Người cầm tiêu 1 dựng tại điểm b_1 nằm gần hướng AB, nhìn thấy A.

Người cầm tiêu 2 dựng tại điểm a_1 nằm trên hướng Ab_1, nhìn thấy B.

Người thứ nhất di chuyển đến điểm b_2 nằm trên hướng Ba_1, nhìn thấy A

Người thứ hai di chuyển đến a_2 nằm trên hướng Ab_2, nhìn thấy B

Cứ tiếp tục cho đến khi người thứ nhất nhìn thấy 3 tiêu đặt tại a, b, A trung nhau và người thứ hai cũng nhìn thấy các tiêu đặt tại b, a, B trung nhau thì cả hai dừng lại.

2.2.2 Dóng hướng bằng máy trên vùng đất lồi.

Đặt máy tại điểm M_1 nằm gấn tuyến AB (hình 5 – 5). Đo góc giữa hai hướng M_1A và M_1B.

Nếu dời máy về phía tuyến AB một đoạn $d_1 = M_1M_2$ đến điểm M_2, đo góc .

Nếu dời máy về phía tuyến AB một đoạn d_2 tính theo công thức (5 – 2) để được điểm M nằm trên tuyến đo AB.

(5 – 2)

Điểm M được đánh dấu bằng cọc gỗ để dóng hướng đo dài

2.3 PHƯƠNG PHÁP ĐO

2.3.1 Trường hợp mặt đất bằng phẳng

Giả sử đo đoạn AB bằng thước thép thường 20m. Cần có ít nhất 2 người, 1 thước thép, 1 bộ phít sắt gồm 11 cây, 1 hoặc 2 sào tiêu.

"*Người sau*" cầm đầu thước có vạch "0", cắm 1 phít tại tâm đỉnh cọc A, giữ chặt đầu thước sao cho vạch "0" trùng trúng điểm A.

"*Người trước*" cầm đầu thước có vạch "20m" và 10 phít sắt. theo sự điều khiển của *người sau*, người này vừa đặt thước nằm tuyến AB vừa căng thước đo thật nằm ngang, sau đó cắm một phít tại vạch 20.

Tiếp theo, *người sau* nhổ phít tại A, *người trước* để lại phít vừa cắm, cả hai nâng thước cùng tiến về phía B.

Đến phít *người trước* để lại thì *người sau* ra hiệu cho người trước dừng.

Các động tác lặp lại như ở đoạn đầu đo cho tới khi đo xong đoạn cuối.

Số phít nằm trong tay người sau bằng chính số lần đặt thước.

Khi số phít của người trước hết, nghĩa là đoạn đã đo bằng 10 lần đặt thước.

Để đo tiếp, *người sau* phải trao lại 10 phít cho *người trước* (1 phít còn cắm dưới đất chỗ người sau) và ghi một lần trao phít vào sổ.

Đoạn cuối thường là đoạn lẻ nên *người trước* phải căn cứ vào tâm đỉnh cọc B để đọc số trên thước.

Ví dụ: Sau khi đo xong, số lần trao phít là 1, số phít trong tay người sau là 4, số đọc đoạn cuối là 13,26*m*, chiều dài cạnh AB sẽ là:

Để kiểm tra kết quả đo và tăng cường độ chính xác, phải đo 2 lần theo 2 chiều đi và về trên một cạnh.
Chênh lệch kết quả giữa 2 lần đo đi, đo về không được lớn hơn 1:2000 chiều dài cạnh đo. Khi điều kiện nay thỏa thì lấy trị trung bình của hai lần đo làm kết quả cuối cùng.
Nếu không thỏa thì phải đo thêm lần thứ 3. Chọn 2 kết quả thỏa điều kiện 1:2000 rồi lấy trị trung bình.

2.3.2 Trường hợp mặt đất dốc

Nếu mặt đất giữa 2 điểm cần đo dốc, lổm chổm, nhiều bụi rậm thì dùng "phương pháp bậc thang", sử dụng thêm thủy bình cầm tay và dây dọi.

Đặt một đầu thước sát mặt đất chỗ cao hơn, nâng thước ở đầu kia, dùng dây dọi để đánh dấu điểm dưới đất. Thước được đặt nằm ngang nhờ ống thăng bằng cầm tay.

