

---

## LỜI NÓI ĐẦU

Bài giảng môn Trắc Đạc được biên soạn tổng hợp từ nhiều sách và giáo trình của nhiều tác giả nhằm phục vụ cho việc giảng dạy môn Trắc đạc cho sinh viên các ngành kỹ thuật như: Công thôn, Thủy công, Cơ khí, Quản lý đất đai .v.v... Bài giảng nhằm trang bị cho sinh viên những kiến thức cơ bản về đo vẽ bản đồ.

Nội dung bài giảng gồm có 14 chương như sau:

- Chương I: Mở đầu & những kiến thức cơ bản về trắc địa
- Chương II: Khái niệm về sai số đo đạc
- Chương III: Định hướng đường thẳng
- Chương IV: Đo chiều dài
- Chương V: Đo độ cao
- Chương VI: Đo góc
- Chương VII: Lưới khống chế
- Chương VIII: Đo vẽ bản đồ tỷ lệ lớn
- Chương IX: Sử dụng bản đồ địa hình
- Chương X: Các yếu tố cơ bản trong bố trí công trình
- Chương XI: Đo đạc xây dựng
- Chương XII: Đo đạc công trình giao thông
- Chương XIII: Đo đạc công trình thủy lợi
- Chương XIV: Đo biến dạng và chuyển dịch công trình.

Bài được soạn từ nhiều giáo trình nên không tránh khỏi những thiếu sót. Tác giả rất mong những ý kiến đóng góp, phê bình của các bạn đồng nghiệp và các bạn sinh viên có tham khảo bài giảng này.

Cần Thơ, ngày 22 tháng 9 năm 2005

Tác giả

Bùi Quang Tuyền

Nguyễn Phước Công

Trần Vũ An

---

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trắc địa đại cương. Nguyễn Tấn Lộc - Trần Tấn Lộc - Lê Hoàn Sơn - Đào Xuân Lộc. NXB ĐH. Bách Khoa TP. HCM năm 1996.
2. Trắc Địa. Nguyễn Quang Tác. NXB Xây Dựng - Hà Nội năm 1998.
3. Trắc Địa. Đào Duy Liêm - Đỗ Hữu Hình - Lê Duy Ngụ - Nguyễn Trọng San. NXB Giáo Dục - Hà Nội năm 1992.
4. Sổ Tay Trắc Địa Công Trình. Phạm Văn Chuyên - Lê Văn Hưng - Phạm Khang. NXB Khoa Học kỹ Thuật - Hà Nội năm 1996.
5. Đo Dạc Công Trình. Đinh Thanh Tịnh - Bùi Đức Tiến. NXB Khoa Học kỹ Thuật - Hà Nội năm 1979.
6. Trắc Địa và Bản Đồ Kỹ Thuật Số. Nguyễn Thế Thận - Nguyễn Hạc Dũng. NXB Giáo Dục - năm 1999.
7. Trắc Địa đại cương. Nguyễn Văn Chuyên – NXB Xây Dựng 2003.
8. Trắc Địa cơ sở. Nguyễn Trọng San – NXB Xây Dựng 2002.
9. Trắc Địa đại cương. Hoàng Xuân Thành – NXB Xây Dựng 2005
10. Trắc Địa Xây Dựng thực hành. Vũ Thặng – NXB Xây Dựng 2002
11. Hướng dẫn thực hành Trắc Địa đại cương.  
Phạm Văn Chuyên – NXB GTVT 2005
12. Hướng dẫn giải bài tập Trắc Địa đại cương. Vũ Thặng – NXB KH&KT 2000

## PHẦN I:

### CHƯƠNG I:

## MỞ ĐẦU & NHỮNG KIẾN THỨC CƠ BẢN VỀ TRẮC ĐỊA

### **I. MỞ ĐẦU:**

#### **I.1. Khái quát về trắc địa:**

##### **I.1.1. Định nghĩa:**

Trắc địa là môn khoa học về trái đất có nhiệm vụ xác định hình dạng và kích thước của quả đất và thể hiện một phần bề mặt trái đất dưới dạng bản đồ, bình đồ mặt cắt ....

##### **I.1.2. Phân cấp:**

Tùy theo phạm vi và mục đích đo vẽ, trắc địa còn chia ra nhiều ngành hẹp :

- Trắc địa cao cấp : nghiên cứu hình dạng và kích thước quả đất, nghiên cứu sự chuyển động ngang và chuyển động đứng của lớp vỏ quả đất, xác định tọa độ và cao độ các địa điểm trắc địa cơ bản của mỗi quốc gia để làm cơ sở cho việc thành lập bản đồ cho riêng mỗi nước. Vì khu vực đo vẽ rất rộng lớn nên phải xét đến độ cong của mặt đất.

- Trắc địa phổ thông : nghiên cứu việc đo vẽ bản đồ một khu vực nhỏ trên mặt đất, vì khu vực nhỏ nên có thể mặt đất ở đây như là mặt phẳng, do đó việc tính toán sẽ đơn giản hơn.

- Trắc địa công trình : nghiên cứu việc xây dựng lưới trắc địa cơ sở để phục vụ thiết kế và thi công công trình, lập bình đồ tỉ lệ lớn và mặt cắt để phục vụ công tác thiết kế, hướng dẫn thi công lắp ráp phần vỏ và ruột công trình, lập bản vẽ nghiệm thu, quan sát sự biến dạng của công trình.

- Trắc địa ảnh : nghiên cứu các phương pháp chụp ảnh và khai thác các ảnh chuyên để thành lập bản đồ địa hình.

- Bản đồ học : nghiên cứu việc thành lập các loại bản đồ chuyên đề.

Phần giáo trình này nhằm mục đích cung cấp cho sinh viên các ngành xây dựng thủy lợi, giao thông, kiến trúc ... một số kiến thức cơ bản về trắc địa phổ thông và trắc địa công trình, tức là những kiến thức về đo vẽ bản đồ tỉ lệ lớn của một khu vực nhỏ, đồng thời cũng cung cấp những kiến thức về trắc địa phục vụ xây dựng và thi công công trình.

Để giải quyết nhiều nhiệm vụ khoa học kỹ thuật khác nhau, trắc địa đã sử dụng những kiến thức thuộc các ngành khoa học khác như: toán, thiên văn, địa mạo, địa chất, chụp ảnh, tin học

#### **I.2. Nhiệm vụ và vai trò của môn học:**

- Đối với xã hội

Thành quả của môn học trắc địa có ý nghĩa khoa học và thực tiễn rất lớn đối với nền kinh tế quốc dân.

Các loại bản đồ, bình đồ là cơ sở để thể hiện kết quả nghiên cứu của các ngành địa chất, địa lý, địa vật lý, địa mạo ... các loại bản đồ địa hình rất cần thiết cho các công tác qui hoạch, phân bố lực lượng lao động, thăm dò khai thác và sử dụng tài nguyên thiên nhiên, cần thiết cho việc thiết kế các loại công trình, qui hoạch đất đai, tổ chức sản xuất nông nghiệp, xây dựng hệ thống tưới tiêu trên đồng ruộng.

Sự phát triển của nền đại công nghiệp trong đó có ngành điện năng, luyện kim ... đã đặt cho ngành trắc địa công trình nhiều nhiệm vụ: Trắc địa phải đi đầu trong việc khảo sát, thi công, lắp ráp, và nghiệm thu các công trình xây dựng.

- Trong quy hoạch, thiết kế và xây dựng công trình:

Đối với ngành xây dựng, 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 chung cư....

Để thực hiện được một công trình trên mặt đất, công việc phải lần lượt trải qua 5 giai đoạn qui hoạch, khảo sát, thiết kế, thi công và nghiệm thu:

- Ở giai đoạn qui hoạch : thí dụ qui hoạch thủy lợi người kĩ sư phải sử dụng những bản đồ tỉ lệ nhỏ, trên đó sẽ vạch ra các phương án xây dựng công trình, vạch ra kế hoạch tổng quát nhất về khai thác và sử dụng công trình.

- Ở giai đoạn khảo sát : người kĩ sư phải biết đề xuất các yêu cầu đo vẽ bản đồ tỉ lệ lớn tại những khu vực ở giai đoạn qui hoạch dự kiến xây dựng công trình.

- Ở giai đoạn thiết kế : người kĩ sư phải có kiến thức về trắc đạc để tính toán thiết kế các công trình trên bản đồ, vẽ các mặt cắt địa hình.

- Ở giai đoạn thi công : người kĩ sư phải có kiến thức và kinh nghiệm về công tác trắc đạc để đưa công trình đã thiết kế ra mặt đất, theo dõi tiến độ thi công hằng ngày.

- Ở giai đoạn nghiệm thu và quản lý công trình : là giai đoạn cuối cùng, người kĩ sư phải có hiểu biết về công tác đo đạc kiểm tra lại vị trí, kích thước của công trình đã xây dựng, áp dụng một số phương pháp trắc lượng để theo dõi sự biến dạng của công trình trong quá trình khai thác và sử dụng.

- Đối với công tác quản lý tài nguyên thiên nhiên:

Các loại bản đồ địa hình rất cần thiết cho công tác thăm dò, sử dụng và quản lý các tài nguyên thiên nhiên. Công tác tổ chức quản lý và khai thác các nguồn tài nguyên thiên nhiên của một quốc gia.

### **I.3. Lịch sử phát triển của ngành trắc địa:**

#### **I.3.1. Trên thế giới:**

Sự phát sinh và phát triển của ngành trắc đạc gắn liền với quá trình phát triển của xã hội loài người. Trước CN người Ai cập thường phải phân chia lại đất đai sau những trận lũ lụt của sông Nil, xác định lại ranh giới giữa các bộ tộc, do đó người ta đã sáng tạo ra phương pháp đo đất. Thuật ngữ trắc địa theo tiếng Hy Lạp (geodesie) cũng có nghĩa là phân chia đất đai và khoa học về trắc địa ra đời từ đó.

Trải qua nhiều thời đại, cùng với những phát minh phát triển không ngừng của khoa học và kỹ thuật, môn học về trắc địa ngày càng phát triển. Những phát minh ra kính viễn vọng, kim nam châm, logarit, tam giác cầu .. đã tạo điều kiện vững chắc cho sự phát triển của ngành trắc đạc. Trong những thập kỷ gần đây, những thành tựu mới về khoa học kỹ thuật đã làm cho ngành trắc địa có một bước phát triển mạnh, thay đổi về chất: những kỹ thuật thăm dò từ xa (viễn thám) đã cho phép thành lập bản đồ từ ảnh chụp máy bay, vệ tinh. Nhiều nước công nghiệp phát triển đã chế tạo ra những máy trắc địa kích thước nhỏ, nhưng có nhiều tính năng hay và kết hợp giữa phần cơ và phần điện tử đã làm cho máy đo đạc trở nên nhỏ gọn chính xác cao và nhiều tính năng hơn. Việc dùng máy tính điện tử để giải các bài toán trắc địa có khối lượng lớn, việc sử dụng các ảnh chụp từ vệ tinh hay các con tàu vũ trụ để thành lập bản đồ địa hình là những thành tựu mới nhất của khoa học được áp dụng trong ngành trắc địa.

#### **I.3.2. Trong nước:**

Ở nước ta ngành trắc địa đã phát triển từ lâu, nhân dân ta đã áp dụng những hiểu biết về trắc lượng vào sản xuất, quốc phòng: những công trình xây dựng cổ như thành Cổ Loa là một minh chứng về sự hiểu biết trắc lượng của nhân dân ta.

Đầu thế kỷ 20 sau khi thôn tính và lập nền đô hộ, người Pháp đã tiến hành công tác đo vẽ bản đồ toàn Đông Dương nhằm mục đích khai thác tốt tài nguyên vùng này. Việc đo đạc được tiến hành rất qui mô, áp dụng các phương pháp đo khoa học và các máy móc đo có chất lượng cao, những bản đồ, những hồ sơ còn lưu trữ đã nói lên điều đó.

Trong thời kháng chiến chống thực dân, công tác trắc địa chủ yếu phục vụ cho mục đích quân sự như trắc địa pháo binh, công binh, trinh sát ... Sau khi cuộc kháng chiến thành công, nhà nước ta đã rất quan tâm đến công tác trắc địa, Cục đo đạc bản đồ nhà nước được ra đời năm 1959 đã đánh dấu một bước trưởng thành của ngành trắc địa Việt nam.

Đội ngũ những người làm công tác trắc địa cũng ngày càng lớn mạnh. Trước năm 1960 từ chỗ trong nước chỉ có vài chục kỹ thuật viên được đào tạo trong thời kỳ Pháp thuộc đang làm việc trong các ngành giao thông, thủy lợi, xây dựng... tới nay đội ngũ các cán bộ trắc địa đã lên tới hàng ngàn người từ đủ mọi trình độ: sơ cấp, trung cấp, kỹ sư, tiến sĩ về trắc địa. Song song với việc cử người đi học ở nước ngoài, nhà nước đã quyết định mở khóa Kỹ sư Trắc địa đầu tiên tại Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội vào năm 1962. Hiện nay khoa Trắc địa Trường Đại học Mỏ Địa chất là một trung tâm lớn nhất trên cả nước về đào tạo và nghiên cứu khoa học về chuyên ngành này. Việc đào tạo không ngừng lại ở bậc đại học mà đã bắt đầu đào tạo cán bộ Trắc địa sau đại học.

Cục đo đạc bản đồ nhà nước là cơ quan có chức năng đo vẽ bản đồ toàn quốc đã ban hành các qui phạm Trắc địa chung cho toàn quốc.

Các bộ ngành cũng có những tổ chức trắc địa riêng, phục vụ cho công tác đo vẽ bản đồ tỉ lệ lớn nhằm đáp ứng yêu cầu công tác thiết kế, thi công và quản lí công trình cho đơn vị mình.

#### **I.4. Công tác Trắc đạc đối với Kỹ sư Xây dựng:**

Trong xây dựng có thể lập các tổ thực hiện công tác đo đạc theo các hình thức sau:

\* **Đội hoặc tổ Trắc địa chuyên nghiệp** trực thuộc ban chỉ huy công trường, thực hiện tất cả các công tác Trắc lượng, Kỹ sư Xây dựng có nhiệm vụ duyệt kế hoạch, dự toán chi phí và kiểm tra qui trình thực hiện công tác Trắc địa của đơn vị.

Hình thức này thường được áp dụng cho những công trình lớn, phức tạp như khu công nghệ, khu trạm thủy điện ...

\* **Đội hoặc tổ trắc địa chuyên nghiệp** thực hiện các dạng công tác Trắc địa phức tạp, còn Kỹ sư và Trung cấp Xây dựng tiến hành công tác Trắc lượng đơn giản hơn, đồng thời có nhiệm vụ như những mục trên.

Hình thức này thường được áp dụng cho những công trình xây dựng nhà ở trong thành phố.

\* **Tất cả các công tác Trắc đạc** đều để Kỹ sư hay Trung cấp Xây dựng đảm nhận.

Hình thức này chỉ áp dụng cho các công trình xây dựng đơn giản, nhỏ.

Tùy theo từng cương vị đảm nhận mà người Kỹ sư Xây dựng có những nhiệm vụ khác nhau như dạng đề cương, dự trù kinh phí, tiến hành công tác đo kiểm tra, nghiệm thu hoặc trực tiếp làm công tác đo. Vì thế, khi còn đi học, Sinh viên ngành Xây dựng phải trang bị những kiến thức tối thiểu để có thể tự mình tiến hành đo vẽ bình đồ khu vực một công trình xây dựng loại nhỏ, tiến hành công tác bố trí công trình với độ chính xác vừa, đồng thời phải thông hiểu ý nghĩa nội dung của công tác đo vẽ cơ bản trong xây dựng để có đủ khả năng tham gia vào duyệt đề cương, kế hoạch thực hiện, dự trù kinh phí và theo dõi công tác của các đơn vị Trắc địa chuyên nghiệp.

#### **I.5. Các dạng công tác Trắc đạc trong Xây dựng:**

Các giai đoạn khảo sát thiết kế, thi công và vận hành công trình đều cần tới công tác trắc đạc hoặc những thành quả của nó.

\* Các công tác đều được xây dựng theo căn bản thiết kế. Nếu sử dụng các bản thiết kế định hình thì công tác thiết kế tiến hành thành hai giai đoạn: thiết kế nhiệm vụ và bản vẽ thi công.

Để lập bản thiết kế nhiệm vụ phải tiến hành khảo sát kinh tế kỹ thuật, trong đó có khảo sát Trắc đạc mà chủ yếu là việc lập bình đồ tỉ lệ lớn 1/10.000; 1/5.000, để lập thiết kế kỹ thuật và bản vẽ phải có bình đồ tỉ lệ 1/2000; 1/1000.

\* Trong công tác qui hoạch, có qui hoạch mặt bằng và qui hoạch độ cao. Qui hoạch mặt bằng được tiến hành bằng phương pháp giải tích dựa vào các công trình đã có, trong đó độ cao và tọa độ các góc nhà và công trình được xác định từ các mốc trắc địa. Phương pháp đồ giải dựa vào các số liệu đo trực tiếp trên bình đồ địa hình. Qui hoạch độ cao và tính toán khối lượng đào đắp được tiến hành trên bình đồ và mặt cắt địa hình.

\* Trắc đạc thi công công trình được tiến hành theo hai giai đoạn:

- Thi công trực chính và trực cơ bản.
- Thi công các trục phụ và các yếu tố thành phần công trình.

Các trục chính và trục cơ bản được bố trí dựa vào các mốc trắc địa. Các trục này về sau sẽ là cơ sở để thi công các trục phụ và các chi tiết công trình. Cần chú ý là chất lượng thi công phụ thuộc rất lớn vào công tác đo đạc.

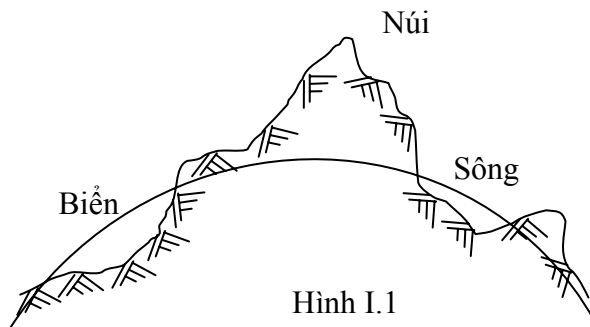
\* Sau khi hoàn thành công trình cần tổ chức đo vẽ nghiệm thu để lập tổng bình đồ hoàn công cần thiết cho việc vận hành công trình.

\* Việc quan sát biến dạng công trình (lún) bằng các phương pháp Trắc đạc phải tiến hành một cách có hệ thống từ lúc đào móng cho đến quá trình vận hành.

## II. NHỮNG KIẾN THỨC CƠ BẢN VỀ TRẮC ĐỊA:

### II.1. Mực thủy chuẩn gốc:

Mặt ngoài của quả đất có dạng gồ gề, bao gồm các đại dương và lục địa, trong đó biển đã chiếm tới 71%; còn lục địa chỉ có 29%.



Mực nước biển yên lặng kéo dài xuyên qua các lục địa và hải đảo tạo thành một mặt cong kín gọi là mực nước gốc. Mực nước gốc có tính chất thẳng góc với phương của dây dọi.

Trong ngành Trắc địa, mực nước gốc hay còn gọi là mực thủy chuẩn được dùng làm mặt chiếu khi đo lập bản đồ và cũng được dùng làm mặt so sánh độ cao giữa các điểm trên mặt đất.

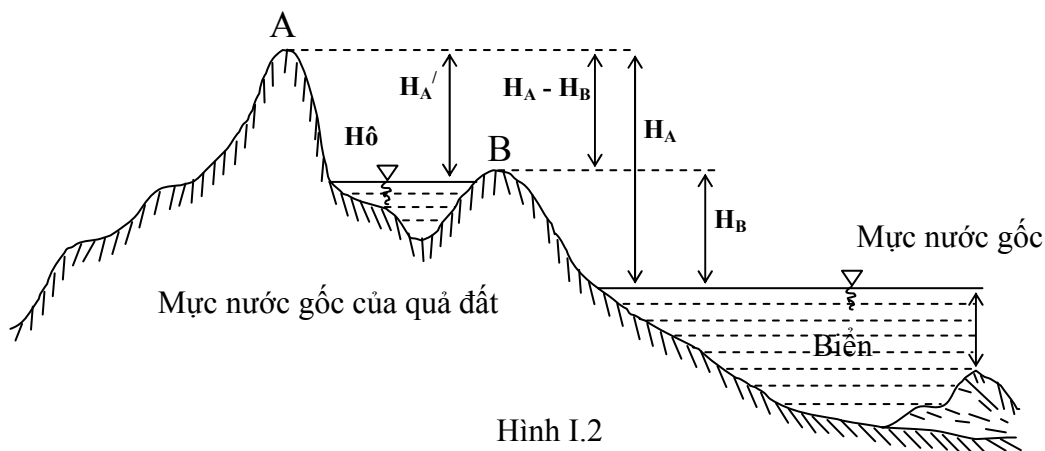
Mỗi Quốc gia đều qui ước một mặt thủy chuẩn có độ cao là 0m cho nước đó và được gọi là mặt thủy chuẩn gốc, nó được dùng làm cơ sở so sánh độ cao trên toàn bộ lãnh thổ của nước đó. Thí dụ ở Việt Nam dùng mặt thủy chuẩn gốc ở Hòn Dấu, Đồ Sơn. Độ cao của một điểm trên mặt đất là khoảng cách tính theo đường dây dọi từ điểm đó tới mặt thủy chuẩn gốc.

Những điểm nằm phía trên mặt nước gốc có độ cao dương (+) ví dụ điểm A, B.

Những điểm nằm phía dưới mặt nước gốc có độ cao âm (-) ví dụ điểm C.

Khoảng cách từ A tới mặt nước gốc là  $H_A$ : đó là độ cao tuyệt đối của điểm A.

Khoảng cách từ A tới mặt hồ là  $H_A'$ : được gọi là độ cao tương đối của điểm A tới mặt hồ.



Hình I.2

Chênh lệch độ cao giữa A và B là đoạn  $H_A - H_B$ : được gọi là hiệu độ cao giữa A và B và được ký hiệu bằng:  $h_{AB}$ .

Bản đồ của Việt Nam đều dùng hệ thống độ cao lấy từ mặt thủy chuẩn gốc ở Đồ Sơn. Khi đo vẽ ở những khu vực hẻo lánh có diện tích nhỏ, chúng ta có thể dùng mặt nước gốc giả định, tức là dùng hệ thống độ cao giả định. Lúc ấy toàn bộ độ cao tính được gọi là độ cao tương đối.

Mực nước giả định là mực nước song song với gốc và sẽ có độ cao chọn. Ví dụ khi đo vẽ bản đồ một khu vực hẻo lánh, người ta có thể gán cho một điểm đặc biệt nào đó một độ cao tùy ý và từ đó mọi điểm trong công trường đều lấy độ cao từ điểm vừa cho trên.

Sự phân bố vật chất trong lòng lớp đất không đồng đều và luôn thay đổi cùng với vận tốc và vị trí trục quay cũng luôn thay đổi nên hình dạng của quả đất cũng luôn thay đổi không theo một dạng toán học nào.

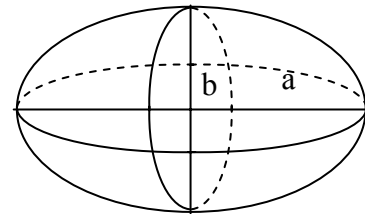
Để tiện giải các bài toán Trắc địa, ta có thể coi như mực nước gốc có dạng bầu dục hơi dẹt ở hai cực. Mặt bầu dục xoay được đặc trưng bằng bán kính lớn a và bán kính nhỏ b và độ dẹt  $\alpha$ .

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

Để có mặt bầu dục xoay gần giống với mặt nước gốc ở Quốc gia mình thì mỗi nước đều chọn một mặt elipsoit cục bộ.

Hình bầu dục xoay có ý nghĩa quốc tế nhất là do nhà bác học Nga Krasowski tìm ra năm 1940 với kết quả:

$$\left. \begin{array}{l} a = 6378245^m \\ b = 6356.863^m \end{array} \right\} \alpha = 1/298,3 \text{ và } R = 6371,11 \text{ km}$$



Dạng bầu dục của quả đất

Hình I.3

**II.2. Ảnh hưởng độ cong của quả đất tới công tác đo đạc:**

Một mặt cầu khi được khai triển thành một mặt phẳng luôn bị rách hay bị nhăn. Khi biểu diễn quả đất hình cầu lên tờ giấy phẳng, tất nhiên cũng xuất hiện những biến dạng. Những biến dạng này sẽ tạo ra các sai lệch mà ta sẽ lần lượt xét tới sau đây:

**II.2.1. Dẫn đến sai số khoảng cách trên bề mặt trái đất.**

Xét hai điểm A và B cùng nằm trên mực thủy chuẩn của quả đất; khoảng cách d trên mặt đất được biểu diễn bằng bề dài cung AB.

Nếu coi mặt thủy chuẩn là mặt phẳng thì khoảng cách giữa A và b là chiều dài tiếp tuyến AC = t. Sai số về khoảng cách do việc giả thiết mặt thủy chuẩn là mặt phẳng sẽ là:

$$\Delta d = t - d.$$

$$t = R.tg\theta \text{ với } \theta = d/R.$$

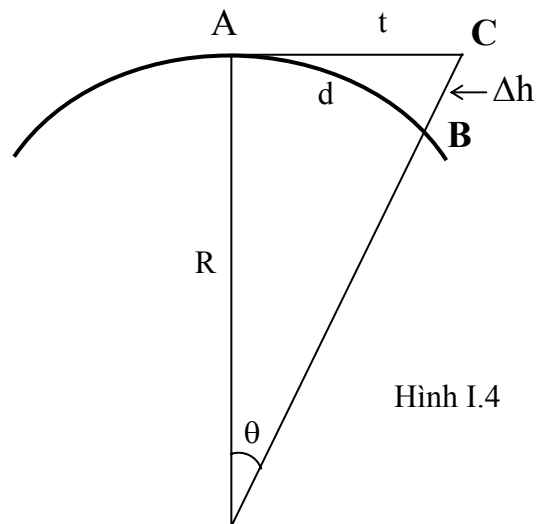
$$\text{Vậy } \Delta d = R(tg\theta - \theta).$$

Tính gần đúng:

$$\Delta d \approx \frac{d^3}{3R^2}$$

Thay R = 6371 km và cho d các giá trị khác nhau, ta sẽ có các giá trị  $\Delta d$  tương ứng được ghi trong bảng sau:

Trong thực tế đo đạc, với các công cụ hiện đại dùng để đo khoảng cách mà con người đang có, thì việc đo chiều dài chỉ đạt độ chính xác cao nhất là 1/1.000.000; do đó trong khu vực đo vẽ



Hình I.4

có bán kính dưới 10 km, ta có thể coi như mặt thủy chuẩn là mặt phẳng mà hoàn toàn không ảnh hưởng gì tới độ chính xác đo chiều dài.

d(Km)	$\Delta d$ (cm)	$\Delta d/d$ (độ chính xác)
10	0.8	1/1.220.000
50	102	1/49.000
100	821	1/12.000

**II.2.2. Dẫn đến sai số về độ cao:**

Theo định nghĩa về độ cao thì hai điểm A và B có cùng độ cao vì chúng cùng nằm trên một mặt thủy chuẩn.

Nhưng nếu giả thiết mặt thủy chuẩn qua A là một mặt phẳng (đó là tiếp tuyến At) thì người quan sát tại A sẽ thấy điểm C mà không thấy điểm B, đoạn BC =  $\Delta h$  chính là sai số về độ cao.

Theo hình vẽ, ta có:

$$(R + \Delta h)^2 = R^2 + t^2.$$

$$\Delta h^2 + 2R.\Delta h = t^2.$$

$$\Delta h = \frac{t^2}{2R + \Delta h}$$

Vì  $\Delta h$  vô cùng nhỏ so với  $2R$  nên có thể bỏ qua  $\Delta h$  ở mẫu số, coi  $t \approx d$ , ta sẽ có:

$$\Delta h \approx \frac{t^2}{2R}$$

Với  $R = 6371$  km, ta sẽ tính được  $\Delta h$  ứng với những khoảng cách d khác nhau (theo bảng dưới):

d (km)	$\Delta h$ (mm)
0,05	0,2
0,50	20
1,00	78
2,00	314

Do  $\Delta h$  tăng nhanh khi khoảng cách d tăng, hơn nữa do yêu cầu về độ chính xác trong đo độ cao khá cao nên ta phải xét đến ảnh hưởng của sai số này và tìm cách khắc phục.

Mặt thủy chuẩn được dùng làm mặt chiếu, dùng phép chiếu xuyên tâm có tâm chiếu là tâm O của trái đất. Do khu vực đo vẽ nhỏ so với kích thước của quả đất nên các tia chiếu coi như song song với nhau và cùng vuông góc với (H). Vì thế hình chiếu abcde của đa giác ABCDE coi như hình chiếu lên mặt bằng (H), không bị biến dạng và rất giống như hình thực.

các vĩ tuyến thành các đường nằm ngang song song nhưng không cách đều nhau: càng xa xích đạo các vĩ tuyến càng thưa dần, tức là biến dạng nhiều (hình I.13).

**III. XÁC ĐỊNH VỊ CÁC ĐIỂM TRÊN MẶT ĐẤT**

Để xác định vị các điểm trên mặt đất, ví dụ A, B, C, D (Hình 1.2) ta chiếu chúng xuống mặt Geoid (Ellipsoid) theo phương dây dọi được các điểm a, b, c, d. Vị trí không gian của các điểm A, B, C, D được xác định bằng hai yếu tố:

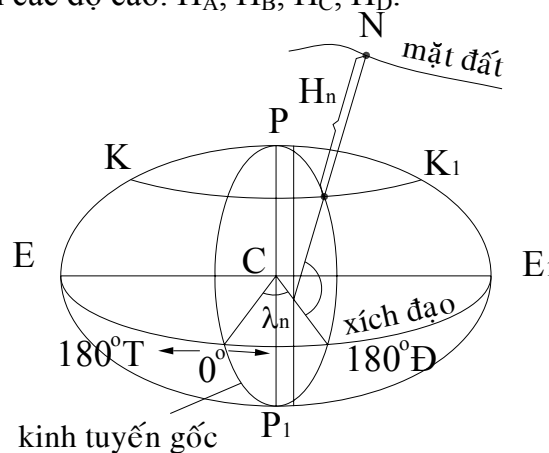
1. Tọa độ địa lý  $\varphi, \lambda$  hoặc tọa độ phẳng vuông góc Gauss – Kruger (hay UTM) X, Y của các điểm a, b, c, d trên mặt qui chiếu là Ellipsoid.



2. Độ cao  $H_A, H_B, H_C, H_D$  của các điểm A, B, C, D so với mặt Geoid. Địa vật, địa hình trên mặt đất tự nhiên là tập hợp của vô số điểm. Ta chiếu vô số điểm đó theo phương dây dọi lên mặt Geoid ta được hình ảnh của các địa vật, địa hình trên mặt này.

Để xác định vị trí không gian của các điểm A, B, C, D trên mặt đất tự nhiên ta phải đo:

- Chiều dài các cạnh: AB, BC, CD, DA
- Các góc đứng:  $V_1, V_2, V_3, V_4$
- Các góc bằng:  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$
- Xác định các độ cao:  $H_A, H_B, H_C, H_D$ .



Hình 1.2

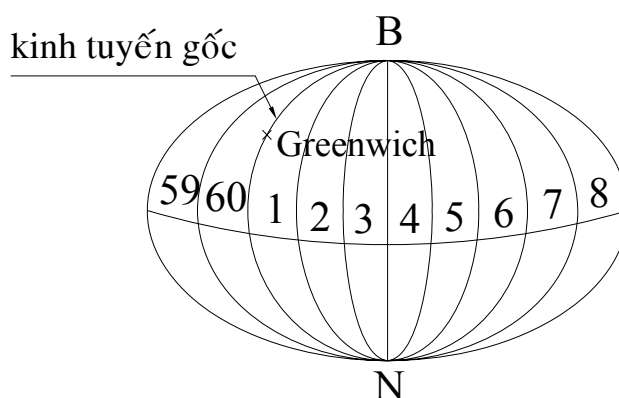
### III.1. HỆ TỌA ĐỘ ĐỊA LÝ

Hệ tọa độ địa lý lấy mặt Geoid có dạng mặt Ellipsoid làm mặt chiếu và lấy phương dây dọi làm đường chiếu.

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 đi qua trục quay trái đất  $PP_1$  và mặt Ellipsoid.

Kinh tuyến gốc là kinh tuyến đi qua đài Thiên văn Greenwich ở ngoài ô London.



Hình 1.3

Vĩ tuyến là giao tuyến của mặt phẳng vuông góc với trục quay trái đất và mặt Ellipsoid.

Vĩ tuyến gốc chính là đường xích đạo.

Vị trí điểm N bất kỳ trên mặt đất 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  $\lambda_n$  và độ vĩ địa lý  $\varphi_n$ .

Độ kinh địa lý  $\lambda_n$  của điểm n là góc nhị diện hợp bởi mặt phẳng chứa kinh tuyến gốc và mặt phẳng chứa kinh tuyến qua điểm n. Độ kinh địa lý đánh số từ kinh tuyến gốc  $0^\circ$  sang tây  $180^\circ$  gọi là độ kinh đông và từ kinh tuyến gốc  $0^\circ$  sang tây  $180^\circ$  gọi là độ kinh tây.

Độ vĩ địa lý  $\varphi_n$  của điểm n là góc hợp bởi mặt phẳng xích đạo và đường dây dọi qua điểm n. Độ vĩ địa lý đánh số từ xích đạo  $0^\circ$  lên phía Bắc  $90^\circ$  gọi là độ vĩ bắc, và từ xích đạo  $0^\circ$  xuống phía Nam  $90^\circ$  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  $106^\circ 22'$  đến  $106^\circ 55'$  độ kinh đông và từ  $10^\circ 38'$  đến  $11^\circ 10'$  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.

### III.2. PHÉP CHIẾU VÀ HỆ TỌA ĐỘ PHẪNG

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

Trước hết cần thấy rằng khái niệm về tọa độ (x, y) có trên các tờ bản đồ địa hình Quốc gia (trong trắc địa) khác với khái niệm thông thường trong toán học. Chẳng hạn: trong hệ tọa độ vuông góc phẳng Đề-các ( trong toán học) có trục x nằm ngang, trục y thẳng đứng. Nhưng trong hệ tọa độ vuông góc phẳng Gauss-Kruger hoặc hệ tọa độ vuông góc phẳng UTM-VN2000 (trong trắc địa) lại có trục x thẳng đứng, trục y nằm ngang....

Trong ngành trắc địa – bản đồ trên thế giới và ngay cả ở Việt Nam, qua các thời kỳ khác nhau cũng đã từng tồn tại nhiều loại hệ tọa độ vuông góc phẳng khác nhau. Vào nửa cuối thế kỷ 20, Việt Nam chính thức sử dụng hệ tọa độ vuông góc phẳng Gauss-Kruger và được gọi là hệ tọa độ vuông góc phẳng Gauss-Kruger-HN72 (Hà Nội 1972). Vừa qua chính phủ đã ban hành quyết định sử dụng hệ quy chiếu và hệ tọa độ Quốc gia Việt Nam

mới, có hiệu lực thi hành kể từ ngày 12 tháng 08 năm 2000 và được gọi là hệ tọa độ vuông góc phẳng UTM-VN2000 (Universal Transversal Mecators - Việt Nam 2000).

### III.2.1 Phép chiếu Gauss và hệ tọa độ phẳng vuông góc Gauss – Kruger

#### + *Phép chiếu Gauss*

Để thể hiện một khu vực lớn trên bề mặt trái đất lên mặt phẳng người ta sử dụng phép chiếu Gauss.

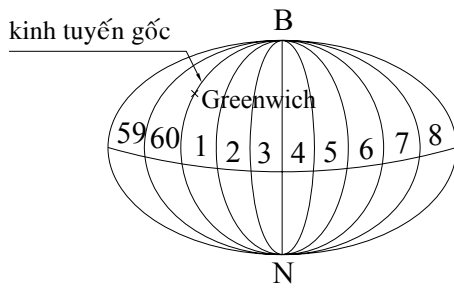
Phép chiếu Gauss là phép chiếu hình trụ ngang đầu góc.

Trong phép chiếu Gauss, trái đất được chia thành 60 múi chiếu  $6^0$  mang số thứ tự từ 1 đến 60 kể từ tuyến gốc Greenwich sang 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 được gọi là kinh tuyến trục, chia múi chiếu làm hai phần đối xứng (H.1.6). Độ kinh địa lý của các tuyến tây, đông và giữa các múi chiếu  $6^0$  thứ n được tính theo công thức sau:

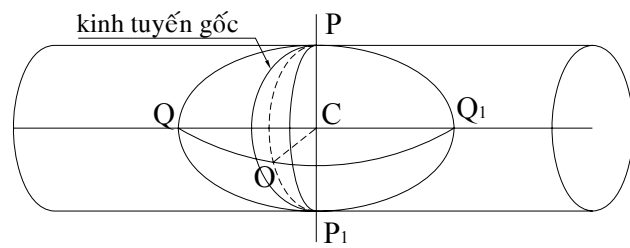
$$\lambda_T = 6^0 (n - 1); \lambda_D = 6^0 n; \lambda_D = 6^0 n - 3^0 \quad (1.2)$$

Trong đó: n – là số thứ tự của múi chiếu

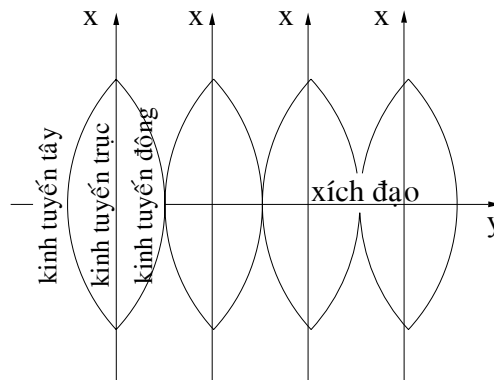
#### + Phép chiếu hình trụ ngang



Hình 1.4



Hình 1.5



Hình 1.6

Để có các múi chiếu  $6^0$  trên mặt phẳng ta làm như sau: dựng một hình trụ ngang ngoại tiếp với Ellipsoid trái đất theo kinh tuyến trục  $POP_1$  (Hình 1.5) của múi chiếu thứ nhất (có kinh tuyến tây là kinh tuyến gốc). Lấy tâm C trái đất làm tâm chiếu, chiếu múi này lên mặt trong ống trụ, sau đó tịnh tiến ống trụ về phía trái đất một đoạn tương ứng với chiều dài một cung trên mặt đất theo xích đạo chắn góc ở tâm bằng  $6^0$ :

$$L = \frac{\pi \times R. \times 6^0}{180^0} = \frac{3,14 \times 6374,11 \text{km} \times 6^0}{180^0} = 666,84 \text{km} \quad (1.3)$$

Và xoay trái đất đi một góc  $6^0$  chiếu múi thứ hai. Bằng cách tương tự ta lần lượt chiếu các múi còn lại rồi cắt ống trụ thành mặt phẳng (Hình 1.6). Xích đạo trở thành trung ngang Y, kim tuyến giữa của mỗi múi chiếu trở thành trục X của hệ tọa độ phẳng.

### + Tính đồng góc

Phép chiếu Gauss là phép chiếu mang tính đồng góc, nghĩa là các góc trên mặt Ellipsoid vẫn giữ nguyên trên mặt chiếu, còn chiều dài có biến dạng nhưng rất ít. Hệ số biến dạng chiều dài trên kinh tuyến giữa bằng 1, hệ số biến dạng chiều dài tại bất kỳ vị trí nào khác đều lớn hơn 1. Ở cùng vĩ tuyến nhưng càng xa kinh tuyến trục hoặc ở cùng một kinh tuyến nhưng càng xa xích đạo thì hệ số biến dạng chiều dài càng lớn. Ở biên múi  $6^0$  hệ số biến dạng chiều dài là 1,0014, nghĩa là cạnh dài 1000m trên Ellipsoid khi chiếu lên mặt phẳng Gauss sẽ là 1000m + 1,4m.

Để giảm sự biến dạng của chiều dài ta có thể áp dụng một trong ba cách sau đây:

1- Chia múi  $6^0$  thành các múi  $3^0$  hoặc  $1^030'$ . Hệ số biến dạng chiều dài ở vùng biên múi  $3^0$  và  $1^030'$  tại xích đạo là 1,00035 và 1,00009.

2- Tính số hiệu chỉnh  $\Delta_S$  và cộng vào chiều dài đoạn thẳng S trên mặt Ellipsoid theo công thức:

$$\Delta_S = \frac{Y_m^2}{2 \times R^2} \times S \quad (1.4)$$

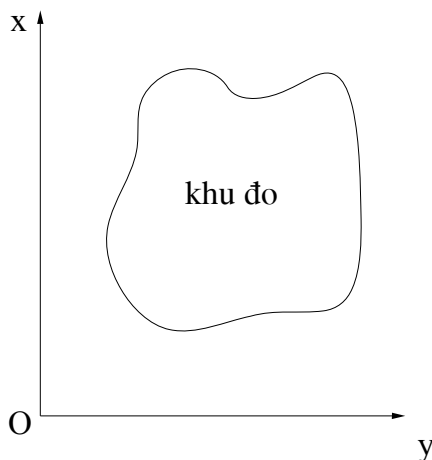
Trong đó:  $Y_m = \frac{Y_1 + Y_2}{2}$  - hoành độ trung bình của đoạn thẳng

$X_1, Y_1$  và  $X_2, Y_2$  - tọa độ điểm đầu và điểm cuối của đoạn.

R - Bán kính trái đất bằng 6371,11km.

S - Chiều dài đoạn thẳng trên mặt Ellipsoid.

3- Sử dụng hệ thống tọa độ giả định có trục X nằm gần khu đo, gốc tọa độ nằm ở góc tây nam khi đo (Hình 1.7)

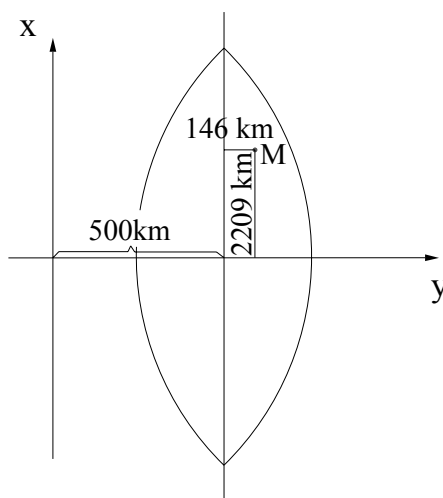


**Hình 1.7**

**+ Hệ thống tọa độ vuông góc phẳng Gauss-Kruger**

Mỗi múi chiếu là một tọa độ phẳng vuông góc. Để không có trị số hoành độ âm, thuận lợi cho việc tính toán, người ta qui ước chuyển trục X về bên trái 500km (Hình 1.8). Tung độ 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 chia thành 60 múi chiếu 6° nên có 60 múi tọa độ. Để chỉ rõ tọa độ của một điểm trên mặt đất nằm múi tọa độ nào người ta ghi bên trái hoành độ số thứ tự của các múi chiếu.

Ví dụ: tọa độ của điểm M là  $X_M = 2.209\text{km}$ ,  $Y_M = 18.646\text{km}$  có nghĩa là M nằm ở nửa bên phải múi tọa độ thứ 18, cách xích đạo về phía Bắc 2.209km và cách kinh tuyến trục của phía bắc 2.209km và cách kinh tuyến trục của múi thứ 18 một khoảng bằng  $646 - 500 = 146\text{km}$  (Hình 1.8).



**Hình 1.8**

Nước ta nằm ở Bắc bán cầu, trên múi tọa độ thứ 18, 19 nên có trị số X luôn luôn dương và hai chữ số đầu của Y là 18 hoặc 19. Để tiện cho việc sử dụng bản đồ địa hình, tại khu vực biên giáp nhau giữa hai múi chiếu thường thể hiện cả hai lưới tọa độ rộng bằng một mảnh bản đồ ở mỗi bên.

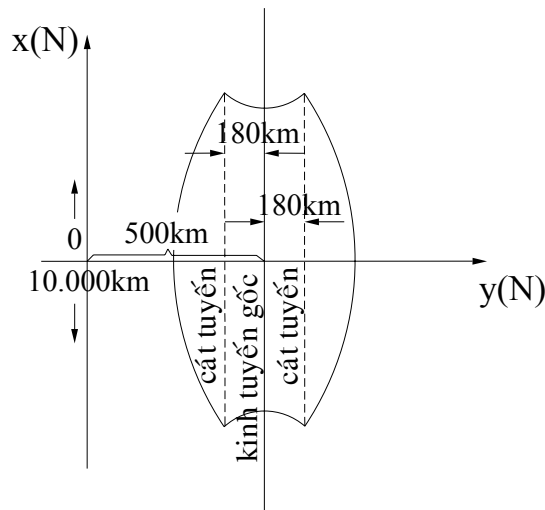
Hệ tọa độ Gauss ở Việt Nam được thành lập năm 1972 được gọi là hệ tọa độ Nhà nước Hà Nội – 72. Hệ này chọn Ellipsoid quy chiếu Krasovski. Gốc tọa độ đặt tại đài thiên văn Pankovo (Liên Xô cũ), truyền tọa độ với Việt Nam thông qua lưới tọa độ quốc gia Trung Quốc.

**+ Phép chiếu và hệ tọa độ vuông góc phẳng UTM – VN.2000**

**- *Phép chiếu UTM***

Phép chiếu UTM (Universal Transverse Mecator) 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 như trong phép chiếu Gauss mà cắt nó theo hai cát tuyến cách đều kinh tuyến trục 180km (Hình 1.9).

Hệ số biến dạng chiều dài  $m = 1$  trên hai cát tuyến,  $m = 0,9996$  trên kinh tuyến trục và  $m > 1$  ở vùng biên múi chiếu. Cách chiếu như vậy sẽ giảm được sai số biến dạng ở gần biên và phân bố đều trong phạm vi múi chiếu  $6^\circ$ . Đây chính là ưu điểm của phép chiếu UTM so với phép chiếu Gauss.



**Hình 1.9**

**- Hệ tọa độ thẳng vuông góc UTM**

Trong hệ tọa độ thẳng vuông góc UTM trục tung được ký hiệu là X hoặc N (viết tắt của chữ North là hướng Bắc), trục hoành được ký hiệu là Y hoặc E (viết tắt của chữ East là hướng Đông). Hệ tọa độ này cũng qui ước chuyển trục X về bên trái cách kinh tuyến trục 500km (Hình 1.9). Còn trị số qui ước của gốc tung độ ở bắc bán cầu cũng là 0, ở nam bán cầu là 10.000km, có nghĩa là gốc 0 tung độ ở nam bán cầu được dời xuống đỉnh nam cực.

Nước ta nằm ở bắc bán cầu nên dù tính theo hệ tọa độ Gauss hay hệ tọa độ UTM thì gốc tọa độ cũng như nhau. Hiện nay tại các tỉnh phía nam vẫn còn sử dụng các loại bản đồ do Cục Bản đồ của quân đội Mỹ sản xuất trước năm 1975 theo phép chiếu và hệ tọa độ UTM, lấy Ellipsoid Everest làm Ellipsoid quy chiếu, có điểm gốc tại Ấn Độ.

Bắt đầu từ giữa năm 2001 nước ta chính thức đưa vào sử dụng hệ tọa độ quốc gia VN-2000 thay cho hệ tọa độ Hà Nội-72. Hệ tọa độ quốc gia VN-2000 sử dụng phép chiếu UTM, Ellipsoid WGS-84 và gốc tọa độ đặt tại Viện nghiên cứu Địa chính Hà Nội.

**III.3 HỆ ĐỘ CAO**

Độ cao  $H_A, H_B, H_C, H_D$  của các điểm A, B, C, D trên mặt đất là các khoảng cách  $Aa, Bb, Cc, Dd$  theo phương dây dọi đến mặt Geoid (Hình 1.2). Độ cao  $H_A, H_B$  của các điểm A, B so với mặt Geoid (Hình 1.10) gọi là độ cao tuyệt đối hay là độ cao quốc gia. Hệ thống độ cao quốc gia Việt Nam lấy mực nước biển trung bình nhiều năm ở trạm nghiệm triều Hòn Dầu Đồ Sơn Hải Phòng làm độ cao gốc “0” (mặt Geoid Việt Nam). Hiện nay trong một số trường hợp còn sử dụng hệ độ cao cũ lấy mực nước biển trung bình tại trạm nghiệm triều Mũi Nai Hà Tiên làm điểm gốc. Độ cao Mũi Nai cao hơn độ cao Hòn Dầu khoảng 0,167m.

Độ cao  $H'_A, H'_B$  của các điểm A, B so với mặt nước gốc giả định (thường chọn mặt phẳng đi qua điểm địa vật rõ ràng có độ cao đặc trưng hoặc độ cao trung bình của khu đất), gọi là độ cao giả định.

Hiệu độ cao tuyệt đối hoặc độ cao giả định:

$$H_{AB} = H_A - H_B = H'_A - H'_B \quad (1.5)$$

Được gọi là độ chênh cao.

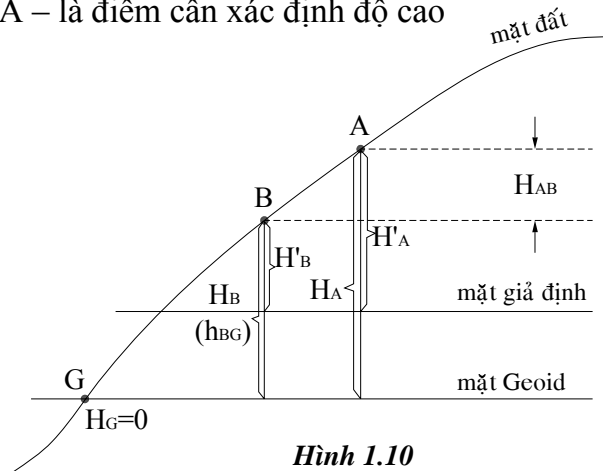
Trong trắc địa chỉ đo độ chênh cao chứ không đo được độ cao. Muốn có độ cao một điểm nào đó trên mặt đất tự nhiên, ta lấy độ cao điểm gốc cộng với tổng độ chênh cao giữa các điểm gốc, các điểm trung gian và điểm đó.

Ví dụ:  $H_A = H_G + h_{BG} + h_{AB}$

Trong đó: G- là điểm gốc

B – là điểm trung gian

A – là điểm cần xác định độ cao

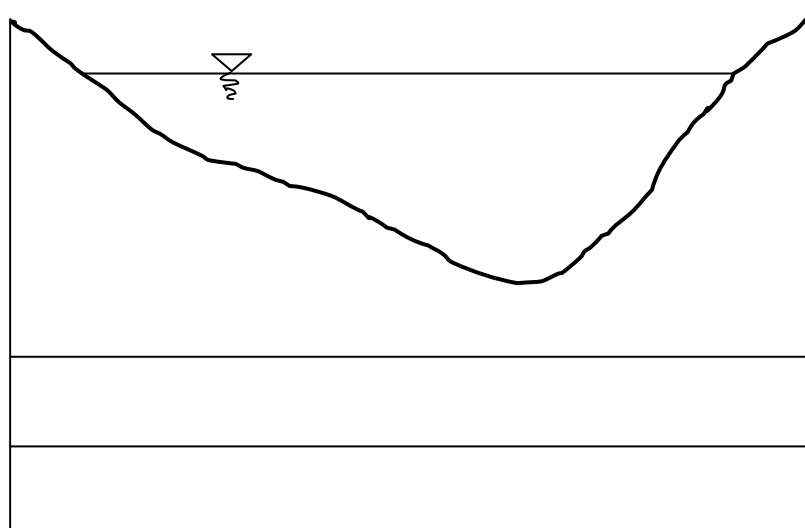


Hình 1.10

**IV. MẶT CẮT ĐỊA HÌNH:**

Mặt cắt địa hình là hình chiếu đứng của mặt đất dọc theo hướng đã biết. Ví dụ theo hình vẽ là mặt cắt ngang sông, biểu diễn sự thay đổi của địa hình đáy sông theo hướng vuông góc với dòng chảy.

Mặt cắt địa hình được sử dụng nhiều trong công tác thiết kế đường, kênh, mương ....



Hình I.8

**V. TỶ LỆ BẢN ĐỒ:**

Tỷ lệ bản đồ là tỉ số giữa chiều dài một đoạn thẳng trên bản đồ với chiều dài nằm ngang của đoạn thẳng đó ngoài mặt đất.

Tỷ lệ bản đồ được biểu diễn dưới dạng một phân số có tử bằng 1 và mẫu số M. M được chọn là những số chẵn như: 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10.000, ... để dễ dàng cho việc nội suy.



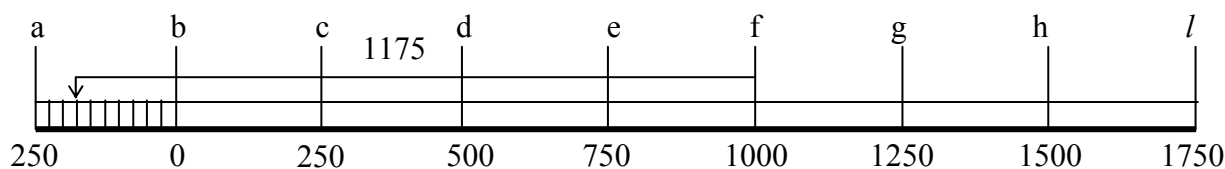
Bản đồ tỉ lệ nhỏ: có M khoảng 10.000, 25.000 hay nhỏ hơn.

Bản đồ tỉ lệ lớn hay còn gọi là bình đồ có M khoảng 100, 500, 1000, 5000, .... Bản đồ tỉ lệ càng lớn thì trên bản đồ càng thể hiện được nhiều chi tiết địa hình, địa vật, ngược lại tỉ lệ càng nhỏ thì địa hình và địa vật chỉ thể hiện khái quát.

Bản đồ tỉ lệ lớn rất tốt cho người sử dụng vì nó thể hiện mặt đất rất giống thực tế. Song khi tỉ lệ bản đồ càng lớn thì công đo vẽ rất lớn; giá thành bản đồ sẽ tăng lên, mặt khác không thể chọn tỉ lệ bản đồ một cách tùy tiện, kích thước tờ bản đồ sẽ tăng lên khi tỉ lệ càng lớn, gây bất tiện cho người sử dụng.

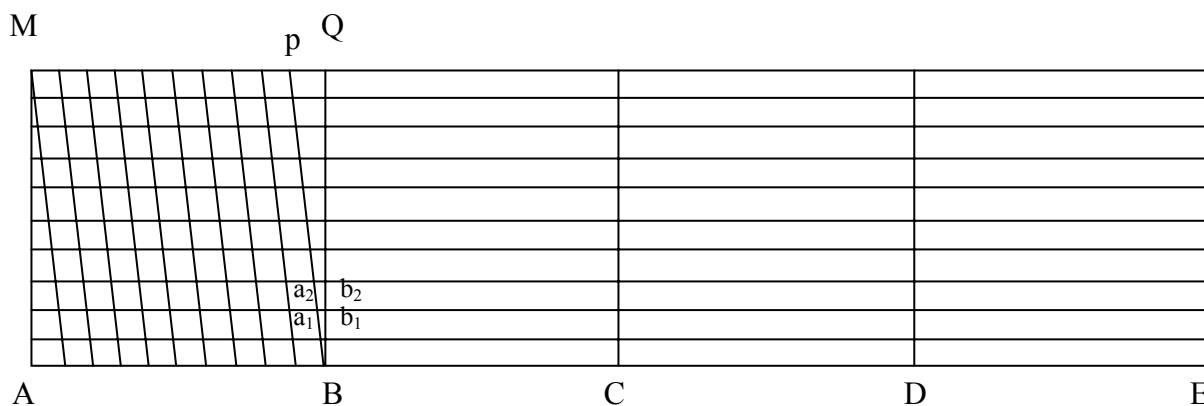
Vì những lí do trên mà khi quyết định chọn tỉ lệ đo vẽ cho một khu vực cần phải cân nhắc giữa những chi tiết nhỏ nhất của công trình có thể thể hiện được trên bản đồ với qui mô kích thước của tờ bản đồ. Một sự lựa chọn sai tỉ lệ - quá lớn hoặc quá nhỏ - đều gây ra lãng phí. Cần chú ý là mắt người chỉ có thể phân biệt được chiều dài lớn hơn hay bằng 0,1 mm, nghĩa là nếu có hai điểm cách nhau một khoảng nhỏ hơn 0,1 mm thì coi như hai điểm đó trùng nhau. Vì thế độ dài 0,1 mm trên giấy được coi làm chuẩn để xác định độ chính xác của tỉ lệ bản đồ. Ví dụ: bản đồ tỉ lệ 1/1000 có độ chính xác 0,1 m, bản đồ 1/2000 có độ chính xác 0,2 m.

Đề đo và vẽ kích thước lên tờ bản đồ cho dễ và chính xác, người ta dùng hai loại thước tỉ lệ:  
- Tỉ lệ thẳng.



Hình I.9

- Tỉ lệ xiên.



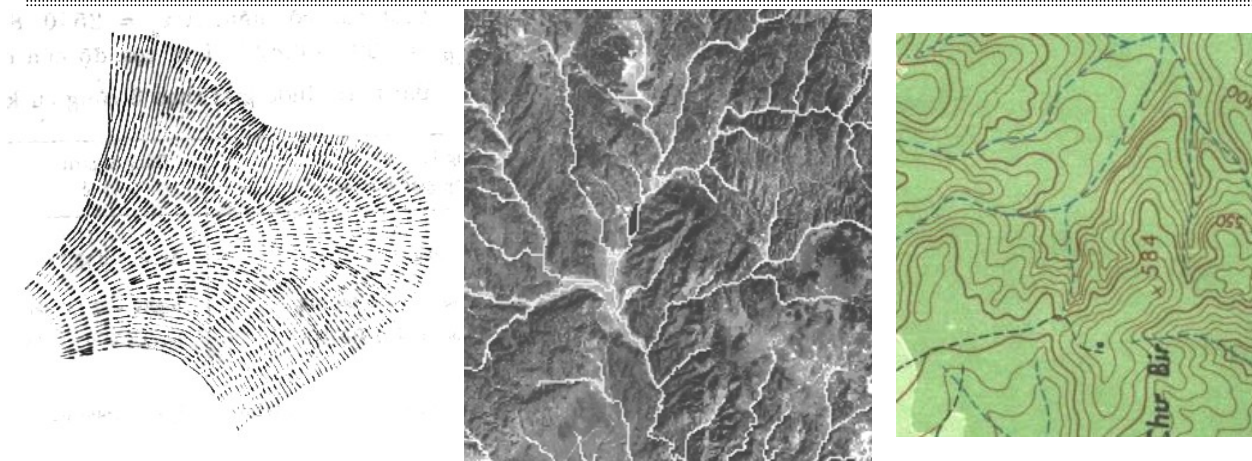
Hình I.10

## **VI. CÁCH BIỂU DIỄN ĐỊA HÌNH, ĐỊA VẬT LÊN BẢN ĐỒ:**

Địa hình và địa vật là hai yếu tố cơ bản của mặt đất cần được biểu diễn trên bản đồ. Để biểu diễn dùng phương pháp sau:

### **V.1. Phương pháp kẻ vân:**

Theo phương pháp này thì nơi nào mặt đất bằng phẳng sẽ được biểu thị bằng các vân mảnh, dài và thưa; nơi nào mặt đất dốc sẽ được biểu thị bằng các vân đậm, xít nhau các vân nằm theo hướng dốc mặt đất.



**V.2. Phương pháp tô màu:**

Theo phương pháp này thì nơi nào cao sẽ được biểu thị bằng màu vàng xẫm, càng xuống thấp màu vàng càng nhạt dần; vùng bằng phẳng có màu trắng, các thủy hệ (sông, hồ...) có màu xanh lơ, càng sâu màu xanh càng xẫm.

Hai cách biểu thị trên có ưu điểm là người đọc bản đồ có khái niệm trực quan về hình dạng gồ ghề lồi lõm của mặt đất nhưng hoàn toàn có tính chất định tính, nghĩa là muốn biết độ cao của quả núi là bao nhiêu mét, độ dốc mặt đất là bao nhiêu độ thì bản đồ không cho kết quả bằng con số.

**V.3. Phương pháp đường đồng mức:**

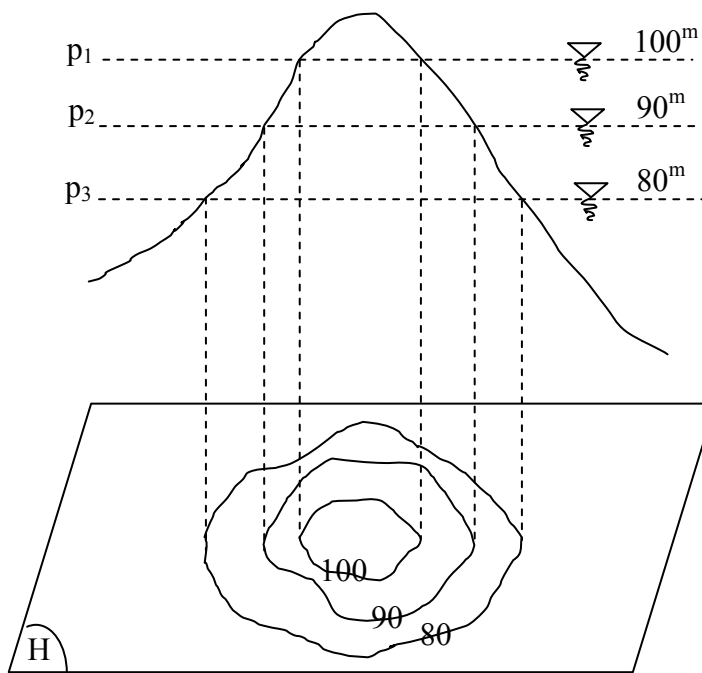
Đường đồng mức hay còn gọi là đường bình độ của mặt đất là đường nối liền các điểm có cùng độ cao trên mặt đất; hay nói một cách khác đi "đường đồng mức của địa hình là giao tuyến giữa mặt đất tự nhiên với các mặt phẳng song song với mặt nước gốc ở những độ cao khác nhau".

Hình I.16 cho thấy quả núi được biểu thị bằng đường đồng mức. Cắt quả núi bằng những mặt phẳng  $p_1, p_2, p_3 \dots$  song song với mặt nước gốc. Các mặt này nằm ở những độ cao 100m, 90m, 80m ... cách đều nhau một khoảng  $E = 10m$ . Giao tuyến của các mặt này với quả núi chiếu xuống mặt nước gốc H, ta sẽ được hình vẽ quả núi dưới dạng các đường đồng mức khép kín. Nhìn hình vẽ này có thể hình dung một cách chính xác kích thước, độ cao, độ dốc của núi.

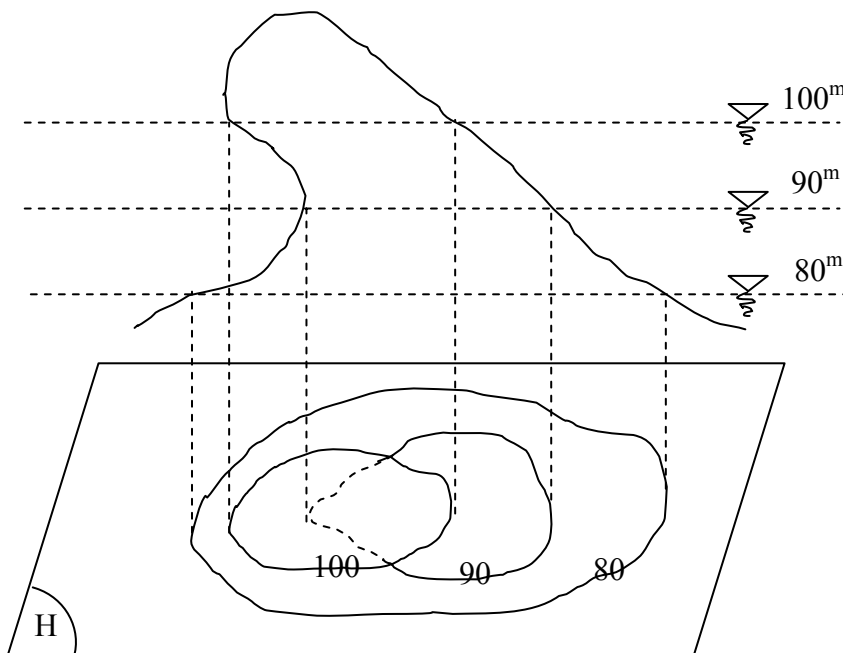
Độ cao của đường đồng mức có giá trị chẵn, khoảng cách E giữa các đường đồng mức được gọi là "khoảng cao đều".

Đường đồng mức có một số đặc tính:

- Những điểm nằm trên cùng đường đồng mức thì có cùng độ cao.