Nếu mặt đất giữa 2 điểm cần đo ít lổm chổm và dốc đều thì đo khoảng cách D trên mặt dốc, góc nghiêng V, rồi tính độ dài nghiêng S_{AB} theo công thức:

(5 – 3)

Nếu đo độ chênh cao h giữa hai điểm A và B, độ dài ngang tính theo công thức:

(5 – 4)

Để đo góc đứng V, đặt máy kinh vĩ tại A. Sau khi định tâm cân bằng máy, đo chiều cao máy i. Quay ống kính ngắm chỉ giữa vào mia dựng ở B, tại vị trí có số đọc đúng bằng chiều cao máy i, rồi đọc số trên bàn độ đứng.

Độ chính xác đo cạnh trong điều kiện đất dốc, mặt đất lổm chổm, chỗ có nhiều bụi rậm thường chỉ đạt 1:1000.

3. ĐỘ CHÍNH XÁC ĐO DÀI BẰNG THƯỚC THÉP

3.1 CÁC NGUỒN SAI SỐ

Sai số do chiều dài thực của thước khác với chiều dài danh nghĩa.

Sai số do thước bị dãn nở theo nhiệt độ

Sai số do đặt thước không trùng với hướng giữa 2 điểm đầu cạnh

Sai số do căng thước không đều

Sai số do mặt đất nghiêng trên

Sai số do thước bị cong, do gió và do mặt đất không bằng phẳng

Sai số do không đồng thời đặt trùng vạch khắc 2 đầu thước với 2 đầu đoạn đo

3.2 ĐỘ CHÍNH XÁC

Do ảnh hưởng tổng hợp của các nguồn sai số trên, mà phương pháp đo dài bằng thước thép trên mặt đất chỉ đạt:

- 1:3000 khi đo ở địa hình thuận lợi bằng phẳng,
- 1:2000 khi đo ở vùng có địa hình trung bình,

- 1:1000 khi đo ở vùng có địa hình phức tạp, bị chia cắt, dốc, có nhiều bụi rậm.

Để kiểm tra mức độ cẩn thận của việc đo, nhắm đạt được độ chính xác nói trên, người ta thường tính tỉ số giữa chênh lệch kết quả hai lần đo đi, đo về với trị trung bình của chúng. Tỉ số này không vượt quá 1:2000 khi đo ở vùng thuận lợi và 1:1000 ở vùng khó khăn.

Trong thực tế đo đạc, nhiều khi tỉ số đạt , thậm chí . *Các con số nói trên chỉ chứng tỏ mức độ cẩn thận giữa 2 lần đo đi, đo về gần như nhau, chứ không phải là độ chính xác đo dài bằng thước thép đạt 1:20000, 1:50000 hay 1:100000.*

4. ĐO DÀI BẰNG CHỈ LƯỢNG CỰ

4.1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Như đã biết, trong hệ chỉ chữ thập ở máy kinh vĩ có 2 chỉ trên và dưới dùng để đo dài được gọi là *chỉ lượng cự.*

Khi đo dài giữa 2 điểm AB, đặt máy kinh vĩ tại A, ngắm về mia đặt tại B, nếu đếm số vạch *cm* trên mia nằm giữa 2 chỉ lượng cự là 22,2 vạch, thì có thể nói ngay khoảng cách giữa 2 điểm A, B là 22,2*m* (hình5 – 9)

Để giải thích điều này, ta dựa vào nguyên lý đo dài bằng chỉ lượng cự.

4.2 NGUYÊN LÝ

4.2.1 Đối với máy có ống kính điều quang ngoài

◆Đo dài lượng cự tia ngắm ngang

Khi đo dài ở vùng bằng phẳng, tia ngắm từ máy tới mia nằm ngang. Công thức tính độ dài trong trường hợp này được dẫn giải như sau:

Giả sử máy kinh vĩ đặt tại A và dựng mia tại B (hình 5 – 10)

MN – Số đọc trên mia
LL1 – Trục chính của máy
mn – Màn dây chữ thập
P – khoảng cách giữa 2 chỉ lượng cự

Theo hình 5 – 10 ta có: (5 – 5)

Trong đó: S – độ dài ngang từ trục chính máy tới mia (độ dài đoạn AB)
E – độ dài ngang từ tiêu điểm F của kính vật tới mia
f – tiêu cự của vật kính
– độ dài ngang từ tâm kính vật đến trục chính của máy.

Từ hai tam giác đồng dạng MFN và m'Fn', ta có:

(5 – 6)

Trong đó: P – khoảng cách giữa hai chỉ lượng cự
– khoảng chắn trên mia giữa hai chỉ lượng cự

Thay công thức (5 – 6) vào (5 – 5) được:

(5 – 7)

Đặt là hệ số đo dài, là hằng số đo dài, ta có khoảng cách ngang giữ 2 điểm AB khi tia ngắm nằm ngang:

(5 – 8)

◆**Đo dài lượng cự tia ngắm nghiêng**

Chiều dài tia ngắm nghiêng từ máy tới mia (JI = D)

Khi đo dài ở vùng đất dốc, hoặc khi tia ngắm ngang bị che lấp, phải ngước ống kính lên ngắm mia để đo khoảng cách.

Khi đó mia dựng thẳng đứng, không vuông góc với tia ngắm, làm cho khoảng chắn trên mia giữa 2 chỉ lượng cự dài ra, đo đó chiều dài tia ngắm nghiêng D sẽ dài hơn chiều dài nằm ngang S cần xác định.

Kí hiệu:

- khoảng chắn trên mia giữa 2 chỉ lượng cự khi mia vuông góc với tia ngắm

- khoảng chắn trên mia giữa 2 chỉ lượng cự khi đứng theo phương dây dọi

- góc nghiêng tia ngắm, cũng là góc lệch của mia khi đứng thẳng theo phương dây dọi so với vị trí vuông góc tia ngắm.

Theo tam giác vuông IM'M, ta có:

hay (5 – 9)

Thay tính theo công thức (5 – 9) vào trong (5 – 8) ta được công thức tính chiều dài tia ngắm nghiêng từ máy đến mia:

(5 – 10)

Chiều dài ngang giữa 2 điểm AB

Theo tam giác JIE (hình 5 – 11), từ chiều dài tia ngắm nghiêng D và góc nghiêng tia ngắm v, tính chiều dài ngang JE = S giữa 2 điểm A, B theo công thức:

(5 – 11)

Đưa công thức (5 – 10) vào (5 – 11) ta được công thức tổng quát tính chiều dài đo bằng chỉ lượng cự bằng ống kính điều quang ngoài:

(5 – 12)

Các máy có ống điều quang ngoài có và

4.2.2 **Đối với máy có ống kính điều quang trong**

Các loại máy kinh vĩ hiện nay đều có ống kính điều quang trong, nên phải đề cập đến nguyên lý đo dài bằng chỉ lượng cự đối với loại ống kính này.

Ống kính điều quang trong có bố trí thêm thấu kính phân kỳ L_2, có thể thay đổi tiêu cự kính vật khi di chuyển nó, làm cho ảnh hiện rõ lên mặt phẳng chứa lưới chỉ chữ thập.

Theo hình 5 – 12, tia tới từ vô cực đến kính vật L_1 tại A hội tụ về tiêu điểm F_1, nhưng do trong khoảng O_1F_1 có thấu kính phân kỳ L_2, nên tia AF_1

khi gặp L_2 tại B sẽ khúc xạ theo BF, đưa ảnh lên mặt phẳng chứa lưới chỉ chữ thập. Kéo dài đường FB ngược lại về phía L_1 cắt tia sáng tới tại C.
Nếu tưởng tượng tại C đặt thấu kính hội tụ L_{td} có tiêu cự f_{td} = OF, thì thấu kính này được coi là tương đương với hệ thống hai thấu kính L_1 và L_2.
Tiêu cự của thấu kính tương đương f_{td} được tính theo công thức:

(5 – 13)

Trong đó: – tiêu cự của kính vật
– tiêu cự của thấu kính phân kỳ L2 (thấu kính điều quang)
– khoảng cách giữa kính vật L1 và kính điều quang L2.

Khi xem hệ thống thấu kính L1, L2 trong ống kính điều quang là kính vật tương đương, thì có thể dùng công thức (5 – 8) và (5 – 12) để tính độ dài, trong đó:

(5 – 14)

và
trong ống kính điều quang trong, người ta cấu tạo máy để cho K=100 và C=0, nên công thức (5 – 8) và (5 – 12) sẽ có dạng đơn giản hơn:

hay (5 – 15)

hay (5 – 16)

Công thức (5 – 15) giải thích tại sao khi khoảng chắn trên mia giữa 2 chỉ lượng cự là 22,2*cm* thì khoảng cách giữa 2 điểm A, B là 22,2*m*.