Hình I.16



Hình I.17

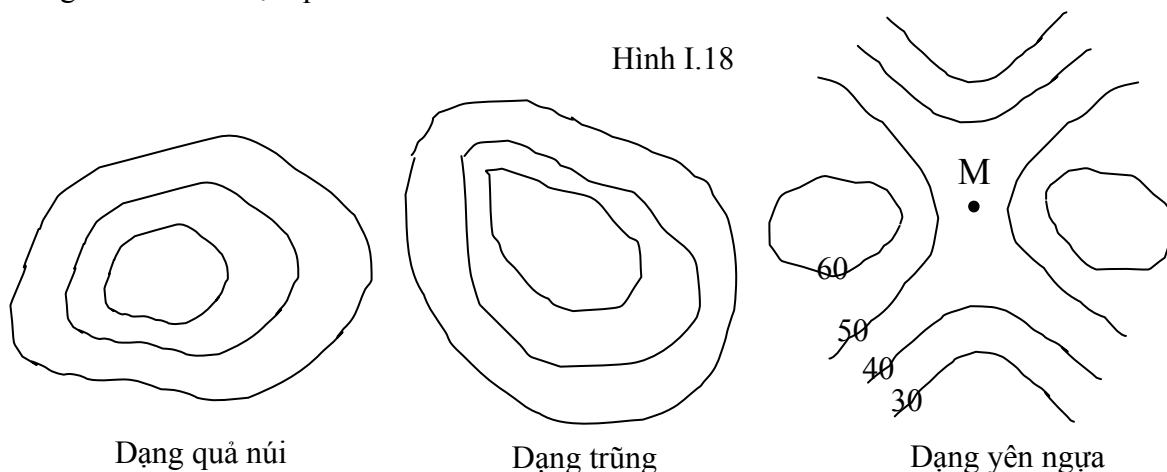
- Đường đồng mức phải liên tục, khép kín; nếu vì kích thước tờ giấy vẽ bị hạn chế mà đường đồng mức không khép kín được, thì phải kéo dài tới tận biên tờ giấy vẽ.

- Chỗ nào đường đồng mức xa nhau (thưa) thì nơi đó mặt đất thoải; nơi nào đường đồng mức gần nhau thì nơi đó mặt đất dốc. Nơi nào đường đồng mức trùng nhau thì nơi đó là vách núi thẳng đứng hay bờ vực.

- Các đường đồng mức không được cắt nhau, trừ trường hợp núi đá có dạng hàm ếch.

Các địa vật được biểu diễn lên bản đồ theo nhiều dạng khác nhau: đối với các địa vật lớn như sông, cầu lớn, khu dân cư lớn ...phải biểu diễn chúng theo đúng hình dạng ngoài thực tế và

được thu nhỏ lại theo tỉ lệ; còn có địa vật nhỏ như giếng nước, hố khoan, công nhỏ ... thì biểu diễn chúng theo các kí hiệu quy ước.



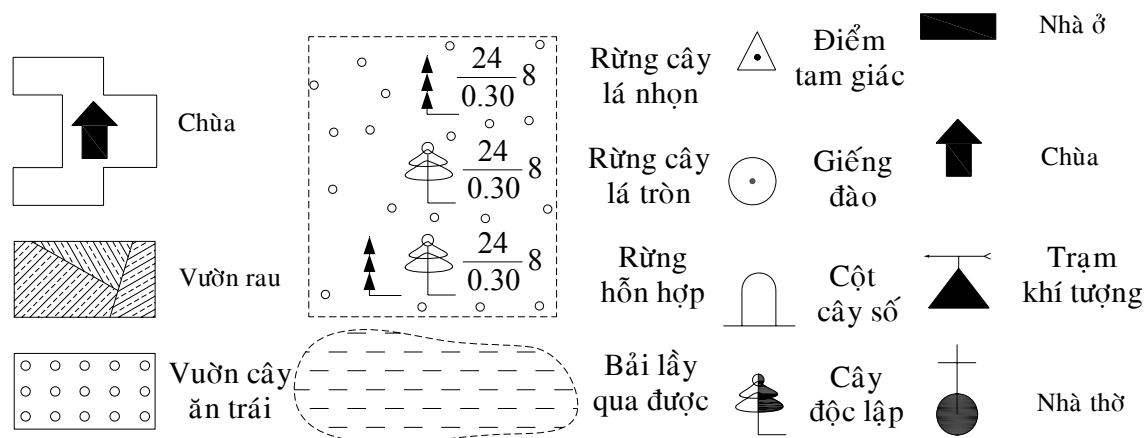
**VI. BIỂU DIỄN ĐỊA VẬT TRÊN BẢN ĐỒ:**

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

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

1. **Ký hiệu theo tỷ lệ** (ký hiệu diện) thường để biểu diễn những địa vật có diện tích lớn như rừng cây, ruộng lúa, hồ, ... những địa vật có diện tích rộng này khi biểu diễn trên bản đồ đã được thu nhỏ lại đồng dạng theo tỷ lệ của bản đồ. Nếu địa vật có ranh giới rõ ràng như khu dân cư, khu công nghiệp, v.v... thì đường biên bao quanh được vẽ bằng nét liền. Nếu địa vật có ranh giới không rõ ràng như đường biên giữa đồng cỏ và đầm lầy vẽ bằng nét đứt đoạn. Bên trong các đường biên vẽ các ký hiệu nhất định (hình 1-19).

2. **Ký hiệu không theo tỷ lệ** (ký hiệu điểm) để biểu diễn những địa vật nhỏ, đó là những địa vật mà nếu thu nhỏ lại theo tỷ lệ bản đồ thì chúng sẽ chập lại thành một chấm điểm hay một đường nét như cây cổ thụ, giếng, cột km, nhà thờ, ... kí hiệu không theo tỷ lệ là các kí hiệu không đảm bảo tính đồng dạng của địa vật mà chỉ cho biết vị trí của địa vật theo chấm điểm của kí hiệu này. Chẳng hạn vị trí của các giếng nước được xác định bởi tâm vòng tròn (hình 1-19).



Hình 1-19

Những địa vật như sông, đường ô tô, đường sắt, đường biên giới, ... sẽ được biểu diễn bằng *kí hiệu kết hợp* vừa theo tỷ lệ vừa không theo tỷ lệ (kí hiệu tuyến). Khi đó chiều dài của chúng được thể hiện theo tỷ lệ bản đồ, còn chiều rộng được tăng lên so với thực (hình 1-19).

### 3. Ký hiệu chú giải

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

Ký hiệu chú giải dùng để bổ sung đặc điểm vật biểu thị trên bản đồ. Ví dụ, bên cạnh ký hiệu cầu có ghi  $S\frac{6-17}{25}$  thì có nghĩa là cầu được xây dựng bằng sắt, có chiều rộng 6m, chiều dài 17m và tải trọng 25 tấn. Hay như ở Hình 6, bên cạnh cây thông có ghi  $\frac{24}{0,3}8$  có nghĩa là cây có chiều cao 24m, đường kính 0,3m và khoảng cách giữa hai cây kề nhau là 8m...

Rất nhiều trường hợp cùng một địa vật, trên bản đồ tỉ lệ lớn biểu diễn bằng ký hiệu theo tỉ lệ, nhưng trên bản đồ nhỏ lại biểu diễn bằng ký hiệu không theo tỉ lệ như chùa, nhà ở, nhà thờ..., bằng ký hiệu nửa tỉ lệ như đường ô tô, đường sắt...

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.

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

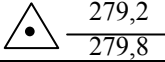
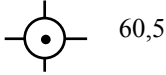
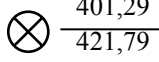











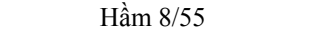
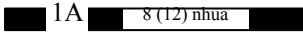
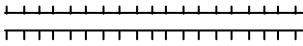
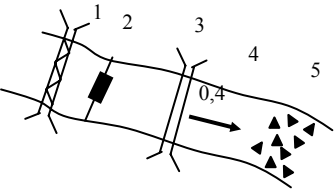
Tuỳ thuộc vào tỷ lệ bản đồ mà địa vật được biểu diễn với mức độ chi tiết khác nhau. Chẳng hạn trên bản đồ tỷ lệ 1 : 2.000 điểm dân cư được biểu diễn hình dạng của cả khu dân cư thôi. Bản đồ tỷ lệ càng lớn thì càng biểu diễn địa vật được đầy đủ, chi tiết và chính xác hơn.

Cục đo đạc bản đồ nhà nước đã ban hành cuốn: “Kí hiệu qui ước bản đồ địa hình” các loại tỉ lệ, trong đó có qui định rõ các biểu diễn các loại địa hình, địa vật lên bản đồ - qui định về hình vẽ, màu sắc, ... đối với từng loại địa vật. Các tổ chức làm công tác đo đạc khi tiến hành đo vẽ bản đồ đều phải chấp hành đúng theo các qui định trong bản kí hiệu này để thuận lợi cho người sử dụng tài liệu. Hình sau là trích trong cuốn: “Kí hiệu qui ước bản đồ địa hình tỉ lệ lớn” do cục Đo đạc và bản đồ nhà nước xuất bản.

## VII. CÁC ĐƠN VỊ ĐO LƯỜNG DÙNG TRONG TRẮC ĐỊA:

- Đo chiều dài: mét (m) lấy 3 số lẻ: (325m417), Km
- Đo góc: độ, phút, giây ( $67^{\circ} 34' 30''$ )
- Đo diện tích: m<sup>2</sup>, ha, Km<sup>2</sup>
- Khi tính hàm lượng giác phải lấy 06 số lẻ :  $\sin 67^{\circ} 34' 30'' = 0.924379$

**KÝ HIỆU BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH (trích)**

1	Điểm tam giác và điểm đường chuyên nhà nước (độ cao mốc / độ cao mặt đất)	 279,2 / 279,8
2	Điểm đường chuyên kinh vĩ (độ cao mốc 60 <sup>m</sup> ,5)	 60,5
3	Điểm thủy chuẩn (độ cao mốc / độ cao mặt đất)	 401,29 / 421,79
4	Nhà gạch (nền màu đỏ)	
5	Nhà lá	
6	Ống khói nhà máy	
7	Nhà máy điện	
8	Trạm biến thế	
9	Miệng hầm mỏ	
10	Giếng thăm dò	
11	Đình, chùa	
12	Nhà thờ	
13	Địa giới tỉnh thành huyện	
14	Đường sắt và ga	
15	Đường sắt và hầm (cao 8m, dài 55m)	
16	Đường ô tô (rải nhựa 8m, nền rộng 12m)	
17	Đê	
18	Các công trình trên sông (nền xanh lơ) 1. Cầu thép 2. Phà 3. Đập ngăn sông 4. Hướng nước chảy - vận tốc dòng chảy (m/sec) 5. Ghềnh đá	

Hình 7

CHƯƠNG II:

**KHÁI NIỆM VỀ SAI SỐ ĐO ĐẶC**

**I. CÁC DẠNG ĐO VÀ SAI SỐ:**

**I.1. Khái niệm sai số:**

Muốn biết giá trị một đại lượng nào đó như chiều dài một đoạn thẳng hay độ lớn của một góc, phải tiến hành đo. Đo chính là quá trình so sánh đại lượng cần đo với đại lượng cùng loại được chọn làm đơn vị. Giá trị của đại lượng là bội số của đơn vị đo. Trong thực tế có khi không thể hay không tiện so sánh trực tiếp đại lượng cần đo với đơn vị cùng loại được, khi đó người ta đo trực tiếp các đại lượng có liên quan rồi tính đại lượng cần tìm.

Nếu một đại lượng nào đó được một người đo nhiều lần bằng cùng một máy, một phương pháp và cùng một điều kiện ngoại cảnh như nhau, thì kết quả thu được trong các lần đo có mức độ tin cậy như nhau, phép đo như vậy gọi là phép đo cùng độ chính xác. Nếu một đại lượng nào đó được đo nhiều lần bằng những điều kiện khác nhau (khác máy, khác phương pháp, khác người đo .v.v.), thì những phép đo này gọi là phép đo không cùng độ chính xác.

**I.2. Các dạng đo và sai số của nó:**

a) Đo trực tiếp: là phép đo cho ngay giá trị bằng số của đại lượng cần đo. Đo chiều dài một đoạn thẳng bằng thước thép, đo góc bằng máy kinh vĩ, đo góc phương từ bằng địa bàn, đo chênh cao bằng máy bình chuẩn, mà ta có nhíp nói đến ở những chương sau đều là những phép đo trực tiếp.

Kết quả mỗi lần đo một đại lượng chỉ là giá trị gần đúng của nó. Độ lệch giữa giá trị đo được và giá trị đúng của chính đại lượng đó. Nếu gọi X là giá trị thực (giá trị đúng) và l là giá trị đo thì:

$$\Delta = l - X$$

sẽ là sai số thực của kết quả đo l của đại lượng đó.

b) Đo gián tiếp: là trường hợp đo trực tiếp những đại lượng khác rồi thông qua tính toán mà tìm giá trị gián tiếp cần tìm. Ta thấy rõ rằng đại lượng đo gián tiếp là hàm của những đại lượng đo trực tiếp. Ví dụ muốn biết chu vi một đường tròn ta đo trực tiếp đường kính rồi tính theo công thức  $L = \pi.d$ . Rõ ràng L là hàm của d.

Nếu đường kính có sai số là  $\Delta d$  thì chu vi vòng tròn L sẽ có sai số  $\Delta L$ , cụ thể là:

$$L + \Delta L = \pi (d + \Delta d)$$

Do đó:

$$\Delta L = \pi \Delta d$$

Như vậy sai số thực của đại lượng đo gián tiếp cũng là hàm của sai số thực của các đặc trưng đo trực tiếp có liên quan.

**II. NGUYÊN NHÂN SINH RA SAI SỐ & PHÂN LOẠI SAI SỐ:**

**II.1. Nguyên nhân sinh ra sai số:**

Như chúng ta đã biết hầu hết các phép đo trong trắc địa đều tiến hành trong những điều kiện phức tạp nên có nhiều nguyên nhân sinh ra sai số trong các kết quả đo. Các nguyên nhân chính là:

a) Do dụng cụ và máy móc đo: Nguyên nhân này chủ yếu là do bản thân dụng cụ đo kém chính xác. Ví dụ như thước thép có chiều dài danh nghĩa là 20m, nhưng khi so sánh với thước mẫu, thước chỉ dài là 19,99m. Như vậy, nếu không kiểm nghiệm thước thì cứ mỗi lần đo đều phạm phải sai số là -1cm (thiếu 1 cm).

b) Do người đo: Nguyên nhân này chủ yếu do giác quan người đo gây ra

c) Do môi trường: Nguyên nhân chủ yếu là do thời tiết và địa hình vùng đo làm ảnh hưởng đến độ chính xác của kết quả đo.

## II.2. Phân loại sai số:

Có thể phân loại sai số theo nguyên nhân và tính chất của sai số. Trong thực tế không thể tách được sai số theo từng nguyên nhân sinh ra sai số. Vì thế chỉ nên phân loại theo tính chất của sai số.

a) Sai số thô: Sai số này chủ yếu là do sự nhầm lẫn hay do thiếu thận trọng lúc đo hay lúc tính kết quả đo sinh ra. Sai số thô thường có kết quả rất lớn và rất dễ phát hiện nếu tiến hành đo hay tính kiểm tra.

b) Sai số hệ thống: Sai số này sinh ra do những nguyên nhân xác định về trị số cũng như về dấu. Sai số hệ thống thường do máy móc, dụng cụ đo gây ra. Ví dụ khi dùng thước thép có chiều dài ngắn hơn so với thước tiêu chuẩn 1cm để đo một đoạn thẳng thì cứ mỗi lần đặt thước sẽ phạm phải sai số là -1cm. Như vậy, nếu phải đặt thước 5 lần mới hết chiều dài đoạn đo thì kết quả nhận được của phép đo này có sai số là

$$5 \cdot (-1\text{cm}) = -5 \text{ cm}$$

Sai số hệ thống cũng có thể do nhiệt độ thay đổi gây nên như trường hợp kiểm nghiệm thước ở nhiệt độ 20<sup>0</sup>C nhưng khi đo thực tế nhiệt độ là 25<sup>0</sup>C. Ở nhiệt độ 25<sup>0</sup>C bản thân thước đã dài thêm một lượng là

$$\Delta l = \alpha l (25^0 - 20^0)$$

trong đó  $\alpha$  là hệ số nở dài của thước,  $l$  là chiều dài của thước.

Nhìn chung, ta thấy đa số sai số hệ thống đều có thể biết được nếu trước khi đo đều kiểm nghiệm lại dụng cụ, máy móc đo.

c) Sai số ngẫu nhiên: Sai số này sinh ra do những nguyên nhân khác nhau tác động đến kết quả đo theo những chiều hướng và độ lớn khác nhau. Vì thế sai số ngẫu nhiên xuất hiện không có qui luật nhất định. Ví dụ khi đo chiều dài bằng thước thép thì ngoài nguyên nhân do thước sai hay kém chính xác, nhiệt độ lúc đo khác lúc kiểm nghiệm còn có thể có nguyên nhân khác nữa là lực kéo thước không đều hay không đúng với lực cân và đủ làm căng thước, thước được kéo trên đất bằng phẳng hay gồ ghề, gió thổi mạnh hay yếu, người đọc số đo ở hai đầu thước có kịp thời và chính xác hay không v.v... Tất cả các nguyên nhân đó tác động đồng thời trong khoảnh khắc lên số đọc ở hai đầu thước theo những chiều hướng và độ lớn khác nhau. Chính vì thế mà ta không thể biết được sai số ngẫu nhiên sẽ xuất hiện như thế nào, nên không thể có biện pháp loại trừ sai số ngẫu nhiên. Như vậy, sai số ngẫu nhiên là sai số không thể tránh được trong kết quả đo. Nó đóng vai trò quyết định mức độ chính xác của kết quả đo. Sai số ngẫu nhiên tuy xuất hiện trong các kết quả đo không có qui luật nhưng khi nghiên cứu nhiều dải kết quả đo có số lần đo khá lớn thì thường thấy sai số ngẫu nhiên tuân theo luật thống kê và có những tính chất đặc biệt là:

1. Về trị số tuyệt đối, sai số ngẫu nhiên không vượt quá một giới hạn nhất định. Giới hạn này phụ thuộc vào điều kiện đo và phương pháp đo.

2. Những sai số ngẫu nhiên có trị tuyệt đối nhỏ thường xuất hiện nhiều hơn những sai số ngẫu nhiên có trị tuyệt đối lớn.

3. Những sai số ngẫu nhiên có dấu dương và sai số ngẫu nhiên có dấu âm thường xuất hiện với số lần và độ lớn như nhau khi số lần đo khá lớn.

4. Số trung bình cộng của sai số ngẫu nhiên sẽ tiến đến "0" khi số lần đo tăng lên vô hạn.

Tính chất thứ tư là kết quả của 3 tính chất đầu và có thể viết dưới dạng biểu thức

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{[\Delta]}{n} = 0$$

Trong sai số thường dùng dấu tổng trị số là [ ] thay thế dấu  $\Sigma$ .

## III. CÁC TIÊU CHUẨN ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC KẾT QUẢ ĐO TRỰC TIẾP:



Trong trắc địa một đại lượng thường được đo nhiều lần. Mỗi lần đo cho một kết quả và những kết quả đo thường khác nhau chút ít. Muốn biết mức độ chính xác của phép đo và độ tin cậy của giá trị cuối cùng lựa chọn cho đại lượng đo đó, ta có thể dựa vào các tiêu chuẩn đánh giá độ chính xác sau đây:

**III.1. Sai số trung bình cộng:**

Là trị trung bình của trị tuyệt đối các sai số thực trong dãy kết quả đo, nghĩa là

$$\theta = \frac{|\Delta_1| + |\Delta_2| + \dots + |\Delta_n|}{n} \quad (3.1)$$

hay là

$$\theta = \frac{[\Delta_1]}{n} \quad (3.2)$$

**III.2. Sai số trung phương:**

Bình phương sai số trung bình là trị trung của bình phương các sai số thực trong dãy đo, nghĩa là

$$m^2 = \frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}$$

hay là

$$m^2 = \frac{[\Delta^2]}{n}$$

Do đó

$$m = \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}} \quad (3.3)$$

Sai số trung phương cũng như sai số trung bình đều là sai số đại diện cho mỗi lần đo. Thực tế, trong một dãy đo thì kết quả đo thứ nhất có sai số  $\Delta_1$ , kết quả đo thứ hai  $\Delta_2$  v.v... nhưng nhìn chung thì mỗi kết quả đo đều có sai số là  $m$  hay là  $\theta$ . Vì thế khi so sánh kết quả đo của đại lượng này với kết quả đo của đại lượng khác hay so sánh kết quả của nhóm này với kết quả đo cũng đại lượng đó nhưng của nhóm khác, chúng ta không thể so sánh kết quả của từng lần đo cụ thể với nhau mà chỉ có thể so sánh các đại diện với nhau mà thôi.

Sai số trung bình và sai số trung phương đều là tiêu chuẩn đánh giá độ chính xác của một dãy đo nhưng sai số trung phương làm nổi bật những sai số có giá trị lớn, nghĩa là làm nổi bật được tính tán mạn của kết quả đo hơn, nên được dùng nhiều hơn. Sai số trung phương bao giờ cũng cho giá trị tuyệt đối lớn hơn sai số trung bình. Trong lý thuyết sai số người ta đã chứng minh được là khi số lần đo trong một dãy đo đủ lớn thì

$$\theta = \frac{3}{4} m$$

**VÍ DỤ 2.1:** Khi kiểm nghiệm thước thép người ta đo 8 lần một đoạn thẳng đã biết chiều dài chính xác là 20,134m bằng một thước cần kiểm nghiệm chiều dài được các kết quả là: 20,138m; 20,133m; 20,137m; 20,136m; 20,131m; 20,133m; 20,135m; 20,136m. Hãy tính sai số trung bình và sai số trung phương của các kết quả đo đó.

**GIẢI:** Sai số thực của các kết quả đo tính theo công thức 3.1 trong trường hợp này là:

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= +4\text{mm}; & \Delta_3 &= +3\text{mm}; & \Delta_5 &= -3\text{mm}; & \Delta_7 &= +1\text{mm}; \\ \Delta_2 &= -1\text{mm}; & \Delta_4 &= +2\text{mm}; & \Delta_6 &= -1\text{mm}; & \Delta_8 &= +2\text{mm}; \end{aligned}$$

Theo công thức 3.2 và 3.3 ta tính được

$$\theta = \frac{4 + 1 + 3 + 2 + 3 + 1 + 1 + 2}{8} = \frac{17}{8} = 2.1\text{mm}$$

và 
$$m = \sqrt{\frac{16+1+9+4+9+1+1+4}{8}} = \sqrt{\frac{45}{8}} = \pm 2.37\text{mm}$$

Trong trường hợp này quan hệ giữa  $\theta$  và  $m$  không đúng theo công thức 3.4 vì số lần đo trong dãy đo còn ít.

**VÍ DỤ 2.2:** Hai nhóm A và B cùng đo một đại lượng có sai số thực là:

Nhóm A: -1; +3; +1; -6; -1; 0

Nhóm B: -2; +3; -3; +1; -1; +2

Hãy dùng sai số trung bình và sai số trung phương để so sánh mức độ chính xác kết quả đo giữa hai nhóm.

**GIẢI:** - Tính sai số trung bình theo công thức 3.2

$$\theta_A = \frac{1+3+1+6+1+0}{6} = \frac{12}{6} = 2$$

$$\theta_B = \frac{2+3+3+1+1+2}{6} = \frac{12}{6} = 2$$

- Tính sai số trung phương theo công thức 3.3

$$m_A = \sqrt{\frac{1+9+1+36+1+0}{6}} = \sqrt{\frac{48}{6}} = \pm 2.83$$

$$m_B = \sqrt{\frac{2+9+3+1+1+4}{6}} = \sqrt{\frac{28}{6}} = \pm 2.16$$

Tuy  $\theta_A = \theta_B$  nhưng  $m_A > m_B$  nên có thể khẳng định kết quả đo của nhóm B là tốt hơn.

### III.3. Sai số giới hạn:

Trong lý thuyết sai số người ta đã chứng minh được nếu tiến hành đo một đại lượng nào đó trong những điều kiện như nhau tới 1000 lần thì sau khi tính sai số trung phương của các kết quả đo theo công thức 3.3 và làm thống kê sẽ thấy:

Có 320 sai số đo có giá trị tuyệt đối lớn hơn 1m;

-- 50 ----- 2m;

-- 3 ----- 3m;

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

$$\Delta_{gh} = 3m$$

### III.4. Sai số tương đối:

Sai số trung bình và sai số trung phương còn gọi là sai số tuyệt đối vì nó thể hiện trị tuyệt đối của đại lượng sai. Nhiều trường hợp cho thấy sai số tuyệt đối chưa đủ để nói lên mức độ chính xác của kết quả đo như trường hợp một nhóm đo một chiều dài 1km có sai số trung phương là  $\pm 0.1\text{m}$  còn một nhóm khác đo một đoạn thẳng 100m có sai số trung phương là  $\pm 0.05\text{m}$  rõ ràng trong trường hợp này không thể dùng ngay sai số trung phương để so sánh chất lượng đo của 2 nhóm được mà phải chú ý đến độ lớn của đại lượng đo. Nếu lập tỷ số  $m/x$ , trong đó  $x$  là giá trị của

đại lượng đo, cụ thể là: đối với nhóm đầu có  $\frac{0.1}{10000} = \frac{1}{100000}$  còn đối với nhóm sau là

$$\frac{0.05}{100.00} = \frac{1}{2000}, \text{ sẽ dễ dàng nhận thấy chất lượng đo nhóm đầu tốt hơn.}$$

**IV. CÁC TIÊU CHUẨN ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐO GIÁN TIẾP:**

Như đã nói ở phần trước đại lượng đo gián tiếp là hàm của các đại lượng đo trực tiếp liên quan, nên muốn đánh giá độ chính xác các đại lượng đo gián tiếp cần tìm sai số trung phương của hàm các đại lượng đo trực tiếp.

1. Hàm có dạng

$$Z = k x \tag{3.5}$$

Trong đó k là hằng số còn x là đại lượng đo trực tiếp có sai số trung phương là  $m_x$ .

Sai số trung phương  $m_Z$  của hàm 3.5 sẽ được tính theo công thức

$$m_Z = k m_x \tag{3.6}$$

2. Hàm có dạng

$$Z = x_1 \pm x_2 \tag{3.7}$$

trong đó  $x_1, x_2$  là hai đại lượng đo trực tiếp có sai số trung phương tương ứng là  $m_1$  và  $m_2$ .

Sai số trung phương  $m_Z$  của hàm 3.7 sẽ được tính theo công thức

$$m_Z^2 = m_1^2 + m_2^2 \tag{3.8}$$

Nếu  $m_1 = m_2$  thì 3.8 sẽ thành

$$m_Z = m\sqrt{2} \tag{3.9}$$

3. Hàm có dạng

$$Z = k_1x_1 + k_2x_2 + \dots + k_nx_n \tag{3.10}$$

Trong đó  $k_1, k_2, \dots, k_n$  là những hằng số còn  $x_1, x_2, \dots, x_n$  là những đại lượng đo trực tiếp có sai số trung phương tương ứng là  $m_1, m_2, \dots, m_n$ .

Sai số trung phương  $m_Z$  của công thức 3.10 sẽ được tính theo công thức

$$m_Z^2 = (k_1m_1)^2 + (k_2m_2)^2 + \dots + (k_nm_n)^2 \tag{3.11}$$

4. Hàm có dạng

$$Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \tag{3.12}$$

Trong đó  $x_1, x_2, \dots, x_n$  là những đại lượng đo độc lập có sai số trung phương tương ứng là  $m_1, m_2, \dots, m_n$ .

Sai số trung phương  $m_Z$  của hàm 3.12 sẽ được tính theo công thức

$$m_Z^2 = \left( \frac{\partial f}{\partial x_1} \cdot m_1 \right)^2 + \left( \frac{\partial f}{\partial x_2} \cdot m_2 \right)^2 + \dots + \left( \frac{\partial f}{\partial x_n} \cdot m_n \right)^2 \tag{3.13}$$

ở đây các  $\frac{\partial f}{\partial x_i}$  là các đạo hàm riêng của hàm 3.12 theo từng biến  $x_i$ , đóng vai trò các hằng số  $k_i$

trong công thức 3.11.

**VÍ DỤ 2.3:** Đo bán kính của một vòng tròn được  $45,3\text{cm} \pm 0,4\text{cm}$ . Tính chu vi vòng tròn, sai số trung phương và sai số tương đối của chu vi đó.

**GIẢI:** Chu vi vòng tròn được tính theo công thức

$$L = 2 \pi r$$

Thay số vào sẽ được:

$$L = 2 \cdot 3,14 \cdot 45,3 \text{ cm} = 284,48 \text{ cm.}$$

Chu vi  $L = 2 \pi r$  có dạng hàm số 3.5 nên theo công thức 3.6, trường hợp này sẽ là

$$m_L = 2 \pi m_r$$

Theo đầu bài thì  $m_r = 0,4$  nên

$$m_L = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,4\text{cm} = \pm 2,51\text{cm}$$

Sai số tương đối của chu vi vòng tròn này là

$$\frac{m_L}{L} = \frac{2,51}{284,48} = \frac{1}{113}$$

**V. TRI TRUNG BÌNH CỘNG VÀ SAI SỐ TRUNG PHƯƠNG CỦA NÓ:**

Trong trường hợp chưa biết được giá trị thực của một đại lượng đó, người ta thường tiến hành đo n lần chính đại lượng đó để nhận được n giá trị  $l_1, l_2, \dots, l_n$ . Trong trường hợp này rõ ràng là chưa thể khẳng định giá trị nào là đúng hơn cả. Do đó vấn đề ở đây là cần tìm trong n kết quả đo  $l_i$  một giá trị có thể xem là đáng tin cậy hơn cả, nghĩa là giá trị tìm được phải có sai số trung phương nhỏ nhất.

**V.1. Trị trung bình cộng:**

Từ n kết quả đo  $l_i$  có thể nhận được

$$x = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{n} = \frac{[l]}{n}$$

Như vậy x là số trung bình cộng tính từ kết quả đo của đại lượng cần tìm.

**V.2. Sai số trung phương của số trung bình cộng:**

Số trung bình cộng của x có thể viết dưới dạng

$$x = \frac{1}{n} l_1 + \frac{1}{n} l_2 + \dots + \frac{1}{n} l_n$$

Như vậy x là hàm của l theo dạng 3.10, nên theo công thức 3.11 sẽ có

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

ở đây các kết quả đo  $l_i$  nhận được trong những điều kiện đo giống nhau nên có sai số đại diện giống nhau, nghĩa là

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

Do đó

$$m_x^2 = \frac{m^2}{n}$$

hay là 
$$m_x = \frac{m}{\sqrt{n}} \tag{3.14}$$

**V.3. Trị xác suất nhất và sai số xác suất nhất:**

Từ 3.14 cho thấy sai số trung phương của trị trung bình cộng  $m_x$  nhỏ hơn sai số trung phương của một lần đo  $\sqrt{n}$  lần. Điều đó khẳng định trị trung bình cộng x tính từ kết quả đo  $l_i$  là đáng tin cậy nhất.

Trong toán học, trị đáng tin cậy nhất còn gọi là trị xác suất nhất. Cho nên x cũng còn được gọi là trị xác suất nhất

**V.4. Công thức tính sai số trung phương trong trường hợp dùng trị trung bình x thay giá trị thực X của đại lượng cần đo:**

Trong trường hợp không biết giá trị thực X của đại lượng đo thì không thể tính được sai số theo 3.1, do đó không thể tính được sai số trung phương m theo công thức 3.3, nhưng luôn luôn tìm được các hiệu

$$l_i - x = v_i \tag{3.15}$$

Vì x còn được gọi là trị xác suất nhất và 3.15 có dạng giống như 3.1 nên v tính theo 3.15 được gọi là sai số xác suất nhất. Sai số xác suất v ngoài các tính chất giống sai số thực  $\Delta$  còn có tính chất đặc biệt là  $[v] = 0$  với bất kỳ số lần đo n bằng bao nhiêu.

Trong lý thuyết sai số người ta đã chứng minh được là có thể dùng sai số xác suất nhất v để tính sai số trung phương m. Khi đó công thức sẽ là

$$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}} \tag{3.16}$$

trong đó n là số lần đo.

**VÍ DỤ 2.4:** Đo cạnh AB tất cả 5 lần được kết quả là 48,39m; 48,35m; 48,40m; 48,37m; 48,39m. Tính giá trị trung bình cộng chiều dài cạnh AB và sai số trung phương của nó.

GIẢI: Việc tính  $\bar{x}$  và  $m$ ,  $m_x$  tiến hành ở bảng dưới đây.

Thứ tự đo	$l$ (m)	$v$ (cm)	$v^2$	Tính $\bar{x}$ và $m$
1	48,39	+1	1	$\bar{x} = \frac{[l]}{n} = \frac{241,90}{5} = 48,38\text{m}$ $m = \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{16}{4}} = \pm 2\text{cm}$ $m_x = \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{2}{\sqrt{5}} = \pm 0,9\text{cm}$
2	48,35	-3	9	
3	48,40	+2	4	
4	48,37	-1	1	
5	48,39	+1	1	
$\Sigma$	241,90	0	16	

CHƯƠNG III:

**ĐỊNH HƯỚNG ĐƯỜNG THẲNG**

**I. KHÁI NIỆM:**

Một đường thẳng muốn được xác định lên bản đồ cần phải biết chiều dài và hướng của nó. Trong đo đạc, để định hướng một đường thẳng người ta đã qui ước chọn một hướng làm chuẩn: hướng Nam Bắc của đường kinh tuyến quả đất. Dựa vào hướng chuẩn này để xác định hướng của một đường thẳng.

**II. GÓC PHƯƠNG VI (A):**

**II.1. Định nghĩa.**

Góc phương vị của một đường thẳng là một góc bằng kể từ hướng Bắc theo chiều kim đồng hồ đến hướng của đường thẳng đó.

Góc phương vị đường thẳng MN là góc A. A có giá trị từ  $0^{\circ} < A < 360^{\circ}$  (hình III.1).

**II.2. Tính chất.**

- Nếu góc phương vị lấy kinh tuyến của quả đất làm chuẩn thì được gọi là góc phương vị thực. Góc phương vị thực muốn được xác định phải tiến hành đo đạc thiên văn.

- Nếu góc phương vị của một đường thẳng nếu lấy hướng của kinh tuyến từ làm chuẩn sẽ được gọi là góc phương vị từ (hình III.2).

Kinh tuyến thực và kinh tuyến từ thường không trùng nhau tạo với nhau thành một góc lệch  $\delta$  và được gọi là góc từ thiên.

Nếu kim nam châm lệch về phía Đông của kinh tuyến thực thì  $\delta$  có tên gọi là “góc từ thiên Đông” và có dấu +. Nếu kim nam châm lệch về phía Tây thì  $\delta$  có tên gọi là “góc từ thiên Tây” và có dấu âm (-). Do độ từ thiên  $\delta$  biến động theo vị

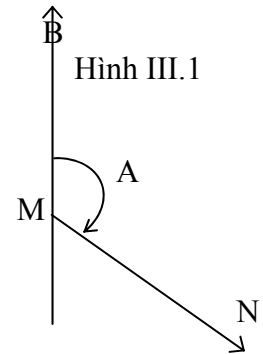
lý, theo

ình hình địa chất, và các biến động trên mặt trời: giá trị và dấu của  $\delta$  thường được ghi chú vào phía dưới tâm bản đồ: đó là giá trị trung bình của  $\delta$  ở trong vùng nằm trong phạm vi của tờ bản đồ.

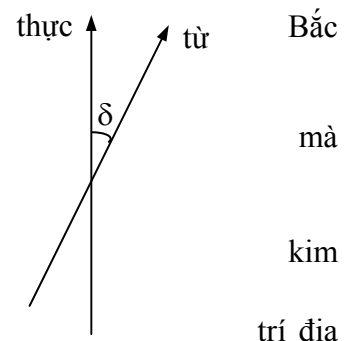
- Độ gần kinh tuyến:

Xét hai điểm A và B trên mặt đất có cùng vĩ độ  $\varphi$ . Vì các đường kinh tuyến gặp nhau ở hai cực của quả đất, nên các kinh tuyến đi qua A và B thường không song song nhau mà hợp với nhau thành một góc  $\gamma$ , góc  $\gamma$  này được gọi là độ gần kinh tuyến (hình III.3a). Vì  $AB = d$  là một cung nhỏ so với kích thước của quả đất nên ta có thể xem AB là một cung tròn tâm T bán kính AT và

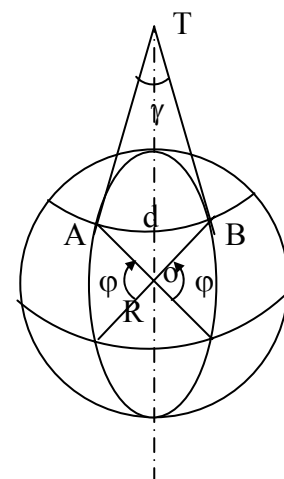
vì thế:  $\gamma = \frac{d}{AT}$



Hình III.1



Hình III.2



Hình III.3a

Xét tam giác vuông ATO tại A ta có:

$$AT = AO \cdot \text{tg}(90^\circ - \varphi) = R \cdot \text{cotg}\varphi = \frac{R}{\text{tg}\varphi}$$

Vậy  $\gamma = \frac{d}{R} \cdot \text{tg}\varphi$ .

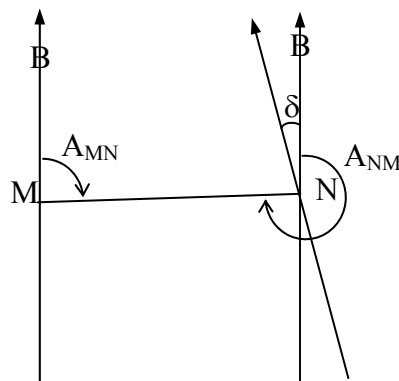
Tại Hà Nội:

$\varphi = 21^\circ$  với  $d = 1 \text{ km}$  thì:

$$\gamma'' = \frac{1}{6371} \text{tg}21^\circ \cdot 2062665'' = 12''/\text{Km}.$$

Kết quả tính trên đây cho thấy rằng khi đo đạc trên một khu vực nhỏ; khoảng cách giữa hai điểm không lớn lắm thì có thể coi như đường kinh tuyến tại mọi điểm trên mặt đất đều song song nhau.

- Góc phương vị thuận và góc phương vị nghịch: Vì đường thẳng có hai hướng thuận và nghịch, ví dụ hướng MN và NM (hình III.3b).



Hình III.3b

Vậy đường thẳng này có hai góc phương vị  $A_{MN}$  và  $A_{NM}$ :

$$\left( \begin{array}{l} A_{NM} : \text{góc phương vị thuận.} \\ A_{MN} : \text{góc phương vị nghịch.} \end{array} \right)$$

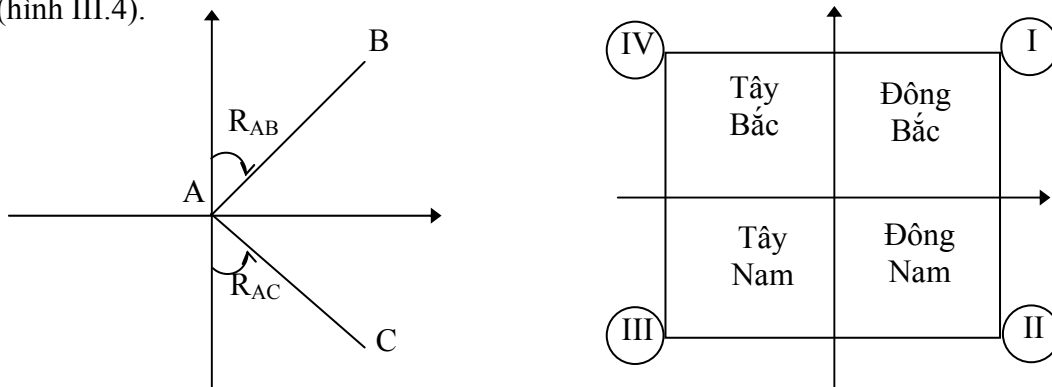
Nếu bỏ qua độ gàn kinh tuyến:

$$A_{MN} = A_{NM} \pm 180^\circ.$$

### III. GÓC HAI PHƯƠNG (R):

#### III.1. Định nghĩa.

Góc hai phương của một đường thẳng là một góc bằng được tính từ hướng Bắc hay hướng Nam tới hướng của đường thẳng đó. Góc hai phương được kí hiệu là chữ R, có giá trị:  $0^\circ < R < 90^\circ$  (hình III.4).



Hình III.4

Trong đo đạc có hướng Nam Bắc và Đông Tây được chia làm 4 phần tử:

- Phần tử thứ I : hướng Đông Bắc.
- Phần tử thứ II : hướng Đông Nam.
- Phần tử thứ III : hướng Tây Nam.
- Phần tử thứ IV : hướng Tây Bắc.

Góc hai phương của đường thẳng nếu hướng về phía Bắc sẽ lấy hướng Bắc làm chuẩn ( $R_{AB}$ ).

Góc hai phương của đường thẳng nếu hướng về phía Nam sẽ lấy hướng Nam làm chuẩn ( $R_{AC}$ ).

**III.2. Tính chất góc hai phương của một đường thẳng:** gồm góc hai phương thực ( $R$ ) và góc hai phương từ ( $r$ ), hai góc này chênh nhau một góc  $\delta$ .

#### IV. GÓC ĐỊNH HƯỚNG ( $\alpha$ ):

##### IV.1. Định nghĩa:

Nếu chọn hướng gốc là kinh tuyến trục của múi chiếu, tức là trục x, ta có khái niệm góc định hướng (hình III.5a).

Góc định hướng  $\alpha$  của một đường thẳng là góc bằng tính từ hướng Bắc của kinh tuyến trục theo chiều kim đồng hồ đến hướng đường thẳng.

##### IV.2. Tính chất:

Góc định hướng có giá trị từ 0 đến  $360^0$ . Khác với góc phương vị, góc định hướng không thay đổi tại các điểm khác nhau của một đường thẳng. Đặc điểm này làm cho việc sử dụng góc định hướng trở nên thuận tiện trong tính toán tọa độ.

Kinh tuyến trục chính là một kinh tuyến thực ở giữa múi chiếu, do vậy tại một điểm trên đường thẳng nói chung góc định hướng và góc phương vị thực khác nhau một lượng bằng độ hội tụ kinh tuyến giữa kinh tuyến thực đi qua điểm đó và kinh tuyến trục, nghĩa là  $\alpha = A \pm \lambda$ , tùy theo vị trí tương quan giữa hai kinh tuyến ( $\alpha$ : là góc định hướng;  $A$ : là góc phương vị,  $\lambda$ : độ tụ kinh tuyến).

Góc định hướng ngược của đoạn thẳng AB được ký hiệu là  $\alpha_{BA} = \alpha_{AB} \pm 180^0$  (hình III.5b). Dấu + hay - được chọn sao cho giá trị  $\alpha_{BA}$  nằm trong khoảng từ 0 đến  $360^0$ .

##### IV.3. Tính chuyển góc định hướng:

Để tính chuyển các góc định hướng ta cần biết liên hệ giữa góc bằng và góc định hướng. Từ hình III.5b dễ dàng tìm được mối liên hệ này bằng các công thức tổng quát:

$$\alpha_{12} + b^T \pm 180^0$$

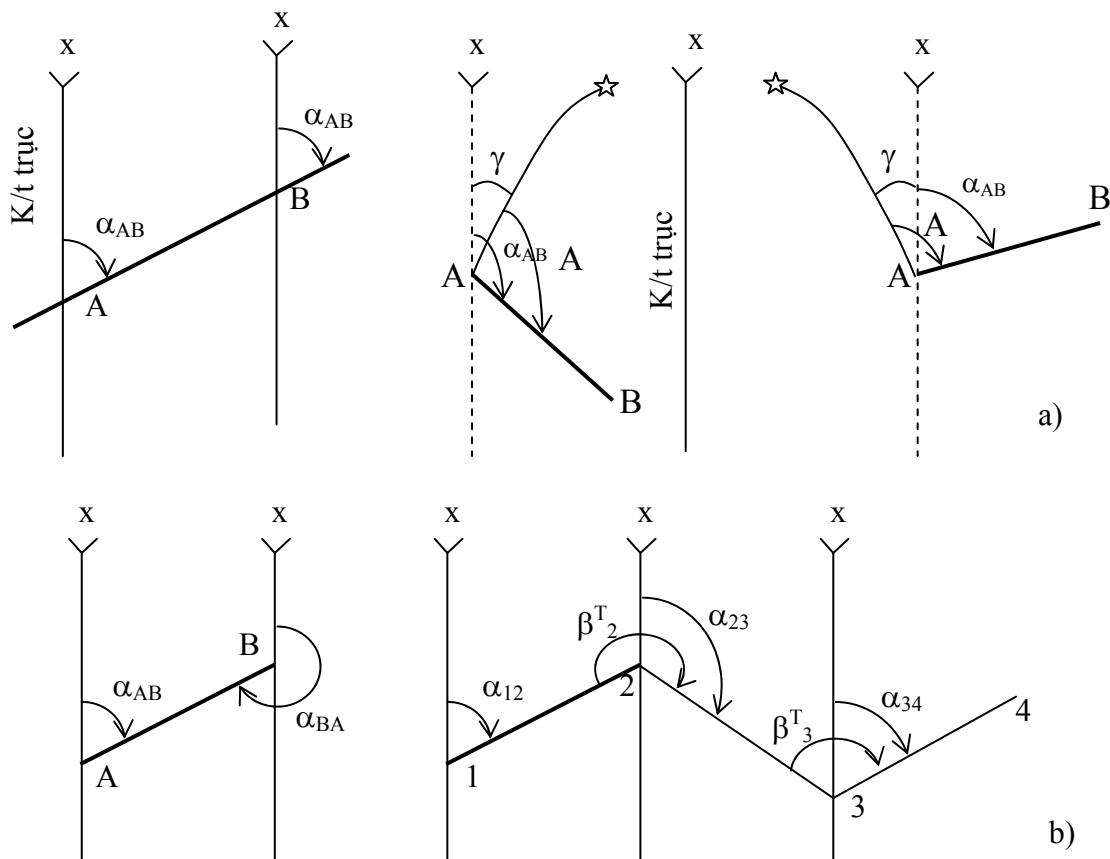
$$\text{hoặc} \quad \alpha_{23} = \alpha_{12} - b^P \pm 180^0$$

trong đó  $b^T$  và  $b^P$  tương ứng là góc bằng ở bên trái hoặc bên phải đương chuyển nối các điểm 1, 2, 3,....

Lấy dấu cộng hoặc dấu trừ sao cho giá trị của  $\alpha$  tính được luôn luôn ở trong khoảng từ 0 đến  $360^0$ .

Giữa các góc phương vị và các góc định hướng của đường thẳng có một mối liên hệ với nhau tùy thuộc vào tương quan giữa kinh tuyến thực, kinh tuyến từ và kinh tuyến trục, tức là giá trị độ lệch từ  $\delta$  và độ hội tụ kinh tuyến  $\gamma$ . Trên mỗi tờ bản đồ người ta đều cho biết giá trị trung bình của các đại lượng này.

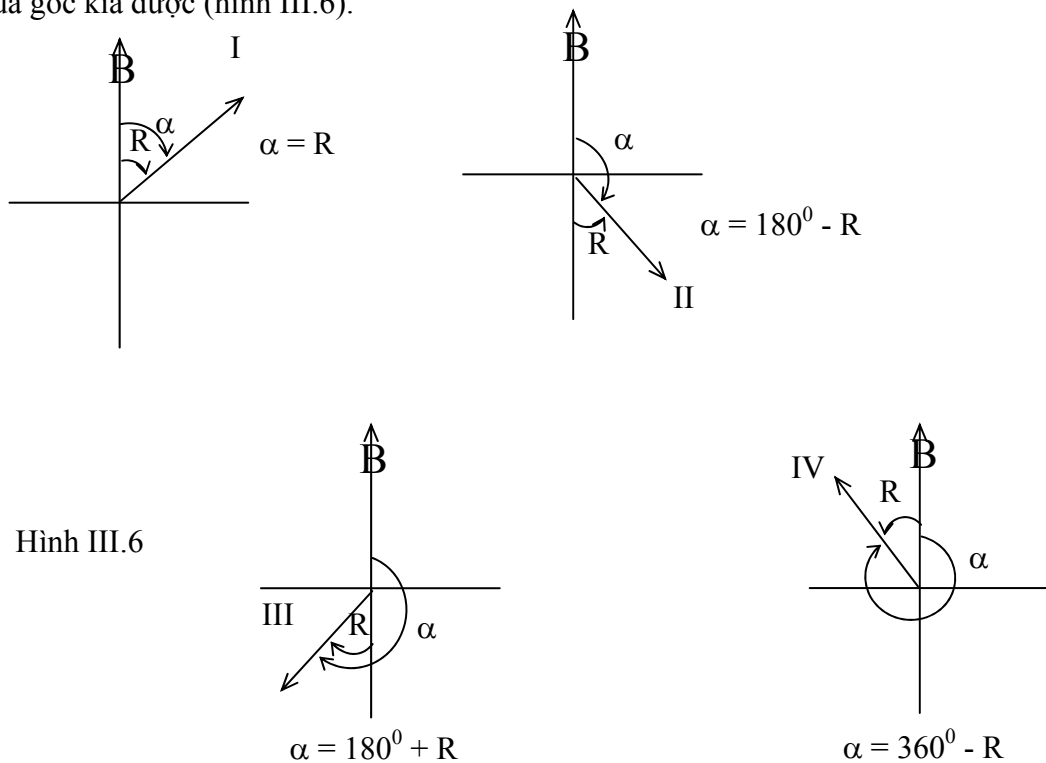




Hình III.5

**V. SỰ LIÊN QUAN GIỮA GÓC ĐỊNH HƯỚNG ( $\alpha$ ) và GÓC HAI PHƯƠNG ( $R$ ):**

Biết được trị số của góc định hướng hay trị số của góc hai phương ta có thể hoán chuyển từ góc này qua góc kia được (hình III.6).



Hình III.6

**VI. BÀI TOÁN THUẬN NGHỊCH TRONG ĐO ĐẶC:**

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

**VI.1. Bài toán thuận:** (hình III.7a)

Biết tọa độ điểm A ( $x_A, y_A$ ), biết khoảng cách  $S_{AB}$ , biết góc định hướng  $\alpha_{AB}$ . Tìm tọa độ điểm B.

$\Delta_x$  và  $\Delta_y$  được gọi là số gia tọa độ.

$$\Delta_x = S_{AB} \cdot \cos \alpha_{AB}$$

$$\Delta_y = S_{AB} \cdot \sin \alpha_{AB}$$

Vậy:

$$x_B = x_A + \Delta_x$$

$$y_B = y_A + \Delta_y$$

Thí dụ:

$$\left\{ \begin{array}{l} x = 2540,806 \text{ m} \\ y = 4132,530 \text{ m} \end{array} \right. \quad \text{Tìm tọa độ B}$$

$S_{AB} = 403,74 \text{ m}; \quad \alpha_{AB} = 109^{\circ}53'42''$ .

Giải:

$$\Delta_x = 403,74 \cdot \cos 109^{\circ}53'42'' = -137,392 \text{ m.}$$

$$\Delta_y = 403,74 \cdot \sin 109^{\circ}53'42'' = +379,644 \text{ m.}$$

$$B \left\{ \begin{array}{l} x_B = 2540,800 \text{ m} + (-137,392) = 2403,414 \text{ m.} \\ y_B = 4132,530 \text{ m} + 379,644 = 4512,174 \text{ m.} \end{array} \right.$$

**VI.2. Bài toán nghịch:**

Cho hai điểm M và N có tọa độ (hình III.7b):

$$M \left\{ \begin{array}{l} x = 3019,754 \text{ m.} \\ y = 5248,032 \text{ m.} \end{array} \right. \quad N \left\{ \begin{array}{l} x = 2744,538 \text{ m.} \\ y = 5647,226 \text{ m.} \end{array} \right. \quad \text{b)}$$

Tìm chiều dài  $S_{MN}$  và  $\alpha_{MN}$ .

$$\Delta_x = x_N - x_M = -275,216 \text{ m.}$$

$$\Delta_y = y_N - y_M = +399,194 \text{ m.}$$

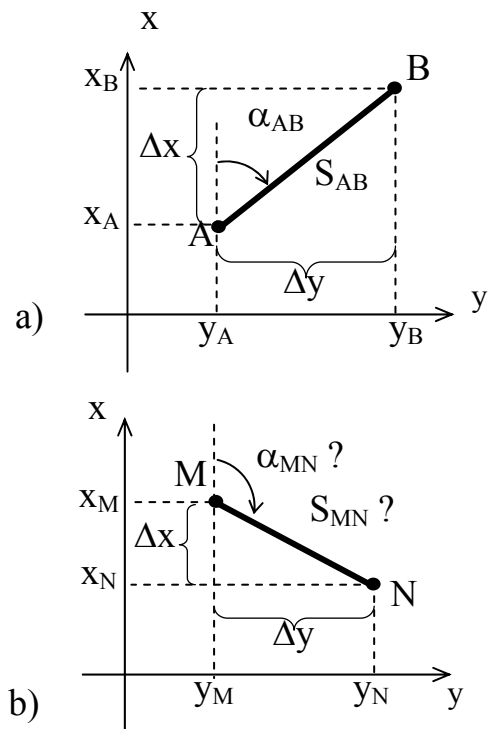
⇒ Thuộc góc phần tư thứ II

$$R_{MN} = \text{ARCTg} \left| \frac{\Delta_y}{\Delta_x} \right| = 55^{\circ}25'00''$$

Nhưng ở đây ta thấy khi  $\Delta_x$  và  $\Delta_y$  có dấu không giống nhau; lúc đó thì  $R_{MN}$  ở đây chỉ mới là góc hai phương; giờ đây ta phải chuyển đổi góc hai phương này ra thành góc định hướng. Muốn chuyển đổi ta phải xem cạnh MN nằm ở phần tư thứ mấy. Khi  $\Delta_x < 0$  và  $\Delta_y > 0$  thì MN nằm trong phần tư thứ II; vậy:

$$\alpha_{MN} = 180^{\circ} - 55^{\circ}25'00'' = 124^{\circ}35'00''$$

$$S_{MN} = \sqrt{\Delta_x^2 + \Delta_y^2} = 484,87 \text{ m.}$$



Hình III.7

**VII. DỤNG CỤ ĐO GÓC PHƯƠNG VỊ TỪ:**

**A. MÔ TẢ KIỂM NGHIỆM, ĐỂ ĐO GÓC PHƯƠNG VỊ TỪ, NGƯỜI TA DÙNG MỘT DỤNG CỤ ĐƠN GIẢN LÀ ĐỊA BÀN:**

Địa bàn gồm các bộ phận chính như sau:

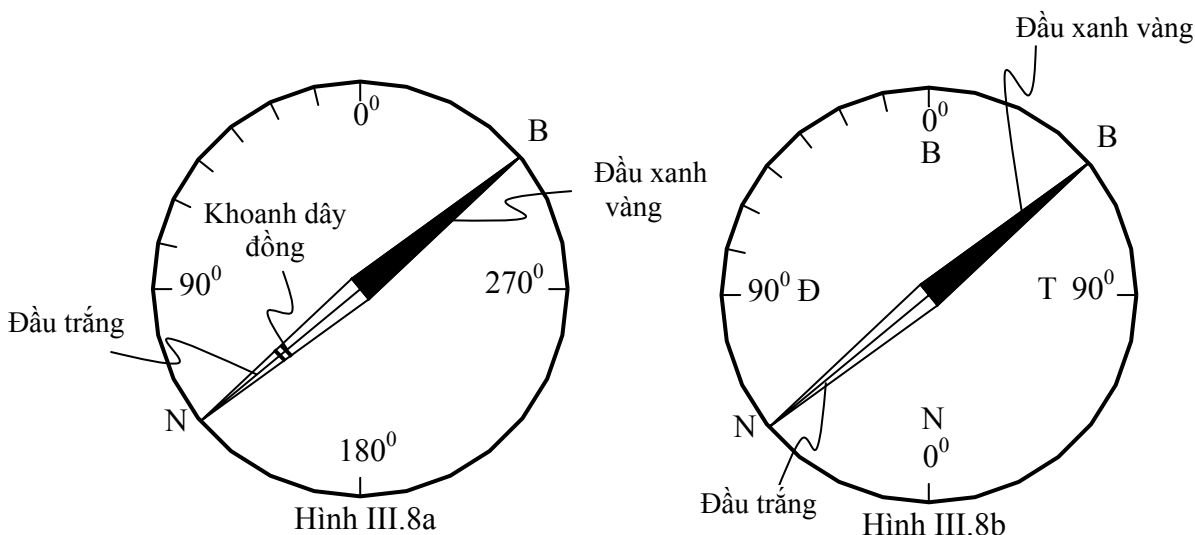
**1. Kim từ:**

Làm bằng nam châm; có dạng mũi tên hay hình thoi, đầu Bắc thường sơn màu đen, xanh hay vàng, còn đầu Nam thường được sơn trắng. Riêng đầu Nam còn thường được gắn các khoanh dây đồng để giúp cân bằng thanh nam châm (điều chỉnh độ từ khuynh). Kim được quay tự do trên một trục cố định (thường trục này được làm bằng Saphir hay một hợp kim thật cứng).

Khi không dùng địa bàn nữa, ta phải vặn chốt khóa kim lại để bảo quản cho kim không bị lúc lắc và chấn động sinh ra hư hỏng.

**2. Hộp địa bàn:**

Hộp thường làm bằng hợp kim không có tính từ, mặt trên làm bằng kiếng, bên trong là vòng khắc độ. Nếu địa bàn được dùng để đo góc phương vị thì vòng chia độ được khắc theo hình III.8a, còn nếu địa bàn đo góc hai phương thì theo hình III.8b.



**3. Bộ phận nhắm:**

Bộ phận nhắm của địa bàn cũng gồm có hai bộ phận: lỗ chiếu môn, đỉnh ruồi (giống như của súng).

**4. Bọt nước:**

Giúp thăng bằng địa bàn, lúc đó kim nam châm nhạy, xác định hướng Bắc chính xác hơn.

**5. Kiểm nghiệm địa bàn:**

Để sử dụng đạt kết quả tốt, địa bàn phải được kiểm nghiệm:

- ❖ Ngoài kim nam châm, không có bộ phận nào được làm bằng kim loại có từ tính. Để kiểm nghiệm, ta đặt 2 địa bàn gần sát nhau, xem kim trên địa bàn có dao động không, nếu không thì đạt yêu cầu.

- ❖ Kim nam châm phải nằm ngang. Đặt địa bàn nằm ngang (nhờ bọt nước trên địa bàn để kiểm tra) nếu thấy kim nằm ngang thì được còn nếu kim nằm chênh thì dùng tay xê dịch cuộn dây đồng tới lui để hiệu chỉnh.

- ❖ Kim nam châm phải thật nhạy. Nhạy ở đây có nghĩa là khi cho kim dao động thì khi lúc ngưng lại phải nằm ở cùng một vị trí.

Để kiểm nghiệm, ta làm như sau:

Đặt địa bàn nằm cân bằng, chờ kim đứng yên, dùng một que sắt để gần địa bàn để làm cho kim di chuyển, sau đó lấy que sắt ra xa, xem kim nam châm di động. Sau nhiều lần xem khi kim đứng yên có nằm đúng vị trí lúc đầu không; nếu đúng thì kim nam châm rất nhạy.

- ❖ Trục quay kim nam châm phải cùng tâm với vòng chia độ.
- ❖ Trục hình học của kim nam châm phải trùng với trục Bắc Nam của nó:

Kiểm nghiệm bằng cách dùng một địa bàn mẫu (thật chính xác) để đo góc phương vị của một cạnh, rồi lấy địa bàn cần kiểm tra đo lại góc phương vị này. Nếu trị số đo của hai địa bàn giống nhau thì địa bàn được kiểm nghiệm đạt yêu cầu.

- ❖ Đường ngắm phải đi qua đường  $0^0 - 180^0$  trên vòng chia độ của địa bàn.

Để kiểm nghiệm, ta giăng một dây tơ rất nhỏ qua khe ngắm và khe quan sát rồi nhìn từ trên cao xuống xem dây tơ có trùng với đường  $0^0 - 180^0$  không; nếu trùng thì tốt.

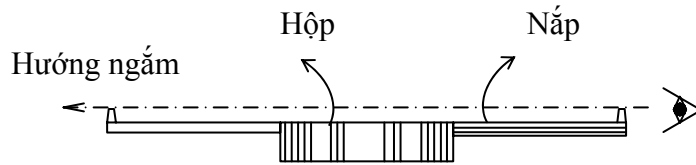
- ❖ Các vạch chia độ trên vòng chia độ phải đều nhau.

Kiểm tra bằng cách dùng Compa để đo các khoảng chia.

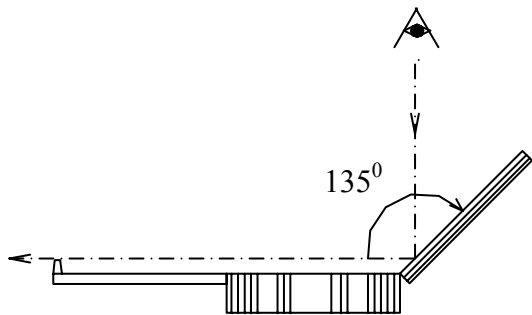
**B. ĐO GÓC BẰNG ĐỊA BÀN:**

Dùng địa bàn để đo góc phương vị của một cạnh, ta có 3 cách cầm như sau:

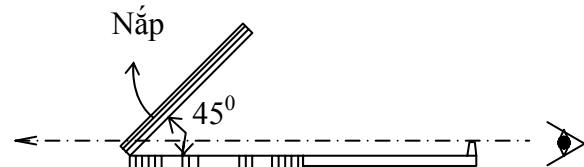
- ❖ Trãi thẳng địa bàn ra, cân bằng, chiếu trục và đọc số tại đầu Bắc (đầu xanh vàng) của kim nam châm (tức là hướng vạch  $0^0$  về mục tiêu, hình III.9a).
- ❖ Mở nắp và hộp địa bàn ra 1 góc khoảng  $135^0$ , đọc trị số tại đầu Bắc (đầu xanh vàng) kim nam châm (cũng hướng vạch  $0^0$  về mục tiêu, hình III.9b).
- ❖ Mở nắp và hộp địa bàn ra 1 góc  $45^0$ , đọc trị số tại đầu Nam (đầu trắng) kim nam châm (tức là hướng vạch  $180^0$  về mục tiêu, hình III.9c).



Hình III.9a



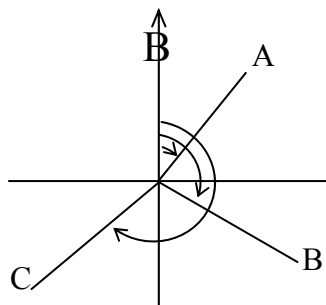
Hình III.9b



Hình III.9c

Cách ghi kết quả:

Thí dụ đặt máy tại điểm O ta đo các góc phương vị của các cạnh OA, OB, OC và tính góc bằng  $\widehat{AOB}, \widehat{BOC}, \widehat{COA}$ .



Hình III.10

SỐ ĐO GÓC BẰNG ĐỊA BÀN

Điểm đặt máy	Điểm đo	Góc phương vị	Góc bằng	Ghi chú
0	A	$36^{\circ}15'$	$36^{\circ}15'$	
	B	$112^{\circ}30'$		
	C	$230^{\circ}45'$		

**CHƯƠNG IV:**

**ĐO CHIỀU DÀI**

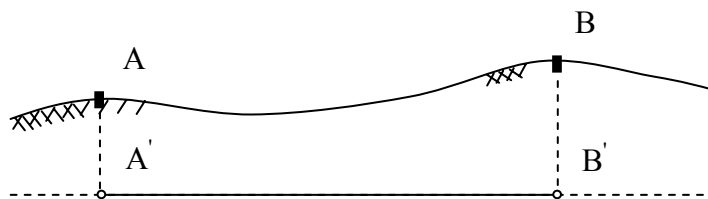
**I. KHÁI NIỆM ĐO CHIỀU DÀI:**

Đo chiều dài là một trong những công tác cơ bản của trắc địa. Chiều dài nằm ngang của một đoạn thẳng là một trong những số liệu cần thiết để xác định mặt bằng của các đoạn thẳng.

Tùy theo yêu cầu chính xác và điều kiện địa hình cụ thể mà chọn phương pháp và dụng cụ đo thích hợp.

- Đo chiều dài bằng bước chân
- Đo chiều dài bằng thước dây, thước thép
- Đo chiều dài bằng dây đo thị cự (máy thủy bình và kinh vĩ)
- Đo chiều dài bằng sóng vô tuyến và sóng ánh sáng.