5. ĐỘ CHÍNH XÁC ĐO DÀI BẰNG CHỈ LƯỢNG CỰ

Để đánh giá độ chính xác đo dài bằng chỉ lượng cự ta sử dụng công thức:

(5 – 17)

Công thức (5 – 17) có dạng tuyến tính nên sai số đo dài bằng chỉ lượng cự:

(5 – 18)

Nếu gọi m là sai số trung phương đọc số trên mia theo một chỉ lượng cự, thì sai số trung phương đọc số theo 2 chỉ lượng cự:
Từ đó sai số trung phương đo dài bằng chỉ lượng cự m_S sẽ là :

(5 – 19)

Sai số đọc số trên mia theo 1 chỉ lượng cự m phụ thuộc vào sai số ngắm qua ống kính mng và khoảng cách S.
Sai số ngắm bằng mắt thường là 1'. Nếu ngắm qua ống kính có độ phóng đại V^x thì sai số này sẽ giảm và $m_{ng} = 1'/V^x$, khi đo:

(5 – 20)

Đem thay công thức (5 – 20) vào (5 – 19), đưa S sang vế phải, thay ta được sai số trung phươngtương đối đo dài bằng chỉ lượng cự:

(5 – 21)

Các loại máy kinh vĩ hiện nay thường có độ phóng đại của ống kính từ 20 đến 25 lần, nếu lấy $V^x = 20$ thì:

(5 – 22)

Ngoài ảnh hưởng của sai số đọc số trên mia, sai số xác định khoảng chắn trên mia giữa 2 chỉ lượng cự còn phụ thuộc vào sai số mia bị giãn nở do nhiệt độ, sai số do sơn vạch khắc không chính xác, sai số do dựng mia

không thẳng đứng v.v… **nên độ chính xác đo dài bằng chỉ lượng thường chỉ đạt khoảng 1:400.**

Bài 6: ĐO CAO

1. KHÁI NIỆM CHUNG

- Độ cao của một điểm trên mặt đất là khoảng cách theo phương dây dọi từ điểm đó đến mặt qui chiếu (mặt Geoid hoặc mặt giả định).
- Tiến hành đo cao là để xác định độ chênh cao giữa các điểm trên mặt đất.
- Nếu biết độ cao của một điểm, dựa vào độ chênh cao sẽ tính được độ cao của các điểm khác.
- Có nhiều phương pháp đo cao: Đo cao hình học, đo cao lượng giác, đo cao áp kế, đo cao thủy tỉnh, đo cao cơ học v.v...
- Trong chương này chỉ đề cập đến đo cao hình học và đo cao lượng giác.

2. PHƯƠNG PHÁP ĐO CAO HÌNH HỌC

- Đo cao hình học thuộc loại đo cao trực tiếp.
- Nguyên lý đo cao hình học là: Tạo ra tia ngắm thật nằm ngang làm chuẩn để xác định khoảng cách từ nó xuống 2 điểm trên mặt đất, từ đó tính ra độ chênh cao giữa hai điểm đó.
- Để tạo ra tia ngắm nằm ngang ta sử dụng máy Nivô (máy thủy bình).
- Có hai cách đo cao hình học: Đo cao phía trước và đo cao từ giữa.

2.1 ĐO CAO PHÍA TRƯỚC

- Giả sử có hai điểm A và B trên mặt đất, biết độ cao của điểm A là HA, cần xác định độ cao H_B của điểm B.
- Đặt máy Nivô tại A (không cần đặt trục chính của máy trùng với tâm mốc) và mia tại B. Chênh cao h_{AB} giữa hai điểm A, B được tính theo công

thức:

(6 – 1)

Trong đó:i_A– chiều cao máy tính từ mặt cọc đánh dấu điểm A đến trục ngắm,
được đo bằng thước thép 2*m*, 3*m*, 5*m* hoặc mia.
b – sô' đọc trên mia tại

- Độ chênh cao h_{AB} có trị số (+) khi B cao hơn A (hình 6– la), hoặc (-) khi B thấp hơn A (hình 6 – 1b).
- Độ cao điểm B được tính theo công thức: (6 – 2)

2.2 ĐO CAO TỪ GIỮA

2.2.1 Bằng một trạm đo

- Đặt máy Nivô ở giữa 2 điểm A,B (không cần nằm trên đường nôi 2 điểm này). Khoảng cách từ máy đến 2 mia dựng tại A và B có thể lệch nhau một khoảng 5*m*, 2*m*, 1*m* hoặc 0 mét tùy theo cấp hạng đo cao được qui định trong qui phạm.
- Mia dựng tại A là mia sau, tại B là mia trước.
- Dựa vào tia ngắm ngang của máy Nivô, đọc số a ở mia sau, b ở mia trước.
- Độ chênh cao giữa hai điểm A, B trong mọi trường hợp, đều được tính bằng cách lấy *số đọc mia sau trừ đi số đọc mia trước:*

(6 – 3)

- Do đó độ chênh cao h_{AB} có trị số (+) khi B cao hơn A (hình 6–2a), hoặc (-) khi B thấp hơn A (hình 6 – 2b).
- Độ cao điểm B cũng được tính theo công thức (6–2):
- Từ công thức (6 – 2), nếu biết cao độ H_A, H_B của 2 điểm A và B, độ chênh cao giữa 2 điểm này là:

(6 – 4)

2.2.2 Bằng nhiều trạm đo

- Nếu hai điểm A,B cách xa nhau, muốn xác định độ chênh cao h_{AB}, phải dẫn đường đo cao đi từ A đến B bằng nhiều trạm đo qua các điểm trung gian N_1, N_2, N_3, ...(hình 6–3).
- Theo hình 6–3 ta có:

(6 – 5)

Và: , từ đó: (6 – 6)

- Có thể tính cao độ các điểm trung gian theo các công thức sau:

(6 – 7)

Lưu ý: Khi đo cao từ giữa, không cần đo chiều cao máy, nên có độ chính xác cao hơn đo cao phía trước, do đó được sử dụng nhiều hơn trong thực tế.

3. CẤU TẠO MÁY NIVO

3.1 KHÁI NIỆM CHUNG

◆ Tác dụng chủ yếu của máy Nivô là *tạo ra một trục ngắm thật nằm ngang*

◆ Máy Nivô (còn gọi là máy thuỷ bình), dù là loại nào, cũng có hai bộ phận chính: bộ phận ngắm và bộ phận cân bằng máy (hình 6-4).

◆ Khi đo cao, không cần đặt máy trùng lên tâm mốc, nên không có bộ phận định tâm máy. Tuy nhiên, ở một số máy Nivô kỹ thuật có cấu tạo vành độ để đo hoặc bố trí góc với độ chính xác thấp, thì có kèm theo dây dọi.

◆ **Bộ phận ngắm**:
Là ống kính có cấu tạo như ở máy kinh vĩ nhưng không có trục quay ống kính trong mặt phẳng thẳng đứng.

◆ **Bộ phận cân bằng máy**:
Bao gồm ba ốc cân và ống thăng bằng dài.Ở một số máy, có thêm ống thăng bằng tròn và vít nghiêng.

◆ Máy ni vô có nhiều loại, có độ chính xác khác nhau:
- Máy Nivô chính xác cao có sai số trung phương đo cao: ±(0,5÷l,0)mm/1km,
- Máy Nivô chính xác trung bình có saisốtrung phương đo cao: ±(3÷10)mm/1km,
- Máy Nivô chính xác thấp cósai số trung phương độ cao: ±(15÷25)mm/1km.

3.2 MÁY NIVO TỰ ĐỘNG AT - B4

- Độ phóng đại 24x
- Khoảng cách nhìn ngắn nhất 0,2m,
- Độ chính xác đo cao ±2mm/1km,
- Trọng lượng l,7kg.

3.3 THÔNG SỐ KỸ THUẬT MÁY NIVO CHÍNH XÁC TRUNG BÌNH

4. CẤU TẠO MIA ĐO CAO

◆ Mia đo cao thường được làm bằng gỗ, dài 3m hoặc 4m, hai đầu có bịt sắt, mặt mia được chia đến cm (hình 6-9) có sơn số.

◆ Nếu yêu cầu đo cao với độ chính xác cấp kỹ thuật, thì có thể dùng mia đo địa hình dài 4m, gập hoặc rút, chỉ sơn số một mặt.

◆ Nếu yêu cầu đo cao chính xác hơn, phải dùng mia một đoạn, dài 3m, sơn số hai mặt: một mặt sơn vạch đen trên nền trắng, mặt kia sơn vạch đỏ

trên nền trắng.

- Để tránh sai số nhầm lẫn khi đọc số, ở đáy mia mặt đen sơn số không (0 mét), còn ở đáy mia mặt đỏ sơn số khác, ví dụ 4700.
- Khi đo cao hạng 3, 4 phải dùng một cặp mia chế tạo đặc biệt được gọi là "cặp mia hằng số". Mia 1 có mặt đen bắt đầu số 0, mặt đỏ bắt đầu từ số4700mm. Mia 2 có mặt đen bắt đầu số 0, mặt đỏ bắt đầu từ số 4800mm.Vạch dưới cùng của mặt đỏ 2 mia chênh nhau 100mm nên có hằng sốlà 100mm.
- Đọc số trên mia đủ bốn số theo thứ tự: m, dm, cm, mm. Ví dụ số đọc trên mia theo chỉ giữa ở hình 6-9 là 1166 mm.