Muốn đo chiều dài của một đoạn thẳng bất kỳ trên mặt đất ta phải đo chiều dài giữa hai đầu của đoạn thẳng ấy để qui chiều dài này thành chiều dài nằm trong mặt phẳng nằm ngang. Ví dụ phải đo chiều dài của đoạn AB, trong đo đạc chiều dài của AB không phải là đoạn thẳng nối liền hai điểm A và B mà là hình chiếu A'B' của AB xuống mặt phẳng nằm ngang (hình IV-1)



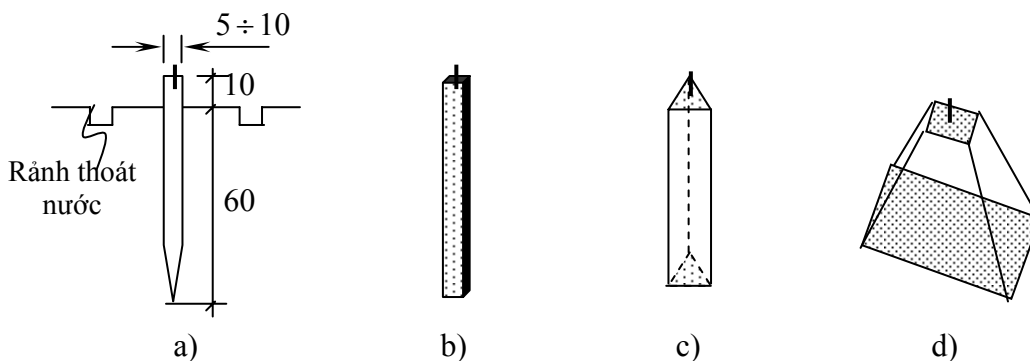
Hình IV.1

◆ CÁC BƯỚC CHUẨN BỊ GỒM: Đánh dấu điểm và đóng đường thẳng.

**II. ĐÁNH DẤU ĐIỂM TRÊN MẶT ĐẤT:**

Bước đầu tiên của công tác đo vẽ bản đồ là chọn điểm và đánh dấu điểm trên mặt đất. Tùy theo yêu cầu đo vẽ và tình hình địa chất của khu vực mà chọn vị trí điểm thích hợp và đánh dấu chúng bằng các loại cọc, mốc khác nhau, để chúng có thể tồn tại được trong suốt quá trình đo vẽ và cả quá trình khai thác sử dụng bản đồ sau này.

Nếu cọc sử dụng trong thời gian ngắn đo vẽ thì dùng cọc gỗ có tiết diện tròn hoặc vuông có đường kính hoặc cạnh là  $4 \div 10\text{cm}$ , dài  $40 \div 60\text{cm}$  đầu vót nhọn một đầu kia chừa bằng phẳng trên có đóng đinh (hình IV-2).



Hình IV-2

Để chống mục, một có thể quét hắc ín hoặc đốt cháy xém mặt ngoài phần chôn chìm dưới đất.

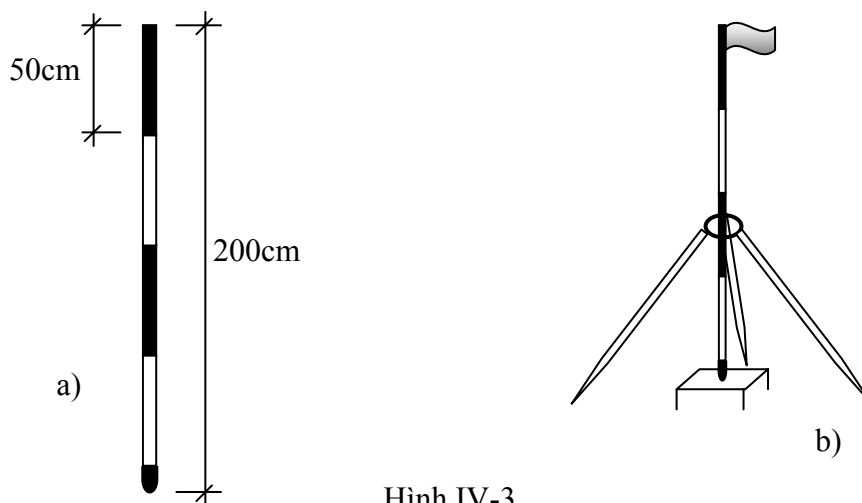
Khi cần bảo lưu lâu dài có thể dùng cọc bê tông (hình IV-2b): có loại cọc bê tông tiết diện vuông 10 x 10cm giữa có lõi thép, có hai loại tiết diện tam giác mỗi cạnh 15cm, có loại cọc bê tông hình chóp cụt (hình IV-2c và IV-2d).

Cọc được chôn chặt dưới đất, chỉ để nhô lên mặt đất 10cm, trên mặt cọc có ghi số hiệu cọc bằng sơn hoặc khắc chìm. Xung quanh chôn cọc phát quang cây cỏ, đào rãnh thoát nước và vẽ sơ đồ vị trí chôn cọc để tìm khi sử dụng.

### III. TIÊU NHẮM VÀ DÓNG ĐƯỜNG THẲNG:

#### III.1. Tiêu nhắm:

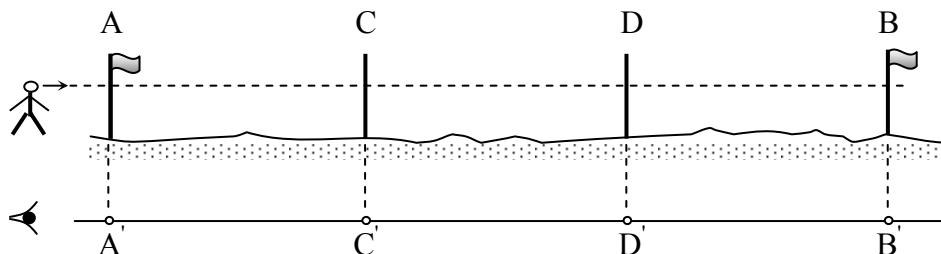
Để từ xa ngắm tới cọc mốc được dễ dàng, cần dựng một sào tiêu thẳng đứng ngay trên tâm cọc: đó là một sào dài bằng gỗ, có chiều dài 2 ÷ 3m, một đầu vót nhọn được bọc bằng đốt thép; thân sào sơn hai màu trắng, đỏ theo từng khoảng 50cm (hình IV-3a). Để giữ cho sào tiêu đứng thẳng trên thân cọc cần chằng dây hoặc chống bằng chân ba gỗ (hình IV-3b).



Hình IV-3

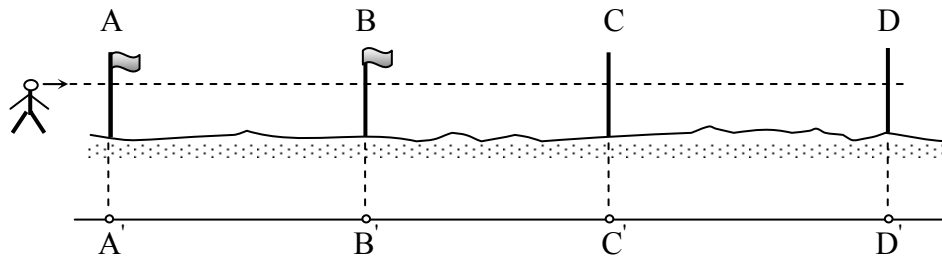
#### III.2. Xác định đường thẳng giữa hai điểm thông nhau:

a) Dóng đường thẳng bằng mắt thường: Giả sử cần xác định đường thẳng qua 2 điểm A và B ngắm thông nhau, trước hết dựng 2 sào tiêu thẳng đứng trên 2 điểm đó. Một người đứng cách sào A khoảng 2 ÷ 3m, ngắm về sào B sao cho sào A che lấp sào B (hình IV-3'), đồng thời điều khiển sào C di động cho tới khi sào A che lấp sào C: A, C, B thẳng hàng. Làm tương tự cho đến sào D, E ...



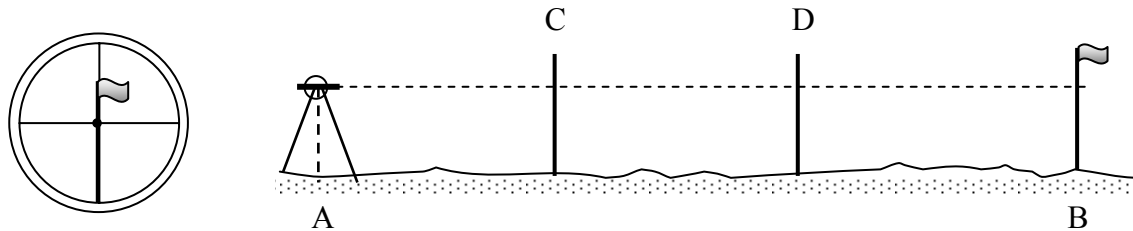
Hình IV-3'

Trường hợp cần kéo dài AB, người ta cũng làm tương tự, xem hình IV-4 sau đây.



Hình IV-4

b) Dóng bằng máy: Muốn việc xác định đường thẳng có độ chính xác cao, ta đặt máy kinh vĩ (xem chương VI) tại cọc A, ngắm sao B bằng dây giữa của lưới chữ thập trong ống kính của máy (hình IV-5) sau đó điều khiển các tiêu C, D ... nằm trên hướng ngắm đỏ của máy.



Hình IV-5

### III.3. Xác định đường thẳng giữa hai điểm không thông nhau:

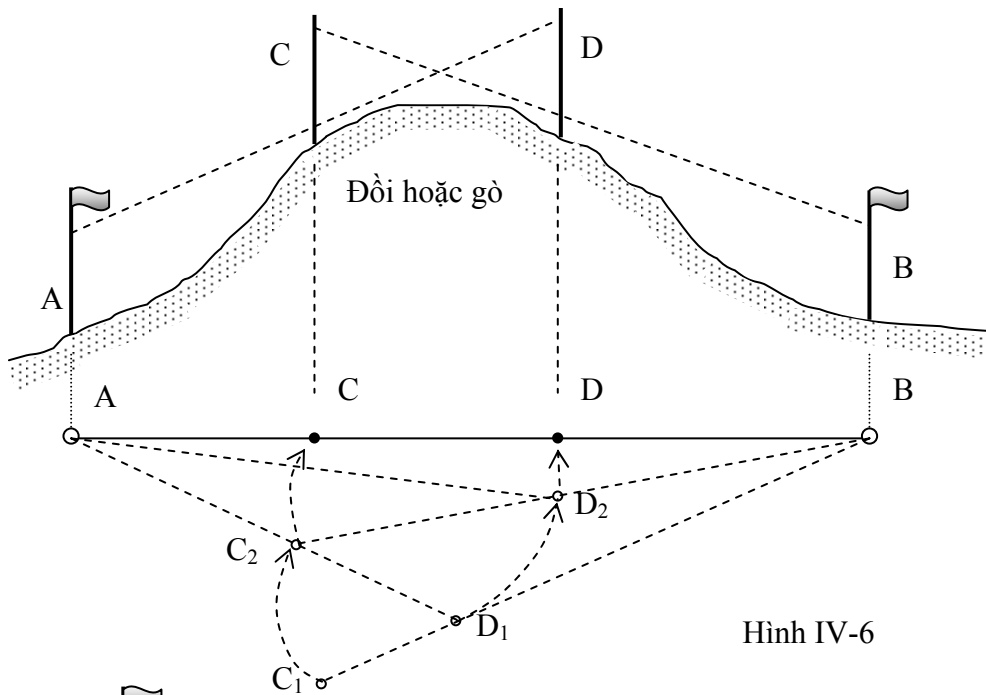
a) Trường hợp qua gò, đồi: Giữa A và B là một quả đồi, từ A không ngắm thông qua B. Cần xác định các vị trí trung gian C và D thẳng hàng với A và B (hình IV-6).

Trình tự tiến hành như sau: Dựng 2 sào tiêu thẳng đứng tại A và B. Một người cầm sào tiêu  $C_1$  đứng ở sườn đồi ngắm thông với B và điều khiển sào tiêu  $D_1$  thẳng hàng với  $C_1B$ , đồng thời  $D_1$  ngắm thông được với A. Người cầm sào tiêu  $D_1$  điều khiển sào  $C_1$  di động tới vị trí  $C_2$  thẳng hàng với A,  $D_1$ , và đồng thời  $C_2$  ngắm thông được với B. Người cầm sào tiêu  $C_2$  điều khiển sào tiêu  $D_1$  di chuyển tới vị trí  $D_2$  thẳng hàng với  $C_2B$ , đồng thời  $D_2$  ngắm thông được tới A. Cứ làm dần như vậy cho tới khi 3 sào tiêu A, C, D và C, D, B đồng thời thẳng hàng thì lúc đó 4 sào A, B, C, D cùng nằm trên một đường thẳng.

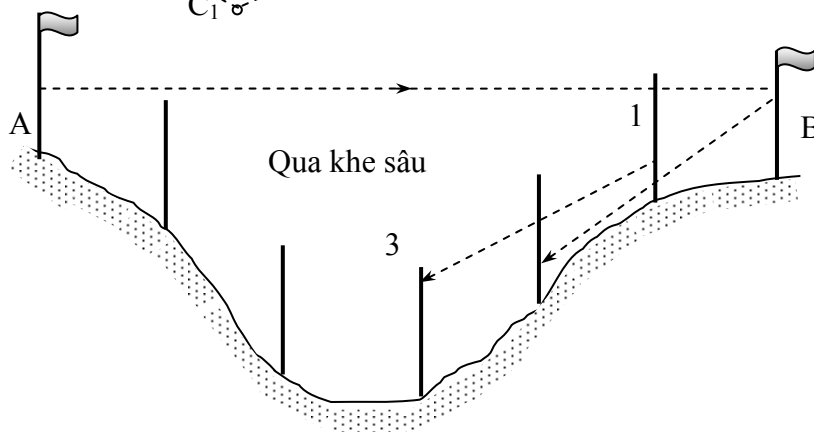
b) Trường hợp qua khe sâu, khe núi: Khi cần xác định đường thẳng vượt qua thung lũng, khe sâu ta cũng tiến hành tương tự: trước hết, cắm 2 sào A và B và dùng mắt điều khiển cắm sào 1 thẳng hàng với A và B (hình IV.7).

Ngắm hướng B-1 để cắm sào 2 thẳng hàng với B-1, tiếp tục ngắm theo chiều mũi tên, xác định các điểm 3, 4, ... Kiểm tra lại từ hướng A sang hướng B vị trí các sào 5, 4, ....





Hình IV-6



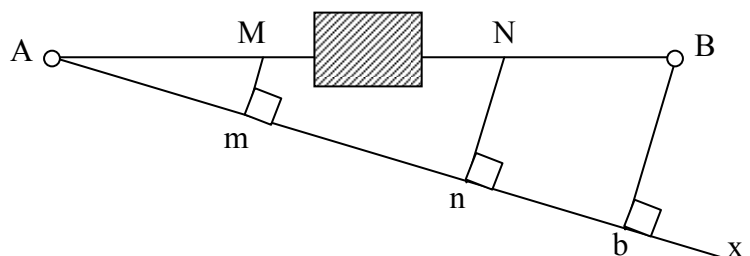
Hình IV-7

c) Trường hợp qua chướng ngại vật: Nếu giữa A và B là chướng ngại vật như nhà cửa, công trình cao, ta có thể áp dụng phương pháp sau để xác định đường thẳng.

Giả sử M và N là điểm nằm trên đường AB (hình IV.8). Để xác định M và N, người ta phóng một đường phụ Ax; gọi b là chân đường vuông góc hạ từ B xuống Ax và m, n là chân đường vuông góc hạ từ M và N xuống Ax. Theo định lý về các đường thẳng song song, ta có kết quả sau:

$$Mm = \frac{Bb}{Ab} \cdot Am \quad (4-1)$$

$$Nn = \frac{Bb}{Ab} \cdot An \quad (4-2)$$



Hình IV-8

Từ đó suy ra cách xác định M và N như sau: trước hết dùng máy kinh vĩ (xem chương VI) hoặc êke gương phẳng xác định b, chân đường vuông góc hạ từ B xuống Ax. Trên Ax, chọn 2 điểm m và n bất kỳ và đo lấy các đoạn Bb, Am, Ab, An rồi dùng các công thức (4-1) và (4-2) để tìm ra Mn và Nn. Tại m và n, dóng các đường vuông góc với Ax và đo lấy các đoạn mM và nN để dóng các cọc M, N; lúc này M và N nằm trên đường thẳng AB.

◆ TIẾN HÀNH ĐO:

#### **IV. ĐO CHIỀU DÀI BẰNG PHƯƠNG PHÁP TRỰC TIẾP:**

##### **IV.1. Dụng cụ đo:**

a) Thước vải: Thước vải là loại thước có bề rộng khoảng 1,5cm, dày khoảng 0,4mm, được dệt bằng sợi bền kim loại hoặc thủy tinh cực nhỏ để tăng độ chịu kéo. chiều dài thước thường là 5m, 10m, 20m, 50m. Thước được chia vạch tới centimet và ghi số từng mét một. Thước vải bị co dãn nhiều nên độ chính xác thấp, thước được cuộn trong một hộp nhựa có tay quay để dễ dàng cuộn thước.

b) Thước thép: loại này được làm bằng thép bản mỏng, dày khoảng 0,4mm, rộng khoảng 15 ÷ 20mm, chiều dài thước từ 5m ÷ 50m. Trên thước chia vạch tới centimet và ghi số từng mét một, gần đầu và cuối thước được khắc tới milimet. Thước thép đo với độ chính xác là 1:1000 ÷ 1:3000 gọi là thước có độ chính xác trung bình. Thước thép đo với độ chính xác đạt tới 1:20000 gọi là thước có độ chính xác cao.

Hai đầu thước có vòng đồng để kéo căng thước khi đo; cần lưu ý với vạch 9m có khi được khắc ở ngay đầu vòng đồng; kiểu này dùng thuận tiện khi đo chiều dài ở các công trình nếu phải đặt đầu thước sát vào tường. Trong khi đo không để thước bị xoắn; khi chuyển thước không để mặt thước chạm vào mặt đất hoặc để thước rớt hình số 8. Khi đo xong phải lau chùi sạch hai mặt thước, bôi mỡ lên hai mặt rồi cuộn vào trong khung thép.

c) Thước dây: là loại thước có thể làm bằng thép hoặc bằng inva (inva là loại hợp kim đặc biệt có hệ số co dãn rất nhỏ, gồm 64% sắt và 36% niken). Đường kính của nó là 1,65mm, dài 24 hoặc 48m. Phần cuối dây đo, được gắn vào thang thước có chia đến milimet trong khoảng từ 0 đến 8cm, hoặc 10cm.

Chiều dài của thước dây là chiều dài giữa 2 vạch không. Thước thép dây có thể đo với độ chính xác đạt tới 1:250000.

d) Que sắt: que sắt thường dài 50 đến 60cm với đường kính 0,4 ÷ 0,5cm. Que sắt dùng để đánh dấu số lần đặt thước. Mỗi bộ que sắt thường 6 hoặc 11 que.

##### **IV.2. Phương pháp đo chiều dài bằng thước:**

###### **IV.2.1. Đo chiều dài bằng thước thép với độ chính xác trung bình:**

Biên chế nhóm đo gồm 3 người: 2 người căng thước một người ghi số; các dụng cụ cần thiết là thước thép, sào tiêu, bộ que sắt và sổ ghi.

###### **a) Trên khu đất bằng:**

Trước hết, dựng 2 sào tiêu ở hai đầu đường thẳng cần đo A và B; dùng phương pháp dóng đường thẳng để xác định ra vài điểm trung gian thẳng hàng với A và B và dựng sào tiêu trên các điểm đó. Trình tự thao tác như sau: một người cầm đầu thước có vạch 0m - gọi là người đi "sau", đặt "0" tại tâm cọc A và giữ đầu thước bằng một que sắt cắm trên tâm cọc A; một người căng đầu kia của thước - gọi là người đi "trước" - cầm 10 que sắt (giả sử dùng bộ 11 que). Người "sau" ngắm các tiêu và điều khiển người "trước" xô dịch đầu thước sao cho toàn thân thước nằm trên đường thẳng AB và ra hiệu lệnh "căng thước". Khi nghe hiệu lệnh này, người "trước" căng thước bằng một lực vừa phải và cắm 1 que sắt tại vạch 20m và trả lời "xong".

Người "sau" nhổ que sắt tại A, người "trước" để lại 1 que cắm xuống đất, cả hai cùng nâng thước tiến về B. Khi người "sau" tới chỗ que sắt mà người trước cắm lại thì hô dừng và lại đặt vạch "0" của thước vào vị trí que sắt, điều khiển người "trước" xô dịch đầu thước cho thước thẳng hàng trên AB rồi thao tác lặp lại như lần đặt thước thứ nhất. Cứ làm như vậy cho tới khi người "trước" hết bộ que sắt, tức là người "sau" có trong tay 10 que thì đoạn đã đo tương ứng lần đặt

thước (10 lần x 20m = 200m): lúc đó người "sau" đưa 10 que cho người "trước" tiếp tục đo, và người ghi sổ căn cứ vào số lần trao que để đánh dấu vào sổ.

Khi đoạn cuối cùng ngắn hơn chiều dài thì phải căn cứ vào tâm cọc B làm chuẩn để đọc số trên thước.

Giả sử sau khi đo xong đoạn thẳng AB, trong sổ ghi được 1 lần trao que, số que sắt còn trong tay người "trước" là 5 que và đoạn lẻ cuối cùng đọc được là 12,23m thì chiều dài đoạn AB sẽ là:

$$20m \times 10\text{lần} + 20m \times 5 + 12,23m = 312,23m$$

Để kiểm tra và nâng cao kết quả đo, phải tiến hành đo 2 lần "đo đi" và "đo về" theo hai chiều ngược nhau (từ A tới B và từ B về A).

Độ chính xác của kết quả đo được đánh giá bằng sai số tương đối tính theo công thức

$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{d_{\text{đi}} - d_{\text{về}}}{d_{\text{tb}}} \quad (4-3)$$

trong đó:

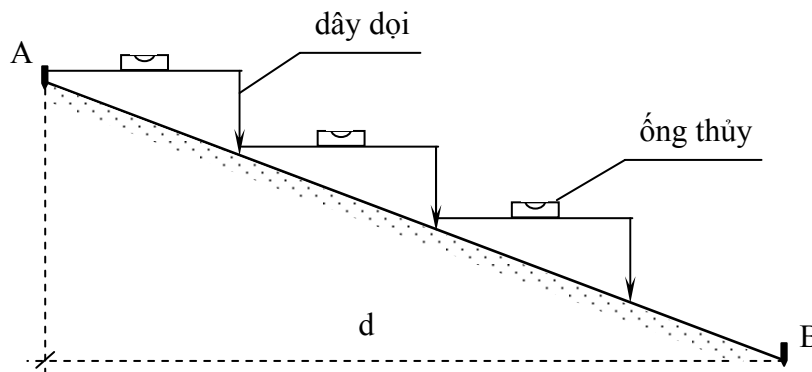
$d_{\text{đi}}$  : là chiều dài lần "đo đi";  $d_{\text{về}}$  : chiều dài lần "đo về";  $d_{\text{tb}}$  : giá trị trung bình của hai lần "đo đi" và "đo về".

Phương pháp đo chiều dài trên đây có thể đạt độ chính xác 1:2000. Tùy theo yêu cầu độ chính xác đo vẽ mà kết quả đo chiều dài phải đạt một số chính xác được qui định trong Quy phạm đo đạc. Nếu sai số  $\frac{\Delta d}{d}$  tính ở công thức 4-3 nằm trong phạm vi chếp thì lấy giá trị trung bình  $d_{\text{tb}}$  làm kết quả cuối cùng.

b) *Trên khu đất dốc:*

Đối với địa hình đo có độ dốc thì các chiều dài đo phải quy về chiều dài nằm ngang để đưa lên bản đồ hoặc mặt cắt, vì thế khi mặt đất dốc, cần có thêm dụng cụ điều chỉnh thước về vị trí nằm ngang: Đó là ống thủy gắn vào thước gỗ, có tên gọi là nivô thợ nề.

Giả sử cần đo chiều dài nằm ngang  $d$  giữa A và B; hướng đo xuống dốc từ A về B (hình IV.9).



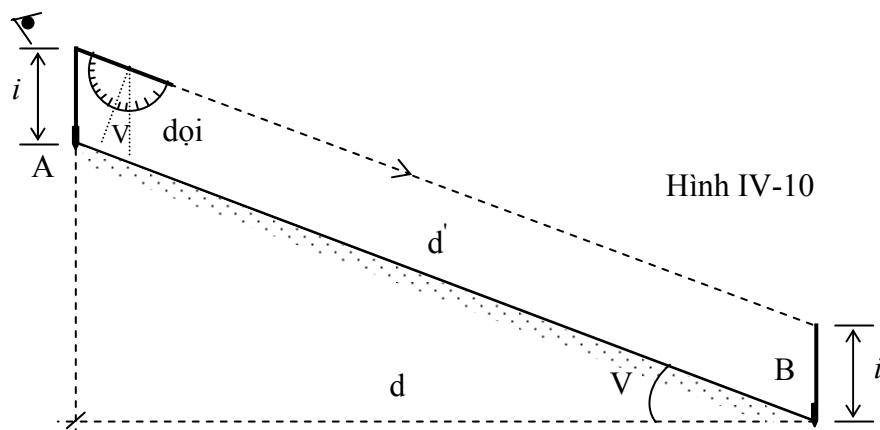
Hình IV-9

Đặt đầu "0" của thước tại A, đầu kia treo quả dọi, trên mặt thước đặt nivô. Nâng hoặc hạ đầu thước để đưa bọt ống thủy nhỏ vào giữa ống, lúc đó thước nằm ngang; căng thước và quả dọi rơi vào một điểm, đánh dấu điểm đó và chuyển thước đo tiếp về hướng B.

Khi độ dốc mặt đất quá lớn, và độ dốc tương đối đều, người ta đo trực tiếp chiều dài nghiêng  $d'$  và đo góc dốc  $V$  của mặt đất, sẽ tính được chiều dài nằm ngang theo công thức

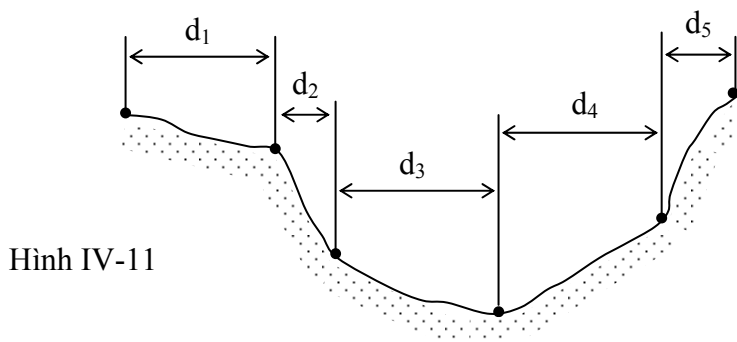
$$d = d' \times \cos V$$

Để đo góc  $V$  của mặt đất, dùng một loại dụng cụ đơn giản như ở hình IV-10. Muốn đo góc dốc  $V$ , cần dựng dụng cụ này trên điểm A, đo lấy chiều cao  $i$ , rồi dựng một sào có chiều cao là  $i$  trên điểm B. Quay hướng ngắm vào đầu mút của sào, lúc này dây dọi treo trên thước chắn vào một số đọc trên bản đồ, số đọc này chính là giá trị góc dốc  $V$  của mặt đất.



Hình IV-10

Nếu giữa A và B mặt đất có độ dốc không đều, ta chia chiều dài AB thành nhiều đoạn nhỏ, trong mỗi đoạn nhỏ độ dốc mặt đất là đều và cũng tiến hành đo như trên, rồi cộng kết quả lại, ta có chiều dài nằm ngang của AB (hình IV-11)

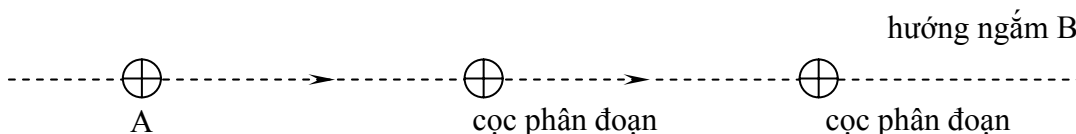


Hình IV-11

**IV.2.2. Đo chiều dài bằng thước thép với độ chính xác cao:**

Thước thép dùng để đo có khoảng chia tới milimet. Dùng máy kinh vĩ để định tuyến, trên tuyến ngắm của máy, điều khiển người đóng cọc "phân đoạn": khoảng cách giữa hai cọc phân đoạn phải nhỏ hơn bề dài thước vài centimet và tâm các cọc phân đoạn phải nằm trên cùng một đường thẳng với hai điểm đầu và điểm cuối A, B. Đoạn cuối cùng nhỏ hơn bề dài thước, phải đo sơ bộ chiều dài đoạn này rồi gắn thêm đoạn thước có khắc vạch milimet vào đêximet tương ứng trên thước. Ví dụ, đoạn cuối cùng đo sơ bộ có chiều dài 6,47m thì đoạn thước khắc milimet sẽ gắn vào đêximet từ 6,40m tới 6,50m.

Trên đầu cọc phân đoạn có khắc vạch chuẩn để đọc số trên thước (hình IV-12).



Hình IV-12

Thước dùng để đo phải được kiểm nghiệm để tìm ra chiều dài thực của thước ứng với lực căng thước quy định trong điều kiện nhiệt độ môi trường đã biết. Vì vậy khi đó phải có lực kế để căng thước và nhiệt kế để đo nhiệt độ môi trường.

Khi đo, 2 người căng thước bằng lực kế, đặt nhẹ nhàng thước lên các cọc phân đoạn. Theo hiệu lệnh, cả 2 người đồng thời căng thước bằng một lực quy định và để phần có khắc milimet

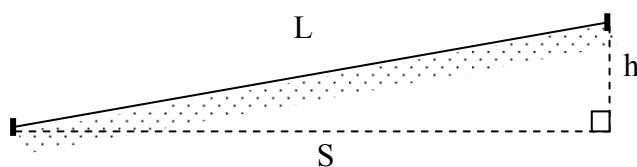
nằm trên đỉnh cọc; đợi khi thước không dao động, cả 2 người đọc số trên thước bằng vạch chuẩn trên các cọc cùng một lúc; 2 số đọc "đầu" và "cuối" thước phải được ghi vào sổ bởi 2 người riêng biệt; số đọc tới 0,1mm. Mỗi phân đoạn phải đo 3 lần liên tục với các giá trị milimet khác nhau. Người ghi sổ phải tính ngay ra chiều dài phân đoạn vừa đo sau 3 lần đọc số; so sánh chiều dài phân đoạn này sau khi có 3 kết quả tính toán: nếu 3 giá trị này không chênh nhau quá  $\pm 1$ mm thì chấp nhận trị số trung bình của 3 giá trị làm chiều dài phân khoảng vừa đo.

Mỗi lần đọc thước thì đọc nhiệt độ một lần. Làm tương tự cho các phân đoạn khác cho tới khi đo hết chiều dài AB, ta có kết quả lần "đo đi". Sau đó đổi đầu thước và đo theo chiều ngược lại, tức từ B về A, ta được kết quả lần "đo về".

Khi tính toán chiều dài tổng cộng, cần lưu ý cải chính các sai số về nhiệt độ ( $\Delta l_t$ ), sai số về chiều dài bản thân thước ( $\Delta l_k$ ) và nếu đo trên mặt đất dốc phải thêm số cải chính về độ dốc mặt đất ( $\Delta l_v$ ).

Do các đỉnh cọc phân đoạn ở độ cao khác nhau, nên phải dùng máy thủy bình (chương V) đo chênh cao h giữa các cọc; vậy số cải chính về độ dốc  $\Delta l_v$  được tính theo:

$$\Delta l_v = L - S$$



Hình IV-13

Theo hình IV-13, ta có:

$$S = \sqrt{L^2 - h^2}$$

Trong đó: L - chiều dài nghiêng đo được giữa 2 cọc phân đoạn; S - chiều dài nằm ngang cần tính giữa 2 cọc phân đoạn; h - chênh cao giữa 2 cọc phân đoạn;  $\Delta l_v$  - sự khác nhau giữa chiều dài nghiêng và chiều dài nằm ngang.

Ta có:

$$\Delta l_v = L - \sqrt{L^2 - h^2}$$

Hay là:

$$\Delta l_v \approx L - \left( L - \frac{h^2}{2L} - \frac{h^4}{8L^3} - \dots \right)$$

$$\Delta l_v \approx \frac{h^2}{2L} + \frac{h^4}{8L^3} + \dots$$

Nếu  $\frac{h}{L} < \frac{1}{10}$  thì bỏ qua số hạng  $\frac{h^4}{8L^3}$ , vậy số cải chính độ dốc sẽ là:

$$\Delta L_v = \frac{h^2}{2L} \tag{4-4}$$

Vậy chiều dài nằm ngang giữa 2 cọc phân đoạn là:

$$S = L - \frac{h^2}{2L} \tag{4-5}$$

Khi đo và tính toán, lấy chính xác tới 0,1mm, kết quả cuối cùng được lấy tròn tới milimet.

**IV.2.4. Những sai số thường gặp phải khi đo chiều dài bằng thước thép:**

a) Sai số của bản thân thước: Trước khi dùng thước thép để đo chiều dài cần phải kiểm nghiệm để tìm ra chiều dài thật của nó.

Gọi  $l_0$  là chiều dài danh nghĩa ghi trên thước,  $l_k$  là chiều dài thực đo kiểm nghiệm tìm ra, thì sai số của thước là:

$$\Delta l_k = l_0 - l_k \quad (4-6)$$

Sai số này có tính hệ thống, phải tìm ra trị số và dấu của nó để cải chính vào kết quả đo. Nếu một đoạn thẳng được đo với  $n$  lần đặt thước và đoạn lẻ còn lại là  $r$ , thì chiều dài nằm ngang của đoạn thẳng đó sau khi hiệu chỉnh là:

$$S = n \cdot l_0 - \Delta l_k \cdot n + r - \frac{\Delta l_k}{l_0} \cdot r \quad (4-7)$$

b) Sai số do đặt thước không thẳng hàng: Do đặt thước trong khi đo không thẳng hàng với A và B nên đường đo là một đường gấp khúc, kết quả đo lớn hơn giá trị thực. Để giảm bớt ảnh hưởng của sai số này, cần xác định đường thẳng trước khi đo, các đầu thước không được lệch ra ngoài đã phóng từ 6 ÷ đến 12cm (hình IV-14).



Hình IV-14

c) Sai số do thước bị xoắn: Thước thép bản mỏng thường hay bị hiện tượng xoắn thước làm cho thước bị co ngắn lại, gây ra sai số trong kết quả đo. Vì chiều dài thước ngắn lại nên kết quả đo lớn hơn giá trị thực; vì vậy trước khi đo phải dùng tay vuốt cho phẳng mặt thước.

d) Sai số do thước bị võng xuống hoặc bị võng lên: Sai số này thường xảy ra ở mặt đất gồ ghề lồi lõm (hình IV-15).



Hình IV-15

Hiện tượng này làm cho kết quả đo lớn hơn giá trị thực. Để giảm bớt ảnh hưởng của sai số này, cần phải đỡ thước khi đo qua chỗ trũng; nếu mặt đất có bụi cây, mô đất thì phải san bằng. Xẻ rãnh đặt thước hoặc đặt thước ngang bằng.

e) Sai số do lực căng thước thay đổi: Thước thép có thể bị giãn dài khi chịu lực kéo ở hai đầu. Để giảm bớt ảnh hưởng của sai số này, cần có lực kế gắn ở 2 đầu thước, và chỉ căng thước bằng lực căng tiêu chuẩn.

f) Sai số nhiệt độ môi trường thay đổi: Thước thép giãn nở hoặc co lại theo sự thay đổi của nhiệt độ môi trường; vì vậy phải có nhiệt kế theo dõi nhiệt độ trong quá trình đo. Số cải chính nhiệt độ được tính theo:

$$\Delta l_t = \alpha l (t - t_0) \quad (4-8)$$

trong đó:  $\alpha$  \_ hệ số giãn nở vì nhiệt của thép làm thước;  $l$  \_ chiều dài thước;  $t$  \_ nhiệt độ khi đo;  $t_0$  \_ nhiệt độ khi kiểm nghiệm thước.

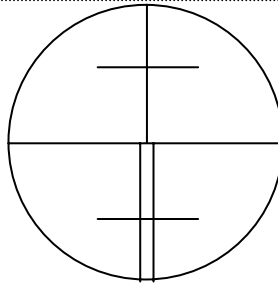
Biết các nguyên nhân trên, có thể dùng các biện pháp đo, chọn điều kiện đo thích hợp, tính toán hiệu chỉnh để ra kết quả đo đáng tin cậy nhất.

## **V. ĐO KHOẢNG CÁCH BẰNG MÁY CÓ VẠCH ĐO KHOẢNG CÁCH VÀ MIA ĐÚNG:**

### **V.1. Máy có vạch đo khoảng cách:**

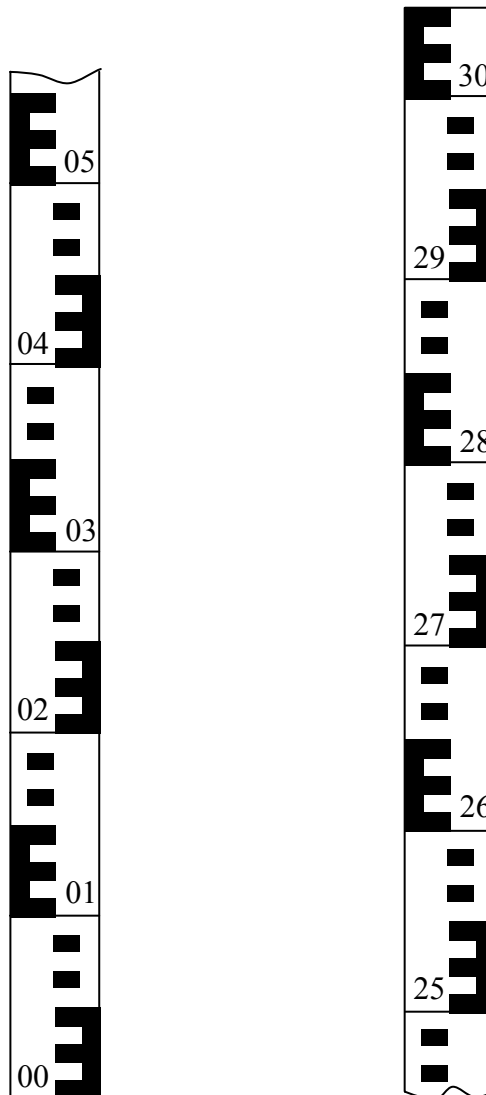
Đó là loại máy có lưới vạch đo khoảng cách trong ống kính (như máy kinh vĩ, máy bình chuẩn...). Lưới vạch này gồm hai vạch nằm song song và đối xứng với vạch ngang của vạch chữ thập (hình IV-16).

Hình IV-16



**V.2. Mia đúng:**

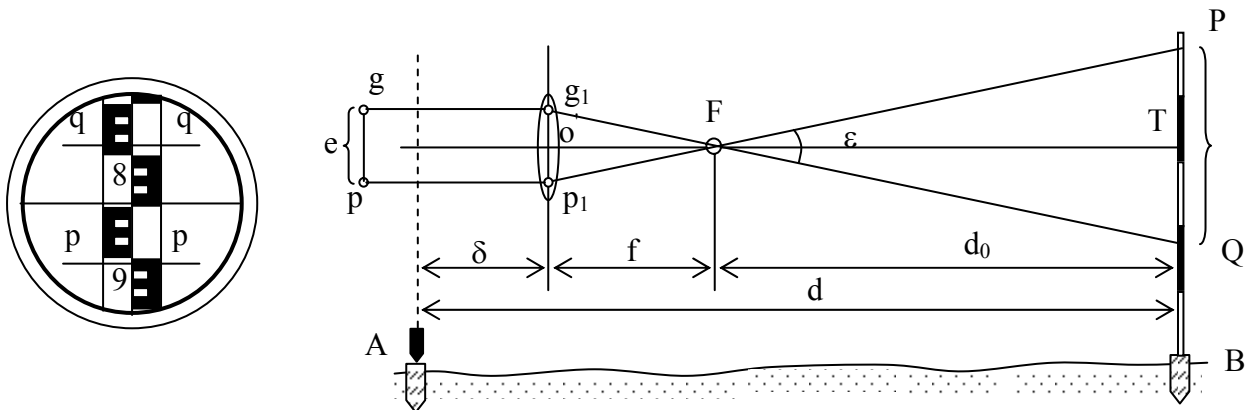
Mia đúng là một loại thước làm bằng gỗ hoặc bằng hợp kim nhẹ ít giãn nở nhiệt, dài từ 3 đến 4m, khi di chuyển thường được gấp lại hay thu lại, rộng từ 8 đến 10cm, một mặt được phân vạch bằng sơn đen sơn đỏ theo từng centimet và ghi số từng đêximet, chiều dày giữa hai mặt mia khoảng từ 1 ÷ 1,5cm,. Phía mặt sơn số thường có hai gờ ở hai mép (hình IV-17).



Hình IV-17

**V.3. Nguyên lý đo:**

a) Khi tia ngắm nằm ngang:



Hình IV-18

Theo hình IV-18 ta có:

$$d = d_0 + f + \delta \tag{a}$$

ở đây  $d$  \_ khoảng cách từ máy đến mia;  $d_0$  \_ khoảng cách từ tiêu điểm đến mia;  $f$  \_ tiêu cự kính vật;  $\delta$  \_ khoảng cách từ trục quay của máy đến kính vật.

Qua hai tam giác đồng dạng  $g_1Fp_1$  và  $QFP$  ta có:

$$\frac{FT}{FO'} = \frac{PQ}{g_1p_1} \text{ từ đó ta có } FT = \frac{FO' \cdot PQ}{g_1p_1} \tag{b}$$

Vì  $FT = d_0$ ;  $FO' = f$ ; gọi đoạn  $PQ$  trên mia là  $n$  và khoảng cách giữa hai vạch đo  $g_1p_1$  và  $gp$  là  $e$ , ta có:

$$d_0 = \frac{f}{e} n . \text{ Vì } f, \delta \text{ và } e \text{ là hằng số của mỗi máy, nên tỷ số } \frac{f}{e} \text{ là hằng số và gọi là hằng số nhân, ký hiệu là } k, \text{ tổng số } (f + \delta) \text{ cũng là hằng số và gọi là hằng số cộng, ký hiệu là } c. \text{ Khi đó, từ}$$

(a) và (b) ta có:

$$d = kn + c \tag{4-9}$$

Để thuận tiện khi đo, các máy đo khoảng cách thường được cấu tạo sao cho  $k=100$ , với các máy đo khoảng cách hiện đại thường có  $c=0$ . Do đó trong thực tế người ta thường dùng công thức

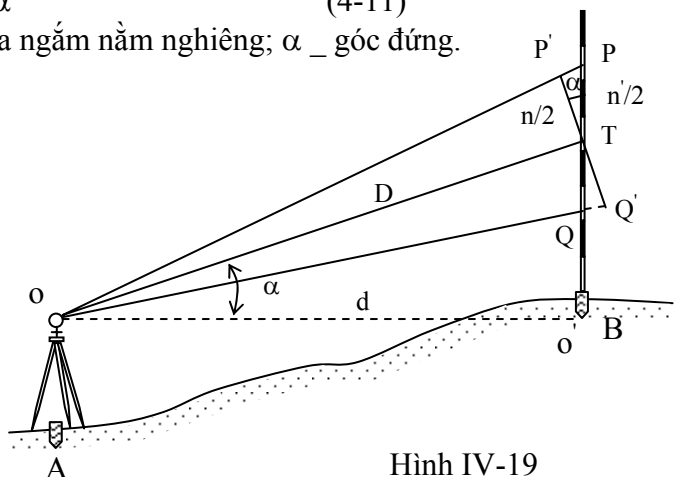
$$d = kn \tag{4-10}$$

b) Khi tia ngắm nằm nghiêng:

Khi tia ngắm nằm nghiêng thì khoảng cách tính theo công thức (4-10) không phải là khoảng cách nằm ngang (hình IV-19). Khoảng cách nằm ngang lúc này có thể tính theo công thức tổng quát:

$$d = kn' \cos^2 \alpha + C \cos \alpha \tag{4-11}$$

trong đó:  $n'$  \_ khoảng cách đọc trên mia khi tia ngắm nằm nghiêng;  $\alpha$  \_ góc đứng.



Hình IV-19



Các máy đo Khoảng cách hiện đại thường có  $C=0$  nên công thức trên có thể viết:

$$d = kn' \cos^2 \alpha \quad (4-12)$$

Mặt khác,  $\cos^2 \alpha = 1 - \sin^2 \alpha$  nên (4-12) có thể viết:

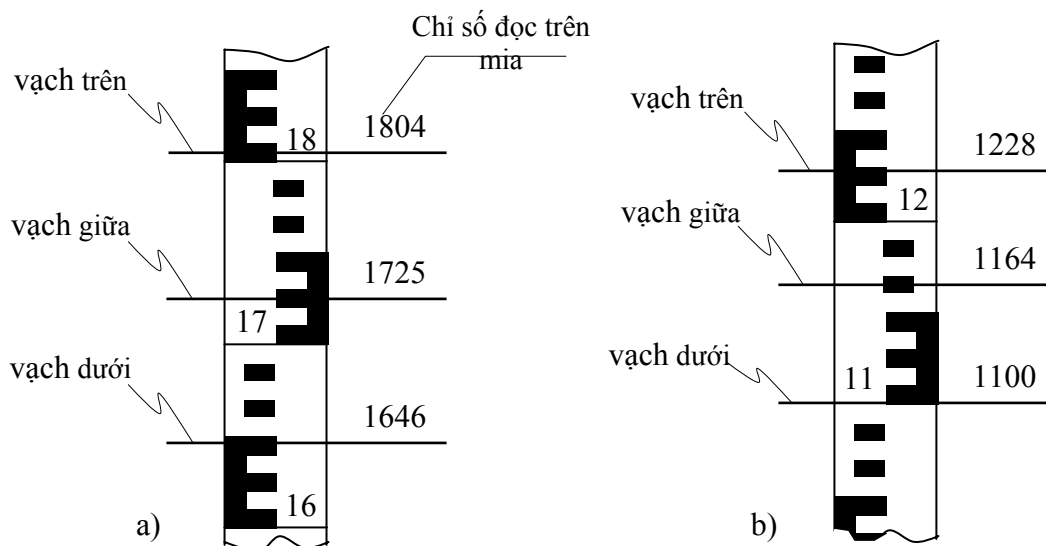
$$d = kn' + kn' \sin^2 \alpha \quad (4-13)$$

Qua đây ta thấy  $kn' \sin^2 \alpha$  chính là số hiệu chỉnh khoảng cách  $\Delta d$  do tia ngắm nằm nghiêng. Trị số này có thể tra trong bảng đã lập sẵn theo biến số  $kn'$  và  $\alpha$ .

**V.4. Phương pháp đo:**

Để đo khoảng cách bằng máy có vạch đo khoảng cách thông thường và mìa đứng, phải cần 3 người và thêm các dụng cụ như dây dọi, sổ ghi. Giả sử đo khoảng cách giữa hai điểm A và B, các thao tác bao gồm:

Đặt máy đứng điểm A, dùng dây dọi để cân bằng máy. Người dựng mìa phải dựng sao cho mìa thẳng đứng, vuông góc với hướng BA và mặt trước mìa sát với điểm B. Người ngắm máy phải điều chỉnh và ngắm sao cho nhìn rõ mặt mìa. Đọc số trên mìa theo các vạch đo khoảng cách a, b, c (hình IV-20).



Hình IV-20

Theo hình (IV-20 a) ta có các số đọc là:  $a = 1804\text{cm}$ ;  $b = 1725\text{cm}$ ;  $c = 1646\text{cm}$  khi đó khoảng cách  $d$  là:

$$d = 100 (a - c) = 100 \times (1804 - 1646) = 15800\text{mm} = 15.8\text{m}$$

Kiểm tra trị số đó theo số đọc của vạch giữa:

$$\begin{aligned} d &= 2 \times 100 (a - b) = 2 \times 100 (b - c) \\ &= 2 \times 100 (180,4 - 172,5) = 2 \times 100 (172,5 - 164,6) = 15,8\text{m}. \end{aligned}$$

Để tiện đọc số và tính khoảng cách, cần quay ống kính, đặt vạch ngắm dưới của lưới đúng vào ranh giới giữa hai phân vạch deximet của mìa và đọc ước lượng hai vạch giữa và trên (hình IV-20 b).

Nếu là số đọc theo tia nằm nghiêng thì phải tra bảng tìm số hiệu chỉnh  $\Delta d = kn' \sin^2 \alpha$  và tính khoảng cách theo công thức (4-13).

Như vậy đã xong nửa lần đo thứ nhất. Sau khi đảo ống kính, đo tiếp như trên sẽ được nữa lần đo thứ hai. Nếu chênh lệch giữa hai trị số trong phạm vi cho phép, thì lấy trị số trung bình làm kết quả của một lần đo. Đo khoảng cách theo phương pháp này thường cho phép độ chính xác từ 1 : 400 đến 1 : 300.

**CHƯƠNG V:**

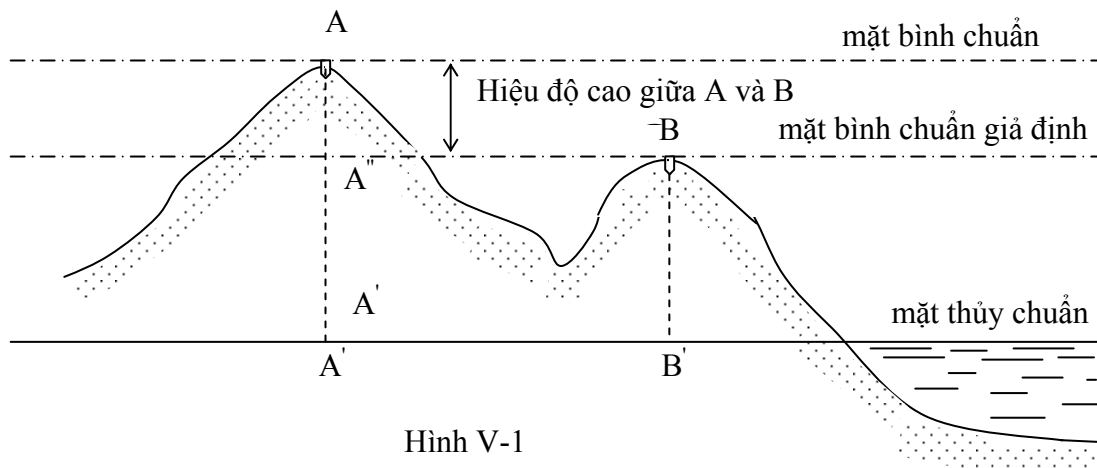
**ĐO ĐỘ CAO**

**I. KHÁI NIỆM ĐO CAO:**

**I.1. Khái niệm và hệ thống độ cao:**

Một điểm trên mặt đất được xác định bằng toạ độ địa lý và độ cao. Như đã nói ở chương I mặt thủy chuẩn là mặt nước biển trung bình kéo dài qua các lục địa và hải đảo tạo thành một mặt cong kín. Độ cao của một điểm là chiều dài thẳng đứng (theo phương của dây dọi) kể từ điểm đó tới mặt thủy chuẩn, đây là độ cao tuyệt đối. Mặt khác, ở mỗi điểm trên mặt đất cũng có một mặt thủy chuẩn đi qua nó gọi là mặt thủy chuẩn giả định, như vậy khoảng cách thẳng đứng từ một điểm nào đó tới mặt thủy chuẩn giả định đi qua một điểm khác nữa thì gọi là độ cao tương đối giữa hai điểm đó.

Hiệu độ cao giữa hai điểm là khoảng cách theo chiều thẳng đứng giữa hai mặt thủy chuẩn đi qua hai điểm đó (hình V-1).



Hình V-1

$AA'$ ,  $BB'$  : độ cao tuyệt đối.

$AA''$  : hiệu độ cao giữa A và B.

Độ cao tuyệt đối của điểm A ký hiệu là  $H_A$ . Hiệu độ cao hay độ chênh cao giữa hai điểm A và B ký hiệu là  $h_{AB}$  được tính như sau:

$$H_{ab} = H_B - H_A$$

Người ta xác định độ cao tuyệt đối, hiệu độ cao giữa 2 điểm bằng nhiều phương pháp khác nhau.

**I.2. Các nguyên lý đo cao:**

Đo cao là công tác đo đạc cơ bản của trắc địa. Để có chênh cao giữa hai điểm trên mặt đất, thường áp dụng nhiều nguyên lý và dụng cụ đo khác nhau.

a) Đo cao hình học: Dựa vào tia ngắm nằm ngang của máy một loại máy trắc địa gọi là máy bình chuẩn, để đo trực tiếp độ chênh lệch giữa hai điểm. Phương pháp này độ chính xác cao, được dùng nhiều nhất trong công tác đo độ cao.

b) Đo cao lượng giác: Dùng một máy trắc địa gọi là máy kinh vĩ, để đo góc nghiêng của tia ngắm; nếu biết khoảng cách nằm ngang giữa hai điểm, dùng công thức lượng giác sẽ tính ra được chênh cao. Phương pháp này cho độ chính xác thấp hơn đo cao hình học, song nó rất tiện lợi khi đo cao ở những vùng có địa hình phức tạp.

c) Đo cao áp kế: Dựa vào tính chất "càng lên cao thì áp suất càng giảm", người ta dùng khí áp kế để đo độ chênh áp suất không khí giữa hai điểm, từ đó có thể tính được chênh giữa chúng.

d) Đo cao thủy tĩnh: Dựa vào nguyên lý "mặt thoáng của một chất lỏng chứa trong hai bình thông nhau luôn cao bằng nhau", người ta chế tạo ra máy đo cao thủy tĩnh để đo chênh cao giữa hai điểm. Phương pháp này có độ chính xác khá cao, thường được ứng dụng trong trắc địa công trình (khoảng cách 2 điểm cần đo gần nhau).

e) Đo cao vô tuyến điện: Dựa vào tính chất phản xạ của sóng điện từ, sóng ánh sáng hoặc sóng âm, người ta chế ra máy đo khoảng cách (đứng) giữa bộ phận phát sóng và bộ phận phản xạ. Máy này sẽ cho kết quả là độ chênh cao giữa hai điểm.

f) Đo cao cơ học: Phối hợp giữa nguyên lý truyền độ cơ học theo phương ngang và dao động của con lắc, người ta chế tạo ra máy đo chênh cao cơ học gắn trên xe. Máy sẽ ghi lại bằng số hoặc đồ thị sự thay đổi độ chênh cao theo quãng đường xe đã di chuyển.

Việc lựa chọn phương pháp đo cao tùy thuộc vào điều kiện địa hình, địa vật của khu đo, vào dụng cụ máy móc hiện có và độ chính xác cần thiết của kết quả đo.

Trong chương này giới thiệu phương pháp đo cao hình học, phương pháp đo cao lượng giác và phương pháp đo cao áp kế.

## II. PHƯƠNG PHÁP ĐO CAO HÌNH HỌC VÀ MÁY BÌNH CHUẨN:

### II.1. Máy đo cao và phân loại máy đo cao:

Các loại máy đo cao gồm: Máy bình chuẩn (đo cao hình học); máy kinh vĩ (đo cao lượng giác)...

Theo độ chính xác, chia máy đo cao làm ba loại:

a) Máy đo cao chính xác cao: loại máy này thường dùng để đo cao hạng I, II, và được sử dụng rộng rãi trong công trình xây dựng, ví dụ như nghiên cứu biến dạng công trình. Cho phép đạt sai số trung phương đo chênh cao h trên mỗi kilomet là  $\pm(0,5 \div 1,0)$ mm.

b) Máy đo cao chính xác trung bình: Loại máy này thường dùng để đo cao hạng III, IV. Máy cho phép đạt sai số trung phương đo chênh cao h trên mỗi kilomet là  $\pm(4,0 \div 8,0)$ mm.

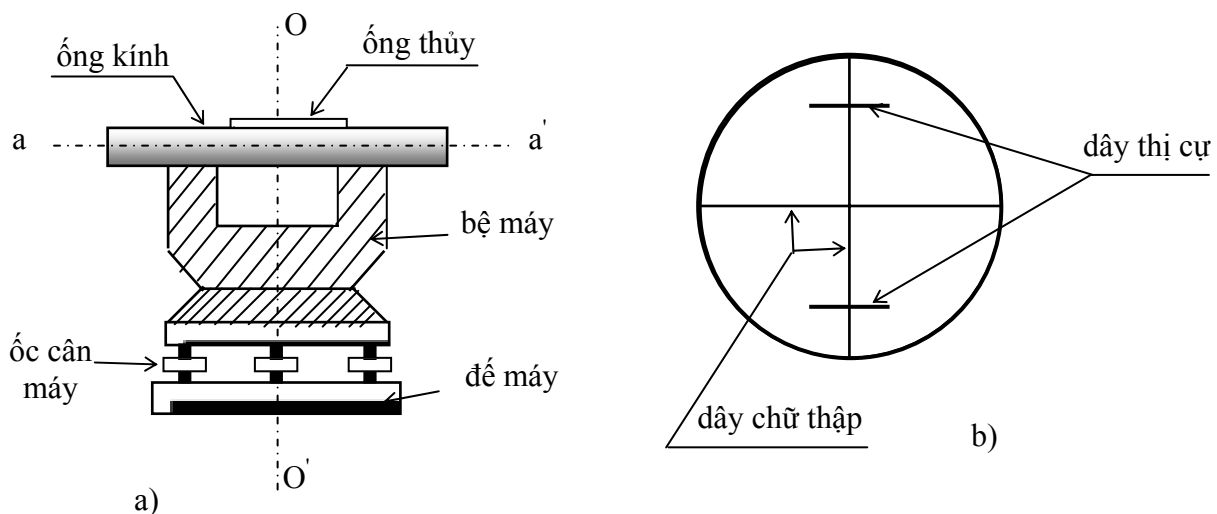
c) Máy đo cao chính xác thấp: Loại máy này thường dùng để đo cao kỹ thuật. Máy cho phép đạt sai số trung phương đo chênh cao h trên mỗi kilomet là  $\pm(15 \div 30)$ mm.

### II.2. Máy thủy chuẩn (máy bình chuẩn):

#### II.2.1. Cấu tạo:

Máy bình chuẩn gồm có các bộ phận chính:

a) Ống kính: là bộ phận quan trọng của máy gồm có thấu kính, các ốc điều chỉnh, dây thị cự, dây chữ thập. Ống kính có thể quay quanh trục của máy (hình V-2).



Hình V-2:  
Máy bình chuẩn

Ống thủy: gồm có một ống có bọt nước ở giữa được gắn vào bên trên ống kính cho phép ta thăng bằng ống kính ở vị trí nằm ngang. Để cân bằng bọt nước người ta điều chỉnh ba ốc cân bằng ở dưới bộ máy.

- c) Bộ máy: Dùng để đỡ ống và nguyên bộ máy có thể xoay quanh một trục thẳng đứng của máy.
- d) Ốc cân máy: Nội giữa bộ máy và đế máy là 3 ốc cân. Ốc cân giúp ta đưa các bọt nước vào giữa, máy vào vị trí cân bằng, tia ngắm nằm ngang.
- e) Đế máy: là phần trung gian giữa bộ máy và chân ba trên đế máy có ba ốc cân bằng máy.

**II.2.2. Kiểm nghiệm và điều chỉnh máy:**

Trước khi đem dùng, máy bình chuẩn cần được kiểm nghiệm kỹ lưỡng:

- Trục của ống thủy dài phải song song với trục của ống kính.
- Trục của ống kính thẳng góc với trục quay của máy.
- Dây chữ thập nằm ngang phải song song với mặt phẳng nằm ngang.

**II.3. Mía đo cao:**

Mía là cây thước bằng gỗ hoặc kim loại dài khoảng 3<sup>m</sup>, đôi khi người ta dùng mía hộp để kéo ra từng đoạn để tăng chiều dài lên. Mía dùng trong đo cao gọi là mía thủy chuẩn, thường được sơn một mặt với hai màu trắng đen mỗi khoảng là 1 centimet, có ghi số ở từng deximet và met, đáy mía ứng với 0m.

Để tăng cường độ tin cậy khi đọc số, có loại mía được khắc phân khoảng và ghi số ở cả hai mặt mía: "mặt đen" ứng với các vạch centimet màu đen, chữ deximet màu đỏ; "mặt đỏ" có vạch centimet màu đỏ, chữ deximet màu đen. Đáy mía ở mặt đen ứng với vạch 0m, còn đáy mía ở mặt đỏ ứng với số ghi ở một khoảng bằng K nào đó tùy chọn. Tại vị trí bất kỳ của thân mía, số đọc ở mặt đỏ và số đọc ở mặt đen luôn chênh nhau là hằng số K; nhờ có hằng số chênh lệch này mà người đọc dễ dàng kiểm tra số đọc.

Tùy theo mía được khắc phân số ở một mặt hoặc hai mặt mà người ta phân ra 2 loại mía: mía một mặt và mía hai mặt.

Ngoài ra còn có đế mía làm bằng gang, nặng 1 ÷ 2 không, có ba chân nhọn để có thể bám chắc xuống đất, mặt trên có núm bán cầu để dựng mía, thông thường người ta dùng đế mía làm như điểm trung gian để chênh cao giữa hai điểm xa nhau.

**II. KỸ THUẬT ĐO ĐỘ CAO:**

**III.1. Hiệu độ cao giữa hai điểm:**

Giả sử cần xác định hiệu độ cao (độ chênh cao) giữa hai điểm A và B trên mặt đất, người ta có các phương pháp sau:

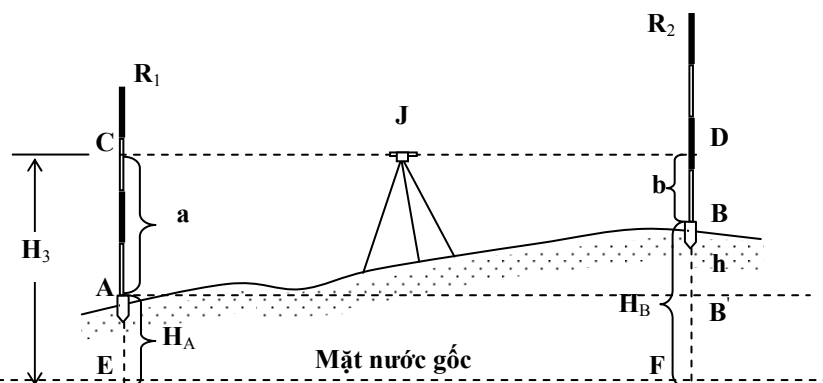
- a) Đo cao hình học từ giữa:

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

- Dựng mía thẳng đứng ở hai điểm A và B, ở đây hướng đo từ A đến B cho nên gọi mía A là "mía sau" (mía ở sau hướng đi tới) và mía B là "mía trước".

- Đặt máy đo cao (máy bình chuẩn) ở khoảng giữa hai mía sao cho đường ngắm từ máy đến A và đến B gần bằng nhau, có điều lưu ý là không cần đặt ngay trên đường thẳng qua AB (hình V-3).

Hình V3



- Quay ống kính ngắm mĩa đặt ở A, đưa trục ngắm của ống kính vào vị trí nằm ngang, đọc trên mĩa số đọc a gọi là số đọc sau (số đọc trên mĩa sau).
- Tương tự, quay ống kính ngắm mĩa đặt ở B, đọc trên mĩa số đọc b gọi là số đọc trước (số đọc trên mĩa trước).

Từ hình V-3 ta thấy:

$$h = a - b \tag{5-1}$$

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

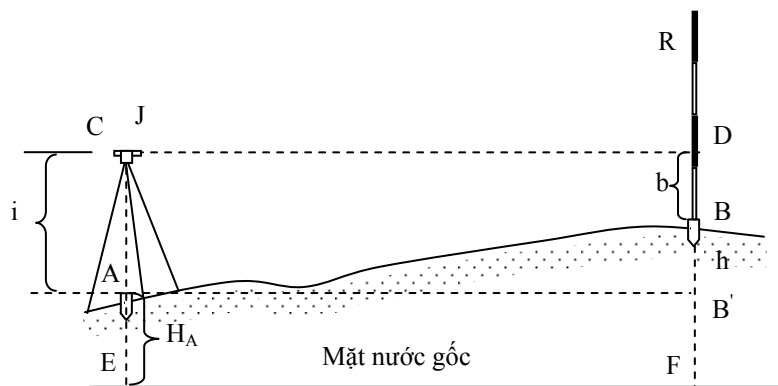
Độ cao của điểm B được tính từ độ cao của điểm A theo công thức:

$$H_B = H_A + h \tag{5-2}$$

Nghĩa là độ cao của điểm trước bằng độ cao của điểm sau cộng với chênh cao giữa hai điểm sau và điểm trước.

b) Đo cao hình học phía trước:

Đặt máy thẳng bằng, sao cho tâm máy trên cùng đường thẳng dây dọi (đường thẳng đứng) với điểm A (hình V-4).



Hình V-4

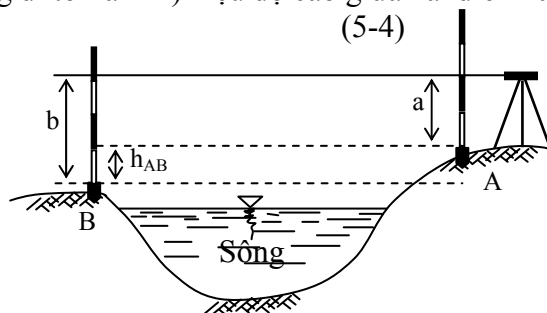
Đưa trục ngắm của ống kính vào vị trí nằm ngang, đo chiều cao I của máy và đọc trên mĩa đặt ở B số đọc b. Từ hình V-4 ta có:

$$h_{AB} = i - b \tag{5-3}$$

h là độ chênh cao của điểm B đối với điểm A, bằng chiều cao của máy trừ đi số đọc trên mĩa. Chiều cao máy có thể đo bằng mĩa hoặc bằng thước thép. Nếu điểm trước B cao hơn điểm sau A thì chênh cao h mang dấu dương và ngược lại, h mang dấu âm.

c) Đặt máy ngoài AB: Trong nhiều trường hợp ta không thể đặt máy tại một điểm ở giữa hoặc tại một điểm mà ta phải đặt ngoài AB như hình V-5. Số đọc trên mĩa tại A là a và số đọc trên mĩa tại B là b (ở đây hướng đi tới là AB) hiệu độ cao giữa hai điểm là:

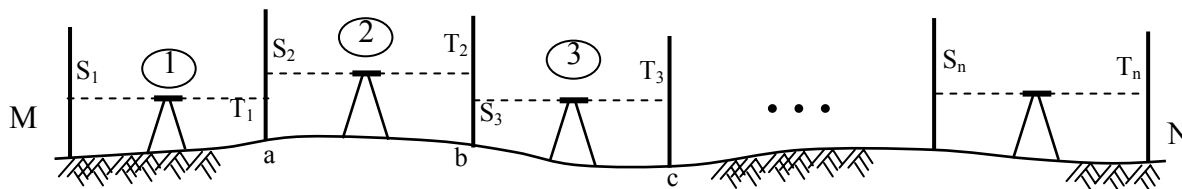
$$h_{AB} = a - b \tag{5-4}$$



Hình V-5

d) Đo chênh cao giữa hai điểm ở xa nhau:

Do tầm nhìn của ống kính bị hạn chế, nên khoảng cách máy - mĩa một trạm đo cũng hạn chế, tối đa chỉ đạt tới 120m; trong khi đó khoảng cách từ mốc đã biết độ cao tới mốc cần tìm độ cao thường rất lớn; muốn đo chênh cao giữa chúng phải bố trí nhiều trạm máy liên tiếp, như hình V-6. M là mốc đã biết độ cao, N là mốc cần tìm độ cao; M và N là hai mốc cách xa nhau.



Từ hình V-6 ta có:

Hình V-6

$$h_1 = S_1 - T_1$$

$$h_2 = S_2 - T_2$$

$$h_3 = S_3 - T_3$$

...

$$h_n = S_n - T_n$$

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

$$h = h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n = \sum_{i=1}^n h_i \quad (5-5)$$

Vậy độ cao của N cần tìm là:

$$H_N = H_M + h \quad (5-6)$$

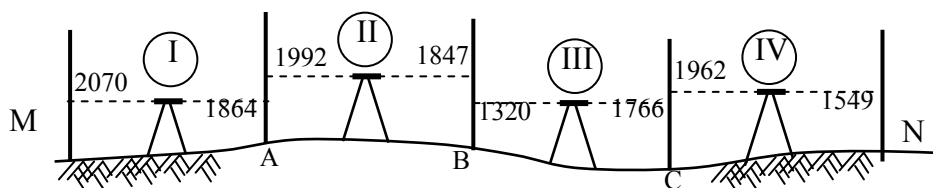
Thực chất của phép đo này là chuyển độ cao từ mốc M qua các điểm trung gian a, b, c, ... về N. Tại trạm đo 1, mĩa A dựng trên mốc M, còn mĩa B dựng trên mốc trung gian a. Sau khi đo xong trạm 1, chuyển máy sang trạm 2 thì mĩa B vẫn dựng trên a như cũ và trở thành mĩa sau, còn mĩa A chuyển sang mốc trung gian b, và trở thành mĩa trước. Khi hoàn thành trạm đo 2 thì mới được chuyển mĩa B ... Đến trạm cuối cùng - thứ n - thì mĩa trước phải dựng trên mốc N.

Các mốc trung gian phải được giữ nguyên vị trí trong quá trình đo trạm trước và trạm sau nó; nếu vì lý do nào đó trong khi chuyển trạm máy mà mốc trung gian bị xô dịch thì phải hủy bỏ toàn bộ kết quả đo từ trạm đầu và phải đo lại từ mốc cố định M.

Các mốc trung gian chỉ được sử dụng trong quá trình đo; chúng chỉ cần tồn tại tạm thời trong một thời gian ngắn, nên thường dùng để mĩa làm các mốc trung gian này: khi dựng mĩa trên các đế mĩa trung gian này cần nhẹ nhàng, tránh va chạm mạnh làm đế mĩa bị xô dịch, bị lún.

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

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



Sơ đồ các trạm đo

SỔ ĐO THUY CHUẨN (Bảng V.2)

Ngày đo: 12 - 08 - 1999  
 Bắt đầu 7<sup>H</sup>, kết thúc 11<sup>H</sup>  
 Từ mốc M tới mốc N

Người đo: X  
 Người ghi tính số: Y  
 Người kiểm tra: Z

Trạm Đo	Tên Mốc	Số đọc mia (mm)		Khoảng cách (m)		Chênh cao h(m)	Độ cao H (m)
		sau	Trước	Mia sau	Mia trước		
I	M	2070		80.2	85.6	+0.206	20.407
	A	1992	1864	110.7	108.3		
II	B	1320	1847	97.6	98.7	+0.145	
III	C	1962	1766	116.2	119.1	-0.446	
IV	N		1549			+0.413	20.725
				404.7	411.7		

**III.2. Các phương pháp đo độ cao dẫn tuyến (đọc):** (xem bảng ghi sổ đo)

Để tiến hành đo cao dọc, ta phải chuẩn bị các cọc gỗ, đóng khoảng cách 100m dọc theo tuyến đo. Cọc được đánh dấu và ghi chú cẩn thận.

Sau khi chuẩn bị máy máy, dụng cụ, ta tiến hành đo. Tùy theo chất và số lượng máy mốc hiện có, cũng như thời gian đo đạc và độ chính xác cần phải đạt tới, người ta dùng nhiều phương pháp đo cao độ dọc:

a) Phương pháp đổi chiều cao máy ở mỗi trạm đo:

Giả sử ABCD là chiều dọc tuyến của một đường đo như hình V-7, A là mốc khởi đầu đã có độ cao biết trước là H<sub>A</sub>, B, C và D là các cọc cách nhau 100m cần đo độ cao. Phương pháp đổi chiều cao máy ở mỗi trạm đo như sau:

- Đặt máy ở trạm I vị trí m: sau khi đã chỉnh máy xong ngắm mia đặt ở cọc A, đọc số đọc a<sub>1</sub>. Quay máy về B đọc trị số b<sub>1</sub>.

Hiệu độ cao h<sub>1</sub> giữa A, B theo vị trí m của máy là:

$$h_1 = a_1 - b_1$$

- Vẫn ở trạm I nhưng máy đặt ở vị trí n: dời máy từ vị trí m đến vị trí n cách khoảng 1m, như thế làm cho chiều cao máy giữa hai lần đặt thay đổi. Làm các động tác như trên để đọc số đọc a<sub>2</sub> và b<sub>2</sub> tương ứng ở 2 vị trí điểm mia tại A và B.

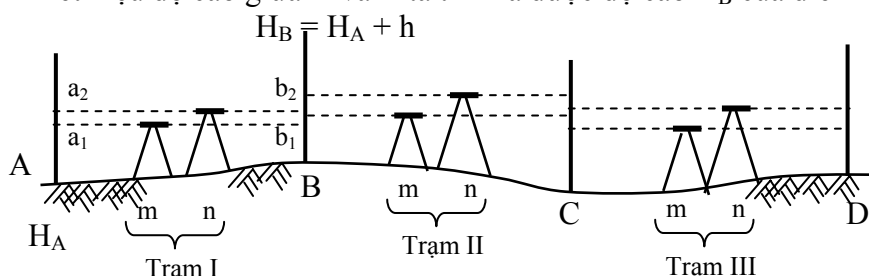
Hiệu độ cao h<sub>2</sub> giữa A và B thro vị trí n của máy là:

$$h_2 = a_2 - b_2$$

Nếu hiệu số h<sub>1</sub> và h<sub>2</sub> lớn hơn 4mm thì phải đo lại còn nếu nhỏ hơn 4mm thì chấp nhận được và lúc đó hiệu độ cao h giữa A và B là:

$$h = \frac{h_1 + h_2}{2}$$

Biết hiệu độ cao giữa A và B ta tính ra được độ cao H<sub>B</sub> của điểm B là:



Hình V-7:Đo cao dẫn tuyến

Sau khi đã đo xong ở trạm I với kết quả đã được chấp nhận, ta tính được độ cao của điểm B. Dời máy qua trạm II giữa hai điểm B và C. Bằng các thao tác giống như ở trạm I, ta tìm được hiệu độ cao giữa B và C từ đó tính được độ cao điểm C. Tiếp tục cho trạm III giữa C và D, tìm được độ cao điểm D.

Khi đo đến cọc cuối cùng ta lại phải kiểm tra toàn bộ kết quả, dù ở mỗi trạm ta đã kiểm tra sai số cho phép là 4mm. Nếu gọi  $h_1$  là hiệu độ cao giữa 2 cọc ở mỗi trạm máy chưa đổi chiều cao;  $h_2$  là hiệu độ cao giữa 2 cọc ở mỗi trạm máy đã đổi chiều cao, ta có:

$$\sum h_1 = \sum h_2$$

nhưng thực tế chúng không hoàn toàn bằng nhau và chúng sẽ chênh lệch nhau 1 sai số  $\Delta h$  là:

$$\Delta h = \sum h_1 - \sum h_2$$

Nếu gọi  $\Delta h'$  là sai số cho phép thì điều kiện chủ yếu là:

$$\Delta h' > \Delta h$$

trong đó  $\Delta h'$  được tính theo công thức:

$$\Delta h' = \pm 30 \sqrt{L} \quad (\text{mm})$$

trong đó L là chiều dài của tuyến đường đo tính bằng km

**b) Phương pháp dùng hai máy:**

Thí dụ đo độ cao dẫn tuyến từ A đến D, với A là mốc cứ điểm có độ cao biết trước, và D là cọc cần tìm độ cao. Với phương pháp dùng hai ta có thể làm:

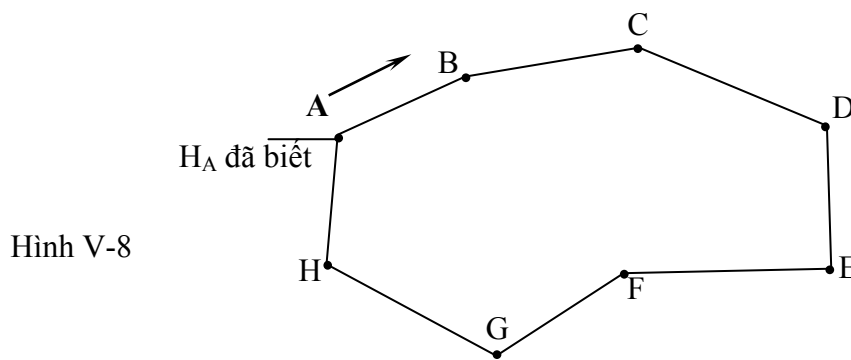
- Bố trí cho hai máy đi một chiều (từ A đến D).
- Hoặc bố trí cho hai máy đi nghịch chiều nhau:
  - + Người ngắm máy 1 đi từ A đến D.
  - + Người ngắm máy 2 đi từ D đến A.

Nếu hai máy đi nghịch chiều nhau thì không có kiểm tra  $h_i$  ở mỗi trạm.

Phương pháp bố trí hai máy đi cùng một chiều hay nghịch chiều cũng giống như phương pháp đổi chiều cao của máy ở mỗi trạm đo, vì người ngắm máy 1 có thể coi như đã đặt máy ở các trạm với vị trí m:  $I_m, II_m, III_m, \dots$  và người ngắm máy số 2 có thể coi như đã đặt máy ở các trạm với vị trí n:  $I_n, II_n, III_n, \dots$ . Tổng số  $h_1$  của người ngắm máy số 1 phải bằng tổng số  $h_2$  của người ngắm máy số 2 và nếu có sai số  $\Delta h$  ( $\Delta h = \sum h_1 - \sum h_2$ ) thì  $\Delta h$  cũng phải nhỏ hơn  $\Delta h'$  ( $\Delta h'$  là sai số giới hạn:  $\Delta h' = \pm 30 \sqrt{L}$  (mm), trong đó L là chiều dài của tuyến đường đo tính bằng km) thì kết quả mới được công nhận.

**c) Phương pháp khép kín đường đo với một máy và không đổi chiều cao máy ở mỗi trạm đo:**

Phương pháp này được áp dụng bằng cách đi từ A đã có độ cao cho sẵn, theo hướng AB rồi khép trở về A (hình V-8).



Hình V-8

Ta đặt các trạm máy giữa AB, rồi BC, CD, .., HA để lần lượt đo độ cao các cọc chính B, C, D, E, F, G, H và đo lại cao độ của cọc A để kiểm soát.



Kiểm tra:

- Hiệu độ cao h theo lý thuyết:

$$\sum h_{(lý\ thuyết)} = 0$$

- Nhưng trong thực tế hiệu độ cao đo được là:

$$\sum h_{(đo\ được)} \neq 0$$

Do đó:

$$\Delta h = \sum h_{(đo\ được)} - \sum h_{(lý\ thuyết)}$$

và kết quả nếu chấp nhận được thì phải thỏa:

$$\Delta h < \Delta h' \quad (\Delta h' \text{ là sai số giới hạn})$$

mà:

$$\Delta h' = \pm \sqrt{400 \cdot L + 4 \cdot L^2} \quad (\text{mm})$$

trong đó: L là chiều dài của tuyến đo tính bằng km.

Phương pháp này thông thường dùng với chiều dài tuyến đo không quá 2km.

d) Phương pháp đi một chiều với một máy và ở mỗi trạm đo không đổi chiều cao máy:

Phương pháp này chỉ được áp dụng khi điểm đầu và điểm cuối của điểm đo đã biết độ cao và tuyến đo tương đối ngắn (dưới 3 km).

Thí dụ: đo độ cao dẫn tuyến từ A đến D với A và D là hai mốc cao độ đã biết. Ta đặt máy lần lượt ở các trạm I, II, III và ở trạm III ta sẽ tính được độ cao của điểm D gọi là độ cao tại D đo được  $H_D^{do}$ .

Độ cao  $H_D^{do}$  đo được và độ cao  $H_D$  đã biết đúng ra phải bằng nhau, nhưng trong thực tế thì chúng có 1 sai số là:

$$\Delta h = H_D^{do} - H_D$$

Kết quả chỉ được chấp nhận khi:

$$\Delta h < \Delta h'$$

trong đó sai số giới hạn  $\Delta h'$  được tính theo công thức sau:

$$\Delta h' = \pm \sqrt{400 \cdot L + 4 \cdot L^2} \quad (\text{mm}), \text{ với } L \text{ tính bằng Km.}$$

hay:

$$\Delta h' = \pm 20\sqrt{L} \quad (\text{mm}), \text{ với } L \text{ tính bằng Km}$$

VÍ DỤ 5.1:

SỔ ĐO CAO DẪN TUYẾN  
(Bảng V.1)

Trạm đo	Điểm ngắm	Số đọc mia		Hiệu Độ cao	Độ cao tuyệt đối	Ghi chú
		Mia sau	Mia trước			
1	VIII	1277		-432	2500	Phương pháp khép kín đường đo
		0793				
		0310				
2	I	1700	6642	+186	2068	
		1418	1225			
		1136	0810			
3	II	1572	1400	+117	2254	
		1362	1232			
		0952	1064			
4	III	1890	1520	+295	2371	
		1445	1245			
		1000	0970			
5	IV	1445	1625	-294	2666	
		1090	1150			
		0735	0675			
6	IX	1366	1722	+134	2372	
		1172	1384			
		0978	1046			
	VIII		1360		2506	
			1038			
			0716			

$$\Delta h = H_{\text{đo}} - H_{\text{lý thuyết}} = 2506 - 2500 = 6^{mm}$$

$$L = 0,644 \text{ km.}$$

$$\Delta h' = 16^{mm}$$

$$\text{Số hiệu chỉnh} = -\Delta h/n = -6/6 = -1^{mm}$$

**BẢNG HIỆU CHỈNH ĐỘ CAO**

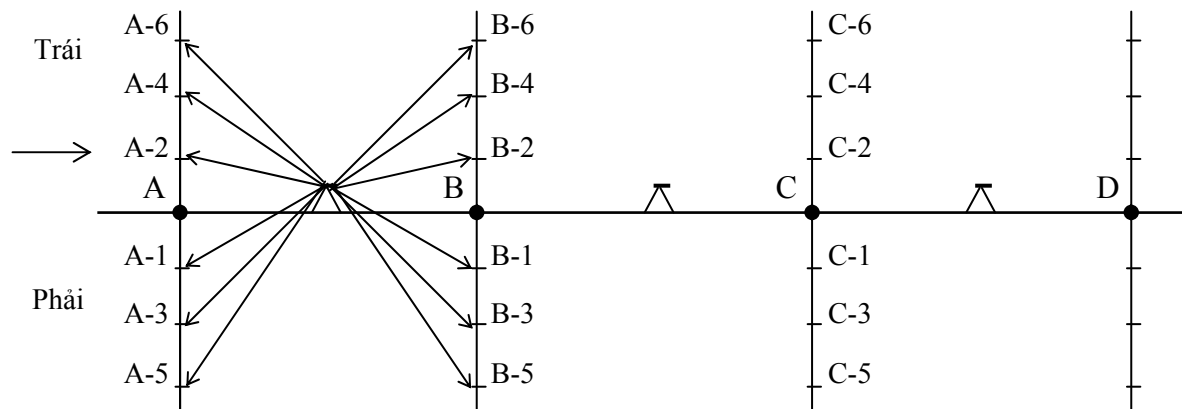
(Bảng V.2)

Trạm đo	Điểm đo	Hiệu độ cao chưa hiệu chỉnh	Số hiệu chỉnh	Hiệu độ cao chưa hiệu chỉnh	Độ cao tuyệt đối
1	VIII	-432 <sup>mm</sup>	-1 <sup>mm</sup>	-433 <sup>mm</sup>	2500 <sup>mm</sup>
	I				2067
2	II	+186	-1	+185	2252
	III				2368
4	IV	+295	-1	+294	2662
	V				2367
6	VI	+134	-1	+133	2500
	VIII				2500

**III.3. Đo trắc đồ ngang:**

Để xác định hình dạng của một khối đất đào hoặc đắp và tính được thể tích của nó, ta còn phải đo độ cao các điểm nằm thẳng góc với tuyến đường đo trắc đồ dọc; công tác này gọi là trắc đồ ngang. (đo trắc đồ dọc là đo cao dẫn tuyến)

Từ các điểm đặc biệt trên tuyến đường đo trắc đồ dọc, ta dùng êke đo đạc để phóng các đường thẳng góc với tuyến tuyến dọc và dùng thước dây để cắm các cọc phụ để đo cao độ. Phía bên phải của tuyến trắc đồ dọc nên lấy số lẻ thí dụ: A-1, A-3, A-5, ... phía bên trái của tuyến thì lấy số chẵn: A-2, A-4, A-6, ... (hình V-9). Ta lần lượt đo cao độ các cọc phụ này và từ đó tính được độ cao của chúng và vẽ ra được trắc đồ ngang.



Hình V-9

Độ cao của các cọc phụ trên trắc đồ ngang có thể được đo cùng một lượt với đo độ cao của dẫn tuyến hoặc trong một thời gian khác (như sau khi đo xong tất cả các cọc trên tuyến dẫn tuyến).

- Nếu đo trong cùng một thời gian đo độ cao dẫn tuyến thì độ cao của các cọc phụ trên trắc đồ dọc là:

$$H_n = (H_A + L_a) - L_n \Rightarrow H_n = H_A + (L_a - L_n)$$

Trong đó:  $L_a$  là trị số mia đọc ở vị trí A;  $L_n$  là trị số mia đọc ở vị trí n;  $(L_a - L_n)$  là hiệu độ cao giữa A và n.

- Nếu đo trắc đồ ngang sau khi đo độ cao tất cả các cọc trên tuyến dọc xong thì áp dụng phương thức sau:

Máy đặt ngay tại cọc B trên tuyến đo dọc, lần lượt đo độ cao của các cọc phụ B-1, B-3, B-5, B-2, B-4, B-6 và độ cao của các cọc phụ sẽ được tính như sau:

$$H_n = (H_B + L_b) - L_n = H_B + (L_b - L_n)$$

Với  $H_B$  là độ cao cọc B;  $L_b$  là độ cao của máy tính từ trục ống kính tới điểm B;  $L_n$  là trị số đọc mia đặt tại cọc n.

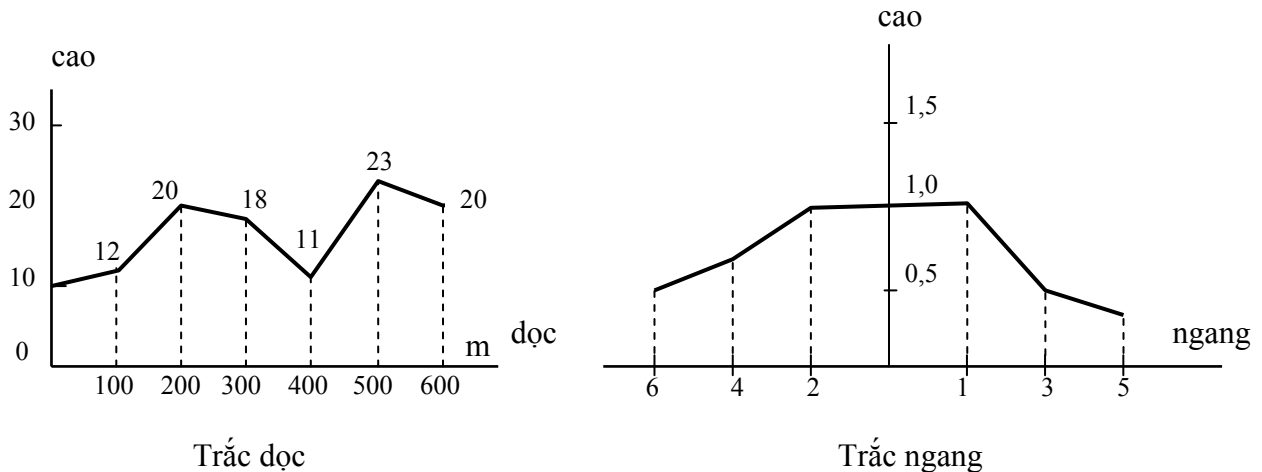
Trong thực tế những số đọc trên mia của trắc đồ ngang chỉ cần đọc tới cm là đủ.

**\* Cách vẽ trắc đồ dọc và trắc đồ ngang:**

Để vẽ trắc đồ dọc và ngang người ta dùng giấy kẻ ly. Khởi điểm của đường đo đặt ở bên trái tờ giấy và khi vẽ ta lần lượt vẽ về phía bên phải.

Trên trục nằm ngang của trắc đồ dọc ta kẻ những vị trí cọc 100m hay cọc phụ sao cho vị trí các cọc 100m nằm trên các đường đậm trên giấy kẻ ly. Từ những vị trí 100m và cọc phụ này ta kẻ những đường thẳng góc với trục nằm ngang với chiều dài là chiều cao của cọc 100m đã đo được.

Nên chọn tỷ lệ chiều cao 10 lần hơn tỷ lệ chiều dài. Sau khi đã có vị trí và chiều cao các điểm trên trắc đồ ta nối chúng lại, ta có trắc đồ dọc (hình V-10).



**III.4. Đo cao một miếng đất:**

Hình V-10

Người ta đo cao miếng đất khi cần lập một bình đồ có địa hình chính xác. Trong loại đo độ cao này các điểm cần đo độ cao được phân bố trên những hướng nhất định nào đó (tùy theo địa hình khu đo) và mật độ của chúng tùy thuộc vào tỷ lệ bản đồ (tỷ lệ càng nhỏ thì khoảng cách giữa các điểm càng lớn).

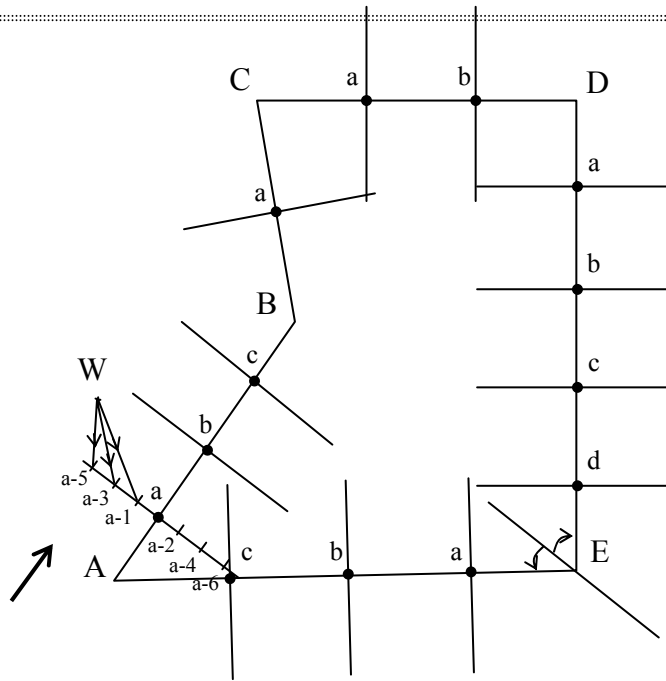
**a) Đo độ cao địa hình dựa trên các nét địa hình chính:**

Những nét địa hình chính là những đường thiên nhiên nổi bật lên trên khu đất như sông ngòi, đường phân thủy hay đường tụ thủy.

**\* Trường hợp khu đất tương đối rộng:**

- Lập đường sườn kinh vĩ (chương VII) dựa theo các đường chính của địa hình khu đất (đường sườn ABCD) đo các chiều dài và góc của đường sườn (hình V-11).

- Cắm các cọc 50 hay 100m trên các cạnh của đường sườn (ví dụ các cọc trên các cạnh AB là a, b ...)



Hình V-11

- Tại các cọc a, b, .. dùng máy kinh vĩ bỏ vuông góc (gọi là hướng trắc ngang). Trên hướng trắc ngang đó cắm các cọc phụ bằng tre hoặc gỗ theo một cự ly nhất định và đánh số cẩn thận (ví dụ hướng trắc ngang tại cọc a thì bên trái lấy số chẵn bên phải lấy số lẻ: a-2, a-4, a-6, a-1, a-3, a-5,...).

Tại các đỉnh của đường sườn cũng cần ngắm những đường phân giác của góc và cũng cắm và đánh số các cọc phụ như trên.

- Ta đo cao độ các đỉnh đường sườn kinh vĩ và các cọc a, b, c, d, e, ..

- Dựa trên độ cao đã tính được (nhờ cao độ ở trên) để đo các độ cao các cọc phụ a-1, a-2, a-3, ... Ta có thể đặt máy ở đỉnh A, a hay 1 vị trí bất kỳ nào đó để đo độ cao của các điểm phụ trên hai hay ba hướng trắc ngang.

- Nếu đặt máy tại đỉnh a của cạnh AB thì cao độ các điểm phụ được tính như sau:

+ Độ cao  $H_1$  của điểm a-1:  $H_1 = H_a + i - l_1$

+ Độ cao  $H_5$  của điểm a-5:  $H_5 = H_a + i - l_5$

(với  $i$ : chiều cao máy,  $l_1, l_5, \dots$  số đọc trên mìa đặt tại các điểm phụ a-1, a-5, ...)

- Nếu đặt máy tại một điểm bất kỳ W

nào đó thì:

+ Độ cao  $H_1$  của điểm a-1:  $H_1 = H_a$

+  $l - l_1$

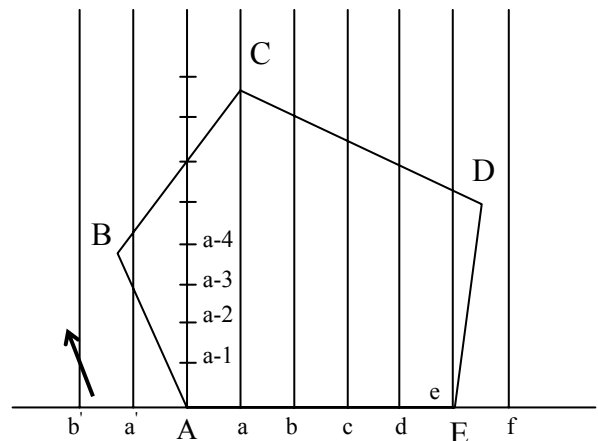
+ Độ cao  $H_5$  của điểm a-5:  $H_5 = H_a$

+  $l - l_5$

(với  $l$  là số đọc của mìa sau đặt tại a, còn  $l_1, l_2, l_3 \dots$  là số đọc trên mìa đặt tại các điểm phụ a-1, a-2, a-3...)

\* Trường hợp khu đất không rộng lắm:

Ta cũng làm tương tự như trên, nhưng ở đây chỉ cần chọn 1 cạnh đường sườn dài nhất để đóng các cọc đo bẻ góc vuông và cần các cọc phụ (hình V-12).



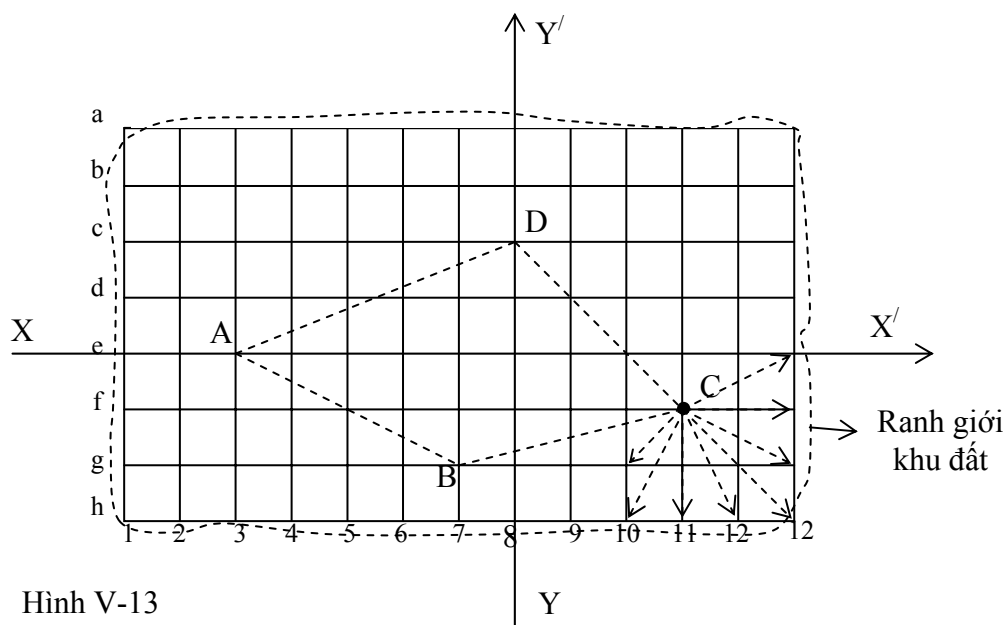
Hình V-12

b) **Đo cao độ ô vuông:**

Đo cao độ ô vuông một miếng đất khi miếng đất đó bằng phẳng và có yêu cầu chính xác cao. Ta tiến hành đo như sau:

- Lập chính giữa khu đất 2 trục vuông góc  $xx'$  và  $yy'$  và trên hai trục đó cắm các cọc phụ cách nhau 10m hay 20m tùy theo tỷ lệ của bình đồ, để dựa vào đó mà cắm lưới ô vuông trên toàn khu đất dùng máy kinh vĩ và thước dây để cắm mạng lưới ô vuông. Các đỉnh ô vuông song song với trục  $xx'$  được gọi tên bằng số 1, 2, 3, 4, .... Các đỉnh ô vuông song song với trục  $yy'$  được gọi là chữ a, b, c, d, .... Như vậy các đỉnh ô vuông trong sổ ghi sẽ là 1a, 1b, 2a, 2b, 3a, 3b, 3e, ....

- Trong các đỉnh ô vuông vừa mới lập ta chọn một số đỉnh làm đường sườn cao độ (ví dụ đường sườn A, B, C, D trên hình V-13).



Hình V-13

- Đo cao độ các đỉnh ô vuông từ độ cao của các đỉnh đường sườn cao độ ABCD. Công tác này có thể tiến hành bằng hai cách:

\* Hoặc đặt máy tại một đỉnh của đường sườn rồi ngắm đo các cọc mìn dựng tại đỉnh ô vuông, cao độ 1 đỉnh ô vuông được tính như sau: (máy đặt tại A)

$$H_n = H_A + i - l_n$$

với  $i$  : chiều cao máy;  $l_n$  : trị số mìn tại đỉnh.

\* Hoặc máy tại một điểm bất kỳ nào đó rồi dựa vào độ cao của các đỉnh đường sườn mà đo cao độ các đỉnh ô vuông. Lúc đó mìn đặt tại đỉnh đường sườn được gọi là mìn sau, mìn đặt tại đỉnh ô vuông gọi là mìn trước.

Cao độ 1 đỉnh ô vuông được tính như sau:

$$H_n = H_A + l - l_n$$

với  $l$  : số đọc mìn sau tại A;  $l_n$  : số đọc mìn trước tại đỉnh n.

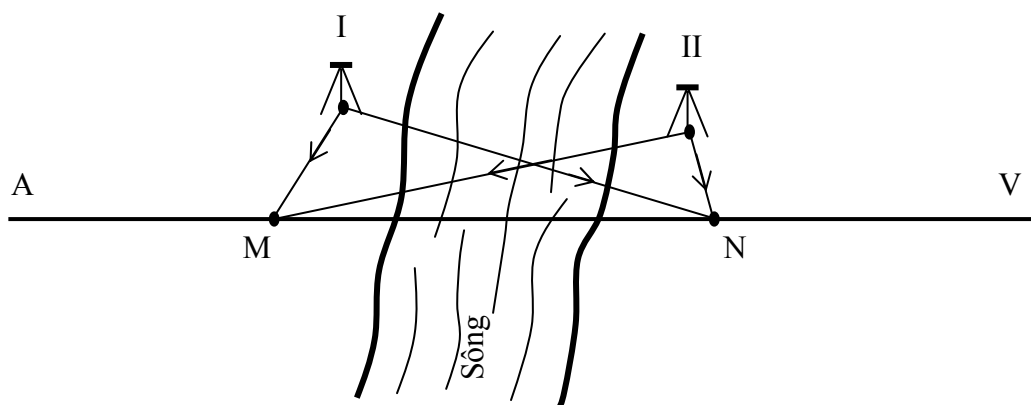
III.5. **Đo cao vượt chướng ngại vật:**

a) **Đo cao độ vượt qua sông:**

Nếu đo cao vượt qua sông lớn (hơn 200m) thì ta áp dụng phương pháp ngắm chéo (hình V-14).

Thí đo cao độ dọc theo tuyến đường AV, sau khi đã đo và tính được độ cao điểm M là  $H_M$  thì cần phải đo độ cao điểm N là  $H_N$ . Muốn thế ta phải có 2 máy bình chuẩn đo cùng một lúc.

Máy bình chuẩn 1 đặt ở trạm máy số I ngắm mìn đặt ở điểm M và N đọc được trị số  $a_1$  và  $b_1$ .



Hình V-14

Trong lúc đó máy bình chuẩn 2 đặt ở trạm II cũng ngắm mia đặt ở M và N và đọc được trị số  $a_2$  và  $b_2$ .

Hiệu độ cao giữa M và N là:

- Đối với máy 1:  $h_1 = a_1 - b_1$

- Đối với máy 2:  $h_2 = a_2 - b_2$

Ta lấy h trung bình giữa  $h_1$  và  $h_2$  để tính độ cao của cọc N:

$$h = \frac{h_1 + h_2}{2}$$

$$H_N = H_M + h$$

Trong thực tế, ta phải đo nhiều lần, sau khi hai máy đã đổi trạm cho nhau.

b) *Đo cao độ vượt đầm lầy:*

Khi đo qua vùng lầy lội ta phải đóng các cọc chính và cọc phụ cao hơn mặt nước 0,1m (cọc 0,10m x 0,10m) còn chiều dài cọc tùy mực nước và chiều sâu lớp đất lầy. Cọc phải đóng xuống lớp đất cứng mới đảm bảo khỏi bị lún trong suốt quá trình đo đạc.

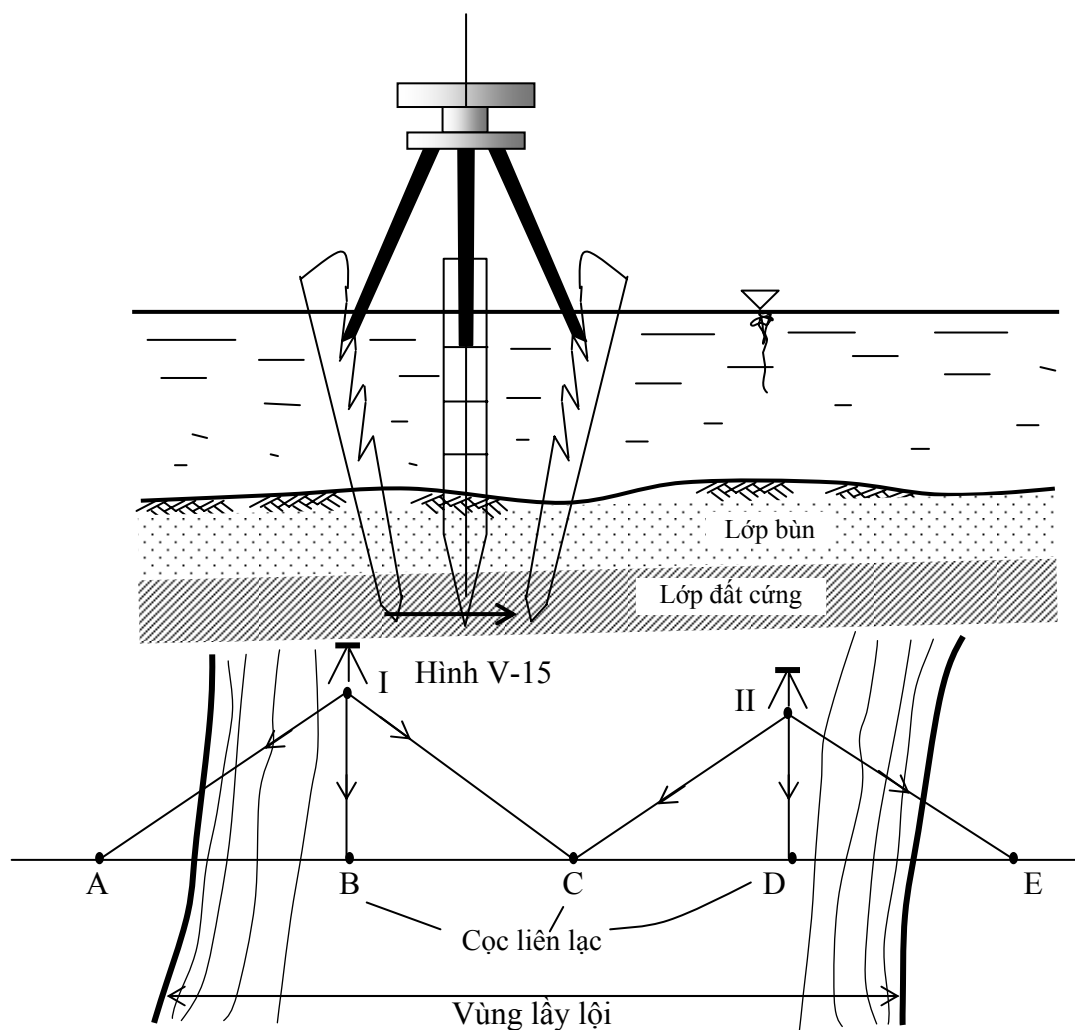
Chân máy bình chuẩn sẽ đặt trên các cọc gỗ mà chân của cọc gỗ được khắc hình răng cưa và đóng xuống tới lớp đất cứng (hình V-15).

Giả sử các cọc chính B, C, D nằm trong vùng đầm lầy.  $H_A$  là độ cao của cọc A đã đo được từ cọc khởi điểm đến (hình V-16), để đo cao độ của cọc E được chính xác ta phải dùng 2 máy bình chuẩn, máy 1 đặt tại trạm số I và máy 2 đặt tại trạm số II. Hai máy sẽ cùng đọc số mia đặt tại cọc C cùng một lần (cọc C được gọi là cọc liên lạc).

Máy số 1 sau khi đọc xong "số đọc trước" trên mia đặt tại C mới đọc "số đọc trước" trên mia đặt tại B rồi mới đọc "số đọc sau" tại mia đặt tại A.

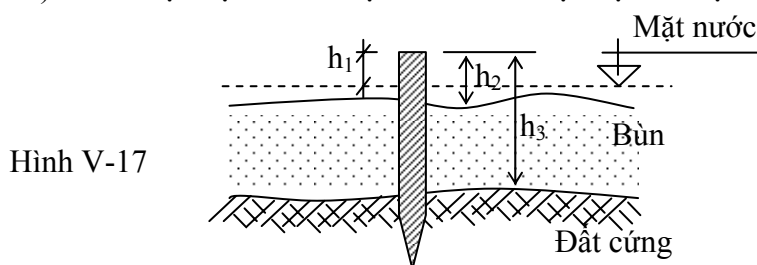
Máy số 2 sau khi đọc xong "số đọc sau" trên mia đặt tại C mới đọc "số đọc trước" trên mia đặt tại D và E.

Nhờ các trị số đọc được trên các vị trí B, C, D ta lần lượt tính được độ cao các B, C, D và E từ độ cao của cọc A.



Hình V-16

Sau khi đo các cao độ ở các đầu cọc B, C, D bằng máy bình chuẩn xong, thì ta phải bắt đầu đo các chiều cao  $h_1$ ,  $h_2$  và  $h_3$  từ đầu các cọc xuống mặt nước, mặt bùn và mặt đất cứng. (đo bằng một thước gỗ hình V-17). Biết được độ cao đầu cọc ta sẽ biết được độ cao mặt bùn và mặt đất cứng.



Hình V-17

#### IV. CÁC QUI ĐỊNH VỀ ĐO ĐỘ CAO DỌC:

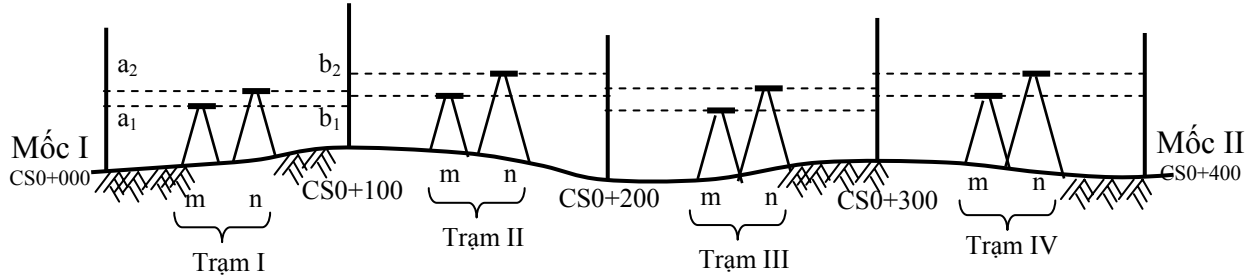
- Ở nước ta về mùa hè, nên làm đo cao vào buổi sáng từ 6 giờ đến 9 giờ, buổi chiều từ 16 giờ đến 18 giờ.
- Luôn luôn kiểm tra các bọt nước trên máy bình chuẩn trước khi đọc trị số trên mia.
- Lúc trời nắng hay mưa thì phải có dù để che máy.
- Để ý không va chạm vào thân máy và chân máy.
- Không nên đặt máy lệch quá 2m đối với điểm giữa hai máy.



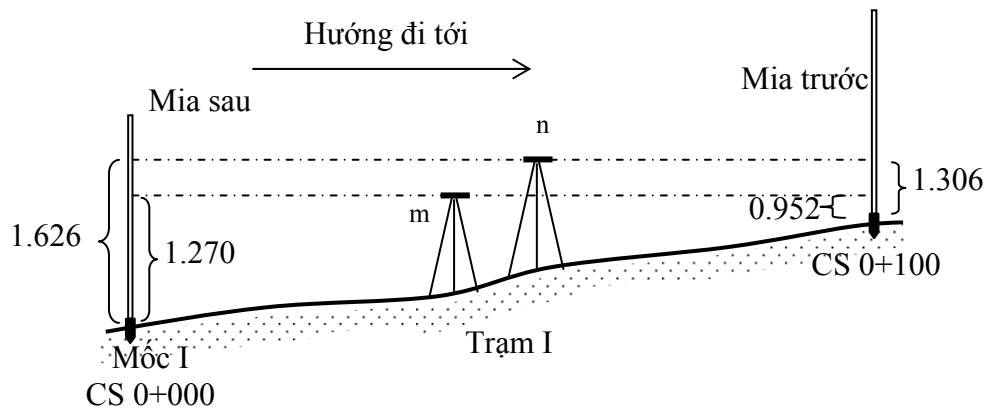
- Tia ngắm phải cao hơn mặt đất 0,3m để tránh ảnh hưởng chiết quang đứng.
- Mía phải đặt cho thẳng đứng.

V. SỔ GHI CAO ĐỘ DỌC:

Ở mẫu sổ ghi chép kết quả đo cao độ dọc sau đây ta giả thiết tuyến đo nằm giữa hai mốc cao độ mà độ cao đã biết trước: Mốc I cao  $10,554^m$  và mốc II cao  $8,580^m$ , và trong khi đo ta dùng phương pháp đổi chiều cao máy tại mỗi trạm đo. Mốc I ở vị trí CS 0+000 và mốc II ở vị trí CS 0+400, vị trí trạm máy đầu tiên được minh họa trong hình V-18:



Hình V-18a:  
Đo cao dẫn tuyến dùng 2 máy



Hình V-18b  
Trạm đo I

SỐ GHI CAO ĐỘ ĐỌC (Bảng V.3)

SỐ HIỆU MÁY: Nikon AE 4763

Ngày đo: 11-6-1999

Người đo: X

Thời tiết: Nắng gió nhẹ

Giờ đo: 6<sup>h</sup>30 - 7<sup>h</sup>40

Người ghi: Y

Ảnh ngắm: Rõ

Người cầm mia: Z

Số hiệu trạm đo	Ô hiệu cọc	Số đọc ở mia				Hiệu độ cao	Cao trực ngắm	Cao của cọc	Ghi chú
		Số đọc mia		Số trung bình					
		Mia sau	Mia trước	Mia sau	Mia trước				
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
I	Mốc I (CS 0+000)	1.270		1.448		+0.319	11.824	10.554	
	CS 0+100	1.626	0.952		1.129		10.873		
II	CS 0+100	1.024		1.183		+0.174		10.873	
	CS 0+200	1.342	0.850		1.009		11.047		
III	CS 0+200	1.928		1.785		-0.611		11.047	
	CS 0+300	1.642	2.540		2.396		10.436		
IV	CS 0+300	0.572		0.908		-1.848		10.436	
	Mốc II (CS 0+400)	1.244	2.421		2.756		8.588		
		3.091							

$$\sum h_{\text{lý thuyết}} = 8.580 - 10.554 = -1.974^m$$

$$\sum h_{\text{đo}} = 8.588 - 10.554 = -1.966^m$$

$$\Delta h = \sum h_{\text{đo}} - \sum h_{\text{lý thuyết}} = -1.966 - (-1.974) = +8^{\text{mm}}$$

$$\Delta h' \text{ (sai số cho phép)} = \pm \sqrt{400L + 4L^2} = \sqrt{400 \cdot 0.4 + 4 \cdot 0.4^2} = 12.7^{\text{mm}}$$

$\Delta h < \Delta h'$  vậy kết quả chấp nhận được.

$$\text{Số hiệu chỉnh độ cao} = -\Delta h/n = -8/4 = -2^{\text{mm}}$$

Trong đó n là số trạm đo.

**BẢNG HIỆU CHỈNH ĐỘ CAO**  
(Bảng V.4)

Trạm đo	Điểm đo	Hiệu độ cao chưa hiệu chỉnh	Số hiệu chỉnh độ cao	Hiệu độ cao đã hiệu chỉnh	Độ cao tuyệt đối (cọc)
I	Mốc I (CS0+000)	+0.319 <sup>m</sup>	-2 <sup>mm</sup>	+0.317 <sup>m</sup>	10.554
	CS 0+100				10.871
II	CS 0+200	+0.174	-2 <sup>mm</sup>	+0.172	11.043
III	CS 0+300	-0.611	-2 <sup>mm</sup>	-0.613	10.430
IV	CS 0+400	-1.848	-2 <sup>mm</sup>	-1.850	8.580
	Mốc II CS 0+400				8.580

**VI. NHỮNG SAI SỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN KẾT QUẢ ĐO CAO HÌNH HỌC:**

- Sai số do một số điều kiện hình học chính của máy không đảm bảo gây ra: như trục ống kính và ống thủy chưa thật song song...
- Sai số do máy và mia bị trôi lún trong khi đo.
- Sai số do mia bị cong và không đúng kích thước, để mia bị mòn.
- Sai số do mia dựng không thẳng đứng.
- Sai số do ảnh hưởng độ cong của quả đất và chiết quang.
- Sai số do người đọc số trên mia không chính xác.

CHƯƠNG VI:

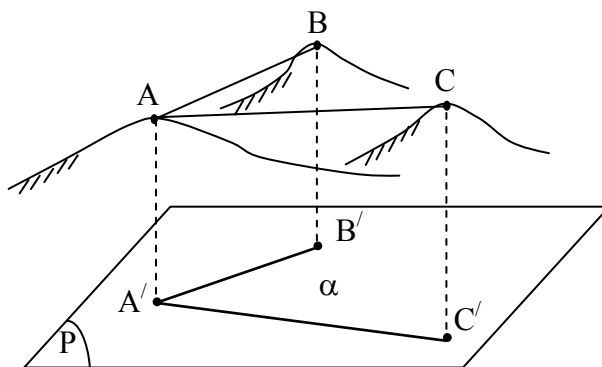
**ĐO GÓC**

I. KHÁI NIỆM VỀ ĐO GÓC:

Trong đo đạc, góc được dùng với nghĩa là góc bằng và góc đứng. Góc bằng là góc nằm ngang trong mặt phẳng nằm ngang song song với mặt thủy chuẩn. Góc bằng gồm có góc phương vị và góc hai phương.... Góc đứng là góc có một cạnh nằm trong mặt phẳng nằm ngang, còn cạnh kia nằm trong mặt phẳng thẳng góc với mặt phẳng nằm ngang. Tùy theo từng loại góc và độ chính xác cần thiết mà ta có các dụng cụ đo đạc thích hợp: địa bàn, bàn đạc, máy kinh vĩ ...

I.1. Nguyên lý đo góc bằng:

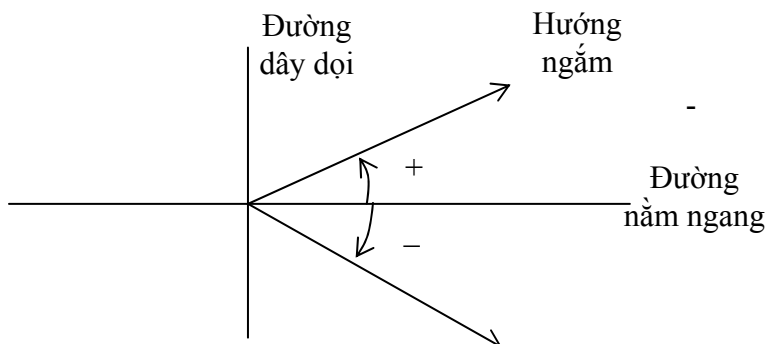
Giả sử ta phải đo góc bằng giữa hai hướng AB và AC; A, B, C có cao độ khác nhau. Góc bằng giữa hai hướng AB và AC không phải là góc BAC mà là góc  $B'A'C' = \alpha$  hình chiếu của góc BAC xuống mặt phẳng nằm ngang (hình VI-1). Vậy góc bằng là góc nhị diện tạo bởi hai mặt phẳng thẳng góc với mặt phẳng nằm ngang và chứa 2 hướng ngắm.



Hình VI-1

I.2. Nguyên lý đo góc đứng:

Theo khái niệm không gian về góc của một đường thẳng và mặt phẳng thì góc đứng là góc tạo bởi đường ngắm và hình chiếu của nó lên mặt phẳng nằm ngang (hình VI-2). Nếu góc đứng của hướng ngắm nằm trên mặt phẳng nằm ngang thì góc đứng dương. Ngược lại, hướng ngắm nằm dưới mặt phẳng nằm ngang thì góc đứng âm. Do đó góc đứng có giá trị từ  $0^0 \div 90^0$  tính từ đường nằm ngang.



Hình 6-2

## II. MÁY KINH VĨ:

Máy kinh vĩ dùng để đo góc, đồng thời nó còn có thể đo khoảng cách và đo cao.

### II.1. Phân loại:

Theo cấu tạo, máy kinh vĩ được chia ra làm 3 loại: máy kinh vĩ kim loại, máy kinh vĩ quang học, và máy kinh vĩ điện tử.

- Máy kinh vĩ kim loại là máy kinh vĩ có bàn độ ngang và bàn độ đứng được làm bằng kim loại, có thể đọc trực tiếp bằng mắt các giá trị hướng đo trên bàn độ ở 2 vị trí đối tâm.

- Máy kinh vĩ quang học có bàn độ làm bằng thủy tinh có chất lượng cao, các vạch chia độ được khắc hoặc in trên đĩa thủy tinh và được bảo vệ bởi một vỏ kim loại. Các giá trị hướng ngắm trên bàn độ chỉ có thể được thông qua một hệ thống lăng kính, thấu kính và gương phản chiếu. Nhờ ánh sáng mặt trời và gương phản chiếu, ảnh của các vạch chia trên bàn độ được truyền lên màn ảnh đọc độ.

- Hiện nay, nhiều nước phát triển cho ra đời nhiều loại máy kinh vĩ thế hệ mới trong đó có nhiều tiến bộ khoa học đã được ứng dụng: máy kinh vĩ điện tử. Trên các máy này, bộ phận đọc số là một màn hình, với các nút bấm có tính năng khác nhau. Khi ngắm mục tiêu, chỉ cần bấm vào những nút tính năng, là có thể nhận được số liệu cần thiết như là: góc bằng, góc đứng, khoảng cách nằm ngang, chênh cao....

Nếu phân loại theo độ chính xác thì máy kinh vĩ được phân ra 3 loại:

- Máy kinh vĩ có độ chính xác cao. (du xích đọc trực tiếp tới 1")

- Máy kinh vĩ có độ chính xác trung bình. (du xích đọc trực tiếp tới 30")

c) *Máy kinh vĩ có độ chính xác thấp.* (du xích đọc trực tiếp tới 1')

### II.2. Cấu tạo chung:

Máy kinh vĩ có 3 bộ phận chính sau:

- Bộ phận ngắm là ống kính EF có thể quay chung quanh hai trục GH và IJ xuyên qua tâm của hai bàn chia độ AB và CD.

- Bộ phận đọc số gồm có 2 bàn chia độ AB và CD dùng để đo góc bằng và góc đứng.

Bàn độ AB dính liền với ống lọc M nằm trong một ống lọc khác (N) gắn liền với bộ máy K có 3 con ốc V dùng để cân bằng máy. Trong bàn độ ngang và cùng tâm với nó, ta có bàn chuẩn xích S, bàn độ ngang có thể quay quanh trục GH. Trên bàn chuẩn xích S có gắn 2 giá ống kính T chèn trên đầu thành hình chữ V để làm chỗ gối cho trục IJ. Cũng trên bàn chuẩn xích có đặt một ống thủy W dùng để cân bằng máy và du xích  $R_1$  và  $R_2$  đặt đối xứng nhau trên một đường kính của bàn chuẩn xích.

Bàn độ ngang và bàn chuẩn xích liên lạc với nhau bởi ốc khóa mở và ốc di động vi cấp O. Bàn độ liên hệ với tam giác K bởi ốc khóa mở P và ốc di động vi cấp Q.

Ống kính có thể quay quanh trục IJ nhờ khóa mở L và ống kính có thể ngược lên hoặc hạ xuống từ từ nhờ ốc nâng vi cấp Y. Khi ống kính ngược lên hay hạ xuống nó sẽ làm quay đồng bộ bàn độ đứng CD. Bàn độ đứng CD được đọc bằng du xích  $R_3$  gắn vào trụ đỡ Y.

- Bộ phận chiếu điểm và cân bằng máy: gồm có 3 ốc cân V, các ống thủy W gắn trên bộ máy S gắn trên ống kính, quả dọi được gắn vào lỗ X ở dưới bộ máy K dùng để chiếu điểm.

## III. CÁC THAO TÁC CƠ BẢN TRÊN MÁY KINH VĨ:

- Dọi điểm (chiếu điểm)

- Cân máy: sử dụng ốc cân máy để đưa bọt nước tròn và bọt nước dài vào giữa.

- Ngắm chuẩn: gồm có ngắm sơ bộ và ngắm chính xác mục tiêu.

- Đọc số trên màn hình đọc trị số đo.

- Đưa bàn độ về  $0^{\circ}00'$ .

## IV. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO GÓC BẰNG:

Khi đo góc bằng tại một điểm trạm đo tùy theo số hướng ngắm tại điểm trạm đo đó, mà áp dụng phương pháp đo khác nhau.

- Phương pháp đo đơn giản.

- Phương pháp đo toàn vòng.
- Phương pháp đo lập.

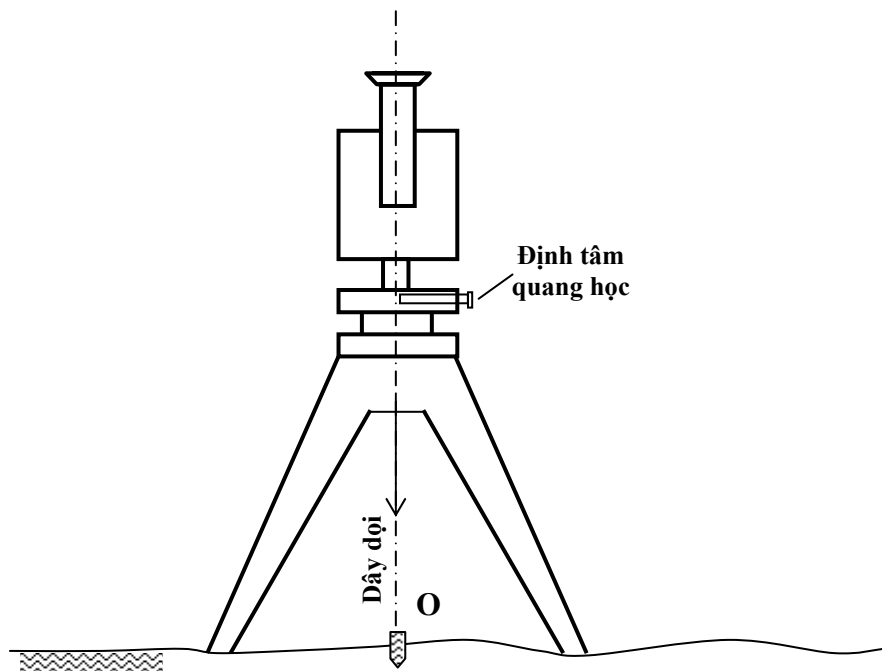
Hiện nay sử dụng 2 phương pháp chính là: phương pháp đo đơn giản và phương pháp đo toàn vòng.

IV.1. Chuẩn bị đo:

Trước khi đo góc, phải đặt máy kinh vĩ tại trạm đo, mục đích là làm cho vành độ ngang ở vị trí nằm ngang và có tâm trùng với phương dây dọi đi qua tâm điểm trạm đo. Vậy công tác chuẩn bị đo gồm có chiếu điểm và cân bằng máy.

a) Chiếu điểm:

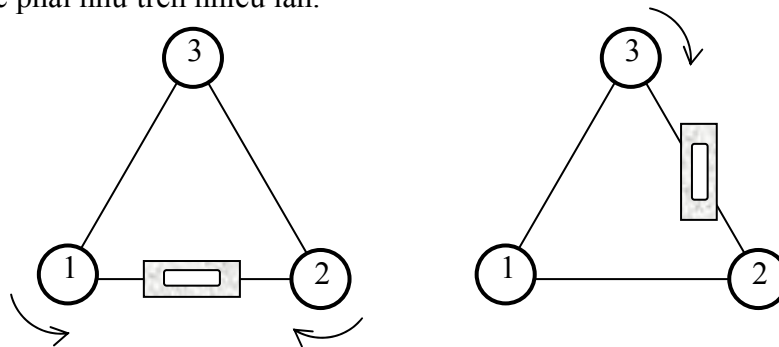
Trước tiên mở chân ba ra và móc dây dọi vào, nhờ quả dọi ta đặt chân ba sơ bộ gần đúng điểm đo (đỉnh của góc cần đo), chú ý dựng chân ba sao cho đầu chân ba (tạm gọi là bàn) nằm ngang, xong dùng chân của chúng ta ấn chặt chân ba ghim vào đất. Sau đó đặt máy lên đầu chân ba và vặn ốc nổi máy với chân ba, xem đầu quả dọi đúng điểm đo chưa, nếu lệch nhiều thì phải dời chân ba đi, nếu lệch ít thì chỉ cần vặn nổi lỏng ốc nổi và xê dịch máy qua lại trên đầu chân ba. Chiếu điểm xong phải chú ý vặn chặt ốc nổi (hình VI-4).



Hình VI -4

b) Cân bằng máy:

Để cân bằng máy ta quay vành độ ngang cho ống thủy dài trên bàn chuẩn xích song song với hai ốc cân (hình VI-5), xoay 2 ốc cân máy (1 và 2) ngược chiều nhau để đưa bọt nước vào giữa; quay máy một góc 90° và xoay ốc cân thứ ba (3) cho bọt nước chạy vào giữa. Muốn cân máy chính xác phải như trên nhiều lần.

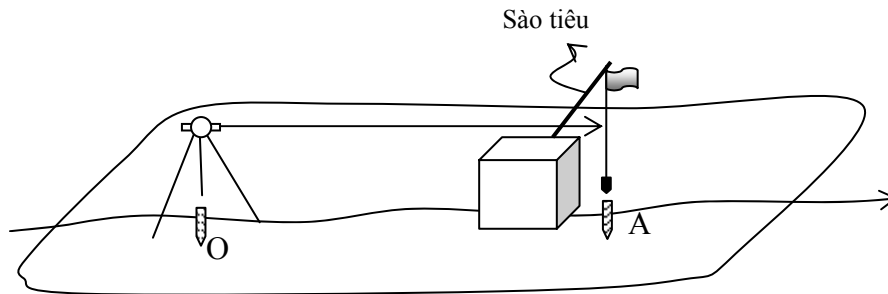


Hình VI-5

Đặt máy xong tiến hành ngắm điểm. Thao tác như sau: Nâng ống kính lên trời, xoay thị kính để nhìn thật rõ dây chữ thập, đưa ống kính về ngắm điểm đo: sơ bộ dùng đầu ruồi gắn trên

ống kính để ngắm, sau đó xoay ốc điều chỉnh ảnh rõ để nhìn thấy ảnh thật rõ, cuối cùng vặn chặt các ốc khóa ống kính và bàn độ ngang, dùng ốc vi động ngang và đứng để ngắm điểm thật chính xác. *Điểm ngắm chính xác là giao điểm của dây chữ thập trùng với điểm đo.*

Nếu cạnh đo ngắn hơn 500m và trường hợp bị địa hình che khuất không nhìn thấy mục tiêu thì ta cắm 1 sào tiêu tại gần điểm đo, sào tiêu này dài và cắm nghiêng sao cho đầu sào tiêu có thể đóng quả dọi xuống ngay điểm đo rồi máy sẽ ngắm vào sợi dây dọi đó. Trên đầu tiêu nơi buộc sợi dây dọi nên buộc một mảnh giấy trắng để người ngắm máy dễ phát hiện (hình VI-6).



Hình VI-6

Nếu cạnh đo tương đối dài (trên 500m) thì có thể cắm thẳng 1 sào tiêu tại của điểm đo và giữ đứng nó bằng 3 chân chống cắm chặt xuống đất.

Khi ngắm các mục tiêu ở các điểm đo để đo góc, cần ngắm đoạn tiêu hay dây dọi sát trên đầu cọc thì mới bảo đảm được độ chính xác của góc đo.

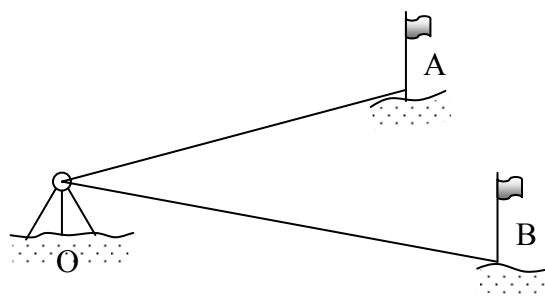
**IV.2. Tiến hành đo:**

Sau khi các thao tác chuẩn bị xong ta tiến hành đo góc bằng, như nói ở trên đo góc bằng có 3 cách đo. Tùy theo độ chính xác và góc cần đo tạo bởi bao nhiêu hướng ngắm mà ta áp dụng phương pháp đo cho phù hợp.