5. CÁC NGUỒN SAI SỐ ĐO CAO

5.1 SAI SỐ DO TRỤC NGẮM BỊ NGHIÊNG

- Mặc đù điều kiện cơ bản (điều kiện 2) của máy Nivô đã được kiểm nghiệm và điều chỉnh nhưng trục ngắm của máy cũng sẽ không nằm ngang mà còn lệch một góc nào đó làm cho độ chênh cao h đo được sẽ mang sai số nếu khoảng cách từ máy đến hai mia khác nhau.
- Để loại bỏ ảnh hưởng của nguồn sai số này, như đã nói trên, phải đặt máy chính giữa 2 mia. Qui phạm đo cao cho phép chênh lệch giữa hai khoảng cách từ máy đến mia trong đo cao hạng III là 2 m và hạng IV là 5 m.

5.2 SAI SỐ DO MÁY VÀ MIA BỊ LÚN THEO THỜI GIAN

- Sau khi đặt và cân bằng máy, ở mỗi trạm đo, chiều cao máy có thể thay đổi do chân máy bị lún làm cho số đọc trên mia trước giảm đi.
- Vì độ lún của máy tỉ lệ thuận với thời gian nên để giảm ảnh hưởng của nguồn sai số này, tại mỗi trạm phải đo hai lần độ chênh cao bằng cách ngắm mia hai mặt theo thứ tự "đen sau, đen trước, đỏ trước, đỏ sau".
- Mặt khác, các mia được ấn xuống đất để dựng mia có thể bị lún theo thời gian làm số đọc trên mia sau tăng lên và độ chênh cao cũng tăng theo.
- Hạn chế sai số do mia lún bằng cách đo đi đo về trên 1 đoạn đo. Vì chênh cao giữa đo đi và đo về có dấu ngược nhau nên trị trung bình sẽ loại trừ sai số này.

5.3 SAI SỐ DO ĐỘ CONG TRÁI ĐẤT VÀ KHÚC XẠ ÁNH SÁNG

- Độ cao của một điểm trên mặt đất được xác định dựa vào mặt chuẩn Geoid có dạng cong, còn trục ngắm của máy Nivô là đường nằm ngang.
- Mặt khác, tia ngắm bị cong khi đi qua các lớp không khí bao quanh trái đất có chiết xuất khác nhau.
- Do đó độ cao các điểm sẽ bị sai vì chịu ảnh hưởng của độ cong trái đất và khúc xạ ánh sáng.
- Đặt máy ở chính giữa hai mia khi đo sẽ loại trừ được ảnh hưởng của 2 nguồn sai số nói trên.

5.4 SAI SỐ DO ẢNH HƯỞNG CỦA HIỆN TƯỢNG CHIẾT QUANG ĐỨNG

- Đo vào buổi sáng, nhiệt độ khí quyển lớp dưới nóng hơn lớp trên làm cho tia ngắm cong xuống và số đọc sẽ giảm. Ngược lại, vào buổi chiều, nhiệt độ khí quyển lớp trên nóng hơn lớp dưới làm cho tia ngắm cong lên, số đọc sẽ tăng.
- Để giảm ảnh hưởng của hiện tượng này nên đo đi và đo về trên một đoạn đovào hai buổi sáng, chiều rồi tính kết quả trung bình.
- Khi đo ở vùng có độ dốc không nên đo ngắm vào đoạn mia dưới 0,5 m.

5.5 SAI SỐ DO MIA

Sai số do mia bao gồm:

- Sai số do độ dài mia thay đổi. Để loại trừ ảnh hưởng của sai số này phải kiểm nghiệm chiều dài mia để hiệu chỉnh vào kết quả đo.
- Sai số do đáy mia bị mòn. Loại trừ sai số này bằng cách bịt sắt đáy mia và bố trí số trạm đo chẵn trên mỗi đoạn đo.
- Sai số do mia không thẳng đứng. Loại trừ sai số này bằng cách dựng mia theo ống thăng bằng tròn gắn trên mia.

5.6 MỘT SỐ NGUỒN SAI SỐ KHÁC

- Nhiệt độ, ánh nắng mặt trời, làm cho máy và chân ba giãn nở không đều, ảnh hưởng đến độ chính xác cân bằng máy. Để giảm ảnh hưởng của nguồn sai số này phải đặt chân ba trên tuyến đo có vị trí như ở hình 6-10, sao cho, tại vị trí nào cũng có đường nối 2 đầu nhọn của 2 chân song song với hướng đo.