**a) Đo góc bằng theo phương pháp đo đơn giản:**

Phương pháp đo đơn giản áp dụng để đo góc bằng, tại các trạm đo chỉ có 2 hướng ngắm.

Giả sử ngoài thực địa ta có 3 điểm AOC, cần đo góc bằng BOC. Mang máy đặt tại O (hình VI-7). Sau hoàn thành chiếu điểm và cân máy chính xác, dựng tiêu tại các điểm B và C. Tiêu dùng để đo góc được làm bằng gỗ tốt ít giãn nở, không vặn xoắn hoặc bị cong, chiều dài từ 3 ÷ 4m, hình lục giác một đầu nhọn bọc sắt được cắm xuống đất, tiêu thường sơn hai màu, trắng đỏ mỗi khoảng 50cm để dễ phát hiện khi ngắm. Sau khi đặt máy, cắm tiêu xong tiến hành thao tác đo theo tuần tự làm như sau:



Hình VI-7

**Đông tác 1:** Ở vị trí thuận kính

(vị trí thuận kính là bàn độ đứng ở bên trái người đo), Siết chặt bàn độ ngang, mở bàn chuẩn xích và quay ống kính ngắm điểm A. Đọc số đọc ở bàn độ ngang (với máy kinh vĩ kim loại ta phải đọc ở 2 du xích và lấy trị trung bình, còn ở máy kinh vĩ quang học ta chỉ đọc 1 lần). Ví dụ ta đọc được số đọc là  $a_1=45^0 53' 30''$ . Xong mở bàn chuẩn xích, quay ống kính theo chiều kim đồng hồ ngắm điểm B và đọc số đọc ở bàn độ ngang, ví dụ là  $b_1=120^0 13' 0''$ .

Vậy khi bàn độ đứng ở bên trái người ngắm thì trị số góc AOB là:

$$AOB = b_1 - a_1 = 120^0 13' 0'' - 45^0 53' 30'' = 74^0 19' 30''.$$

Tới đây ta làm xong nửa lần đo thuận còn lại gọi là nửa lần đo đảo, như vậy luôn luôn một lần đo gồm có hai nửa lần đo đó là thuận và đảo.

**Động tác 2:** Bàn độ ngang vẫn nằm yên, ta mở bàn chuẩn xích quay một vòng  $180^\circ$  để đưa bàn độ đứng về phía bên phải của người đo. Đồng thời ta lộn ngược ống kính lại và ngắm lại điểm A, đọc số đọc  $a_2$  trên bàn độ ngang, xong tiếp tục mở bàn chuẩn xích quay máy ngắm điểm B và đọc số đọc  $b_2$  trên bàn độ ngang. Ví dụ đọc được là:  $a_2=225^\circ 54' 0''$  và  $b_2 = 300^\circ 12' 30''$ , thì trị số góc AOB khi bàn độ đứng bên phải (đảo) phải là:

$$AOB = b_2 - a_2 = 300^\circ 12' 30'' - 225^\circ 54' 0'' = 74^\circ 18' 30''.$$

Vậy trị số trung bình của góc qua một lần đo là:

$$AOB = \frac{74^\circ 19' 30'' + 74^\circ 18' 30''}{2} = 74^\circ 19' 0''$$

Tới đây ta đã hoàn thành một lần đo. Tùy theo độ chính xác yêu cầu mà ta có thể tiến lập lại nhiều lần như trên. Người ta ghi kết quả đo góc đơn giản vào "Sổ Đo Góc Đơn Giản" sau:

SỔ ĐO GÓC ĐƠN GIẢN

(Bảng VI.1)

Số thứ tự lần đo	Trạm Máy	Điểm ngắm	Số đọc	Trị số góc nửa lần đo	Trị số góc 1 lần đo	Góc trung bình
1	O	A Thuận	00 <sup>0</sup> 00' 00"	74 <sup>0</sup> 19' 30"	74 <sup>0</sup> 19' 20"	74 <sup>0</sup> 19' 15"
		B	74 <sup>0</sup> 19' 00"			
	O	A Đảo	180 <sup>0</sup> 00' 30"	74 <sup>0</sup> 19' 10"		
		B	254 <sup>0</sup> 19' 40"			
2	O	A Thuận	90 <sup>0</sup> 00' 00"	74 <sup>0</sup> 19' 00"	74 <sup>0</sup> 19' 10"	
		B	164 <sup>0</sup> 19' 00"			
	O	A Đảo	270 <sup>0</sup> 00' 10"	74 <sup>0</sup> 19' 20"		
		B	344 <sup>0</sup> 19' 30"			

Ghi chú:

- Nếu số đọc  $b_1$  lớn hơn  $a_1$  thì ta nên trừ  $a_1$  cho  $b_1$  được, nếu  $b_1$  nhỏ hơn  $a_1$  thì phải cộng thêm  $b_1$  cho  $360^\circ$  rồi mới trừ được.

- Trong một lần đo không được thay đổi vị trí bàn độ ngang.

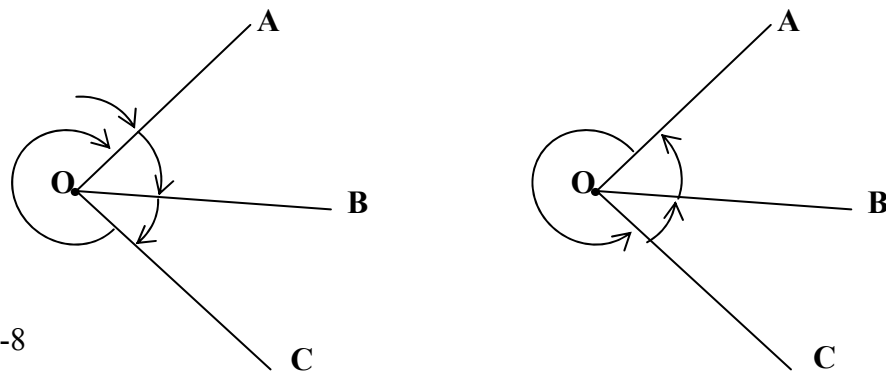
- Để hạn chế sai số do vạch khắc độ không đều, người ta đo góc AOB nhiều lần và cứ mỗi lần thì xê dịch bàn độ ngang 1 góc là  $180^\circ/n$ , với  $n$  là số lần đo. Ví dụ đo góc AOB 3 lần thì mỗi lần đo sẽ thay đổi vị trí bàn độ ngang là  $60^\circ$ . Do đó vị trí của bàn độ ngang ở 3 lần đo theo thứ tự là  $0^\circ$ ,  $60^\circ$  và  $120^\circ$ .

- Trong suốt quá trình đo đều phải quay ống kính theo cùng một chiều.

b) *Đo góc bằng theo phương pháp đo toàn vòng:*

Dùng phương pháp đo toàn vòng để đo góc AOB cũng được, nhưng nếu tại đỉnh O ta phải ngắm nhiều điểm để đo các góc thì phương pháp đo toàn vòng lại càng thuận tiện (hình VI-8).





Hình VI-8

Thí dụ muốn tìm trị số góc  $w_1$  của góc bằng AOB và trị số góc bằng  $w_2$  BOC, ta tiến hành các động tác như sau:

**Động tác 1:**

- Nửa lần đo thuận kính: ta để vành độ đứng bên trái người đo, chuyển bàn độ ngang về vị trí  $0^000''$  cố định bàn độ ngang. Mở bàn chuẩn xích quay máy ngắm lần lượt các điểm A, B, C đọc được các số đọc là  $a_1, b_1, c_1$  rồi theo chiều kim đồng hồ ngắm điểm A đọc số đọc  $a_1'$ . Vậy hướng ngắm A được đọc hai lần là  $a_1$  và  $a_1'$ , nếu hai giá trị chênh lệch nhau không quá độ chính xác  $t$  du xích thì kết quả đo đạt yêu cầu. Nếu không đạt thì phải đo lại.

**Động tác 2:**

- Nửa lần đo đảo kính: Sau khi đảo ngược ống kính ta quay máy để ngắm điểm A, lúc này bàn độ đứng bên phải người đo. Theo ngược chiều kim đồng hồ lần lượt ngắm các điểm C, B rồi ngắm lại A, ở mỗi hướng ngắm đều đọc trị số trên bàn độ ngang là  $a_2, c_2, b_2$  và  $a_2'$ . Hai trị số góc đọc khi ngắm điểm A là  $a_2$  và  $a_2'$  cũng không được chênh lệch nhau quá độ chính xác  $t$  của du xích.

Các số đọc của hai lần thuận kính và đảo kính khi ngắm cùng một hướng chỉ chênh lệch nhau là  $2t$ , tất nhiên 2 số đọc của lần thuận và đảo kính phải chênh lệch nhau là  $180^0$ . Như vậy ta đã đo xong 1 vòng.

Yêu cầu công tác đòi hỏi phải đo góc với độ chính xác cao, thì 1 trạm phải đo  $n$  lần. Mỗi lần đo phải thay đổi vị trí bàn độ ngang với trị số góc là  $180^0/n$ . Kết quả đo toàn vòng một lần được ghi chép trong bảng "SỐ ĐO GÓC TOÀN VÒNG" ở trang sau (bảng VI.2).

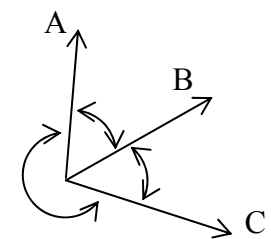
**SỔ ĐO GÓC TOÀN VÒNG (Bảng VI.2)**

Số hiệu máy: Nikon NT2  
 Thời tiết: nắng, gió nhẹ  
 Ảnh hưởng: rõ

Ngày đo: 15-06-1999  
 Thời gian đo: 8<sup>h</sup> - 11<sup>h</sup>

- Người đo: X  
 - Người ghi: Y  
 - Người kiểm tra: Z

Trạm đo	Thứ tự lần đo	Điểm ngắm	Số đọc		Số đọc trung bình	Trị số hướng đo	Trị số góc bằng nửa lần đo	Trị số góc trung bình	Ghi chú
			Trái	Phải					
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
O	1	A	00° 07' 20"	180° 07' 30"	00° 07' 25"	00° 00' 00"	78° 09' 46"	78° 09' 44"	Số trung bình của hướng OA: 00° 07' 24"
		B	78° 17' 00"	258° 17' 18"	78° 17' 09"	78° 09' 45"	20° 07' 56"		
		C	98° 25' 00"	278° 25' 10"	98° 25' 05"	98° 17' 41"	261° 42' 19"		
		A	00° 07' 26"	180° 07' 20"	00° 07' 23"	00° 00' 00"	20° 07' 59"		
O	2	A	90° 01' 40"	240° 01' 30"	90° 01' 35"	00° 00' 00"	78° 09' 43"	261° 42' 17"	Số trung bình của hướng OA: 90° 01' 30"
		B	168° 11' 10"	318° 11' 16"	168° 11' 13"	78° 09' 43"	20° 08' 02"		
		C	188° 19' 20"	08° 19' 10"	188° 19' 15"	98° 17' 45"	261° 42' 15"		
		A	90° 01' 30"	270° 01' 20"	90° 01' 25"	00° 00' 00"			



- Giải thích:** Cột [1] ghi vị trí trạm đo.  
 Cột [2] ghi thứ tự lần đo.  
 Cột [3] ghi điểm ngắm đo góc.  
 Cột [4] ghi trị số bàn độ ngang khi bàn độ đứng bên trái người đo.  
 Cột [5] ghi trị số bàn độ ngang khi bàn độ đứng bên phải người đo.  
 Cột [6] ghi trị số trung bình của hai cột [4] và [5] (chỉ lấy phút và giây).  
 Cột [7] ghi chuyển trị số về hướng chuẩn  $0^0 00' 00''$ .

$$78^0 09' 45'' = 78^0 17' 09'' - 00^0 07' 24''$$

$00^0 07' 22''$  : trị số đọc trung bình của 2 lần ngắm.

$$00^0 07' 24'' = \frac{00^0 07' 25'' + 00^0 07' 23''}{2} \quad (\text{xem cột [6]})$$

Cột [8] ghi số góc bằng nửa lần đo.

$$78^0 09' 45'' = 78^0 09' 45'' - 00^0 00' 00'' \quad (\text{xem cột [7]})$$

Cột [9] ghi trị số góc bằng trung bình giữa 2 lần đo.

$$78^0 09' 44'' = \frac{78^0 09' 45'' + 78^0 09' 43''}{2}$$

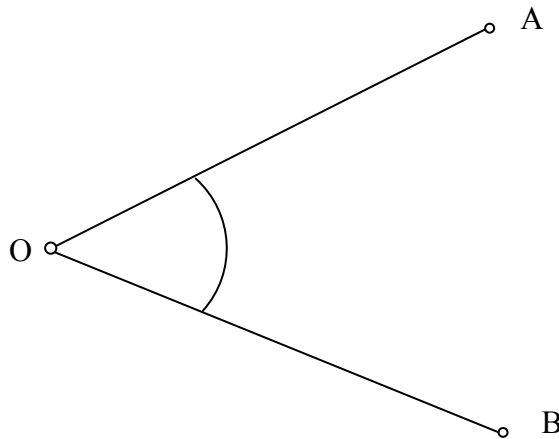
Cột [10] ghi trị số đọc trung bình của hướng OA và giữa vị trí các hướng đo.

c) *Đo góc bằng theo phương pháp đo lập:*

Phương pháp đo lập dùng để đo góc bằng riêng biệt (có 2 hướng) khi có yêu cầu độ chính xác cao. Ví dụ cần đo góc AOB (hình VI-9), các thao tác như sau:

**Động tác 1:**

- Nửa lần thuận kính: để số đọc trên bàn độ ngang là  $0^0$ , hay lớn hơn một chút. Ngắm điểm A, đọc trị số trên bàn độ ngang là  $a_1$ . Khóa bàn độ ngang, mở bàn chuẩn xích, quay máy thuận chiều kim đồng hồ ngắm điểm B, đọc số đọc trên bàn độ ngang là  $b_1$  (số đọc này dùng để kiểm tra), đó là lần đo thứ nhất.



Hình VI.9

Giữ nguyên số đọc  $b_1$  đó, khóa bàn chuẩn xích, mở bàn độ ngang và quay máy thuận chiều kim đồng hồ và ngắm điểm A, nhưng không đọc số. Sau đó khóa bàn độ ngang, mở bàn chuẩn xích, quay máy thuận chiều kim đồng hồ ngắm điểm B, không đọc số. Như vậy góc AOB đã được đo 2 lần. Làm thao tác tương tự để đo góc lần thứ 3, 4, .... cho đến n lần lặp lại, đọc số đọc cuối cùng khi ngắm về B sau n lần lặp lại là  $b_n$ . Nếu gọi  $w_1$  là trị số góc  $w_1$  ở động tác thứ nhất ta có:

$$w_1 = \frac{b_n - a_1}{n}$$

**Động tác 2:**

Nửa lần đảo kính: sau khi đọc số đọc cuối cùng  $b_n$  xong, khóa bàn chuẩn xích lại, ta đảo kính lại ngược lại, xong mở bàn độ ngang quay máy ngắm điểm B, đọc trị số  $b_1$ . Mở bàn chuẩn xích quay ống kính ngắm điểm A nhưng không đọc trị số, đó là lần đo thứ nhất. Và tiếp tục theo thao tác như ở động tác 1 để đo góc BOA với  $n$  lần lặp lại. Lần cuối cùng số đọc ở điểm A là  $a_n$ , ta có:

$$w_2 = \frac{a_n' - b_1'}{n}$$

Nếu gọi  $w_1''$  là trị số góc  $w_1$  ở động tác 2, ta có:

$$w_1'' = 360^0 - w_2 = 360^0 - \frac{a_n' - b_1'}{n}$$

$$w_1'' = \frac{b_1' - a_n'}{n}$$

Như vậy giá trị góc AOB sau  $n$  lần đo lặp lại.

$$AOB = w_1 = \frac{w_1' - w_1''}{2}$$

Kết quả đo góc bằng theo phương pháp đo lặp được ghi trong bảng "SỔ ĐO GÓC THEO PHƯƠNG PHÁP ĐO LẶP" như ở bảng VI.3 trang sau.

Giải thích: - Cột [6] ghi hiệu số giữa số đọc điểm đầu và điểm cuối

$$53^0 56' 30'' = 54^0 06' 30'' - 00^0 10' 00''$$

$$161^0 47' 30'' = 161^0 57' 30'' - 00^0 10' 00''$$

- Cột [7] lấy trị số góc ở cột [6] chia cho số lần lặp lại

$$53^0 55' 50'' = \frac{161^0 47' 30''}{3}$$

- Cột [8] ghi trị số góc trung bình giữa 2 lần đo thuận và đảo ống kính.

**SỔ ĐO GÓC THEO PHƯƠNG PHÁP ĐO LẬP**  
(Bảng VI.3)

Trạm đo	Điểm ngắm	Vị trí bàn độ đứng	Số lần lập lại n	Số đọc bàn độ ngang	Trị số góc n lần lập lại	Trị số góc nửa lần đo	Trị số góc trung bình	Ghi Chú
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
O	A	Trái	1	00° 10' 00"	53° 56' 30"	53° 55' 53"	53° 56' 00"	
	B		3	54° 06' 10"				
	B	Phải		161° 50' 30"	161° 48' 20"	53° 56' 07"		
	A			00° 02' 10"				

**V. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO GÓC ĐỨNG:**

Căn cứ vào nguyên lý đo góc đứng và điều kiện của bàn độ đứng của máy kinh vĩ du xích, thứ tự đo góc đứng như sau:

Sau khi đặt máy, để bàn độ đứng bên trái, đưa ống kính ngắm điểm ngắm chính xác. Dùng ống vi động đưa bọt nước trên ống thủy dài gắn trên du xích vào giữa. Đọc số đọc trên bàn độ đứng theo du xích gần thị kính, đồng thời đọc trị số du xích ở gần vật kính, xong lấy trị số trung bình, ta được số đọc Tr.

Đảo ống kính lại, mở ốc khóa bàn độ ngang quay máy ngắm lại điểm ngắm, làm thao tác đọc số như trên, ta có được số đọc trên bàn độ đứng là Ph.

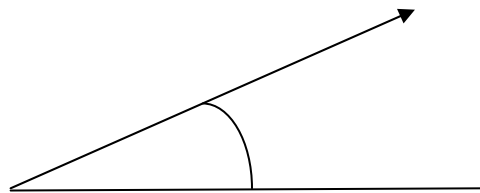
Thay các trị số vừa đọc vào các công thức sau ta sẽ tính được góc đứng V:

$$MO = \frac{Ph + Tr}{2} \quad (6-1)$$

$$V = \frac{Ph - Tr}{2} \quad (6-2)$$

$$V = Ph - MO \quad (6-3)$$

$$V = MO - Tr \quad (6-4)$$



Nếu máy kinh vĩ đã xác định được số đọc ban đầu MO chỉ cần trị số Ph hoặc Tr, dựa vào công thức (VI-3) hoặc (VI-4) thì sẽ tính được góc đứng V.

*Ghi chú:* Đối với máy kinh vĩ quang học, trước khi đo ta phải điều chỉnh bọt nước gắn trên ống kính sao cho khi bọt nước nằm giữa thì bàn độ đứng phải chỉ đúng 00° 00' 00" để cho MO = 0.

**VI. ĐỘ CHÍNH XÁC KHI ĐO GÓC BẰNG:**

**VI.1. Các yếu tố ảnh hưởng đến việc đo góc:**

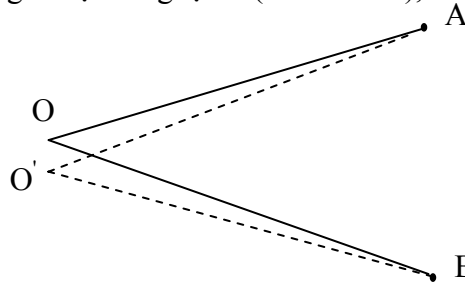
a) *Sai số do máy:* Máy kinh vĩ tuy đã được kiểm nghiệm và điều chỉnh nhưng không thể thật hoàn chỉnh, nghĩa là các điều kiện của máy chưa hoàn toàn thỏa mãn, nên còn tồn tại các sai số:

- Sai số do trục ngắm không vuông góc với trục quay của ống kính.
- Sai số do trục quay của máy không thẳng đứng.
- Sai số do trục quay ống kính không thẳng góc với trục quay của máy.
- Sai số do việc khắc vạch trên bàn độ không đều.

Trong các phương pháp đo góc bằng có qui định đo cả 2 lần thuận và đảo kính để loại bỏ sai số trục ngắm và trục quay của ống, yêu cầu mỗi trạm đo phải đo n lần và mỗi lần phải thay đổi vị trí bàn độ 1 góc là 180°/n để hạn chế sai số do việc khắc vạch trên bàn độ không đều. Nếu với máy kinh vĩ du xích thì phải đọc số cả hai du xích và lấy trị số trung bình để loại bỏ sai số lệch tâm giữa bàn độ và du xích, còn sai số do trục quay của máy chưa có biện pháp hạn chế.

b) *Sai số do máy đặt lệch tâm:*

Giả sử đo góc AOB, máy đáng lẽ đặt đúng tại O (hình VI-10), nhưng đặt máy lệch sang O'. OO' gọi là độ lệch tâm.

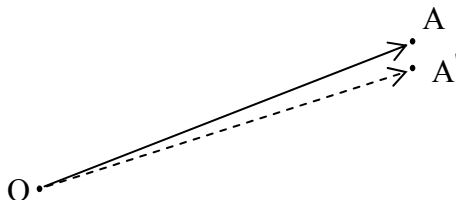


Hình 6-10

Sai số do máy đặt lệch tâm tỉ lệ nghịch với độ dài từ máy đến mục tiêu ngắm. Vậy để khắc phục sai số này ta phải đặt máy càng đúng vị trí càng tốt và bất cứ trường hợp nào đoạn  $OO'$  cũng không quá 3cm.

c) Sai số do ngắm lệch mục tiêu:

Giả sử đo góc  $AOB$ , máy đặt tại  $O$ , đáng lẽ phải ngắm đúng  $A$ , nhưng lại ngắm lệch sang  $A'$  (hình VI-11). Sai số do ngắm lệch tỉ lệ nghịch với chiều dài cạnh, nên khi đo góc bằng có cạnh ngắn phải có đặt máy đúng điểm và ngắm đúng mục tiêu.



Hình 6-11

d) Sai số do bản thân việc đo góc:

Khi đọc số trên bàn chia độ thường đọc chẵn đến  $t$  ( $t$  là độ chính xác của du xích) nên khi đọc có sai số phạm vi từ  $-t/2$  đến  $+t/2$ .

e) Sai số do ảnh hưởng bên ngoài:

- Độ rõ của mục tiêu: phụ thuộc vào mức độ trong sạch của không khí.
- Sự rung động của ảnh trong ống kính: nguyên nhân do không khí hun nóng, làm cho ảnh của mục tiêu hiện trong ống kính dao động không ổn định. Do đó không nên đo lúc trời nắng gắt.
- Tia ngắm đi gần các công trình lớn như nhà cửa, cây to, gần mặt đất... đều bị khúc xạ ngang, gây ra sai số kết quả đo.

Để khắc phục những sai số này, phải chọn điều kiện thời tiết thích hợp, biện pháp đo thích hợp.

CHƯƠNG VII:

## LƯỚI KHÔNG CHẾ TRẮC ĐỊA

## I. KHÁI NIỆM:

*lưới không chế trắc địa* là tập hợp những điểm đã được cố định ở ngoài thực địa có tọa độ và độ cao (x, y, H) được xác định một cách chính xác làm cơ sở cho việc nghiên cứu khoa học, đo vẽ bản đồ, khảo sát xây dựng công trình ...

Nếu các điểm trong lưới chỉ có độ cao (H), thì gọi là *lưới không chế độ cao*.

Các điểm của lưới không chế trắc địa được cố định chắc chắn ở ngoài thực địa gọi là *mốc trắc địa* (mốc tọa độ, điểm tọa độ).

## II. LƯỚI KHÔNG CHẾ MẶT BẰNG:

II.1. Khái niệm lưới không chế mặt bằng:

Trong trắc địa việc đo vẽ bình đồ hay bản đồ tiến hành theo nguyên tắc "từ toàn bộ đến cục bộ, từ độ chính xác cao đến độ chính xác thấp. Trên cơ sở để xây dựng cấp lưới và cấp cuối cùng phải đủ độ chính xác để đo vẽ chi tiết địa hình". Do đó việc xây dựng lưới không chế mặt bằng cũng tiến hành theo những nguyên tắc cơ bản đó.

Lưới không chế mặt bằng được chia ra làm: lưới không chế nhà nước, lưới không chế khu vực và lưới không chế đo vẽ.

Lưới không chế mặt bằng nhà nước là lưới tam giác; được chia ra làm 4 cấp (hạng) I, II, III, IV rải đều trên toàn bộ lãnh thổ.

Lưới không chế mặt bằng khu vực gồm 2 loại là lưới tam giác và lưới đa giác được phát triển từ các điểm của lưới không chế mặt bằng nhà nước.

- Lưới tam giác trong lưới không chế mặt bằng khu vực gọi là lưới giải tích có 2 cấp gọi là giải tích 1 và giải tích 2.

- Lưới đa giác trong lưới không chế mặt bằng khu vực gọi là lưới đường chuyền cũng có 2 cấp hạng là đường chuyền hạng I và đường chuyền hạng II.

Lưới không chế mặt bằng nhà nước và lưới không chế mặt bằng khu vực sẽ trình bày ở mục sau.

Để đo vẽ bản đồ tỷ lệ  $1/5000 \div 1/500$ , ngoài các điểm không chế mặt bằng nhà nước và không chế mặt bằng khu vực còn phải tăng thêm lưới không chế mặt bằng đo vẽ (để cho gọn, từ đây về sau chỉ gọi là lưới đo vẽ). Lưới đo vẽ cũng gồm 2 loại là lưới tam giác và lưới đa giác thường gọi là lưới tam giác nhỏ và lưới đường chuyền kinh vĩ.

Trường hợp đo vẽ bình đồ ở xa điểm lưới không chế mặt bằng nhà nước, ta có thể xây dựng lưới không chế độc lập gồm các cấp tương đương như các cấp đã trình bày ở trên. Ở chương này chúng ta nghiên cứu kỹ lưới đo vẽ dạng đường chuyền.

Lưới không chế mặt bằng có thể được thành lập theo *phương pháp* tam giác (chỉ đo góc, hoặc chỉ đo cạnh, hoặc vừa đo góc vừa đo cạnh), phương pháp đường chuyền, phương pháp giao hội, và tổ hợp của các phương pháp ấy, ...

Tùy theo quy mô, độ chính xác lập lưới, người ta chia lưới không chế mặt bằng ra làm ba loại:

- Lưới không chế mặt bằng *nhà nước*: gồm lưới tam giác và đường chuyền cấp 1, 2, 3, 4.
- Lưới không chế mặt bằng *khu vực*: gồm lưới giải tích và đường chuyền cấp 1, 2.
- Lưới không chế mặt bằng *đo vẽ*: gồm lưới tam giác nhỏ và đường chuyền kinh vĩ, ...

Trong đó lưới chính xác thấp được phát triển từ những lưới chính xác cao hơn.

## II.2. Lưới không chế mặt bằng nhà nước:

## II.2.1. Lưới tam giác nhà nước hạng 1, 2, 3, 4:

Lưới tam giác nhà nước hạng 1, 2, 3, 4 có các chỉ tiêu như trong bảng 9-1.



Bảng 9-1

Các chỉ tiêu kỹ thuật	Hạng tam giác			
	1	2	3	4
1. Chiều dài cạnh (km)	20 - 125	7 - 20	5 - 8	2 - 5
2. Giá trị góc nhỏ nhất (độ)	40	20	20	20
3. Sai số trung phương đo cạnh đáy	1 : 400.000	1 : 300.000	1 : 200.000	1 : 200.000
4. Sai số trung phương xác định góc phương vị (giây)	±0,5	±0,5		
5. Sai số trung phương đo góc (giây)	±0,7	±1,0	±1,5	±2,0
6. Sai số khép cho phép trong tam giác (giây)	3	4	6	8
7. Sai số trung phương của cạnh yếu nhất	1 : 150.000	1 : 200.000	1 : 120.000	1 : 700.000
8. Sai số trung bình vị trí tương hỗ giữa các điểm cạnh nhau (m)	0,15	0,07	0,07	0,07

II.2.2. Lưới đường chuyền nhà nước hạng 1, 2, 3, 4:

Lưới đường chuyền nhà nước hạng 1, 2, 3, 4 có các chỉ tiêu kỹ thuật như trong bảng 9-2.

Bảng 9-2

Các chỉ tiêu kỹ thuật	Hạng đường chuyền			
	1	2	3	4
1. Chiều dài cạnh (km)	20 - 25	7 - 20	≥ 3	≥ 2
2. Giá trị trung phương đo góc (giây)	±0,4	±1,0	±1,5	±2,0
3. Sai số trung phương đo cạnh	1 : 300.000	1 : 250.000	1 : 200.000	1 : 150.000
4. Sai số trung phương xác định góc phương vị (giây)	±0,5''	±0,5''		

II.2.3 Lưới khống chế mặt bằng khu vực:

II.2.3.1. Lưới giải tích khu vực cấp 1, 2:

Lưới giải tích khu vực cấp 1, 2 có các chỉ tiêu kỹ thuật như trong bảng 9-3.

Bảng 9-3

Các chỉ tiêu kỹ thuật	Hạng giải tích	
	1	2
1. Chiều dài cạnh tam giác không lớn quá (km)	5,0	3,0
2. Giá trị góc nhỏ nhất cho phép ở trong (độ)		
- Lưới tam giác dây đặc (chuỗi tam giác)	20	20
- Khóa tam giác.	30	30
3. Số lượng tam giác cho phép giữa các cạnh mở đầu hoặc giữa các điểm góc và hướng mở đầu.	10	10
4. Chiều dài ngắn nhất cho phép của cạnh mở đầu (km)	1	1
5. Sai số tương đối của cạnh mở đầu	1 : 50.000	1 : 20.000
6. Giới hạn sai số trung phương đo góc tính theo sai số khép trong tam giác (giây)	±5	±10
7. Sai số khép cho phép trong tam giác (giây)	±20	±40
8. Sai số tương đối cạnh yếu nhất không quá	1 : 20.000	1 : 10.000

II.2.3.1 Lưới đường chuyền khu vực cấp 1, 2:

Lưới đường chuyền khu vực cấp 1, 2 có các chỉ tiêu kỹ thuật như trong bảng 9-4.

Bảng 9-4

Các chỉ tiêu kỹ thuật	Hạng đường chuyền	
	1	2
1. Chiều dài giới hạn của tuyến (km):		
- Đường đơn	5	3
- Giữa góc và điểm nút	3	2
- Giữa các điểm nút	2	1,5
- Chu vi giới hạn của vòng khép kín.	15	9
2. Chiều dài cạnh đường chuyền (km)	0,12 - 0,80	0,08 - 0,35
3. Số lượng cạnh trong tam giác không nhiều hơn	15	15
4. Sai số tương đối do cạnh không quá	1 : 10.000	1 : 5.000
5. Sai số trung phương đo góc (giây)	±5	±10
6. Sai số khép về góc trong toàn đường chuyền không quá (n là số góc trong đường chuyền) (giây)	±10√n	±20√n
7. Sai số khép tương đối của đường chuyền	1 : 10.000	1 : 5.000

II.3. LƯỚI KHÔNG CHẾ MẶT BẰNG ĐO VẼ:

II.3.1. Lưới tam giác nhỏ:

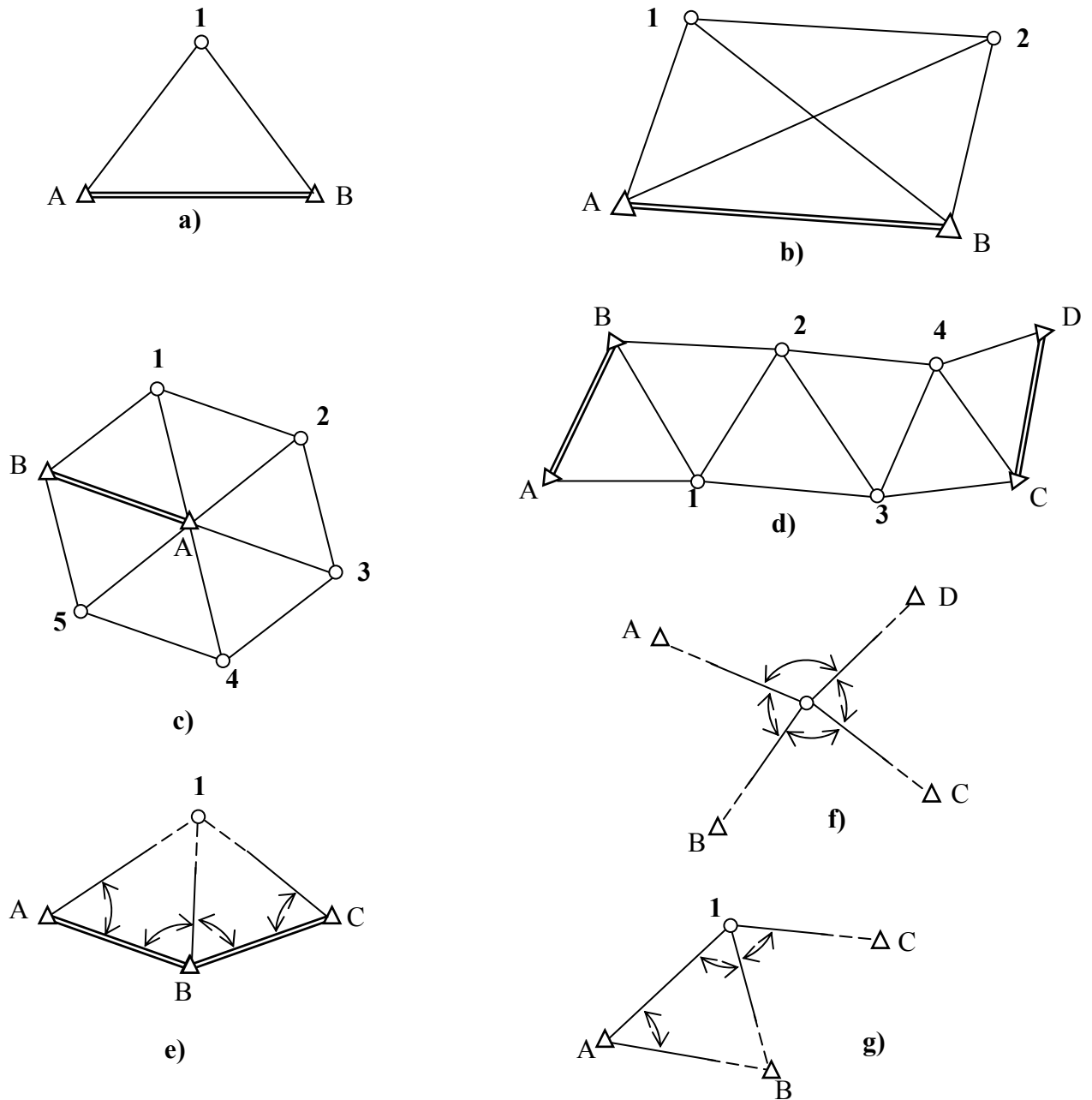
1) Các dạng lưới tam giác nhỏ: Lưới tam giác nhỏ có thể có các dạng như trên hình 9-1: a) tam giác trắc địa ; b) tứ giác trắc địa ; c) tam giác trung tâm ; d) dây tam giác trắc địa ; e) giao hội thuận ; f) giao hội nghịch ; g) giao hội tổng hợp.

Bảng 9-5

Các chỉ tiêu kỹ thuật	Tỷ lệ đo vẽ 1 : M			
	1 : 500	1 : 1.000	1 : 2.000	1 : 5.000
1. Độ chính xác cạnh mở đầu	1 : 5.000	1 : 5.000	1 : 5.000	1 : 5.000
2. Số tam giác cho phép giữa các cạnh góc	10	15	17	20
3. Góc trong tam giác không được nhỏ hơn (độ)	20	20	20	20
4. Cạnh tam giác không được ngắn hơn (m)	150	150	150	150
5. Đo góc theo phương pháp toàn vòng. Độ sai lệch của mỗi hướng quy về “không” hoặc giữa các lần đó không quá (giây)	45''	45''	45''	45''
6. Sai số khép trong tam giác (phút)	1,5'	1,5'	1,5'	1,5'

Khi là cơ sở cho việc đo vẽ bản đồ tỷ lệ lớn. Lưới tam giác nhỏ có các chỉ tiêu kỹ thuật như trong bảng 9-5.

2) Tính toán bình sai các dạng lưới tam giác nhỏ: Tham khảo thêm tài liệu



Hình 9-1

**II..3.2 LƯỚI ĐƯỜNG CHUYÊN:**

1. Khái niệm (nguyên lý):

Chọn một số điểm phân bố đều trên khu đo. Nối các điểm đó lại bằng đường gãy khúc tạo thành đa giác kín hay hở nhưng ở hai đầu là điểm của các cạnh lưới cấp cao. Đo tất cả các góc ở đỉnh và các cạnh của đa giác. Nhờ bài toán thuận trong trắc địa sẽ tính được tọa độ tất cả các điểm của đa giác. Đó là nguyên lý đa giác đặc. Nhờ nguyên lý này ta dễ dàng lập lưới khống chế mặt bằng ở vùng có địa hình che khuất nhiều không thuận tiện cho việc bố trí lưới tam giác.

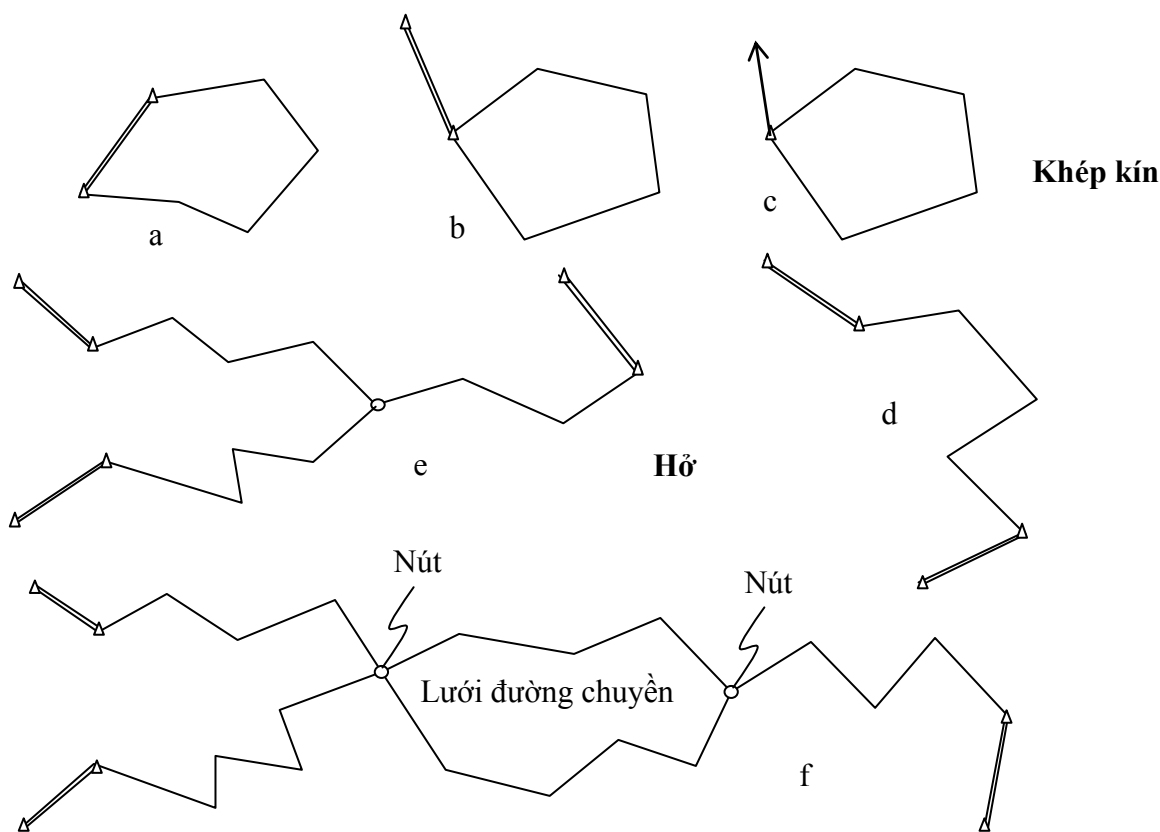
2. Các dạng lưới đường chuyền:

Thực tế trong trắc địa thường gặp đường chuyền kinh vĩ kín hay đường chuyền kinh vĩ hở (phù hợp), đôi khi đường chuyền có một vài điểm nút.

**Đường chuyền kín** là đường chuyền mà các cạnh của đa giác tạo thành một vòng kín. Đường chuyền kín có thể có một cạnh hay một điểm của cạnh trong lưới cấp cao (hình VII-22a, b). Đường chuyền kín cũng có thể là lưới độc lập. Khi đó ngoài việc đo tất cả các góc ở đỉnh, các cạnh của đa giác còn phải đo phương vị từ một cạnh và giả định tọa độ một điểm của cạnh đo góc phương vị (hình VII-22c).

**Đường chuyền hở** có điểm đầu và điểm cuối là điểm của các cạnh lưới khống chế cấp cao (hình VII-22d).

Đường chuyền kín hay đường chuyền phù hợp là đường chuyền đơn. Nếu chúng liên kết lại với nhau sẽ tạo thành lưới đường chuyền (hình VII-22f). Điểm gặp nhau của các khâu (đoạn) đường chuyền gọi là điểm nút.



Hình VII-22

a) *Thiết kế*: Việc thiết kế đường chuyền kinh vĩ dựa theo bản đồ tỷ lệ lớn nhất hiện có, phải tuân theo các chỉ tiêu kỹ thuật ghi trong bảng 9-6.

Bảng 9-6

Các chỉ tiêu kỹ thuật	Tỷ lệ đo vẽ			
	1 : 500	1 : 1.000	1 : 2.000	1 : 5.000
1. Chiều dài đường chuyền kinh vĩ đơn nối giữa các góc ( <i>km</i> ): - ở vùng quang đặng hoặc đã xây dựng - ở vùng che khuất rậm rạp.	0,6	1,2 1,5	2,0 3,0	4,0 6,0
2. Chiều dài cạnh ( <i>m</i> )	20-350	20-350	20-350	20-350
3. Độ chính xác đo góc ( <i>phút</i> )	0,5	0,5	0,5	0,5
4. Độ chính xác đo cạnh	1 : 2.000	1 : 2.000	1 : 2.000	1 : 2.000
5. Sai số khép cho phép về góc trong toàn đường chuyền ( <i>n</i> là số góc trong đường chuyền, <i>t</i> là độ chính xác máy đo góc) ( <i>giây</i> )	$\pm 2 \times t \times \sqrt{n}$	$\pm 2 \times t \times \sqrt{n}$	$\pm 2 \times t \times \sqrt{n}$	$\pm 2 \times t \times \sqrt{n}$
6. Sai số tương đối cho phép trong đường chuyền ( <i>giây</i> )	1 : 2.000	1 : 2.000	1 : 2.000	1 : 2.000
7. Sai số cho phép của tọa độ ( <i>m</i> ) - ở vùng quang đặng hoặc đã xây dựng - ở vùng che khuất rậm rạp.	0,1	0,16 0,30	0,30 0,60	0,60 1,50

Ngoài ra, nó còn thỏa mãn các yêu cầu sau đây: đỉnh của đường chuyền đặt ở nơi thuận tiện cho việc đo đạc, nhìn rõ hai điểm bên cạnh; vị trí của đường chuyền kinh vĩ phải thỏa mãn những mục đích của việc đặt đường chuyền; các cạnh đường chuyền cố gắng dài gần bằng nhau.

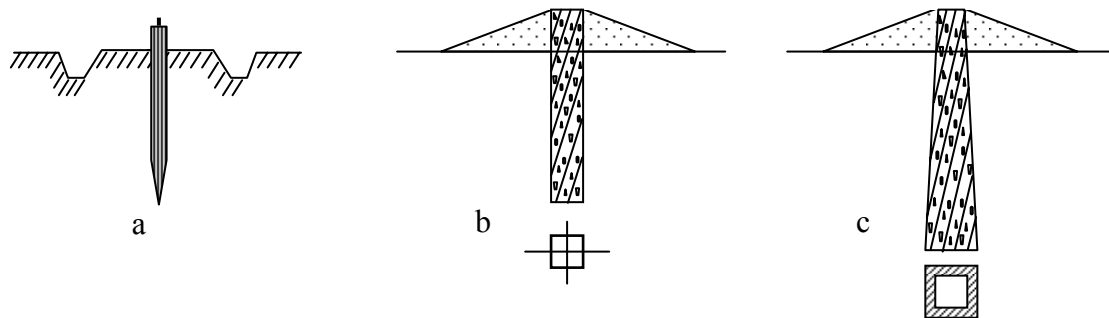
Để có thể kiểm tra đường chuyền kinh vĩ phải thuộc một trong những dạng như hình 9-2: a) nối giữa hai cạnh cấp cao; b) đường chuyền kín nối đến một điểm và góc định hướng đã biết; c) các đường chuyền chụm tại một điểm (A gọi là nút) và nối đến các cạnh cấp cao hơn; d) các đường chuyền tạo thành một số điểm chụm (B, C, D, E) và nối đến các điểm cấp cao hơn; e) đường chuyền kín tự do có một đường chéo (F, G).

*b) Cố định các điểm đường chuyền kinh vĩ (chôn mốc):*

*Chọn điểm, nhóm mốc, dựng tiêu: Sau khi dự án đo vẽ được duyệt thì ra thực địa chôn điểm, chôn mốc, dựng tiêu:*

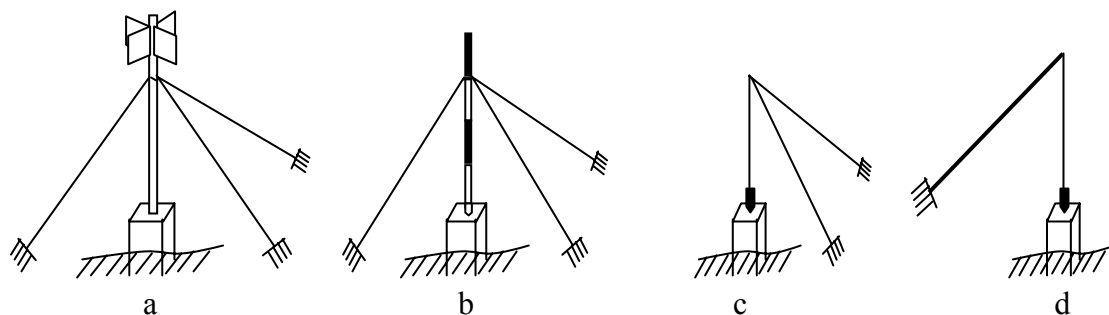
Chọn điểm là căn cứ vào thiết kế được duyệt mà xác định vị trí của từng điểm ghi trên bản đồ thiết kế ra thực địa. Khi chọn điểm, có thể thay đổi đôi chút nếu thấy có lợi cho việc đo ngắm không chế và đo vẽ chi tiết. Các điểm không chế phải đặt ở những đất đá vững chắc, cao ráo, quang đặng nhìn thấy nhiều điểm chi tiết xung quanh.

Tại những vị trí đã chọn, đều phải đóng cọc hay chôn mốc bê tông theo qui định thiết kế. Cọc và mốc có hình dạng như hình VII-7.

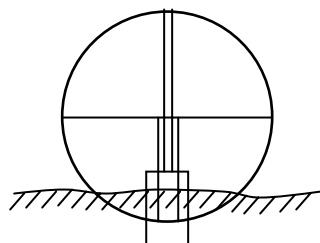


Hình VII-7

Tại những điểm có địa vật che khuất đường ngắm cần dựng tiêu cao để hai đầu cạnh ngắm thông nhau. Tiêu dùng trong lưới tam giác nhỏ có hình dạng như hình VII-8. Đường kính của tiêu phải bảo đảm sao cho ảnh của tiêu trong ống kính khi đo góc nhỏ hơn khe hở giữa hai dây đứng chữ thập (hình VII-9).



Hình VII-8



Hình VII-9

c) Đo các yếu tố lưới::

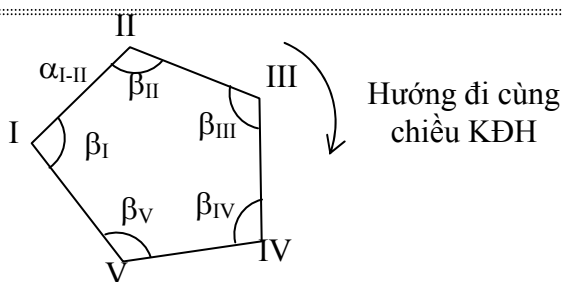
- Đo góc bằng máy kinh vĩ, theo phương pháp đơn giản (đo cung) hai lần, giữa hai lần đo có xoay bàn độ đi  $90^0$ .
- Đo cạnh đường chuyền kinh vĩ theo hai chiều đi, về bằng thước thép hay bằng máy đo xa quang học có độ chính xác trên 1/2.000.

### 3. Bình sai đường chuyền kinh vĩ khép kín:

#### 3.1/ Bình sai góc:

Với đường chuyền kinh vĩ kín ta tiến hành bình sai góc theo từng bước như sau:

a) Vẽ sơ đồ đường chuyền, có ghi các số liệu cần thiết, đồng thời ghi các số vào bảng tính.



Hình VII-25

b) Tính sai số khép góc phương vị (góc định hướng) của đường chuyền theo công thức:

Tổng góc bằng theo lý thuyết:

$$\sum \beta_i^{ph \text{ lý thuyết}} = (n-2) \cdot 180 \quad (7-58)$$

trong đó: n là số đỉnh của đường chuyền.

Tổng góc bằng đo được là  $\sum \beta_i^{ph \text{ đo}}$

Sai số khép góc:

$$\Delta q = \sum \beta_i^{ph \text{ đo}} - \sum \beta_i \text{ lý thuyết} \quad (7-59)$$

Sai số khép góc cho phép tính theo công thức sau:

$$\Delta q' = \pm 1,5 \cdot t \cdot \sqrt{n} \quad (7-60)$$

Điều kiện để chấp nhận được:

$$\Delta q' \geq \Delta q \quad (7-61)$$

c) Số hiệu chỉnh tính theo công thức:

$$v_{\beta_i} = -\frac{\Delta q}{n} \quad (") \quad (7-62)$$

d) Tính góc bình sai theo công thức:

$$\beta'_i = \beta_i + v_{\beta_i} \quad (7-63)$$

### 3.2/ Bình sai tọa độ:

a) Tính góc phương vị của các cạnh theo 1 góc phương vị đã biết và các góc bằng đã điều chỉnh:

- Nếu hướng đo cùng chiều KĐH (góc  $\beta_i^{phái}$ ):

$$\alpha_{II-III} = \alpha_{I-II} - \beta^{phái}_{II} + 180^0 \quad (7-64)$$

- Nếu hướng đo ngược chiều KĐH (góc  $\beta_i^{trái}$ ):

$$\alpha_{I-IV} = \alpha_{II-I} + \beta^{trái}_I - 180^0 \quad (7-65)$$

b) Tính sai số khép tọa độ:

- Tính số gia đo từng đoạn theo công thức sau:

$$\Delta x_i = S_i \cos \alpha_i \quad (7-66)$$

$$\Delta y_i = S_i \sin \alpha_i \quad (7-67)$$

- Tính tổng số gia đo:

$$\sum \Delta x_{đo}; \quad \sum \Delta y_{đo}$$

- Sai số khép tọa độ tính theo công thức: đặt  $f_s = I.I'$

$$f_s = I.I' = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (7-68)$$

trong đó:

$$f_x = \sum \Delta x_{đo} \quad (7-69)$$

$$f_y = \sum \Delta y_{đo} \quad (7-70)$$

- Lập tỷ số và điều kiện chấp nhận sai số khép tọa độ:

$$\frac{f_s}{CV} \leq \frac{1}{2000} \quad (7-71)$$

trong đó: CV là chu vi đường chuyền kinh vĩ kín.

c) Tính số hiệu chỉnh gia số:

- Số hiệu chỉnh số gia theo phương x được tính theo công thức:

$$l_i = -\frac{f_x \times S_i}{CV} \quad (7-72)$$

lấy tròn theo số lẻ của số gia  $\Delta x_i$

- Số hiệu chỉnh số gia theo phương y được tính theo công thức:

$$e_i = -\frac{f_y \times S_i}{CV} \quad (7-73)$$

lấy tròn theo số lẻ của số gia  $\Delta y_i$

trong đó:  $l_i$ ,  $e_i$  là số hiệu chỉnh số gia theo phương x và y;  $S_i$  là chiều dài cạnh tương ứng.

d) Tính gia số tọa độ đã hiệu chỉnh theo công thức sau:

$$\Delta x'_i = \Delta x_i + l_i \quad (7-74)$$

$$\Delta y'_i = \Delta y_i + e_i \quad (7-75)$$

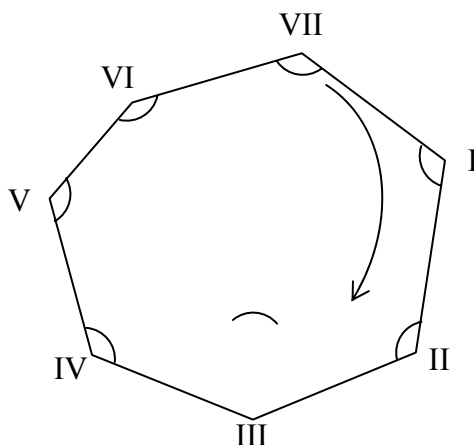
e) Tính tọa độ các đỉnh theo công thức sau:

$$x_i = x_{i-1} + \Delta x'_i \quad (7-74')$$

$$y_i = y_{i-1} + \Delta y'_i \quad (7-75')$$

**VÍ DỤ 1:** Bình sai đường chuyền kinh vĩ khép kín sau:

I/ Dạng đường chuyền:



Hình VII-26

II/ Số liệu cho:

$$I: \begin{cases} x_1 = 1500^m 00 \\ y_1 = 1500 00 \end{cases} \quad \text{và biết } t = 30''$$

$$\alpha_{I-II} = 208^{\circ} 35' 35''$$

III/ Số liệu đo được:

- Đo góc bằng bên trong đường chuyền (với hướng đo theo chiều ngược chiều KĐH):

$$\hat{I} = 128^{\circ} 20' 12''$$

$$\hat{II} = 130^{\circ} 57' 18''$$

$$\hat{III} = 104^{\circ} 46' 54''$$

$$\hat{IV} = 156^{\circ} 31' 30''$$

$$\hat{V} = 107^{\circ} 02' 12''$$

$$\hat{VI} = 174^{\circ} 26' 54''$$

$$\hat{VII} = 97^{\circ} 53' 30''$$



- Đo chiều dài cạnh:

$$S_1 = 357,^m11 \quad ; \quad S_2 = 191,^m00 \quad ; \quad S_3 = 259,^m25$$

$$S_4 = 202,^m18 \quad ; \quad S_5 = 166,^m72 \quad ; \quad S_6 = 254,^m78 \quad ; \quad S_7 = 221,^m27$$

**GIẢI:**

- Kết quả tính toán ghi trong bảng VII-17

BẢNG TÍNH TỌA ĐỘ (bảng VII-16)

Đỉnh góc	Góc bằng	$\alpha$	S	Giá số tọa độ		G.số đã chỉnh		Tọa độ	
				$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta X$	$\Delta Y$	X	Y
I	128°20'12" <sub>12</sub>	208°35'35"	357.11	-313.557	-170.908	-313.567	-170.859	1500.000	1500.000
II	130°57'18" <sub>13</sub>	257°38'04"	191.00	-40.902	-186.569	-40.912	-186.543	1186.433	1329.141
III	104°46'54" <sub>13</sub>	332°50'57"	259.25	230.682	-118.304	230.672	-118.269	1145.521	1142.598
IV	156°31'30" <sub>13</sub>	356°19'14"	202.18	201.763	-12.974	201.753	-12.947	1376.193	1024.329
V	107°02'12" <sub>13</sub>	69°16'49"	166.72	58.985	155.936	58.975	155.959	1577.946	1011.382
VI	174°26'54" <sub>13</sub>	74°49'42"	254.78	66.678	245.899	66.668	245.934	1636.921	1167.341
VII	97°53'30" <sub>13</sub>	156°55'59"	221.27	-203.579	86.695	-203.589	86.725	1703.589	1413.275
I								1500.000	1500.000

$$\sum \beta_i \text{ lý thuyết} = 900^{\circ}00'00'' \quad ; \quad f_x = \sum \Delta x = 0.070$$

$$\sum \beta_i \text{ đo} = 899^{\circ}58'30'' \quad ; \quad f_y = \sum \Delta y = -0.225$$

$$\Delta q = -90'' \quad ; \quad I.I' = 0.23$$

$$\Delta q' = 113'' \quad ; \quad \frac{I.I'}{CV} = \frac{0.236}{1625} \approx \frac{1}{6885} < \frac{1}{2000}$$

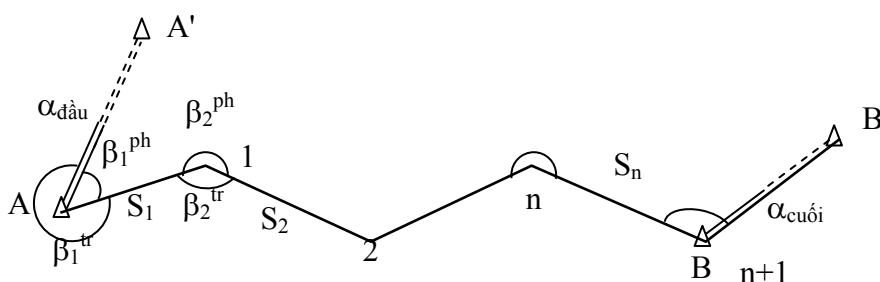
**4. Bình sai đường chuyền kinh vĩ hớ:**

Trong đo đường chuyền thường có hai loại điều kiện: là điều kiện góc và điều kiện tọa độ. Việc bình sai gần đúng được tiến hành theo từng điều kiện. Mới đầu, bình sai về góc, dùng các góc đã bình sai để tính số gia tọa độ (hay còn gọi là lượng tăng tọa độ), rồi mới bình sai tọa độ.

4.1/ Bình sai góc:

Với đường chuyền kinh vĩ hớ ta tiến hành bình sai góc theo từng bước như sau:

a) *Vẽ sơ đồ đường chuyền, có ghi các số liệu cần thiết, đồng thời ghi các số vào bảng tính.*



Hình VII-23

b) Tính sai số khép góc phương vị (góc định hướng) của đường chuyền theo công thức:

Tổng góc bằng theo lý thuyết:

- Nếu đo góc bằng phía phải đường đo:

$$\sum \beta_i^{ph} \text{ lý thuyết} = \alpha_d - \alpha_c + n.180 \quad (7-36)$$

- Nếu đo góc bằng phía trái đường đo:

$$\sum \beta_i^{tr} \text{ lý thuyết} = \alpha_c - \alpha_d + n.180 \quad (7-37)$$

trong đó: n là số đỉnh của đường chuyền;  $\alpha_d$  là góc phương vị của cạnh đầu;  $\alpha_c$  là góc phương vị của cạnh cuối.

Tổng góc bằng đo được cùng phía phải là  $\sum \beta_i^{ph} \text{ đo}$  hoặc cùng phía trái là  $\sum \beta_i^{tr} \text{ đo}$

Sai số khép góc:

- Tính theo góc bằng phải:

$$\Delta q = \sum \beta_i^{ph} \text{ đo} - \sum \beta_i^{ph} \text{ lý thuyết} \quad (7-38)$$

- Tính theo góc bằng trái:

$$\Delta q = \sum \beta_i^{tr} \text{ đo} - \sum \beta_i^{tr} \text{ lý thuyết} \quad (7-39)$$

Sai số khép góc cho phép tính theo công thức sau:

$$\Delta q' = 2 \cdot t \cdot \sqrt{n} \quad (7-40)$$

trong đó; t là số đọc nhỏ nhất của máy, tính bằng giây.

Điều kiện để chấp nhận được:

$$\Delta q' \geq \Delta q \quad (7-41)$$

c) Số hiệu chỉnh tính theo công thức:

$$v_{\beta_i} = -\frac{\Delta q}{n} \quad (") \quad (7-42)$$

d) Tính góc bình sai theo công thức:

$$\beta'_i = \beta_i + v_{\beta_i} \quad (7-43)$$

#### 4.2. Bình sai tọa độ:

Theo hình VII-23 ta tiến hành bình sai tọa độ theo các bước sau:

a) Tính góc phương vị của các cạnh theo phương vị đầu đã biết và các góc bằng đã điều chỉnh:

- Nếu đo góc bằng phía phải đường đo:

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} - \beta_i^{ph} + 180^0 \quad (7-44)$$

Ví dụ cụ thể như hình VII-23 là:

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

$$\alpha_{12} = \alpha_{A1} - \beta_2^{ph} + 180^0$$

.....

- Nếu đo góc bằng phía trái đường đo:

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} + \beta_i^{tr} - 180^0 \quad (7-45)$$

Ví dụ cụ thể như hình VII-23 là:

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

$$\alpha_{12} = \alpha_{A1} + \beta_2^{tr} - 180^0$$

.....

b) Tính sai số khép tọa độ:

- Tính số gia lý thuyết: (tính lượng tăng tọa độ theo tọa điểm A và B đã biết)

$$\sum \Delta x_{lt} = x_B - x_A \quad (7-46)$$

$$\sum \Delta y_{lt} = y_B - y_A \quad (7-47)$$

- Tính số gia đo từng đoạn theo công thức sau:

$$\Delta x_i = S_i \cos \alpha_i \quad (7-48)$$

$$\Delta y_i = S_i \sin \alpha_i \quad (7-49)$$

- Tính tổng số gia đo:

$$\sum \Delta x_{đo}; \quad \sum \Delta y_{đo}$$

- Sai số khép tọa độ tính theo công thức:

$$\Delta S = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (7-50)$$

trong đó:

$$f_x = \sum \Delta x_{đo} - \sum \Delta x_{lt} \quad (7-51)$$

$$f_y = \sum \Delta y_{đo} - \sum \Delta y_{lt} \quad (7-52)$$

- Lập tỷ số và điều kiện chấp nhận sai số khép tọa độ:

$$\frac{\Delta S}{S} \leq \frac{1}{1000} \quad (7-53)$$

trong đó: S là tổng chiều dài đường chuyền kinh vĩ hờ.

c) Tính số hiệu chỉnh số gia:

- Số hiệu chỉnh số gia theo phương x được tính theo công thức:

$$l_i = \frac{-f_x \times S_i}{S} \quad (7-54)$$

lấy tròn theo số lẻ của số gia  $\Delta x_i$

- Số hiệu chỉnh số gia theo phương y được tính theo công thức:

$$e_i = \frac{-f_y \times S_i}{S} \quad (7-55)$$

lấy tròn theo số lẻ của số gia  $\Delta y_i$

trong đó:  $l_i, e_i$  là số hiệu chỉnh số gia theo phương x và y;  $S_i$  là chiều dài cạnh tương ứng; S là tổng chiều dài đường chuyền.

d) Tính gia số tọa độ đã hiệu chỉnh theo công thức sau:

$$\Delta x'_i = \Delta x_i + l_i \quad (7-56)$$

$$\Delta y'_i = \Delta y_i + e_i \quad (7-57)$$

e) Tính tọa độ các đỉnh theo công thức sau:

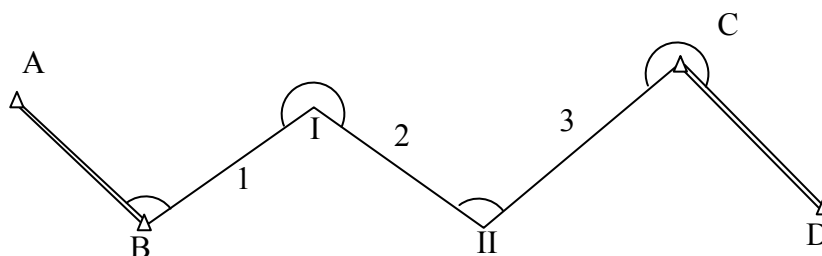
$$x_i = x_{i-1} + \Delta x'_i \quad (7-56')$$

$$y_i = y_{i-1} + \Delta y'_i \quad (7-57')$$

### VÍ DỤ 2:

Bình sai đường chuyền kinh vĩ hờ sau:

I/ Dạng đường chuyền:



Hình VII-24

II/ Số liệu cho:

$$B: \begin{cases} x_B = 4028^m 53 \\ y_B = 4006,77 \end{cases} \quad \text{và biết } t = 20''$$

$$C: \begin{cases} x_C = 3730^m 43 \\ y_C = 3802,85 \end{cases}$$

III/ Số liệu đo được:

- Đo góc bằng bên trái đường đo:

$$\hat{B} = 92^{\circ}30'36'' \quad \hat{I} = 156^{\circ}30'18''$$

$$\hat{II} = 175^{\circ}30'30'' \quad \hat{C} = 180^{\circ}44'00''$$

- Đo chiều dài cạnh:

$$S_1 = 133,^m84 \quad ; \quad S_2 = 154,^m71 \quad ; \quad S_3 = 80,^m74$$

- Đo góc phương vị đầu và cuối:

$$\alpha_d = 317^{\circ}52'05'' \quad ; \quad \alpha_c = 203^{\circ}08'00''$$

**GIẢI:**

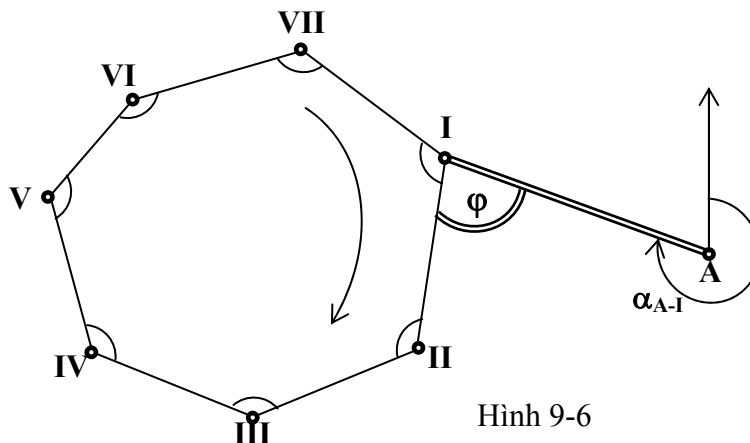
- Kết quả tính toán ghi trong bảng VII-17

BẢNG TÍNH TỌA ĐỘ (bảng VII-16)

Đỉnh góc	Góc bằng	$\alpha$	S	Giá số tọa độ		G.số đã chỉnh		Tọa độ	
				$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta X$	$\Delta Y$	X	Y
A		$317^{\circ}52'05''$							
B	$92^{\circ}30'36''$ 8"	$230^{\circ}22'49''$	133.84	-85.35 -0.04	-103.10 -0.03	-85.39	-103.13	4028.53	4006.77
I	$156^{\circ}30'18''$ 7"	$206^{\circ}53'14''$	154.71	-137.99 -0.05	-69.97 -0.04	-138.04	-70.01	3943.14	3903.64
II	$175^{\circ}30'30''$ 8"	$202^{\circ}23'52''$	80.74	-74.65 -0.03	-30.76 -0.02	-74.68	-30.78	3805.10	3833.63
C	$180^{\circ}44'00''$ 8"	$203^{\circ}08'00''$						3730.42	3802.85
D									

$$\begin{aligned} \sum \beta_i \text{ lý thuyết} &= 605^{\circ}15'55'' & ; & \quad f_x = \sum \Delta x_{đo} - \sum \Delta x_{lt} = -297.98 - (-298.10) = 0.12 \\ \sum \beta_i \text{ đo} &= 605^{\circ}15'24'' & ; & \quad f_y = \sum \Delta y_{đo} - \sum \Delta y_{lt} = -203.83 - (-203.92) = 0.09 \\ \Delta q &= 605^{\circ}15'24'' - 605^{\circ}15'55'' = -31'' & ; & \quad \Delta S = 0.15 \\ \Delta q' &= 120'' & ; & \quad \frac{\Delta S}{S} = \frac{0.15}{369.28} \approx \frac{1}{2461} < \frac{1}{1000} \end{aligned}$$

**VÍ DỤ 3:** Bình sai đường chuyền kinh vĩ khép kín :  
I/ Dạng đường chuyền:



Hình 9-6

II/ Số liệu cho:

$$I: \begin{cases} x_I = 1500,{}^m 00 \\ y_I = 1500,00 \end{cases} \quad \text{và biết } t = 30''$$

$$\alpha_{A-I} = 303^{\circ} 20' 20''$$

III/ Số liệu đo được:

- Đo góc bằng bên trong đường chuyền (với hướng đo theo chiều ngược chiều KĐH):

$$\begin{array}{ll} \hat{I} = 128^{\circ} 20' 12'' & \hat{II} = 130^{\circ} 57' 18'' \\ \hat{III} = 104^{\circ} 46' 54'' & \hat{IV} = 156^{\circ} 31' 30'' \\ \hat{V} = 107^{\circ} 02' 12'' & \hat{VI} = 174^{\circ} 26' 54'' & \hat{VII} = 97^{\circ} 53' 30'' \end{array}$$

- Đo góc bằng nối  $\varphi$ :

$$\varphi = 85^{\circ} 15' 15''$$

- Đo chiều dài cạnh:

$$\begin{array}{l} S_1 = 357,{}^m 11 \quad ; \quad S_2 = 191,{}^m 00 \quad ; \quad S_3 = 259,{}^m 25 \\ S_4 = 202,{}^m 18 \quad ; \quad S_5 = 166,{}^m 72 \quad ; \quad S_6 = 254,{}^m 78 \quad ; \quad S_7 = 221,{}^m 27 \end{array}$$

**GIẢI:**

- Tính góc định hướng đầu của đường chuyền:

$$\alpha_{I-II} = \alpha_{A-I} + \varphi - 180^{\circ} = 208^{\circ} 35' 35''$$

- Kết quả tính toán ghi trong bảng 9-8

BẢNG TÍNH TỌA ĐỘ

Bảng 9-8

Đỉnh góc	Góc bằng	$\alpha$	S	Giá số tọa độ		G.số đã chỉnh		Tọa độ	
				$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta X$	$\Delta Y$	X	Y
I	128°20'12" 12"	208°35'35"	357.11	-313.557	-170.908	-313.567	-170.859	1500.000	1500.000
II	130°57'18" 13"	257°38'04"	191.00	-40.902	-186.569	-40.912	-186.543	1186.433	1329.141
III	104°46'54" 13"	332°50'57"	259.25	230.682	-118.304	230.672	-118.269	1145.521	1142.598
IV	156°31'30" 13"	356°19'14"	202.18	201.763	-12.974	201.753	-12.947	1376.193	1024.329
V	107°02'12" 13"	69°16'49"	166.72	58.985	155.936	58.975	155.959	1577.946	1011.382
VI	174°26'54" 13"	74°49'42"	254.78	66.678	245.899	66.668	245.934	1636.921	1167.341
VII	97°53'30" 13"	156°55'59"	221.27	-203.579	86.695	-203.589	86.725	1703.589	1413.275
I				-203.579	86.695	-203.589	86.725	1500.000	1500.000

$$\begin{aligned} \sum \beta_i \text{ lý thuyết} &= 900^{\circ}00'00'' & ; & f_x = \sum \Delta x = 0.070 \\ \sum \beta_i \text{ đo} &= 899^{\circ}58'30'' & ; & f_y = \sum \Delta y = -0.225 \\ \Delta q &= -90'' & ; & \Delta S = 0.236 \\ \Delta q' &= 113'' & ; & \frac{\Delta S}{S} = \frac{0.236}{1625} \approx \frac{1}{6885} < \frac{1}{2000} \end{aligned}$$

**II.4. ĐẠM DÂY LƯỚI KHÔNG CHẾ:**

II.4.1. Giao hội điểm:

Trong tam giác cần phải đặt máy đo ở mỗi điểm tam giác, mặt khác tất cả các góc trong lưới tam giác phải đo độc lập. Như vậy đo đạc trong lưới tam giác có nhiều khó khăn, không thuận tiện, thậm chí có khi không thể thực hiện được. Để khắc phục tình trạng đó, bảo đảm số điểm không chế cần thiết cho đo đạc địa hình, có thể dùng phương pháp giao hội các điểm riêng biệt, giao hội theo cặp điểm hoặc giao hội theo các chùm.

Đặc điểm quan trọng trong đo giao hội là không cần đo tất cả các góc trong tam giác. Do đó trong giao hội không có điều kiện hình tam giác như trong đo tam giác.

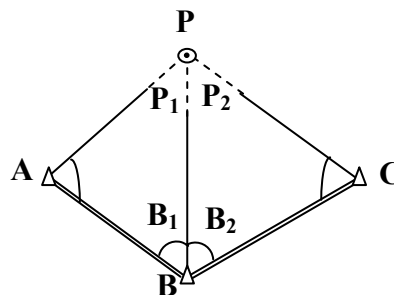
a) Giao hội phía trước:

Nếu đặt máy từ các điểm không chế cấp cao A, B (hình 9-7) đo về điểm cần xác định P, ta có bài toán giao hội phía trước để xác định tọa độ điểm P.

Việc tính giao hội từ hai hướng tương tự như tính tam giác đơn, chỉ khác ở đây góc P được tính từ hai góc, theo công thức:

$$P_1 = 180^{\circ} - (A + B_1) \tag{9-42}$$

Để kiểm tra và nâng cao độ chính xác của điểm P, ta cần đặt thêm máy tại điểm cấp cao C, đo về P. Khi đó tọa điểm P được tính trung bình từ hai tam giác giao hội ABP và BCP.



Hình 9-7

**b) Giao hội cạnh bên:**

Nếu đặt máy được đặt tại một trong hai điểm cấp cao đã biết là A (hình VII-28) thì ta phải đặt máy tại điểm cần xác định P để đo. Từ đó tính được góc B theo công thức sau:

$$B = 180^0 - (A + P_1) \tag{9-43}$$

Sau khi tính được góc B, ta tính chiều dài cạnh, tính góc phương vị các cạnh tam giác giao hội và tọa độ điểm P như trong tam giác đơn. Đây chính là bài toán giao hội cạnh bên. Để kiểm tra ta đo thêm góc P<sub>2</sub> tới điểm cấp cao C.

Việc kiểm tra được tiến hành như sau:

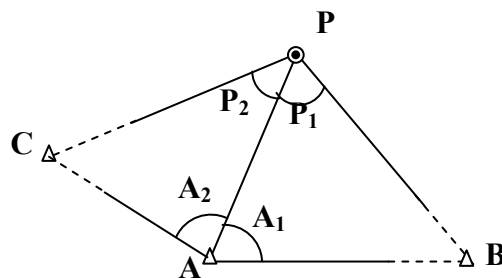
Sau khi tính được tọa độ P, từ các tọa độ điểm A, C và P, tính ngược tọa độ ta được các góc phương vị α<sub>PC</sub>, α<sub>PA</sub> của các cạnh PC và PA. Cụ thể ở đây ta có:

$$\begin{cases} \operatorname{tg}R_{PC} = \frac{y_C - y_P}{x_C - x_P} \\ \operatorname{tg}R_{PA} = \frac{y_A - y_P}{x_A - x_P} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha_{PC} \\ \alpha_{PA} \end{cases} \tag{9-44}$$

Do đó:

$$\angle CPA = \alpha_{PC} - \alpha_{PA} \tag{9-45}$$

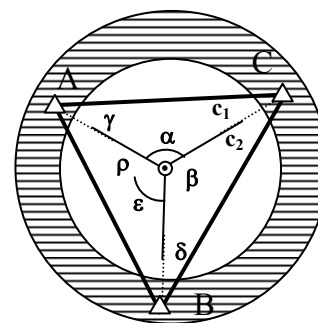
Trị số P<sub>2</sub> đo được phải bằng góc ∠CPA



Hình 9-8

**c) Giao hội phía sau:**

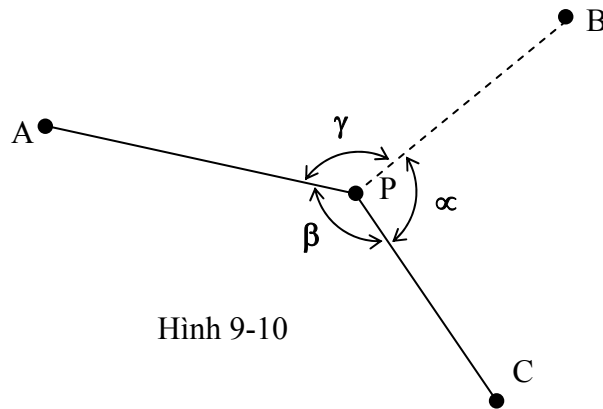
Khi không thể đặt máy tại các điểm khống chế cấp cao, ta có thể đặt máy tại điểm cần xác định P đo tới các điểm cấp cao A, B và C, rồi dùng bài toán giao hội phía sau để giải quyết (hình 9-9). Để kiểm tra, ta cần đo thêm điểm cấp cao K. Chú ý, khi xác định điểm P, cần đặt điểm P ngoài hoặc trong vòng tròn qua ba điểm A, B, C (gọi là vòng tròn nguy hiểm). Thông thường điểm P đặt trong tam giác đó, không nên đặt điểm P trong vùng gạch chéo của hình 9-9. Ở hình đó, hai vòng tròn của hình vành khăn có bán kính hơn kém 1/5 bán kính vòng tròn nguy hiểm.



Hình 9-9

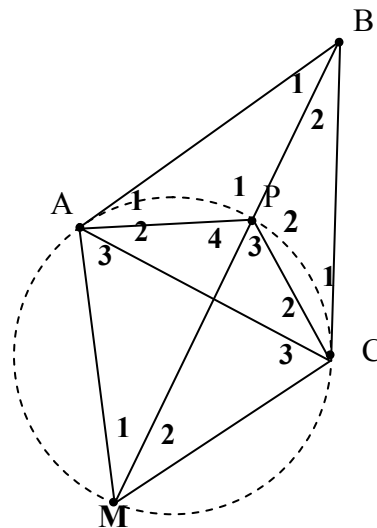
Việc tính giao hội phía sau được tiến hành theo các bước sau:

1) Sơ đồ lưới:



Hình 9-10

- 2) Số liệu cho:  
Tọa độ 3 điểm A, B, C
- 3) Góc đo:  $\alpha, \beta, \gamma$
- 4) Nội dung tính toán:



Hình 9-11

Dựa trên nguyên tắc tính giao điểm phía trước: tọa độ điểm P được tính từ A và B đến hay từ C và B đến.

$$A_3 = P_3 = 180^0 - P_2 \quad (\text{với } P_2 = \alpha)$$

$$C_3 = P_4 = 180^0 - P_1 \quad (\text{với } P_1 = \gamma)$$

Biết tọa độ của A và B, tính ra  $S_{AB}$  và  $\alpha_{AB}$ . Từ 2 góc  $A_3$  và  $C_3$  bằng giao điểm phía trước, ta tính ra tọa độ của điểm M ta tìm  $\alpha_{BM}$  hay  $\alpha_{BP}$ , từ tọa độ của A và B ta tìm ra  $\alpha_{BA}$ .

Từ  $\alpha_{BA}$  và  $\alpha_{BP}$  ta suy ra góc  $B_1$  và góc  $A_1$  được tính như sau:

$$A_1 = 180^0 - (B_1 + P_1) \quad (P_1 = \gamma)$$

Biết 2 góc  $A_1$  và  $B_1$  và với giao điểm phía trước ta tính ra tọa độ điểm P.

Tương tự, từ tọa độ điểm B và C ta tính ra  $\alpha_{BC}$ , biết  $\alpha_{BC}$  và  $\alpha_{BP}$  ta suy ra góc  $B_2$ , và góc  $C_1$  được tính theo công thức sau:

$$C_1 = 180^0 - (B_2 + P_2) \quad (P_2 = \alpha)$$

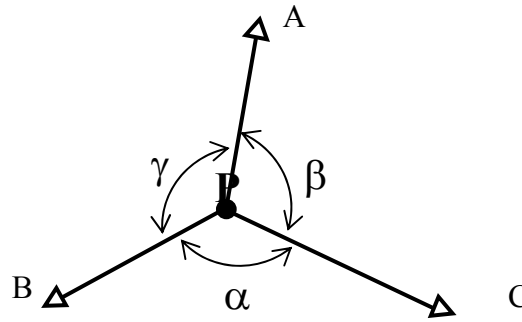
Khi biết  $C_1$  và  $B_2$  bằng phương cách giao điểm phía trước ta tính ra tọa độ điểm P.

Sau cùng tọa độ điểm P sẽ được tính trung bình từ 3 hướng A, B, C.



VÍ DỤ 9-3: Bằng phương pháp giao điểm phía sau, hãy tính tọa độ điểm P.

1. Dạng lưới:



Hình 9-12

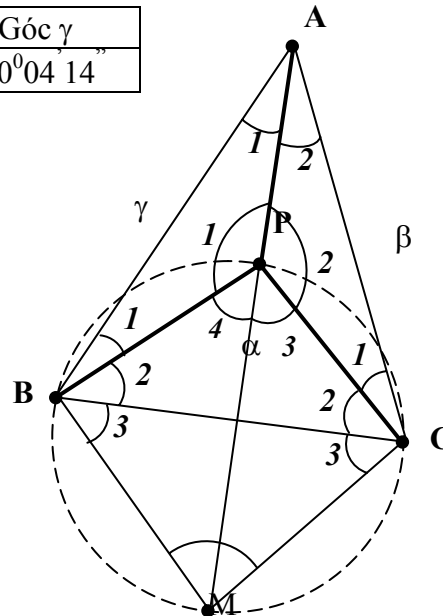
2.- Số liệu góc

Đỉnh	X	Y
A	501.193m	634.407 m
B	235.530 m	709.713 m
C	479.232 m	921.281 m

3.- Số liệu đo

Góc $\alpha$	Góc $\beta$	Góc $\gamma$
121 <sup>o</sup> 13'33"	118 <sup>o</sup> 42'13"	120 <sup>o</sup> 04'14"

GIẢI:



Hình 9-13

1/ Tính Tọa Độ Điểm M.

- $B_3 = P_3 = 180^0 - P_2 = 180^0 - \beta = 180^0 - 118^042'13'' = 61^017'47''$
- $C_3 = P_4 = 180^0 - P_1 = 180^0 - \gamma = 180^0 - 120^004'14'' = 59^055'46''$
- $M = 180^0 - (B_3 + C_3) = 58^046'27''$
- Từ tọa độ 2 điểm B và C  $\Rightarrow$  Tính  $\alpha_{BC}$  và  $S_{BC}$ .

$$\Delta x_{BC} = x_C - x_B = 479.232 - 235.530 = 243.702$$

$$\Delta y_{BC} = y_C - y_B = 921.281 - 709.713 = 211.568$$

$$\Rightarrow \alpha_{BC} = R_{BC} = \text{ARCTg} \left| \frac{\Delta y}{\Delta x} \right| = 40^057'45''$$

$$\Rightarrow S_{BC} = \sqrt{\Delta x_{BC}^2 + \Delta y_{BC}^2} = 322.725$$

➤ Tính từ B:

$$\hat{=} \alpha_{BM} = \alpha_{BC} + B_3 = 40^{\circ}57'45'' + 61^{\circ}17'47'' = 102^{\circ}15'32''$$

$$\hat{=} S_{BM} = \frac{S_{BC}}{\sin M} \times \sin C_3 = \frac{322.725}{\sin 58^{\circ}46'27''} \times \sin 59^{\circ}55'46'' = 326.604$$

$$\begin{cases} \Delta x_{BM} = S_{BM} \times \cos \alpha_{BM} = 326.604 \times \cos 102^{\circ}15'32'' = -69.348 \\ \Delta y_{BM} = S_{BM} \times \sin \alpha_{BM} = 326.604 \times \sin 102^{\circ}15'32'' = 319.157 \end{cases}$$

$$\Rightarrow M^B : \begin{cases} x_M^B = x_B + \Delta x_{BM} = 235.530 - 69.348 = 166.182 \\ y_M^B = y_B + \Delta y_{BM} = 709.713 + 319.157 = 1028.871 \end{cases}$$

➤ Tính từ C:

$$\hat{=} \alpha_{CM} = \alpha_{CB} - C_3 = \alpha_{BC} + 180^{\circ} - C_3 = 40^{\circ}57'45'' + 180^{\circ} - 59^{\circ}55'46'' = 161^{\circ}01'59''$$

$\hat{=}$

$\hat{=}$

$$\hat{=} S_{CM} = \frac{S_{BC}}{\sin M} \times \sin B_3 = \frac{322.725}{\sin 58^{\circ}46'27''} \times \sin 61^{\circ}17'47'' = 331.022$$

$$\begin{cases} \Delta x_{CM} = S_{CM} \times \cos \alpha_{CM} = 331.022 \times \cos 161^{\circ}01'59'' = -313.050 \\ \Delta y_{CM} = S_{CM} \times \sin \alpha_{CM} = 331.022 \times \sin 161^{\circ}01'59'' = 107.590 \end{cases}$$

$$\Rightarrow M^C : \begin{cases} x_M^C = x_C + \Delta x_{CM} = 479.232 - 313.050 = 166.182 \\ y_M^C = y_C + \Delta y_{CM} = 921.281 + 107.590 = 1028.871 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{Tính trung bình ta được } M : \begin{cases} x^C = 166.182m \\ y^C = 1028.871m \end{cases}$$

2/ Tính Tọa Độ Điểm P.

• Từ tọa độ 2 điểm A và M  $\Rightarrow$  Tính  $\alpha_{AM}$

$$\Delta x_{AM} = x_M - x_A = 166.182 - 501.193 = -335.011$$

$$\Delta y_{AM} = y_M - y_A = 1028.871 - 634.407 = 394.464$$

$\Rightarrow$  Thuộc góc phần tư thứ II nên:

$$\alpha_{AM} = 180^{\circ} - R_{AM} = 180^{\circ} - \text{ARCtg} \left| \frac{\Delta y}{\Delta x} \right| = 130^{\circ}20'26''$$

• Từ tọa độ 2 điểm A và B  $\Rightarrow$  Tính  $\alpha_{AB}$  và  $S_{AB}$ .

$$\Delta x_{AB} = x_B - x_A = 235.530 - 501.193 = -265.663$$

$$\Delta y_{AB} = y_B - y_A = 709.713 - 634.407 = 75.306$$

$$\Rightarrow \alpha_{AB} = 180^{\circ} - R_{AB} = 180^{\circ} - \text{ARCtg} \left| \frac{\Delta y}{\Delta x} \right| = 164^{\circ}10'26''$$

$$\Rightarrow S_{AB} = \sqrt{\Delta x_{AB}^2 + \Delta y_{AB}^2} = 276.130$$

• Từ tọa độ 2 điểm A và C  $\Rightarrow$  Tính  $\alpha_{AC}$  và  $S_{AC}$ .

$$\Delta x_{AC} = x_C - x_A = 479.232 - 501.193 = -21.961$$

$$\Delta y_{AC} = y_C - y_A = 921.281 - 634.407 = 286.874$$

$$\Rightarrow \alpha_{AC} = 180^{\circ} - R_{AC} = 180^{\circ} - \text{ARCtg} \left| \frac{\Delta y}{\Delta x} \right| = 94^{\circ}22'39''$$

$\Rightarrow$

$$\Rightarrow S_{AC} = \sqrt{\Delta x_{AC}^2 + \Delta y_{AC}^2} = 287.713$$

- Tính góc  $A_1$  và  $A_2$ .

$$A_1 = \alpha_{AB} - \alpha_{AM} = 164^0 10' 26'' - 130^0 20' 26'' = 33^0 50' 00''$$

$$A_2 = \alpha_{AM} - \alpha_{AC} = 130^0 20' 26'' - 94^0 22' 39'' = 35^0 57' 47''$$

- Tính góc  $B_1$  và  $C_1$ .

$$B_1 = 180^0 - (P_1 + A_1) = 180^0 - (\gamma + A_1) = 180^0 - (120^0 04' 14'' - 33^0 50' 00'') = 26^0 5' 46''$$

$$C_1 = 180^0 - (P_2 + A_2) = 180^0 - (\beta + A_2) = 180^0 - (118^0 42' 13'' - 35^0 57' 47'') = 25^0 20' 00''$$

- Tính P từ A:

$$\hat{=} \alpha_{AP} = \alpha_{AM} = 130^0 20' 26''$$

$$\hat{=} S_{AP} = \frac{S_{AB}}{\sin \gamma} \times \sin B_1 = \frac{276.130}{\sin 120^0 04' 14''} \times \sin 26^0 20' 00'' = 141.555$$

$$\begin{cases} \Delta x_{AP} = S_{AP} \times \cos \alpha_{AP} = 141.555 \times \cos 130^0 20' 26'' = -91.633 \\ \Delta y_{AP} = S_{AP} \times \sin \alpha_{AP} = 141.555 \times \sin 130^0 20' 26'' = 107.895 \end{cases}$$

$\Rightarrow$

$$\Rightarrow P^A : \begin{cases} x_P^A = x_A + \Delta x_{AP} = 501.193 - 91.633 = 409.560 \\ y_P^A = y_A + \Delta y_{AP} = 634.407 + 107.895 = 742.302 \end{cases}$$

- Tính P từ B:

$$\hat{=} \alpha_{BP} = \alpha_{BA} + B_1 = \alpha_{AB} + 180^0 + B_1 = 164^0 10' 26'' + 180^0 + 26^0 05' 46'' = 370^0 16' 12'' = 10^0 16' 12''$$

$$\hat{=} S_{BP} = \frac{S_{AB}}{\sin \gamma} \times \sin A_1 = \frac{276.130}{\sin 120^0 04' 14''} \times \sin 33^0 50' 00'' = 177.654$$

$$\begin{cases} \Delta x_{BP} = S_{BP} \times \cos \alpha_{BP} = 177.654 \times \cos 10^0 16' 12'' = 174.808 \\ \Delta y_{BP} = S_{BP} \times \sin \alpha_{BP} = 177.654 \times \sin 10^0 16' 12'' = 31.673 \end{cases}$$

$$\Rightarrow P^B : \begin{cases} x_P^B = x_B + \Delta x_{BP} = 235.530 + 174.808 = 410.338 \\ y_P^B = y_B + \Delta y_{BP} = 709.713 + 31.673 = 741.386 \end{cases}$$

- Tính P từ C:

$$\hat{=} \alpha_{CP} = \alpha_{CA} + C_1 = \alpha_{AC} + 180^0 - C_1 = 94^0 22' 39'' + 180^0 + 25^0 20' 00'' = 249^0 02' 39''$$

$$\hat{=} S_{CP} = \frac{S_{AC}}{\sin \beta} \times \sin A_2 = \frac{287.713}{\sin 118^0 42' 13''} \times \sin 35^0 57' 47'' = 192.635$$

$$\begin{cases} \Delta x_{CP} = S_{CP} \times \cos \alpha_{CP} = 192.635 \times \cos 249^0 02' 39'' = -68.896 \\ \Delta y_{CP} = S_{CP} \times \sin \alpha_{CP} = 192.635 \times \sin 249^0 02' 39'' = -179.893 \end{cases}$$

$\Rightarrow$

$$\Rightarrow P^C : \begin{cases} x_P^C = x_C + \Delta x_{CP} = 479.232 - 68.896 = 410.336 \\ y_P^C = y_C + \Delta y_{CP} = 921.281 - 179.893 = 741.388 \end{cases}$$

$\Rightarrow$

$\Rightarrow$

$$\Rightarrow P^C : \begin{cases} x_P = \frac{(X_P^A + X_P^B + X_P^C)}{3} = 410.078m \\ y_P = \frac{(Y_P^A + Y_P^B + Y_P^C)}{3} = 741.692m \end{cases}$$

**VÍ DỤ 9-4:** Theo phương pháp giao điểm phía sau tính tọa độ điểm P.

Cho các số liệu sau: như hình 9-10 và 9-11:

$$A \begin{cases} x = 1598,25 \\ y = 752,46 \end{cases}; B \begin{cases} x = 1864,76 \\ y = 1137,89 \end{cases}; C \begin{cases} x = 1340,22 \\ y = 1244,08 \end{cases}$$

$$\alpha = 112^{\circ}28'12''; \beta = 131^{\circ}00'42''; \gamma = 116^{\circ}31'06''$$

$$A_3 = P_3 = 180^{\circ} - \alpha = 180^{\circ} - 112^{\circ}28'12'' = 67^{\circ}31'48''$$

$$C_3 = P_4 = 180^{\circ} - \gamma = 180^{\circ} - 116^{\circ}31'06'' = 63^{\circ}28'54''$$

Tính tọa độ điểm M:

$$\alpha_{AC} = 117^{\circ}41'35''$$

$$\alpha_{AM} = 185^{\circ}13'23''$$

$$\alpha_{CM} = 234^{\circ}12'41''$$

$$S_{AC} = 555^m,22$$

$$M = 48^{\circ}59'18''$$

$$\begin{matrix} S_{AM} = 658^m,39 \\ S_{CM} = 679^m,94 \end{matrix} \quad \text{Tính được} \quad \begin{cases} \Delta x_{AM} = -655,65 \\ \Delta y_{AM} = -59,93 \end{cases} \Rightarrow M \begin{cases} x = 942,60 \\ y = 692,53 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \Delta x_{CM} = -397,63 \\ \Delta y_{CM} = -551,55 \end{cases} \Rightarrow M \begin{cases} x = 942,59 \\ y = 692,53 \end{cases}$$

Tính trung bình M:

$$M \begin{cases} x = 942^m,60 \\ y = 692^m,53 \end{cases}$$

Tính  $\alpha_{BM}$ :

$$\alpha_{BM} = 205^{\circ}46'42''$$

Tính  $\alpha_{BA}$ :

$$\alpha_{BA} = 235^{\circ}20'15''$$

Tính  $\alpha_{BC}$ :

$$\alpha_{BC} = 168^{\circ}33'20''$$

$$B_1 = 29^{\circ}33'33''$$

$$B_2 = 37^{\circ}13'22''$$

$$A_1 = 33^{\circ}55'21''$$

$$C_1 = 30^{\circ}18'26''$$

$$S_{AB} = \sqrt{\Delta x_{AB}^2 + \Delta y_{AB}^2} = 468^m,60$$

$$S_{BC} = 468^m,60$$

$$S_{AP} = \frac{S_{AB} \cdot \sin B_1}{\sin \gamma} = 258^m,35$$

$$S_{BP} = \frac{S_{AB} \cdot \sin A_1}{\sin \gamma} = 292^m,58$$

$$S_{CP} = \frac{S_{BC} \cdot \sin B_1}{\sin \alpha} = 350^m,34$$

### TÍNH TOA ĐỘ P:

Từ A:

$$\alpha_{AP} = 89^0 15' 36''$$

$$S_{AP} = 258^m,35$$

$$\Delta x_{AP} = 3^m,34$$

$$\Delta y_{AP} = 258^m,33$$

$$P: \begin{cases} x = 1601^m,59 \\ y = 1010^m,79 \end{cases}$$

Từ B:

$$\alpha_{BP} = 205^0 46' 42''$$

$$S_{BP} = 292^m,26$$

$$\Delta x_{BP} = -263^m,17$$

$$\Delta y_{BP} = 127^m,10$$

$$P: \begin{cases} x = 1601^m,59 \\ y = 1010^m,79 \end{cases}$$

Từ C:

$$\alpha_{CP} = 318^0 14' 54''$$

$$S_{CP} = 350^m,34$$

$$\Delta x_{CP} = 261^m,37$$

$$\Delta y_{CP} = 233^m,29$$

$$P: \begin{cases} x = 1601^m,59 \\ y = 1010^m,79 \end{cases}$$

$$\text{Vậy: } P: \begin{cases} x = 1601^m,59 \\ y = 1010^m,79 \end{cases}$$

**IV. LƯỚI KHÔNG CHẾ ĐỘ CAO:**

**IV.1. Khái niệm lưới khống chế độ cao:**

Lưới độ cao là lưới xác định vị trí độ cao của các điểm khống chế, lấy nó làm chỗ dựa để xác định vị trí độ cao của các điểm trong khu đo lập bản đồ và bố trí công trình. Tùy theo yêu cầu độ chính xác và tác dụng khống chế của nó, ta có thể phân thành: lưới độ cao nhà nước, lưới độ cao kỹ thuật và lưới độ cao đo vẽ.

Lưới độ cao nhà nước được phân thành 4 hạng: I, II, III và IV. Lưới độ cao hạng I, II là hệ thống cao nhất trong toàn quốc, là cơ sở cho việc nghiên cứu khoa học và phát triển các lưới hạng III, IV.

Tùy theo yêu cầu độ chính xác và điều kiện đo đạc mà lưới độ cao có thể được xây dựng theo phương pháp đo cao hình học hay đo cao lượng giác. Vùng đồng bằng, đồi, núi thấp, lưới độ cao thường được xây dựng theo phương pháp đo cao hình học và theo dạng lưới đường chuyên độ cao. Vùng núi cao hiểm trở, lưới độ cao thường được xây dựng theo phương pháp đo cao lượng giác ở dạng lưới tam giác độ cao.

Nói chung việc xây dựng lưới độ cao đều qua các bước: thiết kế kỹ thuật trên bản đồ, chọn điểm chính thức ngoài thực địa rồi chôn mốc, vẽ sơ đồ lưới chính thức và tiến hành đo chênh cao, tính toán độ cao các điểm.

Tùy theo cấp hạng đường độ cao mà việc chọn điểm độ cao có những yêu cầu khác nhau. Nhưng nói chung cần chú ý : chọn đường đo cao cho nó ngắn nhất nhưng lại có tác dụng khống chế nhiều, thuận lợi cho việc phát triển lưới độ cao cấp dưới.

- Nơi đặt mốc hoặc trạm đo cần đảm bảo vững chắc, khô ráo. Đường đo ít dốc, ít gặp vật chướng ngại, tránh vượt sông, thung lũng. Tránh qua vùng đất xộp lầy, sụt lở....

- Khi đo cao phục vụ cho xây dựng các công trình, thì đường đo nên đi theo các công trình (kênh, mương, đập, cầu...).

- Khi chọn điểm có thể điều tra tình hình địa chất công trình ngay tại chỗ chọn để thiết kế độ sâu chôn mốc được hợp lý.

Các điểm được chọn chính thức cần phải chôn mốc, vẽ sơ đồ và ghi chú cẩn thận.

**IV.2. Lưới thủy chuẩn hạng IV:**

Lưới độ cao hạng III, IV là lưới độ cao tầng dày độ cao hạng I, II, nó trực tiếp phục vụ cho đo vẽ địa hình và đo đạc công trình.

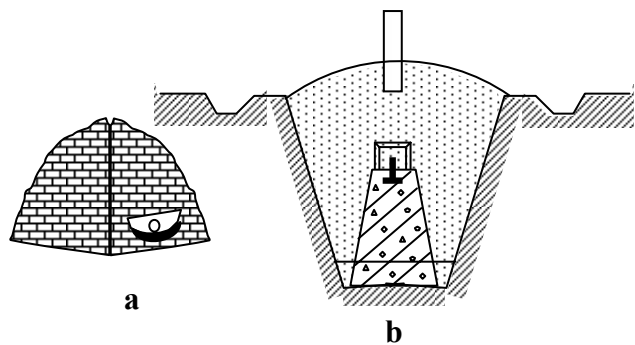
Lưới thủy chuẩn hạng IV là cấp cuối cùng trong hệ thống lưới khống chế độ cao nhà nước, được phát triển từ các điểm khống chế độ cao hạng I, II, III thành vòng kín, các đường thủy chuẩn phù hợp hay thành lưới có một hay nhiều điểm nút. Các điểm khống chế hạng IV là cơ sở trực tiếp để phát triển lưới khống chế độ cao kỹ thuật đồng thời làm điểm độ cao để bố trí và thi công công trình.

Khi đo vẽ bình đồ lớn, thường số lượng điểm khống chế độ cao hạng IV cần xây dựng không nhiều nên ít khi tạo thành lưới có một vài điểm nút mà thường thành đường thủy chuẩn phù hợp.

**IV.2.1 Thiết kế đường thủy chuẩn hạng IV:**

Khi xây dựng lưới khống chế độ cao hạng IV phục vụ đo vẽ bình đồ tỷ lệ lớn trong giai đoạn thiết kế và thi công công trình cần chọn một số điểm ở gần vị trí sẽ xây dựng công trình mà khi thi công không bị phá hỏng. Các điểm này phải đặt ở nơi đất đá không lún, dễ bảo quản suốt trong thời gian thi công và khai thác sau này.

Những điểm đã chọn được nối với nhau và nối với 2 điểm khống chế độ cao hạng cao hơn ở ngoài khu vực đo tạo thành một đường thủy chuẩn phù hợp. Trường hợp



Hình VII-20

để nối được với 1 điểm hạng cao thì cần chọn đường đo đi và về khác nhau để tạo thành một vòng kín.

IV.2.2. Chọn điểm, chôn mốc, chọn đường đo:

Ra thực địa xác định vị trí các điểm trong thiết kế đã bố trí. Khi chọn điểm, nên khảo sát ra xa hơn vị trí trong thiết kế một chút, nếu có vị trí tốt hơn như các công trình kiến trúc kiên cố đã có từ trước thì nên chuyển vị trí điểm đến đó. Điểm khống chế độ cao hạng IV đặt trên nền, hay tường các đình, chùa, cầu, công đã có sẵn tốt hơn là đặt trên nền đất. Vì việc gấn mốc vừa tiện lợi và mốc không bị lún như đặt trên đất. Sau khi chọn được điểm cần đánh dấu bằng mốc như hình VII-20.

Sau khi chôn mốc phải khảo sát đường theo chỉ dẫn trong thiết kế. Đường đo thủy chuẩn hạng IV phải là đường có nền ổn định như đường quốc lộ, đường liên tỉnh, liên xã, đường đê hay bờ kênh mương, bờ vùng có từ trước. Đường càng bằng phẳng càng ngắn càng tốt.

IV.2.3. Chọn máy, mia, đế mia và thời tiết:

Máy dùng để đo thủy chuẩn hạng IV là máy thủy bình có độ phóng đại lớn hơn 24 lần, độ nhạy ống thủy dài  $\tau''$  nhỏ hơn  $15''/2mm$ . Máy phải được kiểm nghiệm và hiệu chỉnh trước khi đo.

Mia dùng để đo thủy chuẩn hạng IV là cặp mia hai mặt, mà hai mặt đều có khắc phân khoảng 1cm. Đế mia là loại đế mia sắt nặng  $1 \div 2$ kg.

Đo thủy chuẩn hạng IV vào lúc trời râm mát, gió nhẹ là tốt nhất, không đo lúc nắng gắt, gió mạnh hay sương mù.

IV.2.4. Đo thủy chuẩn hạng IV:

Đo thủy chuẩn hạng IV tiến hành theo phương pháp đo cao hình học từ giữa và theo sơ đồ dẫn độ cao trên đường dài. Đo thủy chuẩn hạng IV chỉ đo theo một chiều nhưng phải tuân theo qui định:

- Khoảng cách từ máy đến mia là  $70 \div 100m$  và không quá  $150m$ ;
- Chênh lệch khoảng cách không nhỏ hơn  $3m$ ;
- Chênh lệch cộng dồn nhỏ hơn  $10m$ ;
- Chiều cao tia ngắm lớn hơn  $0,3m$ ;
- Thứ tự đọc dây giữa trên mia: đen sau, đen trước, đỏ trước, đỏ sau;
- Chênh lệch các hằng số nhỏ hơn hay bằng  $2mm$ .

Sai số khép độ cao đường đo nhỏ hơn sai số cho phép  $20\sqrt{L}(mm)$  Khi đo ở đường bằng và  $25\sqrt{L}(mm)$  khi đo ở vùng núi; trong đó L là chiều dài đường đo tính bằng kilomet.

- Các kết quả đo phải ghi trực tiếp vào sổ đo thủy chuẩn hạng IV (bảng VII-14);
- Sau khi đo xong phải tính chiều dài, tổng chênh cao từng khâu (đoạn) và của cả đường đo, và tính sai số khép kín cho phép của đường đo. Vẽ sơ đồ ghi các kết quả đo và tính lên sơ đồ.

IV.2.5. Sổ đo thủy chuẩn hạng IV:

Toàn bộ số liệu đo được ghi và tính trong sổ đo thủy chuẩn, bảng VII-14 là kết quả đo của đường thủy chuẩn hạng IV xuất phát từ mốc hạng cao  $R_1$  đo khép về mốc hạng cao  $R_2$  đi qua mốc thủy chuẩn hạng IV (M).

SỔ ĐO THỦY CHUẨN HẠNG IV (bảng VII-14)

Ngày đo: 16-8-1991  
 Thời tiết: râm mát  
 Người đo: X  
 Người ghi, tính: X

Bắt đầu từ 7g30 đến 10g  
 Đo từ mốc R<sub>1</sub> đến mốc R<sub>2</sub>  
 Máy thủy chuẩn: Ni 030

Tên mốc	N <sup>0</sup> Trạm đo	K/cách Sau Trước	Ch/lệch Kcách Cộng dồn	Mặt Mia	Số đọc giữa dây		Chênh cao	
Tên mia	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
R <sub>1</sub> A - B	1	75.6 77.5	-1.9 -1.9	Đỏ Đen	5411(4) 0938(1) 4473(5)	6079(3) 1525(2) 4572(6)	-0686(7) -0587(8) +0099(9)	-0586 <sub>5</sub> (10)
B - A	2	98.2 100.3	-2.1 -4.0	Đỏ Đen	6064 1490 4574	6499 1027 4472	+0565 +0463 -0102	+0464
A - B M	3	88.3 85.8	+2.5 -1.5	Đỏ Đen	6557 2084 4473	5027 0454 4573	+1530 +1630 +0100	+1630
M B - A	4	93.8 92.7	+1.1 -0.4	Đỏ Đen	5578 1005 4573	5493 1021 4472	+0085 -0016 -0101	-0015 <sub>5</sub>
A - B R <sub>2</sub>	5	67.5 68.5	-1.0 -1.4	Đỏ Đen	5299 0827 4472	5922 1350 4572	-0623 -0523 +0100	-0523
		848.2			35253(11)	33415(12)	+1838(13)	+0969(14)

Khi số trạm đo trong trang sổ hay đường đo là chẵn (2, 4, 6,...) thì (14)=(13)/2; nếu số trạm đo trong trang sổ hay đường đo là lẻ (3, 5, 7, ...) thì (14)=[(13)±100]/2, ở đây dấu của hằng số 100 là dấu của (9) ở trạm lẻ dưới cùng.

Tính kết thúc:

- Khoảng cách và chênh cao khô (đoạn) R<sub>1</sub>M và MR<sub>2</sub>:

$$S_{R1M} = 527,7m ; \quad h_{R1M} = +1,5075m ;$$

$$S_{MR2} = 322,5m ; \quad h_{MR2} = -0,5385m ;$$

- Sai số khép cho phép của đường đo R<sub>1</sub>MR<sub>2</sub> là :

$$f_{hcp} = 20\sqrt{0,85} = \pm 18,4mm$$

IV.2.6. Bình sai đường thủy chuẩn hạng IV:

Trước khi tính độ cao các điểm thủy chuẩn hạng IV mới xây dựng cần bình sai các kết quả đo theo thứ tự sau:

1/ Tính sai số khép độ cao đường đo theo công thức:

$$f_h = \sum h_0 - (H_{cuối} - H_{đầu}) \quad (7-31)$$

Tính sai số khép kín cho phép  $f_{hcp} = 20\sqrt{L}$  (mm), trong đó L là tổng chiều dài đường đo, chính là tổng các khoảng cách từ máy đến 2 mia lấy ở cột [3] bảng VII-14.

- Nếu  $f_h \leq f_{hcp}$  thì tính số hiệu chỉnh chi 1 km đường đo



$$\delta_0 = \frac{-f_h}{\sum S} \quad (7-32)$$

2/ Tính số hiệu chỉnh chênh cao cho từng đoạn:

$$v_i = \delta_0 S_i \quad (7-33)$$

Tổng các  $v_i$  đúng bằng  $f_h$  nhưng ngược dấu.

3/ Tính chênh cao bình sai:

$$h_{đo} + v = h_{bs} \quad (7-34)$$

và độ cao các điểm độ cao hạng IV:

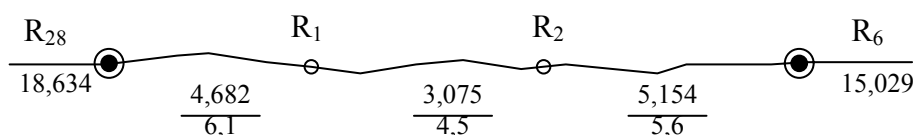
$$H_M = H_{R1} + h_{R1M} \quad (7-35)$$

Toàn bộ việc tính toán bình sai và tính độ cao đường thủy chuẩn hạng IV thực hiện trong bảng VII-15.

**VÍ DỤ 7.10:**

Đường thủy chuẩn hạng IV gồm 2 điểm  $R_1, R_2$  nối với điểm thủy chuẩn hạng II là  $R_{28}$  và điểm thủy chuẩn hạng III là  $R_6$  như hình VII-21. Chiều dài và chênh cao các đoạn đo cũng như độ cao các mốc thủy chuẩn hạng cao ghi trên sơ đồ hình VII-21. Hãy bình sai các kết quả đo và tính độ cao các điểm hạng IV là  $R_1$  và  $R_2$ .

**GIẢI:** Toàn bộ việc tính toán bình sai và tính độ cao theo công thức từ (7-31) đến (7-35) tiến hành ở bảng VII-15. Khi ghi chênh cao đoạn  $R_1R_2$  và  $R_2R_6$  vào bảng VII-15 phải đổi dấu và chiều tính chênh cao trên sơ đồ hình VII-21 ngược với chiều tính sai số khép ở bảng VII-15.



Hình VII-21

BẢNG TÍNH TOÁN BÌNH SAI VÀ ĐỘ CAO ĐƯỜNG THỦY CHUẨN  
(bảng VII-15)

Mốc	S (m)	$h_{đo}$ (m)	v (mm)	$h_{bs}$ (m)	H (m)
$R_{28}$					<u>18.634</u>
$R_1$	6.1	4.652	-22	4.660	23.294
$R_2$	4.5	-3.075	-16	-3.091	20.203
$R_6$	5.6	-5.154	-20	-5.174	15.029
	16.2	-3.547	-58	-3.605	

$$H_{R6} - H_{R28} = 15.029 - 18.634 = -3.605 \text{ m}$$

$$f_h = -3.547 - (-3.605) = +58 \text{ mm}$$

$$f_{h_{cp}} = 20\sqrt{16,2} = \pm 80,5 \text{ mm}$$

$$f_h < f_{h_{cp}}$$

$$\delta_0 = \frac{-58}{16,2} = -3,58 \text{ mm / 1km}$$

**Ghi chú:** Khi đo vẽ bình đồ phục vụ thiết kế và thi công các công trình thủy lợi có liên hệ với các hệ thống thủy lợi của cả vùng rộng lớn cần nâng cao độ chính xác đo lên một mức. Cụ thể là đo thủy chuẩn hạng III, IV trong thủy lợi cần tuân theo các qui định:

- Khoảng cách từ máy đến mìa nhỏ hơn 75m.
- Chênh lệch khoảng cách từ nhỏ hơn hay bằng 2m.
- Chênh lệch cộng dồn nhỏ hơn hay bằng 5m.
- Chiều cao tia ngắm cao hơn 0,3m.
- Thứ tự đọc dây giữa trên mìa: đen sau, đen trước, đỏ trước, đỏ sau.
- Chênh lệch hằng số mìa nhỏ hơn hay bằng 2mm.
- Sai số khép đường đo nhỏ hơn  $\pm 15\sqrt{L}$  (mm).

**IV.3. Lưới khống chế độ cao kỹ thuật:**

Lưới khống chế độ cao kỹ thuật được phát triển từ các điểm khống chế độ cao nhà nước. lưới khống chế độ cao kỹ thuật cùng lưới khống chế mặt bằng khu vực và lưới khống chế đo vẽ sẽ tạo thành hệ thống cơ sở trắc địa chính để đo vẽ bản đồ tỷ lệ vừa và lớn. Lưới khống chế độ cao kỹ thuật còn dùng để phát triển lưới khống chế độ cao đo vẽ.

**IV.3.1. Thiết kế lưới:**

Lưới khống chế độ cao kỹ thuật có thể là những đường thủy chuẩn khép kín hay phù hợp hoặc thành lưới có một vài điểm nút. Phụ thuộc vào khoảng cao đều của bản đồ phải đo vẽ mà chiều dài đường thủy chuẩn kỹ thuật được qui định ở bảng VII-16 sau:

Bảng VII-16

Loại đường	Khoảng cách đều		
	0.25	0.5	1; 2; 5
- Đường đơn	2 km	8 km	16 km
- Giữa điểm khống chế và điểm nút	1,5 km	6 km	12 km
- Giữa hai điểm nút	1 km	4 km	8 km

Khi thiết kế lưới khống chế độ cao kỹ thuật cần lưu ý là tất cả các điểm của lưới khống chế mặt bằng khu vực và 1/5 số điểm (cứ 5 điểm liên tiếp có 1 điểm) của lưới đo vẽ đều cần được xác định độ cao bằng đo thủy chuẩn kỹ thuật.

**IV.3.2. Chọn điểm, chọn mốc:**

Ngoài những điểm giải tích đường chuyền hạng I, II và các điểm của lưới đo vẽ được lấy làm điểm khống chế độ cao kỹ thuật, còn phải chọn các điểm mới ghi trong thiết kế. Việc chọn những điểm này cũng tiến hành như chọn các điểm khống chế độ cao hạng IV. Các điểm mới chọn tùy theo vị trí của điểm mà đánh dấu bằng các dấu mốc như hình VII-20.

**IV.3.3. Chọn máy và mìa:**

Máy dùng để đo thủy chuẩn kỹ thuật là máy thủy bình có độ phóng đại lớn hơn 20 lần và độ nhạy của ống thủy dài τ" phải nhỏ hơn 45"/2 mm. Nếu không có máy thủy bình có đủ điều kiện nói trên, có thể dùng máy kinh vĩ có ống thủy dài gắn trên ống kính.

Mìa dùng đo thủy chuẩn kỹ thuật là mìa 2 mặt hay 1 mặt khắc phân khoảng 1cm. Trước khi đo phải hiệu chỉnh và kiểm nghiệm máy.

**IV.3.4. Đo thủy chuẩn kỹ thuật:**

Đo thủy chuẩn kỹ thuật cũng tiến hành theo phương pháp đo cao hình học từ giữa và theo sơ đồ dẫn độ cao trên đường dài. Mìa dựng trên đế mìa hay trên cọc gỗ đóng xuống đất hay dựng trên nền gạch, đá của đường có rải mặt. Thứ tự đọc mìa:

- Nếu đo với mìa hai mặt: đọc đen đỏ mìa sau rồi đọc đen đỏ mìa trước.
- Nếu đo với mìa một mặt: đọc mìa sau quay máy đọc mìa trước. Thay đổi chiều cao máy đọc mìa trước rồi quay máy đọc mìa sau.

Khoảng cách từ máy đến mìa trung bình là 120m. Nếu thuận lợi có thể kéo dài đến 200m.

Chênh lệch hằng số giữa hai mia hoặc chênh cao giữa hai lần thay đổi chiều cao máy không lớn hơn  $\pm 5mm$ . Sai số khép của đường thủy chuẩn kỹ thuật không được vượt quá  $\pm 50\sqrt{L}$  (mm).

#### IV.3.5. Bình sai và tính độ cao:

a) *Bình sai đường thủy chuẩn đơn*: làm giống như ở lưới khống chế độ cao hạng IV.

b) *Bình sai lưới thủy chuẩn kỹ thuật*: Tiến hành theo phương pháp bình sai Pôpôp gồm các bước sau:

1/ Tính tổng chiều dài và chênh cao từng khâu (đoạn) trong lưới.

2/ Vẽ sơ đồ lưới với tỷ lệ lớn hơn. Nối 2 điểm độ cao cấp cao bằng đường đứt đoạn và xem chiều dài của khâu đó là bằng 0 để tạo thành vòng kín. Nếu trong lưới có p điểm độ cao cấp cao thì có p-1 vòng như thế.

Trong mỗi vòng, kẻ một khung chữ nhật để ghi sai số khép của vòng. Theo phương pháp bình sai Pôpôp thì tất cả các vòng đều tính sai số khép theo chiều kim đồng hồ.

Trên mỗi khâu của vòng đều kẻ một khung chữ nhật ở phía ngoài vòng để ghi lượng phân phối sai số khép của vòng. Trên mỗi khung ghi tỷ số chiều dài của khâu có khung chữ nhật trên tổng chiều dài của cả vòng. Số này thường ghi bằng mực đỏ nên còn gọi là số đỏ. Mỗi số đỏ tính đến 2 số lẻ và tổng các số đỏ trong một vòng phải bằng 1.

3/ Phân phối sai số khép vòng bắt đầu từ vòng có trị tuyệt đối sai số khép lớn nhất đến vòng có trị tuyệt đối sai số khép nhỏ nhất.

- Nhân sai số khép  $f_n$  với số đỏ ở đầu mỗi khung chữ nhật của vòng, làm tròn đến milimet. Tổng các tích này phải bằng  $f_h$ . Ghi các tích đã kiểm tra vào trong các khung chữ nhật có số đỏ nhân với  $f_h$ . Chú ý các khung này nằm ở ngoài vòng có  $f_h$  được phân phối.

- Sang vòng tiếp theo. Nếu các khung chữ nhật có số đỏ ở đầu, nằm trong vòng này, đã có tích của  $f_h$  vòng trước phân sang, thì phải tính lại sai số khép của vòng. Sai số khép mới bằng sai số khép của vòng cộng với lượng phân phối ở trong các khung chữ nhật nằm trong vòng. Ghi giá trị mới tính được vào trong khung sai số khép ở giữa vòng. Nhân với các số đỏ của vòng sau khi kiểm tra nếu không có sai sót thì ghi các tích vừa tính vào các khung chữ nhật ở ngoài vòng có sai số khép mới được phân phối.

Cứ làm như thế cho đến vòng cuối cùng thì quay lại vòng đầu và làm cho đến khi không còn sai số khép mới trong các vòng là xong bước phân phối sai số khép.

4/ Tính tổng các lượng phân phối trong các khung chữ nhật trong cả lưới:

Lấy tổng của khung chữ nhật phía trong vòng trừ cho tổng khung chữ nhật ở ngoài vòng sẽ được số hiệu chỉnh của khâu đó. Số này đặt trong ngoặc đơn ( ) và ghi phía trong vòng. Như vậy ở khâu chung giữa 2 vòng sẽ có số hiệu chỉnh bằng nhau về trị tuyệt đối nhưng ngược dấu.

Tổng các số hiệu chỉnh trên tất cả trên các khâu của vòng phải bằng đúng sai số khép ban đầu nhưng ngược dấu.

5/ Tính độ cao các điểm nút sau đó tính độ cao các điểm khống chế trên mỗi khâu giữa 2 điểm nút và khâu giữa điểm nút và điểm khống chế cấp cao.

#### IV.4. Lưới khống chế độ cao đo vẽ:

Lưới khống chế độ cao đo vẽ là cấp cuối cùng để chuyển độ cao cho điểm mia. Cơ sở để phát triển lưới khống chế độ cao đo vẽ là các điểm khống chế độ cao nhà nước và các điểm khống chế độ cao kỹ thuật. Các điểm của lưới đo vẽ, đường chuyền toàn đạc đều là các điểm của lưới khống chế độ cao đo vẽ.

Lưới khống chế độ cao đo vẽ chủ yếu là lưới thủy chuẩn lượng giác. Khi đo vẽ bình đồ tỷ lệ 1/500 có khoảng cao đều là 0,5m có thể dùng máy kinh vĩ hay máy bàn đạc để đo chênh cao các cạnh của lưới độ cao đo vẽ nhưng phải để tia ngắm nằm ngang. Khi đo vẽ bình đồ cả khoảng cao đều là 1; 2; 5m thì đo chênh cao các cạnh như đo chênh cao đường chuyền toàn đạc.

Lưới độ cao đo vẽ chủ yếu là những đường cao lượng giác phù hợp, trong đó điểm cấp cao ở đầu và cuối là điểm độ cao nhà nước hay điểm độ cao kỹ thuật. Sai số khép của đường độ cao đo vẽ

không lớn hơn  $\pm \frac{0,04 \cdot \sum S}{\sqrt{n}}$  (cm), trong đó S là chiều dài cạnh của lưới đo vẽ và n là số cạnh trong đường độ cao đo vẽ.

Việc bình sai kết quả đo và tính độ cao trong đường độ cao đo vẽ gồm các bước:

- Tính chênh cao đo đi và đo về của cạnh, chênh cao bình quân có trị tuyệt đối là trung bình cộng của tuyệt đối chênh cao đo đi và về, còn dấu là dấu của lần đo đi.

- Tính:

$$f_h = \sum h_{\text{đo đi}} - (\sum h_{\text{đo về}} - H_{\text{điểm cuối}} - H_{\text{điểm đầu}}) \text{ và } f_{\text{hcp}} = \pm \frac{0,04 \sum S}{\sqrt{n}}$$

Nếu  $f_h \leq f_{\text{hcp}}$  thì tính số hiệu chỉnh chênh cao của cạnh

$$v_i = -\frac{f_h}{\sum S} \cdot S_i$$

- Tính chênh cao bình sai

$$h_{b,s} = h_{\text{đo}} + v$$

và độ cao điểm khống chế

$$H_I = H_A + h_{AI}$$

CHƯƠNG VIII:**ĐO VẼ BẢN ĐỒ TỶ LỆ LỚN****I. ĐẠI CƯƠNG VỀ BẢN ĐỒ TỶ LỆ LỚN:**

Đo vẽ là quá trình đo đạc tổng hợp, để tiến hành thành lập bản đồ, bình đồ hoặc mặt cắt của một khu vực nào đó. Tùy theo đặc điểm thể hiện số liệu của thực địa, người ta chia ra ba loại đo vẽ: đo vẽ mặt bằng, đo vẽ độ cao và đo vẽ địa hình.

Đo vẽ mặt bằng là đo vẽ bình đồ bản đồ ranh giới, địa vật của thực địa. Trên bình đồ này, độ cao của các yếu tố trên thực địa không được thể hiện.

Đo vẽ độ cao nhằm mục đích xác định vị trí, độ cao của các điểm so với một mặt chuẩn nào đó. Đây chính là công tác đo độ cao.

Đo vẽ địa hình là dùng dụng cụ đo vẽ kết hợp mặt bằng và độ cao. Kết quả đo vẽ nhận được bình đồ hoặc bản đồ, trên đó thể hiện cả vị trí mặt bằng và độ cao của các điểm.

**II. NỘI DUNG THỂ HIỆN:****II.1. Biểu diễn địa hình, địa vật trên bình đồ, bản đồ:**

Nhiệm vụ của công tác đo vẽ nói chung đều là xác định vị trí tương hỗ của các đối tượng đo vẽ (các điểm địa vật) và địa hình trên thực địa, biểu diễn các đối tượng địa hình, địa vật lên bình đồ, bản đồ hoặc dưới dạng các mặt cắt trên giấy vẽ.

Địa hình, dáng đất là một nội dung biểu diễn quan trọng của bình đồ, bản đồ địa hình. Dáng đất là một tập hợp tổng thể toàn bộ bề mặt lồi lõm, gồ ghề, cao thấp khác nhau của mặt đất tự nhiên. Biết được những đặc điểm của dáng đất sẽ có một ý nghĩa quan trọng khi thiết kế quy hoạch khu đô thị, dân cư những vùng kinh tế phát triển cũng như khi thiết kế xây dựng các công trình kỹ thuật và khai thác ở các khu nhỏ.

Để biểu diễn địa hình dáng đất có thể sử dụng nhiều phương pháp như kẻ vân, tô màu nhưng hiện nay phổ biến nhất là đường đồng mức (xem chương I).

Ngoài ra, việc biểu diễn trên bình đồ, bản đồ còn đòi hỏi rất dễ nhận biết địa vật, muốn vậy, người ta đã dùng những ký hiệu đặc biệt gọi là những ký hiệu qui ước giả định (xem cuốn qui định ký hiệu qui ước bản đồ). Đối với mỗi tỷ lệ, người ta đã xây dựng những bộ ký hiệu qui ước có bề ngoài nhìn gần giống như đối tượng cần biểu diễn, do đó cũng cho ta hình dung rõ ràng, chính xác các địa vật trên thực địa.

**II.2. Yêu cầu độ chính xác của đo vẽ bình đồ, bản đồ:**

- Tỷ lệ đo vẽ sẽ ảnh hưởng tới mật độ và độ chính xác của các điểm khống chế trắc địa, tới qui trình công nghệ đo vẽ, tới thời hạn và hiệu quả của công việc.

- Tỷ lệ đo vẽ phụ thuộc vào mục đích sử dụng bản đồ bình đồ, diện tích khu vực đo vẽ, mức độ và độ chính xác biểu diễn thực địa.

- Độ chính xác chuyển điểm khống chế lên giấy vẽ là:  $0,2^{mm}$ .

- Độ chính xác biểu diễn địa hình, địa vật lên giấy vẽ là: từ  $0,5 \div 0,7^{mm}$ .

**III. CÔNG TÁC ĐO VẼ:****III.1. Công tác chuẩn bị:**

Để thực hiện được và thuận tiện cho công tác đo vẽ thì trước hết đòi hỏi chúng ta có những chuẩn bị về kiến thức chuyên môn, nhân sự, phương tiện và những hiểu biết thực tế về khu vực đo vẽ.

- Tham khảo tài liệu.
- Thám sát địa thế.
- Chuẩn bị về nhân sự và công cụ.

**III.2. Lập phương án kỹ thuật đo đạc:**

Sau khi có những chuẩn bị ban đầu ta tiến hành hình thành phương án đo đạc của mình như sau:

- Xác định nhiệm vụ, yêu cầu chất lượng và thời gian thực hiện.

- Thu thập các tài liệu bản đồ liên quan.

- Nghiên cứu các yêu cầu kỹ thuật và qui phạm với tình hình thực tế của khu đo vẽ mà sơ bộ lập lưới không chế.

- Khảo sát kỹ khu đo và vạch ra lưới không chế phù hợp nhất.

- Lập bản phương án kỹ thuật: lưới không chế, bố trí mốc đo ...

- Bố trí kế hoạch thi công, dự trù kinh phí (bao gồm về vật tư, nhân sự, ...).

III.3. Lập lưới không chế:

Lập lưới không chế đã được nói rõ ở chương IV, V và VI. Ở đây ta có thể vắn tắt như sau:

- Thiết kế lưới: trong đó gồm xác định số điểm, chọn mốc, chôn mốc.

- Công tác đo ngắm lưới: với các công cụ cần thiết ta tiến hành đo góc, chiều dài... của lưới.

- Đo liên kết lưới với lưới không chế nhà nước hay lưới không chế cấp cao hơn.

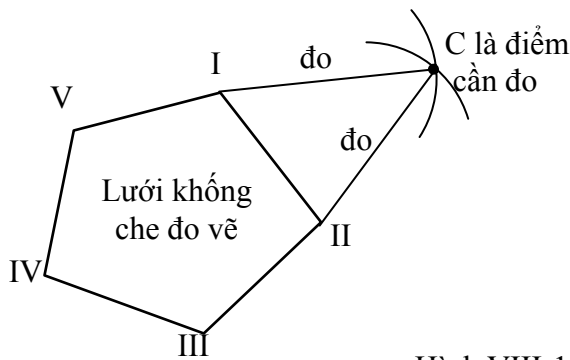
- Xử lý số liệu: gồm có ghi chép số liệu khi đo về tính toán và bình sai.

III.4. Đo chi tiết địa hình, địa vật:

Để thể hiện địa hình địa vật trên bản đồ thì ta tiến hành đo chi tiết. Có các phương pháp đo sau:

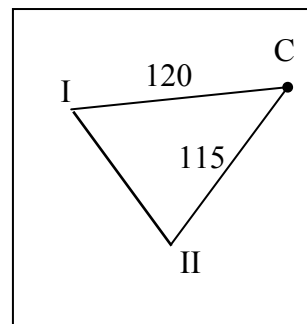
a) Phương pháp giao điểm:

- Đo cạnh: Ví dụ cần đo điểm chi tiết C (hình VIII-1), ta dựa vào cạnh của lưới không chế I-II. Theo phương pháp này dùng dụng cụ đo chiều dài cạnh I-C và cạnh II-C.



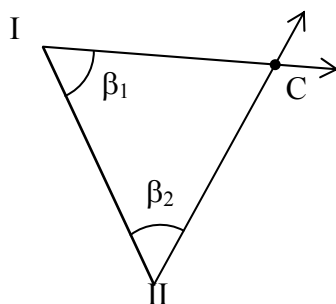
Hình VIII-1

Ghi nháp

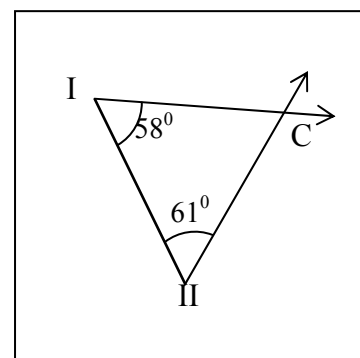


- Đo góc: Ví dụ cần đo điểm chi tiết C (hình VIII-2), ta cũng dựa vào cạnh của lưới không chế I-II. Theo phương pháp này ta đặt máy kinh vĩ tại hai điểm I và II, ngắm C đo được góc  $\beta_1$  và  $\beta_2$ .