Hình 6 -10

- Sai số do ước đọc phần lẻ của vạch mia xăngtimét trên mia ±1 mm.
- Sai số do bọt thủy không nằm chính giữa ống thăng bằng dài ±0,5 mm.

6. PHƯƠNG PHÁP ĐO CAO LƯỢNG GIÁC

NỘI DUNG PHƯƠNG PHÁP

- Đo cao lượng giác thuộc loại đo cao gián tiếp.
- Để xác định độ chênh cao giữa hai điểm A, B, đặt máy kinh vĩ tại A, dựng mia tại B (hình 6-11).
- Gọi i là chiều cao máy đặt tại A , là số đọc trên mia theo chỉ giữa, v là góc đứng của tia ngắm, S là độ dài ngang từ A đến B. Độ chênh cao giữa hai điểm A, B sẽ là:

(6 – 8)

- Độ dài ngang S có thể đo trực tiếp bằng thước thép hoặc bằng chỉ lương cự trong ống kính máy kinh vĩ

- Nếu đo dài bằng chỉ lượng cự thì , thay vào công thức (6 – 8), ta được:

(6 – 9)

Hay: (6 – 10)

- Nếu ngắm chỉ giữa vào số đọc đúng bằng chiều cao máy I, được đánh dấu

trên mia, nghĩa là ta làm cho thì:

(6 – 11)

- Khi đo cao lượng giác ở vùng bằng, thường để ống kính nằm ngang có , khi đó , nên:

(6 – 12)

- Công thức (6 – 12) giống như trường hợp đo cao hình học phía trước

Lưu ý:

Khi điểm B thấp hơn A, vẫn sử dụng công thức (6 – 8), (6 – 10)**. Nhưng đo góc v mang dấu** (-) **nên S*tanv trong công thức** (6 – 8) **và** 1/2klsin2v **trong công thức** (6 – 10) **sẽ có trị số âm, do đó độ chênh cao h_{AB} sẽ có dấu** (-)**.**

Bài 7: ĐO DIỆN TÍCH

1. KHÁI NIỆM CHUNG

- Trong công tác quản lý qui hoạch sử dụng đất, tính dung tích hồ chứa nước phục vụ thiết kế nhà máy thủy điện, tính khối lượng đắp đường, đào mương, tính khối lượng san lấp mặt bằng v.v... đều cần phải xác định diện tích.
- Để xác định diện tích có thể dựa theo kết quả đo trực tiếp ngoài thực địa hoặc theo số liệu đo trên bản đồ địa hình hoặc địa chánh.
- Thường độ chính xác xác định diện tích theo số liệu đo ngoài thực địa cao gấp3÷5 lần theo số liệu đo trên bản đồ.

2. TÍNH DIỆN TÍCH THEO SỐ LIỆU ĐO NGOÀI THỰC ĐỊA

2.1 THEO KẾT QUẢ ĐO CẠNH

- Trong tam giác ABC (hình 7-1a), nếu đo ba cạnh a, b, c, có thể tính diện tích P_{ABC}của tam giác ABC theo công thức:

(7 – 1)

Trong đó: - là nửa chu vi tam giác

- Để xác định diện tích của một khu đất hoặc một thửa ruộng có dạng tứ giác bất kỳ ABCD, ngoài bốn cạnh S_1, S_2, S_3, S_4còn phải đo thêm đường chéo S_5.
- Diện tích của tứ giác ABCD (hình 7-1b) bằng tổng diện tích P_{ABD}và P_{BCD} của hai tam giác ABD và BCD:

(7 – 2)

- Đối với khu đất lớn có ranh là đường gãy khúc khép kín, để tính diện tích, ta chia nó ra thành nhiều tam giác, đo tất cả các cạnh, tính diện tích các tam giác theo công thức (7-1) rồi cộng lại.

- Phương pháp này thích hợp khi trong tay*người đo diện tích chỉ có thước*

dây vải hoặc thước thép cuộn.