Ghi nháp



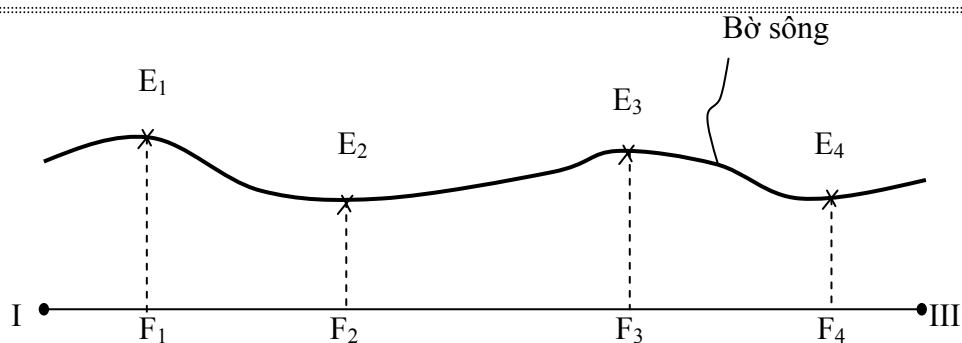
Hình VIII-2



Chú ý: phải ghi chú rõ ràng trên sơ đồ nháp.

b) Phương pháp tọa độ vuông góc:

Ví dụ ta cần bố sung bờ sông như hình VIII-3 sau:



Hình VIII-3

- Chọn một cạnh đường sườn gần đường cong. Đánh dấu những điểm trên đường cong chỗ thay đổi độ cong lớn, ví dụ điểm  $E_1, E_2, E_3, \dots$

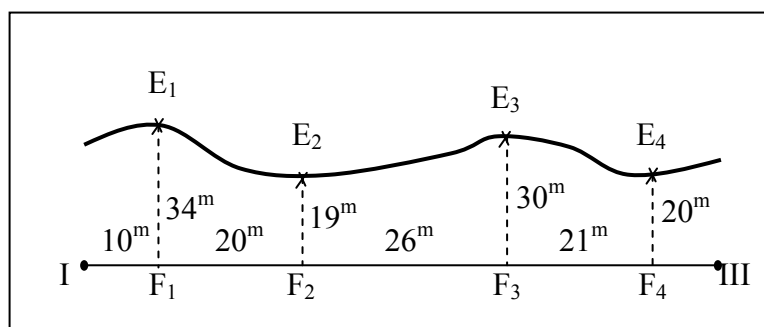
- Hạ hình chiếu  $E_1, E_2, E_3, \dots$  xuống đường I-III và đánh dấu (bằng cọc gỗ) các điểm chiếu  $F_1, F_2, F_3, \dots$

- Sau đó đo chiều dài  $E_1F_1, E_2F_2, E_3F_3, \dots$  và đo  $IF_1, IF_2, IF_3 \dots$  ta được  $e_1, e_2, e_3, \dots$  và  $f_1, f_2, f_3, \dots$

...

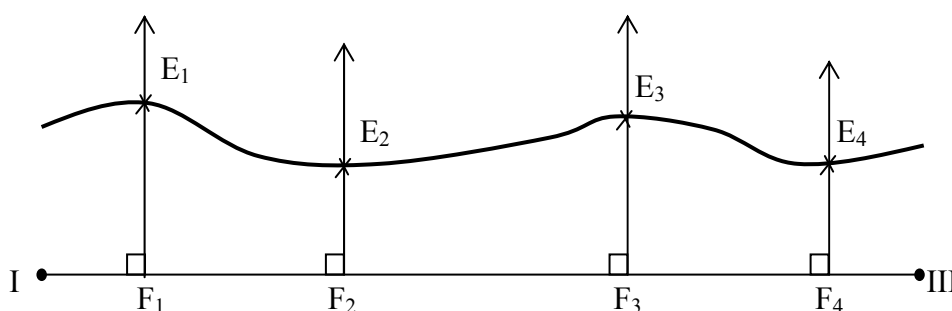
Vẽ và ghi nhập lên sơ đồ.

Ghi nhập



Hình VIII-4

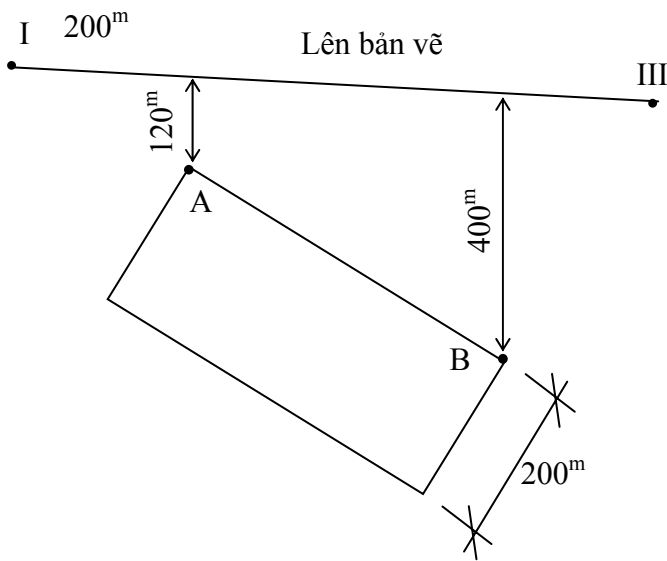
- Tiến hành lên bản vẽ:



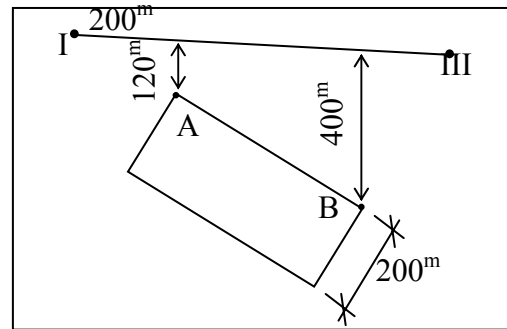
Hình VIII-4

- Nếu tăng số lượng điểm E thì càng chính xác.

- Tương tự nếu gặp hình chữ nhật:

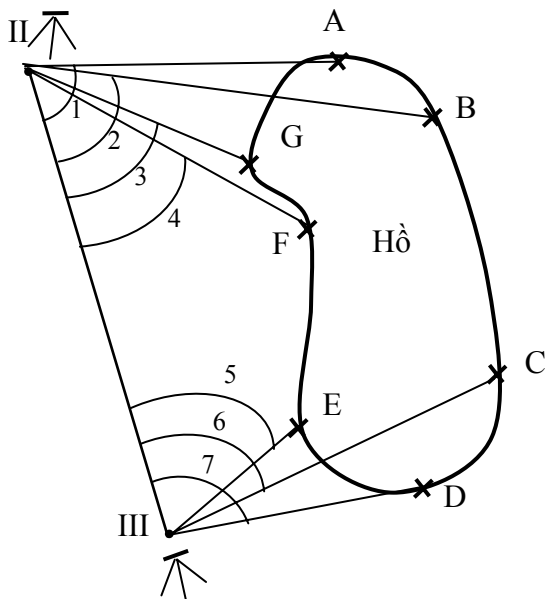


Ghi nháp

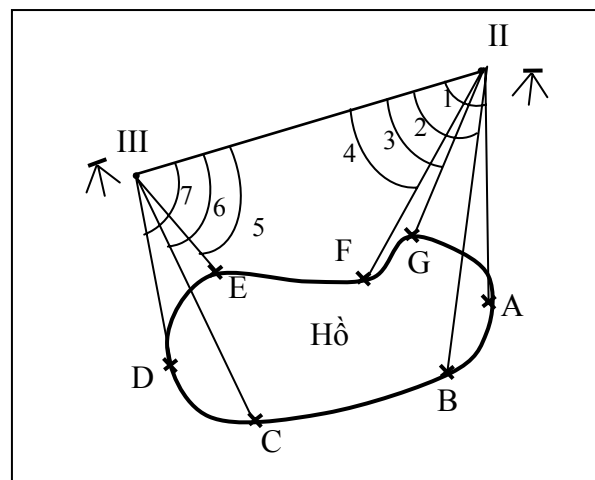


Hình VIII-5

c) Phương pháp đo tủa:



Ghi nháp



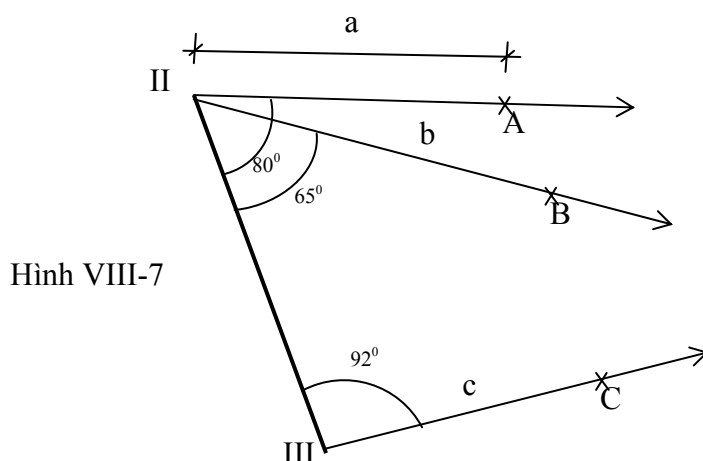
Hình VIII-6

- Đánh dấu các điểm thay đổi độ cong.
- Đặt máy tại II ngắm III đưa về  $0^{\circ}0'0''$ .
- Đo các góc tương ứng với các điểm A, B, G và F ta được giá trị góc bằng 1, 2, 3 và 4.
- Đặt máy tại III ngắm II đưa về  $0^{\circ}0'0''$ .
- Đo các góc tương ứng với các điểm E, C và D ta được giá trị góc bằng 5, 6 và 7.
- Đo khoảng cách từ máy đến các điểm A, B, C, D, E, F và G.

Như vậy có góc bằng tạo bởi hướng ngắm điểm chi tiết với cạnh định hướng (cạnh II-III) và có khoảng cách từ máy đến điểm chi tiết thì ta xác định được điểm đó trên bản vẽ.

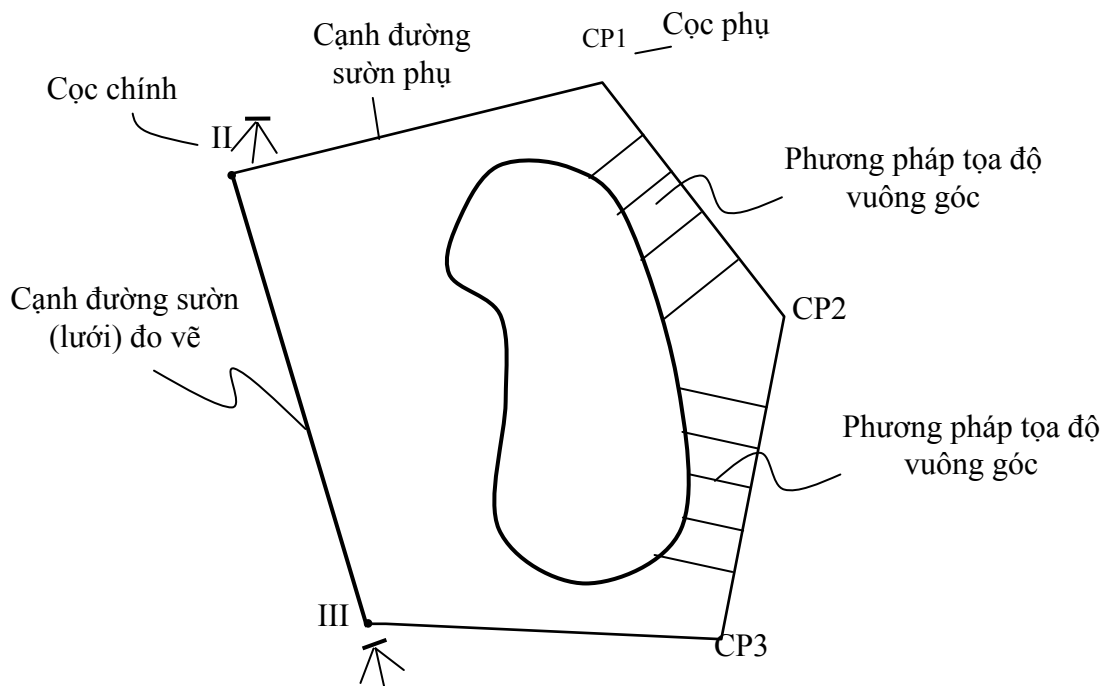
- Ghi số liệu vào sổ đo chi tiết.
- Đưa các điểm lên bản vẽ từ số liệu về góc và khoảng cách.





Hình VIII-7

- Nếu tầm nhìn bị che khuất, không nhìn thấy bên kia bờ hồ. Ta phải làm đường sườn phụ hay cọc phụ. Lúc này có thể dùng phương pháp tọa độ vuông góc hay phương pháp đo tủa cũng được để đo bờ hồ bên kia.



Hình VIII-8

III.5. Công tác lên bản vẽ:

a) Chuẩn bị giấy vẽ:

- Dựa vào 2 yếu tố để chọn ước lượng khổ giấy: dựa vào tọa độ đường sườn ta ước lượng chiều ngang và đứng khổ giấy vẽ.

- Ngang khổ giấy:

$$\text{ngang} = \frac{y_{\max} - y_{\min}}{\text{tỷ lệ}} \hat{=}$$

- Đứng khổ giấy:

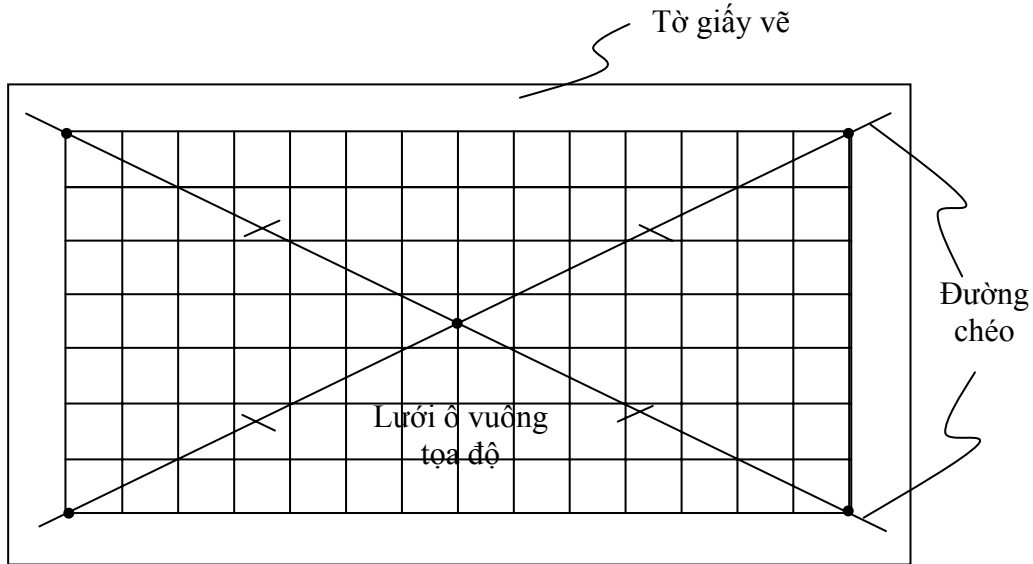
$$\text{đứng} = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{\text{tỷ lệ}} \hat{=}$$

trong đó:  $x_{\max}$ ;  $x_{\min}$ ;  $y_{\max}$ ;  $y_{\min}$  là các tọa độ x, y lớn nhất và nhỏ nhất của các điểm đường sườn.

Sau khi tính ra được chiều ngang và đứng ta cộng thêm mỗi cạnh  $10^{cm}$ .

b) *Kẻ lưới ô vuông tọa độ:*

- Kẻ đường chéo tương đối đi qua các góc tờ giấy vẽ. Hai đường chéo cắt nhau giữa tờ giấy.
- Từ điểm giao nhau của hai đường chéo, đo ra theo 4 hướng nằm trên đường chéo một khoảng bằng nhau, làm dấu 4 điểm đó bằng viết chì hoặc kim.
- Căn cứ vào 4 góc vừa tìm, kẻ khung chữ nhật và lưới ô vuông.



Hình VIII-9

c) *Lên lưới không chế (lên tọa độ các đỉnh đường sườn):*

Ví dụ ta có 6 điểm tọa độ của đường sườn:

$$I : \begin{cases} x = 475.50 \\ y = 562.35 \end{cases}$$

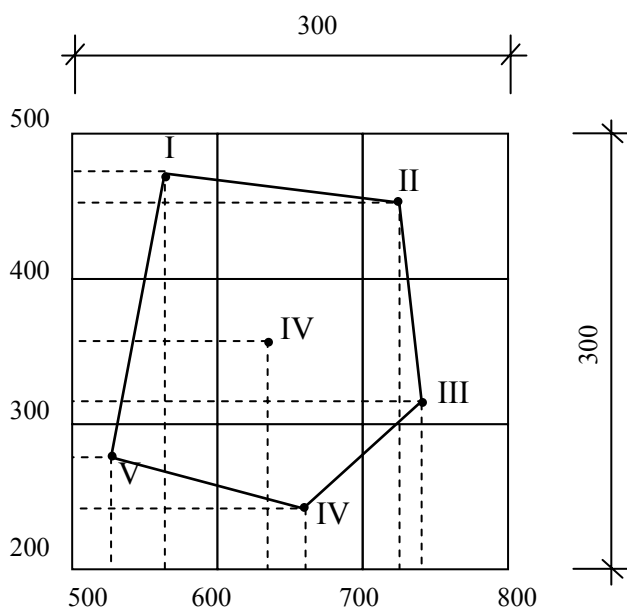
$$II : \begin{cases} x = 455.65 \\ y = 718.20 \end{cases}$$

$$III : \begin{cases} x = 310.50 \\ y = 735.45 \end{cases}$$

$$IV : \begin{cases} x = 246.38 \\ y = 668.43 \end{cases}$$

$$V : \begin{cases} x = 280.80 \\ y = 526.20 \end{cases}$$

$$VI : \begin{cases} x = 359.75 \\ y = 637.40 \end{cases}$$



Ta thấy  $x_{min}=246.38$  nên ta lấy góc bắt đầu theo phương đứng là  $200.00$ ;  $y_{min}=526.20$  nên ta lấy bắt đầu theo phương ngang là  $500.00$ .

d) *Lên chi tiết địa hình, địa vật:*

III.6. Công tác hoàn chỉnh bản vẽ:

- Bôi bỏ các nét phụ, cạnh đường sườn chỉ chừa đỉnh đường sườn.
- Kẻ khung tên, kẻ tên bản vẽ, chú dẫn,

Hình VIII-10

III.7. Nghiệm thu:

III.8. Tổng kết và giao nộp tài liệu:

- Tài liệu lưới khống chế: số liệu đo và tính toán.
- Tài liệu đo đạc địa hình.
- Bảng tổng kết kỹ thuật, đánh giá công tác.

## CHƯƠNG IX:      **SỬ DỤNG BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH**

### I. KHÁI NIỆM VỀ BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH:

Ở chương đầu một số vấn đề cơ bản về bản đồ địa hình đã được trình bày như lưới chiếu, hệ tọa độ, tỷ lệ bản đồ, phương pháp chia mảnh và đánh số bản đồ cách biểu diễn địa hình, địa vật lên bản đồ. Trong chương này sẽ đề cập đến một số đặc điểm riêng của bản đồ địa hình liên quan đến việc sử dụng nó trong thực tế.

#### 1/ Khung bản đồ và lưới tọa độ:

Khung bản đồ là một hệ thống gồm có:

- Khung ngoài: là đường kẻ một nét đậm, phân cách nội dung bản đồ và phần ghi chú ngoài khung.

- Trong cùng của khung là khung một nét mảnh thể hiện kinh tuyến và vĩ tuyến biên của tờ bản đồ.

- Ở giữa 2 khung kẻ trên là khung hai nét mảnh. Căn cứ vào hiệu số độ kinh và hiệu số độ vĩ giới hạn bởi khung trong, trên khung giữa chia ra từng độ kinh và từng phút độ vĩ.

#### 2/ Ghi chú ngoài khung:

Phía bắc tờ bản đồ, Chính giữa ghi tên một địa danh quan trọng nhất trong vùng ví dụ: tên tỉnh, thành, phố, huyện... ngay dưới địa danh là số hiệu tờ bản đồ.

Ngoài khung phía nam tờ bản đồ, Chính giữa ghi tỷ lệ bản đồ và vẽ một thước tỷ lệ thẳng, Bên phải là một thước đo độ dốc, bên trái là độ lệch kinh tuyến từ và góc lệch giữa kinh tuyến thực và trục x trong hệ tọa độ vuông góc.

### II. SỬ DỤNG BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH NGOÀI TRỜI:

Bản đồ địa hình được sử dụng rộng rãi trong công tác điều tra cơ bản, quy hoạch, thiết kế quản lý khai thác công trình.

Khi đem bản đồ ra thực địa để nghiên cứu, cần phải định hướng tờ bản đồ và xác định vị trí đang đứng là vị trí nào trên bản đồ.

#### II.1. Đặt bản đồ đúng hướng:

Định hướng bản đồ ở thực địa là đặt tờ bản đồ sao cho hướng Bắc - Nam của kinh tuyến vẽ trên bản đồ trùng với hướng Bắc - Nam của đường kinh tuyến ngoài thực địa. Có thể dùng 2 cách định hướng:

##### a) Định hướng bản đồ bằng địa bàn:

Trải phẳng bản đồ; đặt địa bàn lên tờ bản đồ sao cho đường chuẩn Bắc - Nam hoặc đường kính  $0^{\circ} - 180^{\circ}$  của địa bàn trùng với đường kinh tuyến vẽ trên bản đồ. Giữ bản đồ và địa bàn nằm ngang, xoay tờ bản đồ cho đầu Bắc kim nam châm chỉ đúng vạch  $0^{\circ}$  trên địa bàn, lúc đó tờ bản đồ được định hướng theo kinh tuyến từ. Ở những nơi có độ từ thiên  $\delta$  lớn (đã được ghi chú ở cuối tấm bản đồ) thì cần hiệu chỉnh cả  $\delta$  khi định hướng.

##### b) Định hướng bản đồ theo địa vật:

Chọn địa vật kéo dài như con đường, dòng kênh,..., hoặc 2 vật chuẩn định hướng thấy rõ nét ngoài thực địa và có vẽ trên bản đồ như nhà thờ, đỉnh núi, cây độc lập... trải phẳng và xoay tờ bản đồ sao cho hướng của vật chuẩn trên bản đồ trùng với hướng của vật đó ngoài mặt đất. Khi định hướng xong, nên chọn một vật chuẩn khác để kiểm tra.

#### II.2. Xác định vị trí một điểm trên mặt đất lên bản đồ:

Muốn nghiên cứu sự thay đổi của địa hình, sự thay đổi về số lượng và vị trí của các địa vật trên thực địa so với bản đồ, hoặc nghiên cứu các vấn đề chuyên môn khác, cần xác định chính xác vị trí đang đứng trên mặt đất ứng với điểm nào trên bản đồ.

Sau khi định hướng tờ bản đồ, cần nhận dạng các địa vật đặc trưng xung quanh để đối chiếu với bản đồ: trước hết dựa vào tên làng, xóm thị trấn, tên sông núi... để xác định sơ bộ vị trí khu vực; sau đó dựa vào các địa vật đặc trưng như con đường, ngã ba, ngã tư, cầu, cống ... để định vị chính xác hơn.

Trong trường hợp cần đánh dấu điểm một cách chính xác lên bản đồ, dùng phương pháp đo góc và khoảng cách từ điểm cần tìm đến địa vật đặc trưng đã có ở xung quanh rồi vẽ chuyển lên bản đồ.

### III. SỬ DỤNG BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH TRONG PHÒNG:

#### III.1. Xác định chiều dài một đoạn thẳng:

Có thể dùng các phương pháp sau:

- Dùng thước có khắc vạch milimet đo trực tiếp chiều dài trên bản đồ, đọc số trên thước tới 0,1mm. Biết tỷ lệ bản đồ 1/M, có thể tính được khoảng cách nằm ngang giữa hai điểm có ngoài mặt đất.

- Dùng compa đo: Đẽ 2 mũi nhọn compa trùng với 2 điểm rồi giữ nguyên khẩu độ compa, đặt compa lên thước tỷ lệ và đọc số trên thước.

- Nếu hai điểm đầu và cuối đoạn thẳng đã có tọa: dùng công thức để tính ra khoảng cách:

$$d = \sqrt{(x_{\text{cuối}} - x_{\text{đầu}})^2 + (y_{\text{cuối}} - y_{\text{đầu}})^2}$$

#### III.2. Xác định chiều dài một đoạn cong:

Trong thực tế cần xác định chiều dài một con đường, một đoạn sông, chu vi một khu đất trên bản đồ: những địa vật này thường có dạng cong bất kỳ.

- Nếu đường cong có dạng đơn giản: có thể tính gần đúng bằng cách chia nó thành nhiều đoạn nhỏ và coi mỗi đoạn là thẳng. Dùng thước thẳng để đo mỗi đoạn rồi cộng lại.

- Đối với đường cong phức tạp: Dùng "thước đo đường cong".

#### III.3. Xác định tọa độ một điểm trên bản đồ:

Để xác định tọa độ vuông góc x, y hoặc tọa độ địa lý  $\varphi, \lambda$  của một điểm, phải dựa vào lưới tọa độ đã kẻ ở ngoài khung tờ bản đồ. Ví dụ xác định tọa độ điểm A được xác định như sau: trước hết dựa vào lưới ô vuông trên bản đồ để đọc lấy tọa độ điểm M ở góc Tây - Nam của ô vuông chứa điểm A. Từ A, hạ 2 đường vuông góc xuống 2 cạnh ô vuông. Dùng compa đo và thước tỷ lệ đo lấy các giá số tọa độ  $\Delta x, \Delta y$ ; vậy tọa độ điểm A là:

$$\begin{aligned} X_A &= X_M + \Delta x \\ Y_A &= Y_M + \Delta y \end{aligned} \quad (9-1)$$

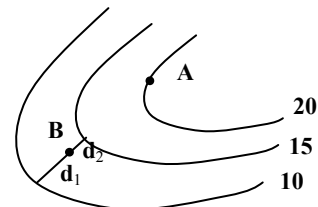
Để xác định tọa độ địa lý điểm A, cũng tiến hành tương tự như trên: qua A kẻ các đường kinh tuyến, vĩ tuyến, các đường này gặp cạnh ô hình thang có góc Tây - Nam là N. Giá số độ vĩ  $\Delta\varphi$  và giá số độ kinh  $\Delta\lambda$  sẽ được nội suy theo tỷ lệ. Cần lưu ý là cả cạnh ô hình thang ứng với độ chênh tọa độ địa lý là  $1''=60''$ . Vậy tọa độ địa lý của A là:

$$\begin{aligned} \varphi_A &= \varphi_N + \Delta\varphi \\ \lambda_A &= \lambda_N + \Delta\lambda \end{aligned} \quad (9-2)$$

#### III.4. Xác định độ cao một điểm trên bản đồ:

Trên bản đồ, độ cao của mặt đất được thể hiện bằng đường đồng mức hoặc ghi chú độ cao ở các điểm đặc trưng. Muốn xác định độ cao của một điểm trên bản đồ, phải căn cứ vào vị trí tương hỗ của điểm đó so với đường đồng mức gần nhất mà nội suy ra.

- Nếu điểm cần xác định độ cao nằm ngay trên một đường đồng mức, hoặc ngay trên đỉnh đồi, yên ngựa có độ cao, đọc ngay độ cao của điểm đó. Ví dụ hình IX-1, độ cao 20m.



Hình IX-1

- Độ cao điểm được nội suy từ 2 đường đồng mức 15m: qua B kẻ đường vuông góc với 2 đường đồng mức 10m và 15m; gọi  $d_1$  và  $d_2$  là khoảng cách từ B tới các đường đồng mức này; nội suy theo phương pháp "tỷ lệ thuận", ta có:

$$H_B = 10m + \frac{d_1}{d_1 + d_2} \cdot 5m \quad (\text{khoảng cao đều } E=5m)$$

đường  
thì có thể  
điểm A là

10m và  
lên cận  
đường

hoặc: 
$$H_B = 15m - \frac{d_2}{d_1 + d_2} \cdot 5m$$

Ví dụ: như hình IX-1 ta tính như sau:

$$d_1=6mm, d_2=4mm \text{ thì } H_B = 10 + \frac{6}{6+4} \cdot 5 = 13,0m$$

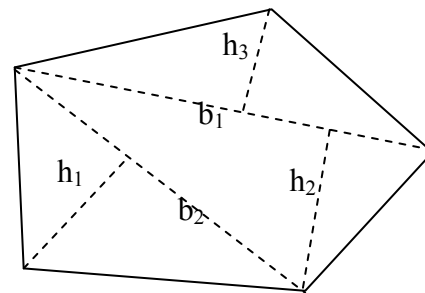
hay: 
$$H_B = 15 - \frac{4}{6+4} \cdot 5 = 13,0m$$

Độ cao của điểm xác định trên bản đồ có độ chính xác không cao vì bản thân các đường đồng mức đã là do nội suy từ các điểm chi tiết có độ cao.

**III.5. Đo diện tích bản đồ:**

Trong các khâu công tác tính toán, thiết kế kỹ sư thường gặp nhiều trường hợp phải tính diện tích của một khu đất trên bản đồ. Ta hãy xét các trường hợp sau:

a) Khi diện tích cần đo được bao quanh bởi các đoạn thẳng (hình IX-2), người ta chia hình cần đo thành những hình cơ bản như tam giác, chữ nhật... Dùng thước tỷ lệ đo lấy kích thước trên các hình đó rồi áp dụng các công thức toán học để tìm ra diện tích từng hình; cộng các diện tích các hình này lại, ta được diện tích của hình cần đo.



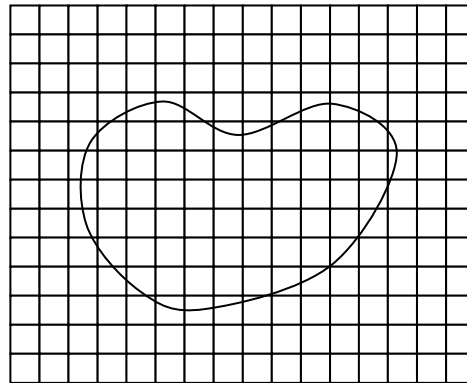
Hình IX-2

b) Khi diện tích cần đo được bao quanh bởi một đường cong bất kỳ:

Có thể áp dụng trong các phương pháp sau đây:

- Phương pháp đếm ô vuông: Trên tờ giấy bóng mờ hoặc phim nhựa, kẻ một lưới ô vuông kích thước mỗi ô là 2x2mm hoặc 5x5mm. Đặt đè lưới ô vuông này lên diện tích cần đo (hình IX-3).

Đếm số ô vuông nằm trong đường biên của hình: trước hết đếm ô vuông nguyên; các ô khuyết nằm ven đường biên thì phải bù trừ cho nhau để thành một ô chẵn khi đếm, phần bù trừ này ước lượng bằng mắt.

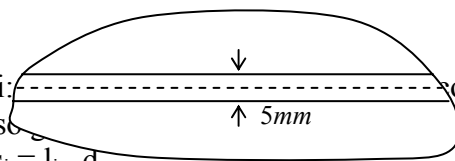


Hình IX-3

Tùy theo tỷ lệ bản đồ và kích thước ô vuông mà tính ra diện tích thực mỗi ô vuông. Biết số ô vuông nằm trong đường biên, sẽ tính được diện tích thực của hình cần đo.

- Phương pháp chia dải: Trên giấy bóng mờ kẻ các đường song song cách đều, các đường này cách nhau 5mm tạo thành những dải hẹp, trong mỗi dải kẻ những đường chia đôi dải - những đường nét đứt trên hình IX-4.

Xét diện tích mỗi dải: 
$$s_i = l_i \cdot d$$
 với mỗi dải gần giống với hình thang, vậy diện tích của dải là tích số 
$$S = \sum s_i = \sum l_i \cdot d = d \cdot \sum l_i$$
 (9-3)



Hình IX-4

Vậy muốn biết diện tích của hình cần đo, chỉ cần đo lấy bề dài của các đường nét đứt  $l$  rồi cộng lại ( $\sum l_i$ ), sau đó nhân tổng này với bề rộng  $d$  của mỗi dải. Có thể chọn  $d$  ứng với chiều dài chẵn (10m, 20m ...) ngoài mặt đất để tiện lợi cho việc tính toán.

- Phương pháp dùng máy đo diện tích: (xem sách)

III.6. Xác định độ dốc mặt đất trên bản đồ:

a) độ dốc:

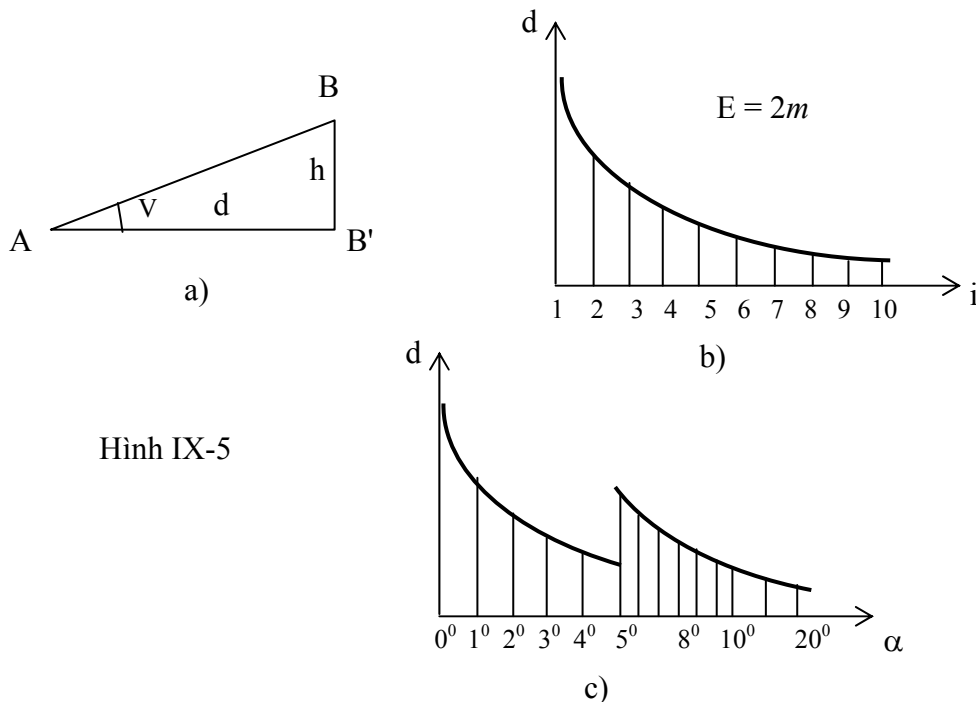
Giả sử có 2 điểm A, B nằm trên mặt đất dốc (hình IX-5a), góc dốc của mặt đất là  $V$ ; theo định nghĩa, độ dốc của mặt đất trên đoạn AB là:

$$i = \text{tg}V = \frac{h}{d} \tag{9-4}$$

trong đó:  $h$  là chênh cao giữa A và B;  $d$  là khoảng cách ngang giữa A và B;  $i$  là độ dốc tính theo %.

Muốn xác định độ dốc của đoạn thẳng AB, cần biết chênh cao  $h$ , khoảng cách ngang  $d$ .

Ví dụ:  $h=1m$ ;  $d=20m$  thì  $i=5\%$ .



Hình IX-5

b) Biểu đồ độ dốc và góc dốc:

Để xác định độ dốc  $i$  và góc dốc  $V$  nhanh chóng, ở phía dưới tờ bản đồ thường vẽ "biểu đồ độ dốc" hoặc "biểu đồ góc dốc".

Dựa vào công thức (9-4) ta có:

$$d = \frac{h}{i} \tag{9-5}$$

Nếu thấy  $h=E$ =khoảng cao đều giữa 2 đường đồng mức trên bản đồ. Cho trước các độ dốc  $i$  là 1%, 2%, 3%, ... sẽ tính được các giá trị  $d$  tương ứng. Biểu diễn  $d$  lên hệ trục tọa độ vuông góc ta sẽ có được đường cong hypecbôn độ dốc (hình IX-5b) ứng với một khoảng cao đều  $E$  của bản đồ. Trên cùng một tờ bản đồ, thường có 2 giá trị  $E$  (khoảng cao đều giữa đường đồng mức con và khoảng cao đều giữa các đường đồng cái). Trên hình IX-5b là hypecbôn độ dốc dùng với  $E=2m$ .

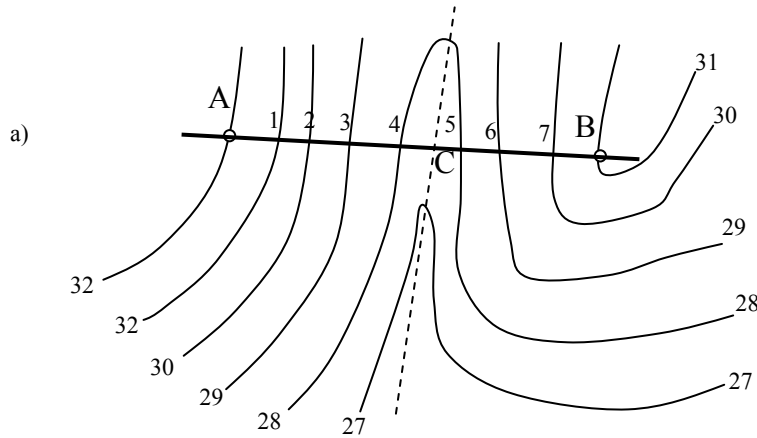
Nhiều khi, người ta cũng dựng hypecbôn góc dốc  $V$  như ở hình IX-5c.

- Cách dùng hypecbôn độ dốc: giả sử muốn xác định độ dốc mặt đất giữa hai điểm A và B trên bản đồ; A và B là 2 điểm nằm trên 2 đường đồng mức khác nhau. Dùng compa đo để cho 2 đầu compa trùng với A và B, giữ nguyên khâu độ compa đặt lên hypecbôn độ dốc sao cho đoạn thẳng giữa 2 mũi compa song song với trục tung của biểu đồ. Di chuyển compa ra xa hay gần trục tung cho tới khi một mũi compa trùng với trục hoành, còn mũi kia trùng với đường cong: số đọc độ dốc ở ngay mũi chạm trục hoành.

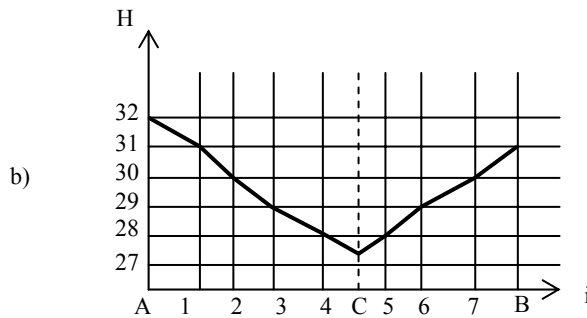
III.7. Vẽ mặt cắt địa hình theo một hướng đã biết trên bản đồ địa hình: (Dùng lát cắt)

Để thấy rõ sự thay đổi của mặt đất tự nhiên dọc theo một tuyến định trước trên bản đồ, có thể dựa vào giao điểm của tuyến với đường đồng mức để vẽ mặt cắt địa hình.

Ví dụ như hình IX-6a, cần vẽ mặt cắt địa hình dọc theo tuyến AB.



Hình IX-6



Trên giấy trắng, ta kẻ trục hoành biểu thị khoảng cách giữa các điểm; trục này có tỷ lệ bằng với tỷ lệ bản đồ; trục tung biểu thị độ cao có tỷ lệ tự chọn cho thích hợp. Dùng compa để đưa các đoạn thẳng A-1, 1-2, 2-3, ... lên trục hoành, rồi từ đó dóng song song với trục tung tới độ cao tương ứng; nối các đầu nút, ta có mặt cắt ngang của địa hình dọc theo tuyến AB (hình IX-6b).

Mặt cắt địa vẽ ra từ bản đồ theo phương pháp trên có độ chính xác thấp, vì bản thân các đường đồng mức đã là do nội suy từ các điểm chi tiết có độ cao, mang sai số tới 1/3 khoảng cao đều; vì vậy khi cần có mặt cắt địa hình dùng trong các khâu tính toán, thiết kế, tiến hành đo vẽ trực tiếp.



PHẦN II:**ĐO ĐẠC CÔNG TRÌNH**CHƯƠNG X:**CÁC YẾU TỐ CƠ BẢN TRONG BỐ TRÍ CÔNG TRÌNH**I. KHÁI NIỆM VỀ BỐ TRÍ CÔNG TRÌNH VÀ LƯỚI KHÔNG CHẾ THI CÔNG:I.1. Khái niệm chung:

Việc xây dựng thi công các công trình, nói chung đều dựa trên các bản vẽ thiết kế. Việc chuyển các công trình trên bản vẽ thiết kế ra thực địa, gọi là công tác bố trí công trình. Công tác bố trí công trình ngược với công tác đo vẽ bản đồ, nhiệm vụ của đo vẽ là biểu diễn địa hình, địa vật ở ngoài thực địa lên bản vẽ theo một tỷ lệ qui định.

Những tài liệu cơ bản dùng cho công tác bố trí là:

- Bình đồ tổng thể (quy hoạch tổng thể) của công trình, tỷ lệ 1:500 - 1:2000.
- Các bản vẽ thi công ở tỷ lệ lớn.
- Thiết kế quy hoạch độ cao, tỷ lệ 1:1000 - 1:2000.
- Sơ đồ lưới không chế trắc địa của khu vực xây dựng. Trong bản thiết kế các trục chính (trục góc) đều được đo nối trực tiếp vào các điểm không chế trắc địa. Còn về mặt độ cao, thường lấy một mặt phẳng nào đó làm mặt phẳng chuẩn quy ước rồi từ đó mà đo độ cao của các mặt phẳng hoặc của các điểm đặc biệt trong thiết kế.

Để chuyển thiết kế ra thực địa phải tiến hành công tác chuẩn bị về mặt đo đạc:

- a) Lập các bản vẽ bố trí cùng với các số liệu đo nối các trục chính vào các điểm không chế đo đạc, tiến hành tính toán chi tiết cho thiết kế.
- b) Xây dựng bản thiết kế để dựa vào đó mà bố trí cắm công trình. Trong bản thiết kế này phải giải quyết các vấn đề cơ bản sau:
  - Phát triển lưới không chế để bố trí công trình. Sơ đồ lưới độ chính xác và các phương pháp đo. Bình sai lưới, các qui cách mốc và dấu mốc.
  - Đề án kiểm tra độ ổn định của lưới không chế mặt bằng và độ cao.
  - Chuyển các trục chính của công trình ra thực địa, độ chính xác, các phương pháp đo kiểm tra, chôn mốc và đánh dấu điểm.
  - Bố trí chi tiết công trình. Độ chính xác các phương pháp bố trí chi tiết và cách chôn mốc, đánh dấu điểm.
  - Các công tác đo đạc phục vụ lắp ráp.
  - Đo đạc biên dạng công trình. Độ chính xác cần thiết, phương pháp đo đạc biên dạng và không chế đo đạc.

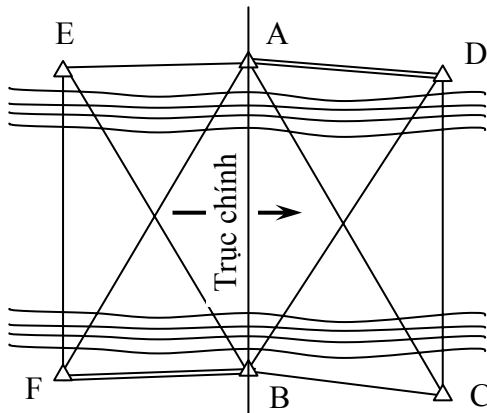
I.2. Lưới không chế:

Khi đo vẽ bình đồ, ta thu các kích thước đo ở thực tế ngoài mặt đất theo tỷ lệ  $1/M$  rồi vẽ lên giấy. Ngược lại, khi ta bố trí công trình ta phải đưa kích thước trên bình đồ đã phóng to  $M$  lần bố trí ra ngoài thực địa để được kích thước thực của công trình sẽ xây dựng. Bởi vậy không thể dùng các điểm không chế địa hình vẫn còn lưu giữ trên công trường mà phải xây dựng lưới mới có độ chính xác cao hơn, để đảm bảo kích thước sau khi bố trí đạt độ chính xác yêu cầu của thiết kế. Lưới đó gọi là lưới không chế thi công và chia ra làm lưới không chế mặt bằng thi công và lưới không chế độ cao thi công.

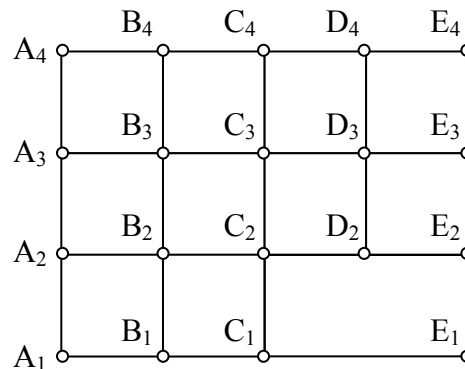
a) *Lưới không chế mặt bằng thi công: lưới này có dạng như lưới không chế địa hình.*

1/ Lưới tam giác: là lưới có điều kiện hình học chặt chẽ, đảm bảo độ chính xác cao thích hợp ở vùng đồi núi, thành phố, là những nơi đo chiều dài khó khăn. Lưới tam giác thường được ứng

dụng nhiều trong các công trình xây dựng thành phố. Cầu hầm, đập nước .v.v... Lưới tam giác có nhiều dạng; đối với công trình cầu lớn, lưới được thành lập ở dạng tứ giác trắc địa (hình X-1).



Hình X-1



Hình X-2

2/ Lưới đường chuyền: Độ chính xác các điểm trong lưới tương đối đồng đều, song công tác đo chiều dài khá lớn nên khả năng ứng dụng còn bị hạn chế, thời gian gần đây nhờ kỹ thuật đo chiều dài bằng máy điện quang phát triển nên lưới đường chuyền được áp dụng khá rộng rãi trên các công trình xây dựng.

3/ Lưới ô vuông là lưới khống chế gồm nhiều hình vuông hay hình chữ nhật nhỏ kế tiếp nhau hợp thành (hình X-2). Khi lập lưới, căn cứ vào yêu cầu thi công công trình, bố trí sẵn một số điểm ô vuông. Dùng phương pháp đường chuyền để xác định tọa độ các đỉnh ô vuông. Điều chỉnh đưa các điểm này vào vị trí chính xác để mỗi cạnh của lưới ô vuông đều bằng một số chẵn 100m hoặc 200m... thuận tiện cho việc bố trí công trình theo phương pháp tọa độ vuông góc.

Lưới ô vuông được sử dụng khi bố trí các công trình nhà ga, sân bay và các công trình công nghiệp.

Tùy theo yêu cầu độ chính xác bố trí mà qui định độ chính xác của lưới khống chế thi công, nghĩa là dùng máy, phương pháp đo và tính cần thiết để thi công lưới. Điều quan trọng là lưới khống chế thi công nhất thiết phải được đo nối vào lưới khống chế địa hình đã có trước để cho tọa độ các điểm khống chế thi công thống nhất với các hệ tọa độ đo vẽ trước. Sau khi tính xong lưới phải triển các điểm lưới khống chế thi công lên bản đồ thiết kế công trình và đó mới là cơ sở để chuyền các điểm chính và chi tiết của công trình từ thiết kế ra ngoài thực địa.

b) *Lưới khống chế độ cao thi công: Đó là lưới độ cao hình học tương đương với lưới thủy chuẩn hạng IV nhà nước, nhưng có mật độ điểm phụ thuộc vào qui mô và tính chất của loại công trình.*

Các điểm khống chế phải bố trí ở nơi ổn định. Sau khi hoàn thành xong lưới khống chế độ cao cơ bản, cần dẫn độ cao lên các điểm khống chế mặt bằng và các điểm khống chế độ cao khác trên công trường. Những điểm này gọi là những điểm khống chế độ cao xây dựng. Khi bố trí các điểm chi tiết của công trình phải dẫn độ cao trực tiếp từ các điểm khống chế độ cao xây dựng tới.

### 1.3. Trình tự và độ chính xác của công tác bố trí công trình:

Về mặt nội dung, các công tác bố trí công trình là quá trình ngược lại công tác đo vẽ. Khi đo vẽ bản đồ, các đại lượng đo trên thực địa được chuyển lên trên các bản vẽ như bình đồ và mặt cắt, thì ngược lại khi bố trí công trình lại dựa vào các bình đồ và các mặt cắt thiết kế để tiến hành thi công.

Nói chung, trình tự bố trí công trình như sau:

- Giai đoạn đầu: dựa vào các điểm khống chế đo đạc và các số liệu đo nối đã tính toán sẵn để tìm và chọn mốc vị trí các trục chính, trục cơ bản của công trình. Giai đoạn này gọi là giai đoạn bố trí cơ bản.

- Giai đoạn thứ hai: là giai đoạn bố trí chi tiết công trình dựa vào các trục chính đã bố trí xong trong giai đoạn đầu. Tùy theo trình tự thi công mà bố trí các trục dọc và trục ngang của các khối, các chi tiết.v.v... xác định vị trí mặt bằng và độ cao của tất cả các điểm đặc trưng, các mặt cắt, các kết cấu. Bố trí chi tiết cũng có nghĩa là xác định vị trí tương quan giữa các yếu tố, các bộ phận chi tiết của công trình, vì vậy có khi độ chính xác yêu cầu cao hơn so với giai đoạn bố trí các trục chính.

- Giai đoạn thứ ba: Bố trí đánh dấu các trục lắp ráp và đặt các thiết bị đúng vị trí thiết kế. Giai đoạn này đòi hỏi độ chính xác đo đạc phải đạt yêu cầu cao nhất.

**II. CÁC PHƯƠNG PHÁP BỐ TRÍ CƠ BẢN:**

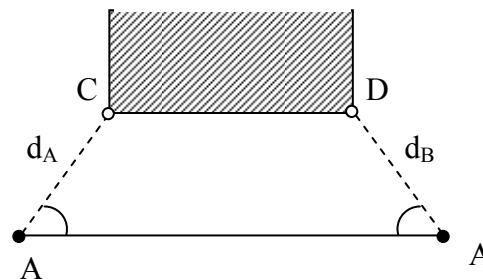
Muốn đưa kích thước, vị trí, tọa độ, độ cao của một công trình từ thiết kế ra ngoài thực địa cần nắm vững các phương pháp bố trí.

**II.1. Các phương pháp chuyển một điểm chi tiết ra thực địa từ bản thiết kế:**

**II.1.1. Phương pháp tọa độ:**

*a) Tọa độ một cực*

Phương pháp tọa độ cực được sử dụng trên các khu vực xây dựng chưa có mạng lưới ô vuông. Phương pháp này dùng để tìm vị trí của một điểm nằm trên một hướng đã biết, xuất phát từ một điểm cần xác định vị trí trên thực địa của các điểm C và D xuất phát từ 2 điểm A và B của mạng lưới trắc địa hiện có (hình X-3).



Hình X-3

Vị trí của các điểm C và D cần tìm đã được xác định trong thiết kế bằng các tọa độ  $x_C, y_C$  và  $x_D, y_D$ , còn trắc địa các điểm không chế A và B đã được cho trong bảng trắc địa.

Để xác định vị trí thực của các điểm C và D cần căn cứ vào trắc địa của cả 4 điểm A, B, C và D từ đó tính được khoảng cách AC, BD và phương hướng của các khoản cách đo (góc định hướng). Dựa theo hiệu số góc định hướng của cạnh, xuất phát AB và của các cạnh AC và BD mà tính ra các góc  $\alpha_A$  và  $\alpha_B$  sau đó bố trí các điểm C và D.

Từ A mở góc  $\alpha_A$  và bố trí đoạn thẳng  $d_A = AC$  xác định được điểm C. Từ B mở góc  $\alpha_B$  và bố trí đoạn thẳng  $d_B = BD$  xác định được điểm D.

*b) Tọa độ vuông góc:*

Muốn bố trí trắc địa bằng phương pháp trắc địa vuông góc ở trên thực địa, thông thường người ta sử dụng mạng lưới ô vuông. Ví dụ trên hình X-4, giả sử  $A_1A_2$  và  $A_1B_1$  là 2 cạnh của lưới ô vuông, yêu cầu phải bố trí điểm C.

Trước hết, đặt máy tại  $A_1$  ngắm hướng  $A_1A_2$ , bố trí độ dài  $a = \Delta x = x_C - x_{A_1}$  được điểm C'. Sau đó, đặt máy kinh vĩ tại C' mở góc  $90^\circ$  bố trí độ dài  $b = \Delta y = y_C - y_{A_1}$  được điểm C, cuối cùng đánh dấu điểm C cần tìm.

Để kiểm tra lại có thể bố trí điểm C một lần nữa, phải xuất phát từ cạnh  $A_1B_1$  của lưới ô vuông xây dựng.

**II.1.2. Phương pháp giao hội:**

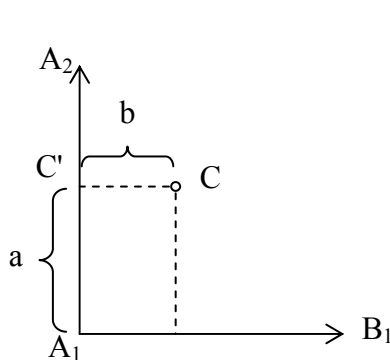
*a) Giao hội phía trước:*

Khi bố trí các điểm cách xa điểm không chế trắc địa và không thể bố trí khoảng cách từ các điểm không chế đến điểm cần bố trí hoặc các điểm cần bố trí lại nằm ở những mặt phẳng có độ cao khác nhau và cách xa điểm không chế. Chẳng hạn như khi bố trí các điểm trên công trình xây dựng đập nước hoặc các cầu lớn.

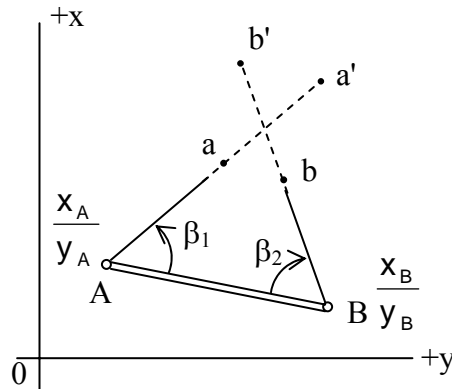
Khi bố trí điểm bằng phương pháp này, phải đặt máy kinh vĩ ở 2 điểm đã biết A và B (hình X-5) bố trí hai góc  $\beta_1$  và  $\beta_2$ . Các hướng sẽ giao nhau tại C. Muốn xác định vị trí thì trên hai hướng đó, ở

gần vị trí giao điểm trên mỗi hướng ta đánh dấu bằng hai điểm a, a' và b, b'. Giữa các điểm a, a' và b, b' căng các sợi dây nhỏ và điểm giao nhau giữa hai sợi dây chính là vị trí điểm C.

Chú ý các góc  $\beta_1, \beta_2$  cần được xác định bằng hai nửa lần đo tức là bằng bàn độ trái và phải.



Hình X-3



Hình X-4

b) *Giao hội phía sau:*

Trong thực tế khi đã biết vị trí sơ bộ của điểm cần bố trí và có thể đặt được máy thì người ta dùng phương pháp giao hội phía sau để bố trí điểm (hình X-5).

Muốn bố trí được nhanh thì trước hết phải tìm vị trí sơ bộ C' của điểm C để đặt máy. Sau đó, chọn 3 điểm không chế đã biết A, B, D để xác định trắc địa điểm C. Cũng cần lưu ý rằng không nên để C' rơi vào vòng tròn nguy hiểm của các điểm A, B, D. Từ trắc địa điểm C đã biết trong thiết kế và trắc địa điểm C' vừa tính được có thể tính số gia trắc địa như sau:

$$\Delta_x = x_C - x'_C$$

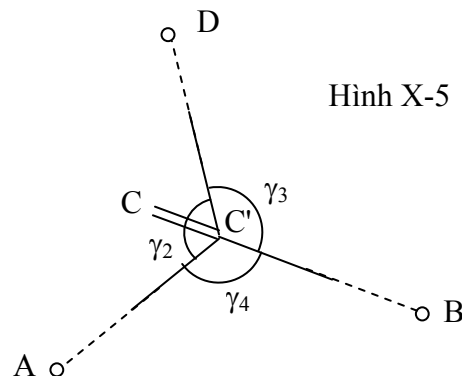
$$\Delta_y = y_C - y'_C$$

Dựa vào trị số tính được của  $\Delta_x, \Delta_y$  đưa vị trí điểm C' dời về điểm C.

c) *Giao hội đường trực*

Trong trường điểm định bố trí C nằm trên đường AB (hình X-6) đã bố trí sẵn trên thực địa, đồng thời tại C có thể đặt được máy kinh vĩ đo góc, thì có thể dùng phương pháp giao hội theo đường trực (gọi tắt là giao hội đường trực) để bố trí điểm.

Muốn vậy, trước hết đặt máy gần nơi điểm bố trí rồi dùng phương pháp nhích dần về để đưa máy vào đường trực AB, ví dụ tại điểm C'. sau đó tìm một điểm không chế D ngoài đường trực. Đo góc  $BC'D = \gamma$ .



Hình X-5

Trắc địa điểm C' được tính theo công thức:

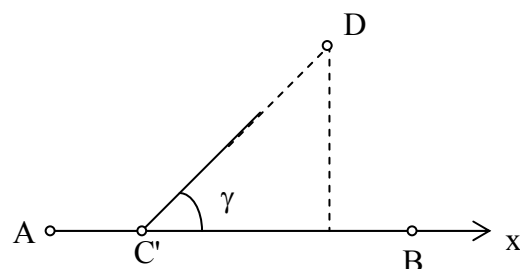
$$\begin{cases} x'_C = x_D + \Delta x_{DC} \\ y'_C = y_A = y_B \end{cases}$$

trong đó:

$$x_{DC'} = \Delta y_{DC'} \cdot \cot \gamma$$

$$\Delta y_{DC'} = y_D - y'_C$$

Sau khi được trắc địa điểm C' có thể so



Hình X-6

sánh với trắc địa điểm C định bố trí:

$$\Delta x = x_C - x'_{C'} \quad ; \quad \Delta x \text{ dùng để đưa điểm } C' \text{ về vị trí chính xác của điểm } C.$$

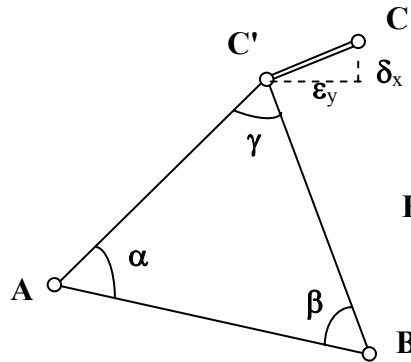
Ngoài ra còn có các phương pháp sau:

d) *Giao hội phía hướng*:

e) *Giao hội phía cạnh*: (xem sách)

### II.1.3. Phương pháp tam giác đơn:

Phương pháp đo tam giác đơn khác phương pháp giao hội góc phía trước ở chỗ là sau khi dùng phương pháp giao hội góc phía trước bố trí điểm gần C' và góc  $\alpha$ ,  $\beta$  chỉ được đo với độ chính xác nhất định. Sau đó, dời máy đến điểm C', đo góc thứ ba  $\gamma$  với độ chính xác tương tự (hình X-7). Tìm sai số khép trong tam giác ABC', rồi phân phối đều cho 3 góc và sử dụng các góc đã hiệu chỉnh để tính trắc địa điểm C'. Sau đó tính số chênh lệch  $\Delta x$  và  $\Delta y$  về trắc địa và đưa điểm C' về vị trí đúng C cần bố trí.



Hình X-7

Vì được đo thêm góc  $\gamma$  nên phương pháp tam giác đơn chính xác hơn phương pháp giao hội phía trước. Song trên thực tế không phải

lúc nào cũng cho phép đặt máy tại điểm cần bố trí, nên phương pháp này sử dụng rất hạn chế.

Khi chọn các phương pháp bố trí, ngoài việc bảo đảm yêu cầu về kỹ thuật và độ chính xác, còn phải lưu ý đến một số điểm sau:

- Điều kiện của khu đo công trình.
- Hình dạng, kích thước và loại công trình.
- Phương pháp và tốc độ thi công.
- Giai đoạn thi công.
- Năng lực của cán bộ thi công và điều kiện máy móc hiện có.

### II.2. Chuyển một đoạn thẳng ra thực địa:

Trước khi bố trí đoạn thẳng cần chuẩn bị các dụng cụ cần thiết như máy kinh vĩ, thước thép. Cách tiến hành như sau:

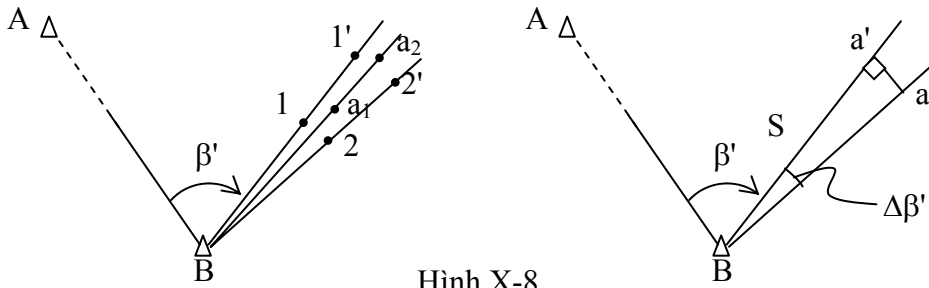
- Dựa vào thiết kế lưới khống chế thi công đã triển lên bản đồ thiết kế, đo và tính chiều dài đoạn thẳng cần bố trí, ký hiệu là S'. Tính các số hiệu chỉnh chiều dài đoạn thẳng gồm có số hiệu chỉnh chiều dài thước, số hiệu chỉnh do độ dốc địa hình, số hiệu chỉnh do sự chênh lệch nhiệt độ giữa lúc bố trí và lúc kiểm nghiệm thước. Tổng các số hiệu chỉnh đó là  $\Delta S$ . Vậy chiều dài cần bố trí ra ngoài đất là:

$$S = S' + \Delta S$$

- Máy kinh vĩ tại điểm đầu đoạn thẳng, dọi điểm, cân bằng, định hướng theo hướng cho trước, xác định đường thẳng nếu đoạn bố trí dài hơn chiều dài thước. Đo chiều dài S theo hướng đã định trong máy. Tùy theo độ chính xác cần bố trí mà ta chọn dụng cụ, phương pháp đo đoạn thẳng S ở ngoài thực địa phải đánh dấu điểm cuối đoạn thẳng đã đóng cọc khi đoạn S.

### II.3. Chuyển một góc bằng ra thực địa:

Muốn bố trí một góc bằng đã biết từ thiết kế ra ngoài thực địa theo một hướng cho trước, cần có máy kinh vĩ không có sai số  $2c$  và độ chính xác số đọc trên du xích là 1" hay 2". Khi không có được máy có điều kiện như trên, thì tiến hành như sau:



Hình X-8

Giả sử ngoài thực địa đã có 2 điểm A và B cần bố trí góc  $\beta = \angle ABA$  (hình X-8).

- Đặt máy kinh vĩ tại B, dời điểm, cân bằng máy, để máy ở bàn độ trái, ngắm điểm A, quay máy theo chiều kim đồng hồ, mở 1 góc đúng bằng  $\beta$ , (nếu có độ chính xác thấp thì góc mở được sẽ gần bằng  $\beta$ ). Đánh dấu hướng đã mở bằng 2 điểm trên 2 cọc 1 và 1'.

- Đảo kính để máy ở vị trí bàn độ phải, ngắm điểm A, quay máy theo chiều kim đồng hồ mở 1 góc bằng góc lần trước. Nếu máy không có sai số 2c và thao tác chính xác thì trong máy phải ngắm đúng điểm 1 và 1'. Nhưng thường không được như thế. Khi đó cũng đánh dấu hướng mở lần này bằng 2 điểm là 2 và 2'.

- Chia đôi đoạn nhỏ 1, 2 và 1', 2' ta được 2 điểm là  $a_1$  và  $a_2$ .

- Đo lại góc  $\angle ABA_2$  theo phương pháp lặp. Số lần lặp phụ thuộc vào độ chính xác của máy và độ chính xác của góc cần bố trí. Ví dụ trường hợp dùng máy có độ chính xác  $t = 30''$  để bố trí góc không được sai so với giá trị cần bố trí là  $t' = 10''$ , thì số lần phải lớn hơn hay bằng:

$$n = \frac{t}{t'} = \frac{30''}{10''} = 3$$

- Tính số hiệu chỉnh:

$$\Delta\beta = \beta' - \beta$$

Trong đoạn  $Ba' = S$ ; từ  $a'$  kẻ đường vuông góc với  $Ba'$ , từ  $a'$  lấy một đoạn  $d = S \cdot \tan \Delta\beta = S \cdot \beta / \rho$  về bên trái hay bên phải hướng  $Ba'$  - tùy theo dấu của  $\Delta\beta$ , sẽ xác định được điểm  $a$  ở bên phải hay bên trái hướng  $Ba'$ . Hướng  $Ba$  chính là hướng cần xác định của góc  $\beta$  cho trước (hình X-8).