2.2 THEO KẾT QUẢ ĐO CẠNH VÀ ĐO GÓC

2.2.1 Trường hợp đặt máy kinh vĩ tại một góc ranh giới khu đất

- Để xác định diện tích khu đất có dạng tam giác ABC hoặc tứ giác ABCD, đặt máy máy kinh vĩ hoặc toàn đạc điện tử tại đỉnh A
- Đo các cạnh S_1, S_2, góc (H.7-2a) hoặc các cạnh S_1, S_2, S_3, các góc , (H.7-2b), rồi tính diện tích theo công thức (7-3) hoặc công thức (7-4)

(7 – 3)

(7 – 4)

2.2.2 Trường hợp đặt máy kinh vĩ ở ngoài khu đất

- Có thể tính diện tích theo số liệu đo vẽ bản đồ như khoảng cách và góc bằng hoặc khoảng cách và góc định hướng của cạnh từ điểm đứng máy A đến điểm chi tiết.
- Đặt máy kinh vĩ tại điểm A, ngắm chuẩn về điểm B
- Quay máy theo chiều kim đồng hồ, lần lược ngắm các điểm 1, 2, 3, 4 đọc số được các góc .
- Dựa vàogóc định hướng cạnh khởi đầu và các góc bằng tính các góc định hướng của cạnh A-1,A-2,A-3,A-4.
- Từ hình 7 – 3 ta lập công thức tính diện tích của khu đất khép kín 1234:

(7 – 5)

Trong đó: là diện tích tam giác

- Kết hợp công thức (7 – 5) với (7 – 3), diện tích tứ giác sẽ là:

(7 – 6)

- Nếu tính theo các góc bằng đo được ta có:

(7 – 7)

- Từ công thức (7 – 7) suy ra công thức tổng quát:

(7 – 8)

- Nếu tính theo các góc định hướng ta có:

(7 – 9)

- Trong công thức (7 – 9) trước số hạng thứ 4 bên vế phải mang dấu (+) vì theo công thức lượng giác , nên
- Suy ra: công thức tổng quát

(7 – 10)

Lưu ý:Trên hình 7-3, đánh số thứ tự các điểm góc đất từ 1 đến n theo chiều kim đồng hồ. Khi thay chỉ số i từ 1 đến 4 vào công thức (7-10) để kiểm tra (7-9), với= 4 thì i+1=5 chính là điểm 1, nên và chính là và .

2.3 TÍNH DIỆN TÍCH THEO TỌA ĐỘ VUÔNG GÓC

- Tọa độ vuông góc của các điểm 1, 2, 3, 4 thuộc tứ giác bất kỳ 1234 (hình 7-4) có thể nhận được bằng cách chuyển từ các số liệu tọa độ cực đo trực tiếp bằng máy kinh vĩ hay toàn đạc điện tử, hoặc nhận được từ bản đồ số hay đo trực tiếp trên bản đồ giây.
- Diện tích khu đất 1234 sẽ bằng tổng đại số diện tích các hình thang theo trục Y hoặc trục X được tính theo công thức sau đây:

(7 – 11)

(7 – 12)

- Từ công thức (7 – 12) và các số liệu trên hình 7 – 4, ta có:

(7 – 13)

- Đổi dấu số hạng cuối được:

(7 – 14)

- Triển khai công thức (7 – 14)

(7 – 15)

- Rút gọn công thức (7 – 15)

(7 – 16)

- Từ công thức (7 – 16) và lưu ý khi i=n thì i+1 sẽ là điểm đầu tiên (điểm 1), ta có công thức tổng quát:

(7 – 17)

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. PGS.TS Phạm Văn Chuyên, Hướng dẫn trả lời câu hỏi và giải bài tập Trắc Địa, NXB Xây Dựng Hà Nội – 2011.

2. PGS.TS Phạm Văn Chuyên, Hướng dẫn thực hành Trắc Địa Đại Cương, NXB Giao Thông Vận Tải – 2008
3. Nguyễn Tấn Lộc, Trắc Địa Đại Cương, NXB Đại học Quốc Gia Tp. Hồ Chí Minh – 2012.
4. TS. Vũ Thặng, Trắc Địa xây dựng thực hành, NXB Xây Dựng Hà Nội – 2011.

DANH SÁCH BAN BIÊN SOẠN GIÁO TRÌNH DẠY NGHỀ TRÌNH ĐỘ CAO ĐẲNG NGHỀ VÀ TRUNG CẤP NGHỀ

Tên giáo trình: Đo Đạc Xây Dựng

Tên nghề: Kỹ thuật xây dựng

1. Ông: ..... Chủ nhiệm

2. Ông: ..... Phó chủ nhiệm
3. Ông: ..... Thư ký
4. Ông: ..... Thành viên
5. Ông: ..... Thành viên
6. Ông: ..... Thành viên