#### II.4. Chuyển độ cao ra thực địa:

Giả sử A là một mốc có độ cao đã biết ngoài mặt đất, độ cao  $H_A$ . Cần bố trí một độ cao  $H_{tk}$  tại điểm gần đó. Thứ tự tiến hành công tác bố trí độ cao  $H_{tk}$  như sau:

Chọn vị trí đặt máy thủy bình cách đều A và B (hình X-9). Sau khi cân bằng máy, đọc số trên mia dựng trên mốc A là  $a$ ; vậy độ cao trực ngắm - hay độ cao máy là:

$$H_{m\grave{a}y} = H_A + a$$

Để cọc B có độ cao bằng độ cao thiết kế  $H_{tk}$  thì số đọc mia dựng trên cọc B phải là:

$$B = H_{m\grave{a}y} - H_{tk}$$

Vì cọc B là một cọc đóng ở độ cao bất kỳ, nên số đọc mia dựng trên cọc B là  $b'$ ; ta tính:

$$\Delta b = b' - b$$

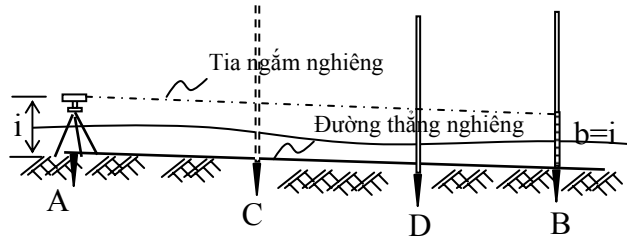
Nếu  $\Delta b > 0$  (dấu +) thì độ cao cần bố trí  $H_{tk}$  cao hơn đỉnh cọc tạm B, phải đắp thêm; nếu  $\Delta b < 0$  (dấu -) thì  $H_{tk}$  thấp hơn đỉnh cọc tạm B, phải bào bớt đi. Người ta ghi  $\Delta b$  (mang cả dấu) ngay lên thân cọc B để thuận lợi cho công tác thi công.

#### II.5. Chuyển một đường thẳng nghiêng ra thực địa:

Khi xây dựng nền đất của đường ô tô, đường sắt, khi đào rãnh giao thông ngầm... ta cần bố trí các đường thẳng nghiêng. Việc bố trí các đường thẳng nghiêng chính là việc chuyển đường có độ nghiêng nhất định ra thực địa.

Các điểm chính của đường thẳng nghiêng thường được bố trí ở thực địa bằng phương pháp đo cao hình học. Mật độ các điểm trên đường thẳng phải nằm trong phạm vi chiều dài tia ngắm từ 150m

đến 200m. Việc chuyển các điểm trung của đường nghiêng được tiến hành bằng tia ngắm nghiêng của máy đo cao đến số đọc trên mìa ở điểm B bằng chiều cao máy đặt ở điểm A (hình X-9). Khi đó đường ngắm sẽ song song độ nghiêng thiết kế, tiếp tục đóng các cọc C, D ở các điểm trung gian sao cho số đọc trên mìa bằng chiều cao máy i.



Hình X-9

### II.6. Chuyển một mặt phẳng ra thực địa:

Các mặt phẳng trên công trường như nền đất, mặt nhà thông thường có độ dốc nhất định, chên nền trong mục này chỉ trình bày phương pháp bố trí mặt phẳng dốc, còn mặt phẳng nằm ngang, hoặc gọi là mặt bằng, chỉ là trường hợp đặc biệt của ặt phẳng. có thể suy ra từ phương pháp bố trí mặt phẳng.

Thực chất của công tác bố trí mặt phẳng là bố trí độ cao của một số điểm nằm trên mặt phẳng, cho nên có thể xem đây chỉ là một trường hợp mở rộng khái niệm công tác bố trí độ cao mà thôi.

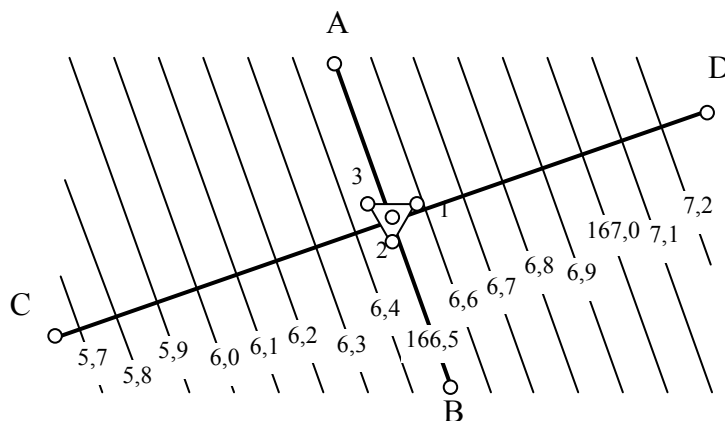
Trong thực tế ta thường dùng 2 phương pháp bố trí mặt phẳng đã biết độ dốc như sau:

#### II.6.1. Phương pháp đo cao ô vuông:

Khi độ dốc mặt phẳng tương đối lớn thì người ta dùng phương pháp đo cao ô vuông để bố trí mặt phẳng dốc. Muốn bố trí lưới ô vuông trên mặt đất, thì để trục lưới ô vuông phải song song với đường dốc thiết kế. Sau đó dùng máy thăng bằng (thủy chuẩn) để xác định độ cao đỉnh cọc và xác định mắt lưới ô vuông. Nếu đỉnh cọc đóng sát mặt đất tự nhiên, thì độ cao đó gọi là độ cao đen. Còn độ cao thiết kế gọi là độ cao đỏ. Viết trị số và dấu của hiệu độ cao nói trên lên trên cọc.

#### II.6.2. Phương pháp tia ngắm nghiêng:

Khi bố trí mặt phẳng có độ dốc không lớn thì người ta dùng phương pháp tia ngắm nghiêng của máy thăng bằng. Phương pháp này dựa trên nguyên tắc đưa trục quay của máy thăng bằng vào vị trí vuông góc với mặt phẳng bố trí, để khi quay ống kính, trục ngắm có thể quét thành một mặt phẳng không gian song song với mặt phẳng nghiêng định bố trí (hình X-10). Muốn đưa máy về vị trí cần thiết thì trước hết phải bố trí trên thực địa hai đường AB và DC vuông góc với nhau, DC nằm theo hướng dốc lớn nhất của mặt phẳng. độ cao đỉnh cọc ABDC bằng độ cao tại điểm đó của mặt phẳng định bố trí. Tiếp theo đặt máy trên D cho 2 ốc cân của máy nằm song song với cạnh AB và quay ống về song song với 2 ốc cân, điều chỉnh ốc cân và đưa bọt nước của ống thăng bằng về vị trí điểm 0. Quay ống kính về hướng DC, điều chỉnh ốc cân thứ 3 để có số đọc trên mìa bằng chiều cao máy. Cuối cùng kiểm tra đặt máy thăng bằng, thì máy đã đặt xong. Có thể quay máy thăng bằng bố trí những điểm khác trên mặt phẳng dốc thiết kế.



Hình X-10

### III. ĐO VÀ TÍNH TOÁN SAN NỀN:

Các công trình xây dựng trên các bề mặt có độ cao nhất định và trên bề mặt nằm ngang hay cũng có khi trên các mặt phẳng nghiêng với độ dốc cho trước. Vì vậy trước khi xây dựng công trình, phải tiến hành san nền theo yêu cầu thiết kế. Đo và tính toán san nền là tiến hành đo đạc trên khu đất sẽ xây dựng để tính xem cần phải bóc bớt đi hay đổ thêm bao nhiêu đất cát nữa để độ cao của nền đúng bằng độ cao thiết kế.

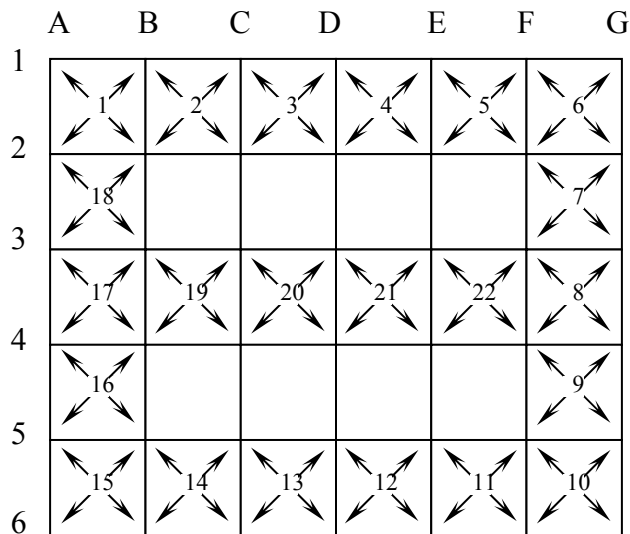
#### III.1. Đo cao san nền:

Có nhiều phương pháp đo cao mặt đất để tính toán san nền. ở đây trình bày phương pháp thường gặp trong xây dựng.

a) *Chuẩn bị:* Phương pháp này thường áp dụng cho khu đất tương đối bằng phẳng. Trên khu đất cần đo, dùng máy kinh vĩ lập một lưới ô vuông cạnh mỗi ô vuông dài  $100 \div 200m$ , tùy thuộc địa hình và độ chính xác yêu cầu. Tại các đỉnh ô vuông của lưới đều đóng cọc sát mặt đất. cách ghi và đánh dấu cọc như hình X-11.

#### b) Phương pháp đo:

Đặt máy thủy bình ở ô số 1, dựng mia ở cọc  $A_1, A_2$ , đọc được số đọc dây giữa là  $a_1, a_2$ . Dựng mia trên cọc  $B_1, B_2$  đọc số đọc dây giữa là  $b_1, b_2$ . Chuyển máy sang ô số 2 cũng làm tương tự sẽ đọc được  $a_3, a_4$  trên mia dựng ở cọc  $B_1, B_2$  và  $b_3, b_4$  ở mia dựng trên cọc  $C_1, C_2$ . Và cứ làm như thế ở tất cả các trạm đo theo sơ đồ hình X-11.



Hình X-11

Từ hình X-11, ta nhận thấy:

$$b_1 - b_2 = a_3 - a_4 \quad (10-1)$$

Hay là  $b_1 + a_4 = a_3 + b_2 \quad (10-2)$

Nếu các vế của (10-1) và (10-2) đều không chênh nhau quá  $\pm 4mm$  là đạt yêu cầu.

c) *Ghi số và tính độ cao đầu cọc:* Thường người ta kẻ sẵn sơ đồ lưới đủ lớn để ghi trực tiếp các kết quả đo ở gần đỉnh mỗi ô vuông của từng trạm máy. Đo đến đâu kiểm tra ngay đến đó. Sau khi đo xong tiến hành tính độ cao đầu cọc các đỉnh ô vuông theo hình X-11. Nếu độ cao cọc  $A_1$  đã biết thì độ cao cọc  $A_2$  sẽ là:

$$H_{A_2} = H_{A_1} + a_1 - a_2,$$

độ cao cọc  $B_1$  là:

$$H_{B_1} = H_{A_1} + a_1 - b_1$$

Và độ cao cọc  $B_2$  là:

$$H_{B_2} = H_{A_1} + a_1 - b_2$$

Tương tự tính được độ cao các cọc tiếp theo và cuối cùng lại nhận được giá trị độ cao của cọc  $A_2$  và  $B_2$ . Chênh lệch độ cao của cọc  $A_2$  và  $B_2$  khi tính hết một vòng không được vượt quá  $\pm 30\sqrt{L}$  (mm); ở đây L là tổng chiều dài cự ly từ máy đến mia của từng trạm máy, tính bằng km. có thể bình sai kết quả và tính lại độ cao các đỉnh ô vuông theo bài toán bình sai đường thủy chuẩn.

Sau khi tính chính thức độ cao đầu cọc thì tính độ cao mặt đất các đỉnh ô vuông để tính san nền.



**III.2. San mặt đất thành mặt phẳng nằm ngang:**

Giả sử có lưới san nền mà độ cao mặt đất các đỉnh ô vuông như hình X-12. Từ độ cao các đỉnh ô vuông của lưới có thể tính độ cao mặt đất sau khi san thành mặt phẳng nằm ngang theo công thức trung bình cộng. Cụ thể là:

$$H_0 = \frac{\sum H^I + 2\sum H^{II} + 4\sum H^{III}}{4n} \quad (10-3)$$

ở đây:

- $\sum H^I$  là tổng của độ cao các đỉnh chỉ thuộc 1 ô vuông trong lưới (các đỉnh ở góc lưới).
- $\sum H^{II}$  là tổng của độ cao các đỉnh thuộc 2 ô vuông liên tiếp trong lưới (các đỉnh trên các cạnh của lưới).
- $\sum H^{III}$  là tổng của độ cao các đỉnh thuộc 4 ô vuông xung quanh trong lưới (các đỉnh ở trong lưới).
- n là số ô vuông của lưới.

Trên hình X-12 ta có:

$$\sum H^I = 8,42 + 12,68 + 7,98 + 12,72 = 41,80m$$

$$\sum H^{II} = 8,13 + 10,05 + 11,68 + 9,36 + 10,63 + 11,08 + 10,87 + 8,93 = 70,73m$$

$$\sum H^{III} = 10,83 + 10,84 + 8,92 + 9,34 = 39,93m$$

vậy

$$H_0 = \frac{41,80 + 141,46 + 157,92}{36} = 9,48m$$

So sánh  $H_0$  với độ cao thiết kế  $H_{tk}$  sẽ tính được khối lượng đất đá cần lấy đi hay phải đổ thêm. Ta có thêm công thức.

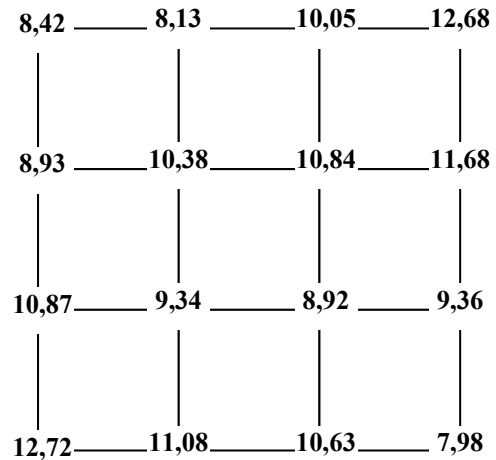
$$V_0 = n s^2 (H_{tk} - H_0)$$

Trong đó s là chiều dài cạnh ô vuông của lưới và  $(H_{tk} - H_0)$  là chênh lệch độ cao thiết kế (cốt đỏ) và độ cao san nền. Nếu hiệu  $(H_{tk} - H_0) < 0$  thì cần bóc bớt đất đá đi, ngược lại  $(H_{tk} - H_0) > 0$  thì cần đổ thêm đất đá vào.

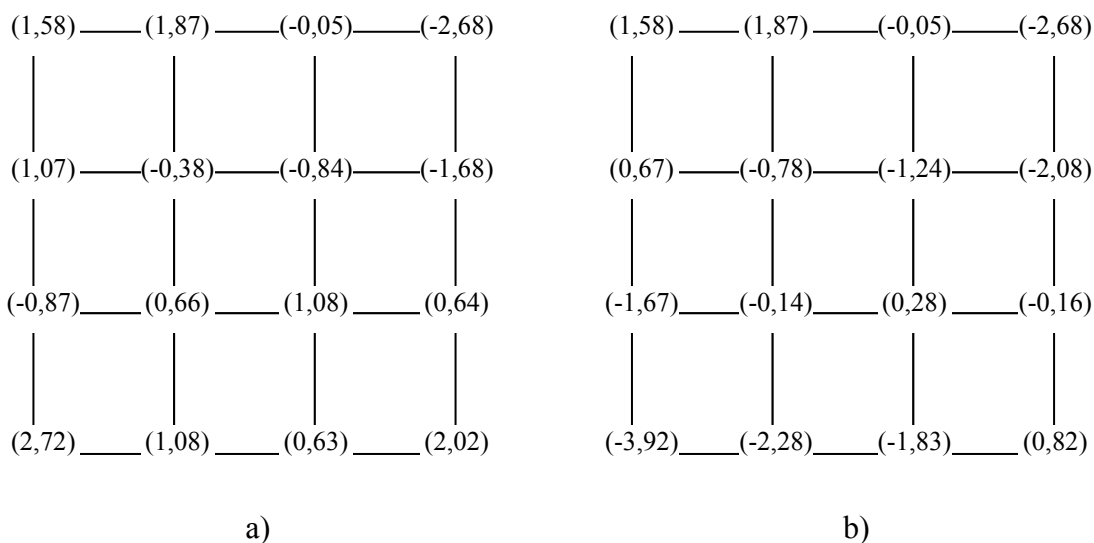
Nếu khu đất hình X-12 có độ cao thiết kế là  $H_{tk} = 10m$  và cạnh ô vuông là  $100m$  thì khối lượng đất cát phải đổ thêm là.

$$V = 9 \times 100^2 (10 - 9,48) = 46,800 m^3$$

Chiều cao thi công nền tại các cọc ở đỉnh ô vuông là hiệu giữa độ cao thiết kế và độ cao mặt đất (cốt đen). Nếu hiệu đó có dấu dương (+) thì chiều cao đắp và hiệu có dấu âm (-) là chiều sâu đào. Chiều cao thi công các đỉnh ô vuông hình X-12 được ghi ở hình X-13a đặt trong ngoặc đơn ().



**Hình X-12**



Hình X-13

**III.3. San mặt đất theo độ dốc cho trước:**

Khi xây dựng, muốn đảm bảo việc thoát nước tự nhiên người ta thường san mặt đất theo độ dốc (*i*) cho trước. Ví dụ như khu đất hình X-12 muốn cho thoát nước từ Bắc xuống Nam với  $i = 0,4\%$  và độ cao thiết kế hàng cọc đầu tiên là  $10m$  ta phải tính độ cao thiết kế các hàng cọc theo công thức:

$$H_{tk}^j = H_{tk}^0 - j.i.d$$

Trong đó:  $H_{tk}^0$  là độ cao thiết kế ở hàng cọc đầu tiên cho trước;  $H_{tk}^j$  là độ cao thiết kế ở hàng cọc thứ  $j$  của lưới;  $d$  là khoảng cách nằm ngang giữa 2 hàng cọc;  $i$  là độ dốc cho trước;  $j$  là số thứ tự hàng cọc 1, 2, 3, ...

Ví dụ đối với khu đất hình X-12. Nếu lấy  $H_{tk}^0 = 10m$ ,  $d=s = 100m$  và độ dốc  $i = 0,4\%$  thì độ cao thiết kế:

- Hàng cọc 1: 8,42; 8,13; 10,05; 12,68; sẽ có  $H_{tk}^0 = 10m$

- Hàng cọc 2: 8,93; 10,38; 10,34; 11,68; sẽ có

$$H_{tk}^1 = 10 - 1 \times 0,004 \times 100 = 9,6m$$

- Hàng cọc 3: 10,87; 9,34; 8,92; 9,36; sẽ có

$$H_{tk}^2 = 10 - 2 \times 0,004 \times 100 = 9,2m$$

- Hàng cọc 4: 12,72; 11,08; 10,63; 7,98; sẽ có

$$H_{tk}^3 = 10 - 3 \times 0,004 \times 100 = 8,8m$$

chiều cao thi công trong trường hợp này ghi ở hình X-13b.

CHƯƠNG XI:**ĐO ĐẠC XÂY DỰNG****I. KHÁI NIỆM VỀ TRỤC ĐIỂM VÀ MẶT TRONG XÂY DỰNG:**

Trong khi thi công công trình xây dựng, nhiệm vụ của công tác đo đạc là phải chuyển chính xác các chi tiết mặt bằng trong các bản vẽ ra thực địa, bảo đảm đúng vị trí hình học đã được thiết kế của các tòa nhà, công trình trong suốt quá trình xây dựng cũng như việc kiểm tra theo dõi sự biến dạng của chúng. Công tác đo đạc này có liên quan đến khái niệm về các điểm, trục và mặt trong xây dựng như sau:

**I.1. Trục chính:**

Đó là 2 trục vuông góc đối xứng của nhà hoặc công trình. Trục chính thường được bố trí khi xây dựng các tòa nhà có diện tích lớn, có cấu trúc và hình dạng phức tạp.

**I.2. Trục cơ bản:**

Đó là trục đặc trưng cho hình dạng và kích thước tổng quát của nhà hoặc công trình. Nó tạo thành chu vi bên ngoài của nhà hoặc công trình.

**I.3. Trục dọc:**

Đó là trục nằm theo hướng dọc (hướng dài) của tòa nhà hoặc công trình, thường được ký hiệu bằng các chữ cái.

**I.4. Trục ngang:**

Đó là trục nằm theo hướng ngang của tòa nhà hoặc công trình, thường được ký hiệu bằng chữ số Ả rập như 1-1, 2-2,...

**I.5. Trục song song:**

Trục song song là những trục song song với trục ngang hay trục dọc có kèm theo khoảng cách giữa trục.

**I.6. Điểm trục:**

Đó là giao điểm của các trục. Nó được ký hiệu bằng gộp tên của các trục tạo thành như: A/1, B/7,.... trong đó A, B là các trục dọc, còn 1 và 7 là tên các trục ngang.

**I.7. Điểm đóng:**

Đó là điểm nằm trên các trục và dùng để cố định các trục. Nó thường nằm trên đường kéo dài của các trục ở phía ngoài phạm vi xây dựng của tòa nhà hoặc công trình.

**I.8. Mặt bằng gốc:**

Đó là mặt phẳng nằm ngang có độ cao giả định là không. Mặt bằng gốc này có thể được cố định bằng mép trên của băng giá định vị hoặc được vạch trên cột giá định vị. Nó cũng có thể được cố định trên tường hồ móng bằng thanh thép mỏng, thanh này được đóng trực tiếp vào đất hoặc được vạch bằng nét sơn trên phần đã xây dựng của công trình (tường nhà, hồ móng).

**II. CÁCH TÍNH, GHI TOẠ ĐỘ VÀ KÍCH THƯỚC CÁC BẢN VẼ BỐ TRÍ CÔNG TRÌNH:****II.1. Phương pháp đồ giải:**

Phương pháp đồ giải là phương pháp dựa vào việc đo trực tiếp trên bản đồ hoặc bản vẽ để có các số liệu cần thiết. Chiều dài đoạn thẳng có thể được đo trực tiếp bằng thước tỷ lệ hoặc được tính theo các trắc địa điểm đầu điểm cuối của nó qua bài toán ngược. Các góc định hướng được đo bằng thước đo độ từ các đường đứng của lưới tọa độ, hoặc chính xác hơn là tính tọa độ các điểm đầu và điểm cuối của nó. Tọa độ của một điểm được xác định bằng cách đo các đoạn vuông góc từ điểm đó tới các cạnh của lưới tọa độ bằng compa và thước tỷ lệ.

Độ chính xác của việc xác định các số liệu ở đây sẽ ảnh hưởng đến việc xác định các điểm ở thực địa. Từ hình X-14 ta có các công thức tính tọa độ  $x_A, y_A$  của điểm A:

$$\left. \begin{aligned} x_A &= x_a + at \\ y_A &= y_a + ak \end{aligned} \right\} \quad (11-1)$$

Ở đây  $x_a, y_a$  là các tọa độ của điểm a (ở góc tây nam ô lưới tọa độ chứa điểm A).

Độ chính xác của việc xác định của điểm A phụ thuộc vào độ chính xác đo các đoạn at và ak mà độ chính xác đo này lại phụ thuộc vào sai số dụng cụ đo và độ biến dạng của giấy....

Để giảm ảnh hưởng của các sai số ta cần đo thêm các đoạn tb và kd. Khi đó tọa độ của điểm A được tính theo công thức:

$$\left. \begin{aligned} x_A &= x_a + \frac{Q}{at + tb} \cdot at \\ y_A &= y_a + \frac{Q}{ak + kd} \cdot ak \end{aligned} \right\} \quad (11-2)$$

trong đó: Q là kích thước lý thuyết của ô lưới tọa độ.

Việc xác định tọa độ như vậy sẽ loại trừ được sai số do biến dạng của giấy.

Ví dụ: với điểm A ta có  $x_a=300, y_a=200, Q=100$ , còn các đoạn đo bằng compa trên bản đồ hoặc bản vẽ là  $at=31,2 ; ak=71,2 ; tb=69,6$  và  $kd=28,0$  theo công thức (10-6) ta có:

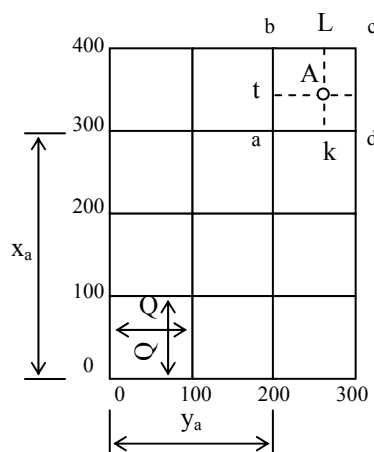
$$\left. \begin{aligned} x_A &= 300 + \frac{100}{31,2 + 69,6} \cdot 31,2 = 330,95 \\ y_A &= 200 + \frac{100}{71,2 + 28,0} \cdot 71,2 = 271,77 \end{aligned} \right\}$$

## II.2. Phương pháp giải tích:

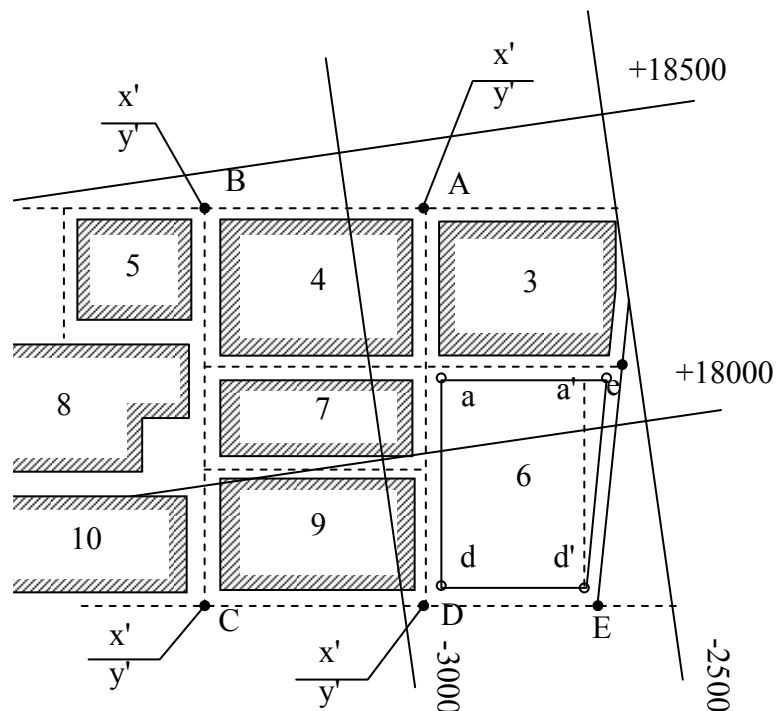
Phương pháp giải tích là phương pháp xác định bằng giải tích các tọa độ, khoảng cách và hướng. Trong phương pháp này ta cần chọn một hệ trục tọa độ phù hợp với hướng mặt bằng chính khu xây dựng (trục Ab, BC hoặc AB, AD với gốc tọa độ là A hoặc B, hình XI-2).

Tọa độ điểm cuối của các đoạn đó (AB, BC, CD, DA) được xác định theo bản đồ bằng phương pháp đồ giải. Sau đó, theo các tọa độ này ta tính các góc định hướng của các hướng vuông góc với nhau. Do đó sai số trong lúc đo và tính toán theo bản vẽ mà hiệu giữa hai góc định hướng kề nhau sẽ không bằng  $90^0$  mà chỉ gần bằng  $90^0$ . Sai lệch đó cho phép là 0,1.

Tọa độ các góc nhà được xác định bằng cách: chọn một nhà làm góc, tọa độ của góc nhà này lấy từ các khoảng cách trong bản thiết kế so với trục đường đi. Tọa độ các góc nhà còn lại được tính theo các kích thước cho trong bản thiết kế, theo góc định hướng đã tính được của lưới tọa độ đã được xoay (nếu các cạnh nhà song song với cạnh lưới tọa độ đó) và theo tọa độ góc nhà được lấy làm gốc.



Hình XI-1



Hình XI-2

II.3. Phương pháp tổng hợp:

Đó là sự phối hợp giữa phương pháp giải tích và phương pháp đồ giải. Trong phương pháp này, vị trí các điểm chính của bản đồ tổng quát được xác định bằng phương pháp giải tích còn vị trí các phần tử thứ yếu được xác định bằng phương pháp đồ giải.

Sau khi có các số liệu trên, ta ghi vào bản vẽ bố trí công trình. Tọa độ các giao điểm trục đường đi, các góc nhà được ghi ở dạng phân số: tử số là hoành độ (x') mẫu số là tung độ (y').

III. BỐ TRÍ TRỤC CHÍNH VÀ TRỤC CƠ BẢN:

Vị trí trục chính và các trục cơ bản của các công trình hoặc nhà thường được bố trí từ các điểm của lưới tọa độ xây dựng và các điểm không chế đo đạc chính.

III.1. Bố trí theo lưới tọa độ xây dựng:

Khi bố trí từ các điểm của lưới tọa độ xây dựng, ta dùng phương pháp tọa độ vuông. Muốn vậy, cần phải xác định lượng tăng tọa độ của các điểm trục đối với các đỉnh ô lưới tọa độ gần nhất.

Giả sử ta có lượng tăng tọa độ của các điểm A/1 đối với đỉnh 8 của lưới tọa độ là:

$$\Delta x = 635.00 - 600.00 = +35.00m$$

$$\Delta y = 860.00 - 800.00 = +60.00m$$

Điểm A/8 đối với đỉnh 9 của lưới tọa độ đó là:

$$\Delta x = 635.00 - 600 = +35.00m$$

$$\Delta y = 940.00 - 1000.00 = -60.00m$$

Theo các lượng tăng đó, dựa vào các điểm đỉnh 8, 9 và các cạnh lưới tọa độ qua nó ở thực địa ta có thể xác định được các điểm A/1 và A/8. Chú ý rằng, khi xác định các điểm theo phương pháp tọa độ vuông góc, nên đặt đoạn thẳng dài hơn theo cạnh lưới tọa độ, còn đoạn thẳng ngắn hơn theo hướng vuông góc với nó.

Đối với những khu nhà hoặc công trình có góc độ rõ ràng có thể từ một điểm và một hướng trục đầu tiên theo góc độ và khoảng cách giữa các điểm đã được thiết kế của nhà hoặc công trình để bố trí liên tiếp các điểm đó nếu sai số bố trí liên tiếp nằm trong phạm vi cho phép.

Giả sử muốn xác định điểm E/1 ta đặt máy tại điểm A/1 ngắm điểm A/8 rồi quay ống kính một góc 90° về phía điểm cần xác định. Cũng trên hướng này, theo thiết kế dùng thước đo khoảng cách từ A/1 đến E/1 ta sẽ xác định được điểm E/1.

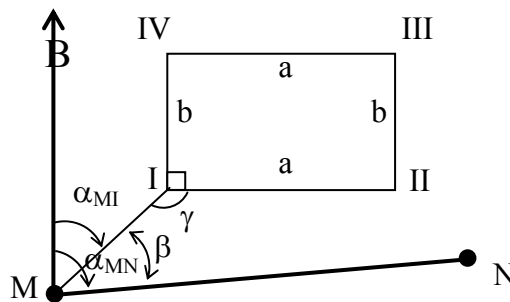
Để cố định các trục, người ta thường xác định các điểm dóng (khoảng cách giữa điểm trục và điểm dóng có thể dài hoặc ngắn tùy theo điều kiện thi công nhưng không được ngắn hơn khoảng cách ngắn nhất đã qui định).

Do quá trình xây dựng, giữa các điểm trục đối diện với nhau có thể không thông suốt. Vì vậy, ở mỗi đầu trục ta xác định hai mốc dóng.

**III.2. Bố trí theo lưới đường chuyền hoặc lưới tam giác:**

Bố trí trục từ các điểm của lưới đường chuyền hoặc lưới tam giác, ta thường dùng phương pháp tọa độ một cực. Muốn vậy trước hết cần phải tính những số liệu góc và khoảng cách cần thiết, lập sơ đồ bố trí từ các cạnh đường chuyền hoặc tam giác gần nhất. Để xác định điểm I (hình X-3) của tòa nhà ta phải:

- Từ tọa độ các điểm M, N và I, ta tính ngược tọa độ ra góc định hướng của các cạnh MN, MI và khoảng cách MI. Sau đó từ các góc định hướng ta tính được góc bằng  $\beta$ .



Hình XI-3

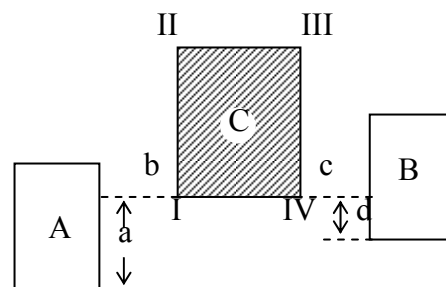
- Từ tọa độ các điểm MI và II, ta tính được góc  $\gamma$ .

- Đặt máy tại điểm M, bố trí góc bằng  $\beta$  và theo khoảng cách d ta sẽ xác định được điểm II.

Ngoài phương pháp nêu trên ta có thể bố trí các điểm trục và các điểm khác của nhà hoặc công trình ra thực địa bằng phương pháp giao hội góc hoặc giao hội cạnh.

**III.3. Bố trí điểm từ các địa vật cố định:**

Việc bố trí các nhà hoặc công trình giữa các địa vật cố định được tiến hành bằng phương pháp đồ giải với bản đồ địa hình tỷ lệ từ 1:2000 đến 1:500. Để bố trí trục I-IV của nhà C theo các nhà A và B ta cần vạch và đo trên bản đồ các khoảng cách a, b, c và d (cần tính đến sự co giãn của giấy). Sau đó theo tỷ lệ bản đồ tính ra khoảng cách tương ứng ở thực địa (hình XI-4).



Hình XI-4

Việc bố trí nhà theo cách này có thể dẫn đến các sai lệch lớn, vì tất cả kích thước đều lấy từ bản đồ. Do đó người ta thường dùng phương pháp này để bố trí các nhà hoặc công trình riêng lẻ mà yêu cầu độ chính xác không cao.

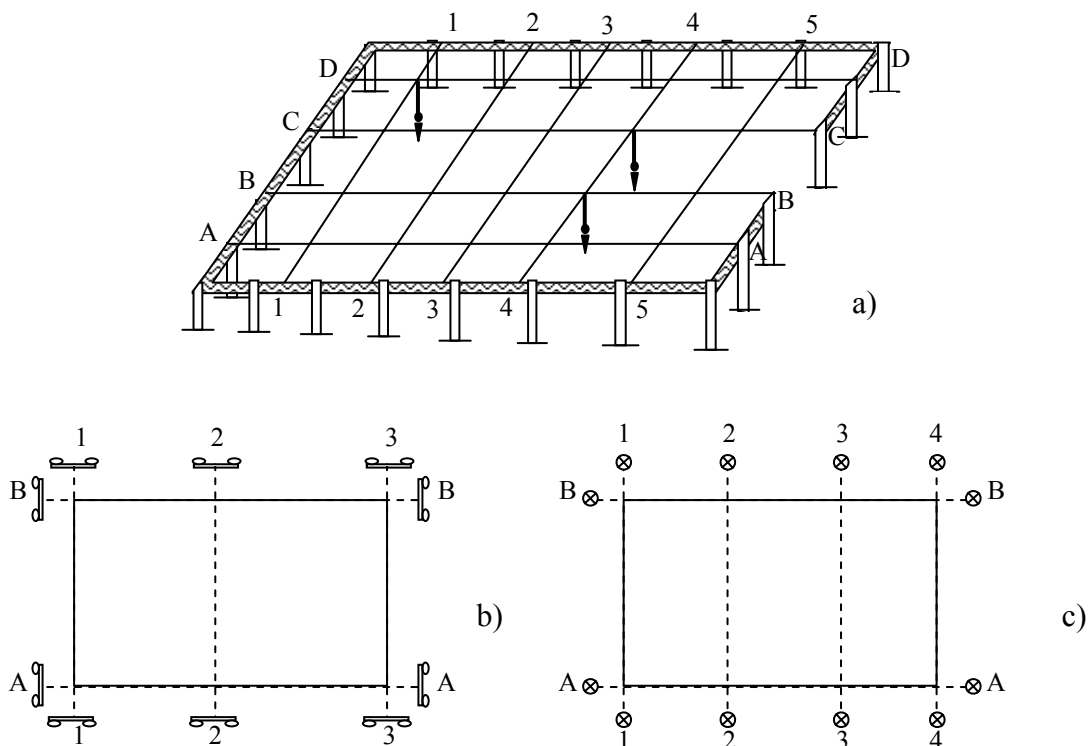
**III.4. Bố trí chi tiết các trục nhà và công trình:**

Sau khi dựng xong các trục cơ bản của nhà hoặc công trình người ta tiến hành dựng các trục trung gian. Trong thực tế người ta thường dùng các giá định vị để dựng các trục trung gian.

Các giá định vị thường làm tạm thời bằng gỗ hoặc ván được đặt xung quanh nhà, cách các trục cơ bản của nhà một khoảng nào đó. Các giá định vị có thể làm liên tục (khung định vị) như hình XI-5a, hoặc theo từng đoạn như hình XI-5b, theo từng cột như hình XI-5c. Các cạnh của giá định vị phải thẳng, song song với trục cơ bản và nằm ngang.

Muốn làm các giá, trước hết ta dùng máy kinh vĩ để dựng các cạnh song song với các trục cơ bản và cách các trục cơ bản một khoảng nhất. Mặt khác, khoảng cách mép ngoài hố móng so với mép trong của hố móng phụ thuộc vào độ dốc và độ sâu của hố. Chẳng hạn với độ dốc của hố là 1,5m; độ sâu của hố là 2m, thì khi đó mép ngoài hố móng cách mép trong hố móng là 3m. Vậy vậy, các cạnh song song để đặt giá định vị phải cách mép trong của hố móng là 3m.

Nếu làm giá định vị liên tục, đặt theo các trục song song với chiều ngang và dọc, thì cứ cách 3m người ta đặt một cọc chôn sâu độ 1 ÷ 1,2m, phân trên nhô lên mặt đất khoảng 0,8m, sau đó dùng ván dầy 40-50mm đóng ốp vào mặt ngoài của các cột cọc, nhưng phải đảm bảo điều kiện là mép trên của ván nằm ngang. Muốn vậy, trước hết ta vạch các điểm cùng độ cao trên các cột bằng máy đo cao, đồng thời trên giá định vị ta dùng máy kinh vĩ để xác định các trục cơ bản của nhà hoặc công trình.



Hình XI-4

Còn các trục trung gian được xác định trực tiếp vào mép trên của ván theo các khoảng cách đã thiết kế bằng thước thép.

#### IV. CÔNG TÁC ĐO ĐẠC KHI ĐÀO HỐ VÀ MÓNG:

Trước khi đào hố móng người ta phải bố trí các trục cơ bản của các nhà và của các công trình có trong bản thiết kế cũng như các mép ngoài, mép trong của các móng. Đồng thời bố trí xong các mốc độ cao công trình. Sơ đồ bố trí mép móng, bằng giá định vị.

Công tác đo đạc khi đào hố móng:

- Chuyên độ cao xuống đáy hố móng
- Chuyên các trục nhà xuống đáy hố móng
- Đo vẽ hiện trạng hố móng và lập biên bản bàn giao cho bộ phận xây móng.

##### IV.1. Chuyên độ cao xuống đáy móng:

Muốn chuyên độ cao xuống đáy hố móng thì trước hết người ta phải đào hố móng. Sau đó

chuyên độ cao xuống với các điểm mia trên đáy hố. Nếu hố móng nông thì ta truyền độ cao trực tiếp từ mốc độ cao công trường xuống đáy hố móng bằng máy đo cao và mia đo cao (hình XI-5a).

Cụ thể là dựng mia ở mốc độ cao A và ở dưới đáy hố móng B. Sau đó đặt máy đo cao ở giữa A và B, ngắm về mia ở A được số đọc a, khi đó độ cao  $H_{m\grave{a}y}$  của máy tính theo độ cao  $H_{m\grave{o}c}$  của mốc độ cao sẽ là:

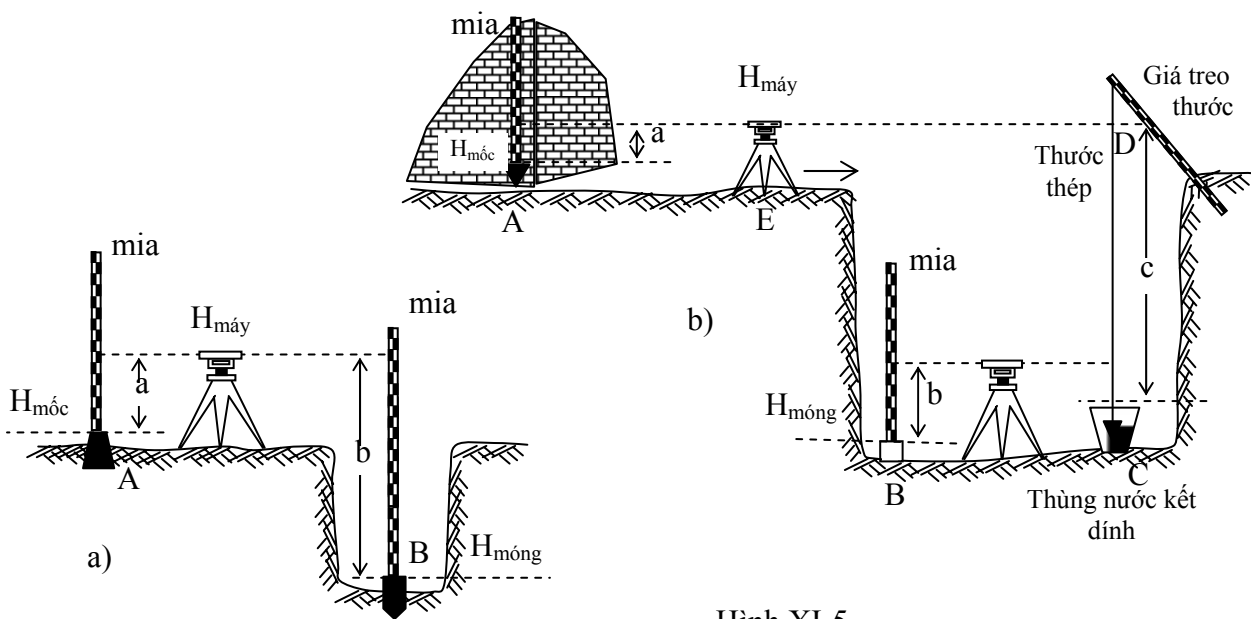
$$H_{m\grave{a}y} = H_{m\grave{o}c} + a \quad (11-3)$$

Số đọc cần thiết b ở trên mia B theo  $H_{m\grave{a}y}$  và  $H_{m\grave{o}ng}$  được tính theo công thức:

$$b = H_{m\grave{a}y} - H_{m\grave{o}ng} \quad (11-4)$$

ở đây  $H_{m\grave{o}ng}$  là độ cao thiết kế của đáy hố móng.

Sau đó, quay ống kính ngắm về mia ở B. Theo sự điều khiển của người ngắm, người cầm mia nâng hoặc hạ mia sao cho người ngắm máy đọc được số đọc b trên mia thì đánh dấu độ cao của đáy mia lại. Đây chính là độ cao thiết kế của đáy hố móng.



Hình XI-5

Nếu móng sâu, ta chuyển độ cao xuống đáy hố móng như sau (hình XI-5b):

Trước hết dựng hai mia ở mốc độ cao A và ở dưới đáy hố móng B. Sau đó gắn thước thép vào giá treo D, một đầu thước được treo quả dọi nặng 10kg. Quả dọi được nhúng vào thùng nước dính C.

Cách tính số đọc cần thiết b ở trên mia đặt tại B như sau:

$$B = H_{m\grave{o}c} + a - (c-d) - H_{m\grave{o}ng} \quad (11-5)$$

Trong đó:

$H_{m\grave{o}c}$  - là độ cao của mốc độ cao công trường A,

a - là số đọc trên mia đặt tại A,

c - là số đọc trên thước thép từ máy đặt ở E,

d - là số đọc trên thước thép từ máy đặt ở F,

$H_{m\grave{o}ng}$  - là độ cao thiết kế của đáy hố móng.

Theo điều khiển của người ngắm máy đặt tại F, người cầm mia nâng hoặc hạ mia ở B sao cho người ngắm máy đọc được số đọc b trên mia thì đánh dấu độ cao của đáy mia. Đó chính là độ cao của đáy hố móng.

#### IV.2. Chuyển các trục nhà xuống hố móng:

Khi không có giá định vị, người ta chuyển các trục nhà xuống đáy hố móng như sau:

Theo trục AA, trước hết người ta đặt máy kinh vĩ tại điểm đóng Aa, ngắm tới điểm đóng Ab, sau đó cố định du xích và bàn độ ngang (hình XI-6).



Nếu tại điểm Aa, ngắm thấy đáy hồ móng, thì tại đáy hồ móng bằng các đỉnh trên cọc gỗ ta xác định được các điểm đóng Ac, Ad, Ađ và Ae. Cũng tại điểm này, mà không ngắm thấy đáy hồ móng thì theo sự điều khiển của người ngắm, ta chuyển dịch dây dọi sao cho chúng gần điểm trục và nằm trên hướng ngắm. Khi đó tại đáy hồ móng vạch dấu và xác định được điểm đóng. Bằng cách này ta xác định được các điểm 1c, 1d, 1đ và 1e và giao điểm của 2 đường nối Ac - Ad và 1c - 1d chính là điểm trục A/1. Các trục cơ bản khác cũng được xác định tương tự. Còn các trục trung gian được xác định bằng cách đo thước thép đã được kiểm nghiệm theo các khoảng cách trong thiết kế.

**V. CÔNG TÁC ĐO ĐẶC KHI XÂY MÓNG:** (xem sách thêm)

V.1. Các loại móng:

V.2. Chuyển độ cao và các trục lên đỉnh móng:

a) Chuyển độ cao

b) Chuyển các trục lên

đỉnh móng.

V.3. Xây móng cọc:

V.4. Dùng các khối móng khi lắp ghép móng bằng:

V.5. Dùng các trụ dưới các kết cấu thép (móng cột):

V.6. Công tác đo đạc khi xây xong tầng hầm:

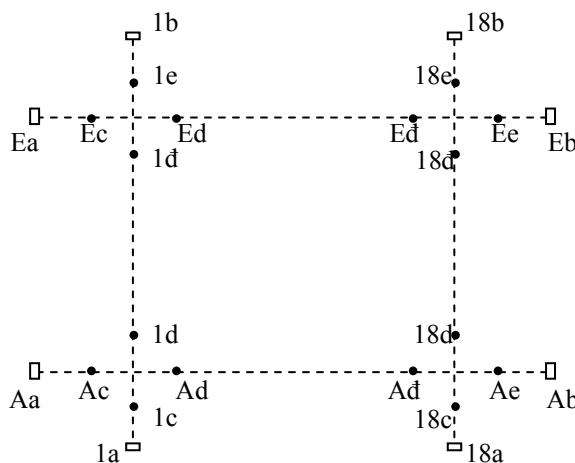
**VIII. CHUYỂN CÁC TRỤC VÀ ĐỘ CAO LÊN TẦNG:**

VIII.1. Chuyển các trục lên tầng:

Có phương pháp chuyển các trục lên tầng nhà, đó là:

- Phương pháp dùng dây dọi.
- Phương pháp dùng tia ngắm nghiêng của máy kinh vĩ.
- Phương pháp dùng tia ngắm thẳng đứng của máy thiên đỉnh.

Nhưng trong điều kiện nước ta hiện nay, phương pháp dùng tia ngắm nghiêng của máy kinh vĩ đã được sử dụng rộng rãi nhất, cụ thể như sau:



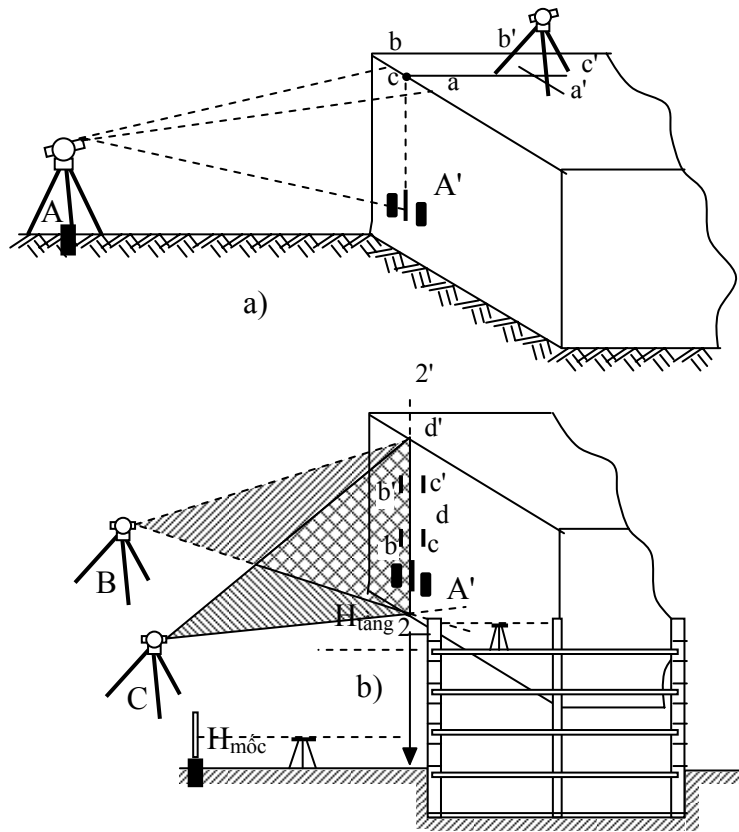
Hình XI-6

a) Nhìn từ mốc đóng đến tim trục ở chân tường hoặc ở mặt bằng góc:

Trước hết định tâm, cân bằng máy kinh vĩ ở mốc đóng A. Sau đó ngắm điểm A' ở chân tường (hình XI-7a). Nâng ống kính, ngắm đến mặt sàn tầng trên, đồng thời xác định 2 điểm a và a'. Sau đó đảo ống kính và làm tương tự như vậy ta sẽ xác định được 2 điểm b và b'. gọi c là điểm giữa của ab, c' là điểm giữa của a'b'. Nối c và c', đoạn cc' chính là hình chiếu của trục AA' lên tầng trên.

b) Trường hợp có vạch dấu trục ở chân tường, nhưng không có mốc đóng. Còn tường được xây dựng của nhà nằm trong mặt phẳng đứng với phần chân tường:

Để kiểm tra và nâng cao độ chính xác người ta truyền trục lên cao từ hai trạm máy B và C (hình XI-7b). Trước đặt máy tại B ngắm điểm A'. Sau đó nâng ống kính ngắm phần trên của tường nhà và xác định được 2 điểm b và b'. Chuyển máy kinh vĩ đến điểm C, rồi làm tương tự như trên ta sẽ xác định được 2 điểm c và c'. Nếu trên tường nhà hai đường bb' và cc' không trùng nhau thì lấy đường dd' ở giữa làm hình chiếu của A'. Chuyển máy sang mặt kia của nhà cũng làm tương tự như trên, ta sẽ xác định được đường dd' chính là hình của trục AA' lên tầng trên.



Hình XI-7

VIII.2. Chuyển độ cao lên tầng:

Có hai phương pháp chuyển độ cao lên tầng:

- Đo trực tiếp bằng thước thép đã được kiểm nghiệm theo tường và cột...
- Đo cao hình học bằng 2 máy đo cao và thước thép treo tự do, tương tự như việc chuyển độ cao lên đỉnh móng.

Theo hình XI-8 ta có:

$$H_{\text{tầng}} = H_{\text{góc}} + a + (b_2 - b_1) - b$$

IX. LÀM MẶT BẰNG LẮP GHÉP VÀ BỐ TRÍ CÁC TRỤC LẮP GHÉP TRỤC SONG SONG:

IX.1. Làm mặt bằng lắp ghép:

IX.2. Bố trí các trục lắp ghép và trục song song:

X. CÔNG TÁC ĐO ĐẶC VÀ KIỂM TRA KHI XÂY, LẮP GHÉP CỘT, TƯỜNG, SÀN NGĂN, DÀM, VÌ KÈO VÀ ĐƯỜNG RÂY:

X.1. Công tác đo đặc khi xây cột, tường và sàn ngăn:

X.2. Công tác đo đặc và kiểm tra khi lắp ghép các cột:

X.3. Đo đặc và kiểm tra khi lắp ghép các dầm, vì kèo và đường rây:

CHƯƠNG XII:

**ĐO ĐẠC CÁC CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG**

I. VẠCH TUYẾN ĐƯỜNG TRÊN BẢN ĐỒ:

Dựa vào các bản đồ địa hình tỷ lệ 1:100000 ÷ 1:50000 người ta có thể vạch các tuyến đường bằng các đoạn thẳng nối liền các điểm khống chế và các điểm chính của tuyến.

Theo các tuyến đường đã được vạch sơ bộ đó, người ta khảo sát địa hình dọc tuyến bằng các dụng cụ và phương pháp đo đạc đơn giản như: Địa bàn, đồng hồ đo và dụng cụ đo độ dốc. Tuyến đường này được vạch cụ thể hơn trong bản đồ địa hình bổ sung và chỉnh lý ở các tỷ lệ 1:25000 ÷ 1:10000 với đường ô tô nói chung và 1:5000 ÷ 1:10000 với đường phố nói riêng theo độ dốc đã quy định....

Để thiết kế chính thức đường, ta cần tiến hành đo vẽ kỹ thuật. Công tác này gồm có: vạch tuyến chọn điểm ở thực địa theo tuyến đường đã vạch trên bản đồ, đo lưới khống chế mặt bằng và độ cao dẫn tuyến, đo vẽ bình đồ tuyến đường với tỷ lệ 1:5000 đến 1:1000.

Để thi công xây dựng đường phải bố trí cụ thể các tuyến đường và các công trình trên tuyến theo phương án chính thức đã được duyệt ra ở thực địa. Trong đó bao gồm việc bố trí đường cong các nút giao thông, các cầu cống trên dọc đường, các bến ô tô, nhà ga, đường sắt.

II. CẮM ĐƯỜNG CONG:

Việc xác định cụ thể vị trí tuyến đường ngoài thực địa với các cọc tiêu cần thiết để cố định đường gọi là cắm tuyến. Công việc cắm tuyến đường được tiến hành theo các bước sau:

- Đo góc
- Đo chiều dài cạnh

II.1. Tính và cắm đường cong tròn:

Đường cong tròn có bán kính R không đổi là đường cong đơn giản (hình XII-1). Các yếu tố đường cong tròn và những phương pháp bố trí như sau:

II.1.1. Các yếu tố đường cong tròn:

Đường cong tròn có các yếu tố sau (hình XII-1):

- Δ : góc ngoặt đường cong (lập bởi đường kéo dài của đường tiếp đầu và đường tiếp cuối);
- R : bán kính đường cong;
- T : chiều dài tiếp tuyến (khoảng cách từ đỉnh góc ngoặt Đ đến điểm tiếp đầu Tđ hoặc điểm tiếp cuối Tc);
- K : Chiều dài đường cong (cung TđGTc);
- P : chiều dài phân giác (đoạn DG);
- D : đoạn thêm.

Các yếu tố trên được tính theo công thức sau:

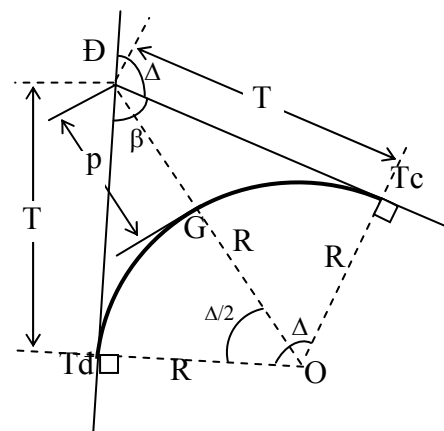
$$T = R \operatorname{tg} \frac{\Delta}{2} \quad (12-1)$$

$$K = \frac{\pi}{180} \cdot \Delta \cdot R \quad (12-2)$$

$$P = R \cdot \left( \operatorname{Sec} \frac{\Delta}{2} - 1 \right) \quad (12-3)$$

$$D = 2T - K \quad (12-4)$$

$$\operatorname{Sec} = \frac{1}{\cos} \quad (12-5)$$



Hình XII-1

Bán kính đường cong R dao động trong phạm vi đã qui định. Đối với đường sắt, thường có bán kính nhỏ

nhất là 300m hoặc 200m. Đối với đường ô tô, những đoạn đường phức tạp bán kính nhỏ nhất được qui định như trang bảng XII-1.

Bảng bán kính nhỏ nhất ở những đoạn đường phức tạp  
(bảng XII-1)

Cấp đường	I	II	III	IV	V	VI
Bán kính nhỏ nhất (m)	500	$\frac{350}{120}$	$\frac{200}{50}$	$\frac{120}{20}$	$\frac{50}{15}$	$\frac{15}{10}$

Trong bảng XII-1, tử số là trị số dùng cho vùng đồng bằng, mẫu số dùng cho vùng núi. Dựa vào các thông số  $\Delta$  và R, người ta lập các bảng riêng để bố trí đường cong gồm trị số của các đoạn tiếp tuyến T, đường cong K, đoạn thêm D và phân giác P. Các trị số  $\Delta$ , R, T, K, D và P được gọi là các yếu tố của đường cong.

II.1.2. Bố trí các điểm chính đường cong tròn:

Giả sử ta có các yếu tố của đường cong tròn là:  $T=84,55m$ ;  $K=159,99m$ ;  $D=9,12m$ ;  $P=17,14m$ .

Cách bố trí các điểm chính đường cong tròn này như sau:

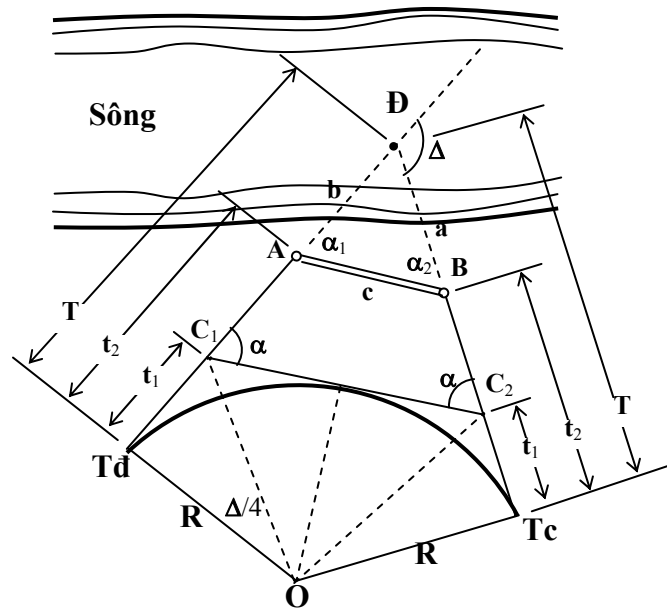
Đặt máy kinh vĩ tại điểm góc ngoặt Đ, ngắm về đầu Tđ, đo một đoạn  $T=84,55m$  và trên hướng đó, ta sẽ tìm được điểm tiếp đầu Tđ. Sau đó quay máy theo hướng phải một góc bằng  $\beta/2$ , rồi đo từ Đ theo hướng đó một đoạn  $P=17,14m$ , ta sẽ được điểm giữa G. Cuối cùng quay tiếp máy một góc bằng  $\beta/2$  về hướng cuối Tc, rồi đo từ Đ ra theo hướng đó một đoạn  $T=84,55m$ , ta sẽ tìm được điểm tiếp cuối Tc. Nếu đỉnh góc ngoặt Đ ở vị trí  $C_7+50,00m$  thì giá trị các cọc ở những điểm chính của đường cong như sau:

Bảng tính giá trị cọc (bảng XII-2)

Đ	$C_7+50,00$
-T	84,55
Tđ	$C_6+65,45$
+K	159,99
Tc	$C_8+25,44$
-K/2	79,99
G	$C_7+45,45$
+D/2	4,56
Đ	$C_7+50,01$

II.1.3. Bố trí các điểm chính đường cong tròn khi không đến được điểm ngoặt:

Như ta đã biết, để bố trí các điểm chính đường cong tròn được tốt, thì trước hết người ta đo góc ngoặt  $\Delta$ . Nhưng trên thực tế có lúc đỉnh góc ngoặt lại nằm trong vị trí khó đặt máy (ví dụ như vách đứng, khe sâu, sông suối...như đỉnh Đ trong hình XII-2).



Hình XII-2

Vì vậy, phải tính các yếu tố liên hệ giữa điểm ngoặt và các điểm chính đường cong, sau đó dựa vào các yếu tố này người ta bố trí các điểm chính. Các yếu tố có liên quan như sau:

- Tìm góc ngoặt  $\Delta$ .
- Tính các yếu tố đường cong.
- Tính chiều dài  $t_1$  và  $t_2$ .

Sau đó tiến hành bố trí các điểm Tđ, Tc và các điểm giữa đường cong.

II.1.4. Bố trí điểm chi tiết đường cong tròn:

Để xác định hình dáng mặt bằng của đường cong, trước hết cần bố trí các điểm chi tiết của đường cong. Đường cong có bán kính càng nhỏ thì khoảng cách giữa 2 điểm càng ngắn. Thông thường với bán kính hơn 500m thì khoảng cách giữa 2 điểm là 20m; bán kính từ 100m đến 500m - khoảng cách giữa các điểm là 5m.

Người ta bố trí các điểm chi tiết của đường cong theo các phương pháp sau:

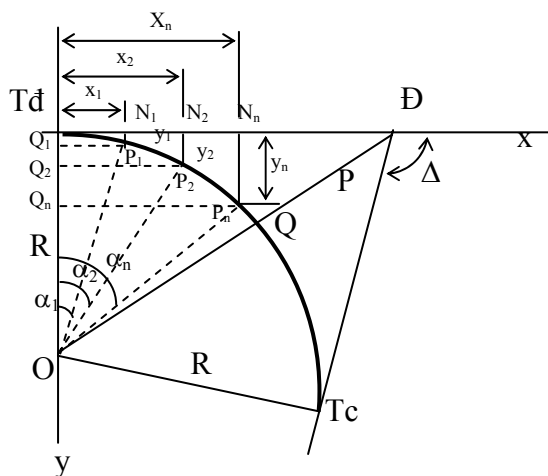
a) Phương pháp tọa độ vuông góc:

Theo phương pháp này người ta lấy hướng tiếp tuyến làm trục x, bán kính qua điểm tiếp đầu làm trục y (hình XII-3). Mặt khác tương ứng với các cung TđP<sub>1</sub>, TđP<sub>2</sub>, .... TđP<sub>n</sub> có các góc ở tâm là  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ . Theo hình vẽ ta có:

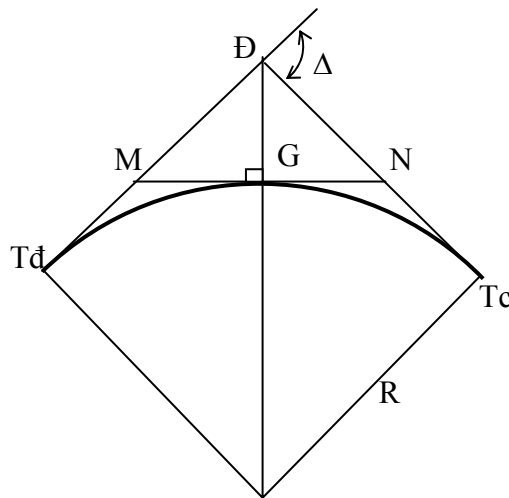
$$\left. \begin{aligned} P_1 &\Rightarrow x_1 = R \sin \alpha_1, y_1 = R(1 - \cos \alpha_1) \\ P_2 &\Rightarrow x_2 = R \sin \alpha_2, y_2 = R(1 - \cos \alpha_2) \\ &\dots\dots\dots \\ P_n &\Rightarrow x_n = R \sin \alpha_n, y_n = R(1 - \cos \alpha_n) \end{aligned} \right\} \quad (12-6)$$

Dựa vào công thức này, người ta thành lập bảng tính sẵn các trị x, y.

Muốn bố trí điểm P<sub>2</sub> trên hướng tiếp đầu kể từ điểm Tđ, tiếp đó trên đường vuông góc với đường tiếp đầu kể từ đầu mút đoạn x<sub>2</sub> đặt đoạn x<sub>2</sub>, sẽ được điểm P<sub>2</sub>. Nếu bán kính R và góc ngoặt quá lớn thì có thể chia đường cong thành 2 phần bằng nhau (hình XII-4) rồi bố trí điểm cho từng phần theo phương pháp trên.



Hình XII-3



Hình XII-4

b) Phương pháp dây cung kéo dài: (xem sách)

II.2. Bố trí đường cong chuyển tiếp:

II.2.1 Bố trí các điểm chính đường cong chuyển tiếp:

a) Đường cong chuyển tiếp với việc rụ ngắn bán kính:

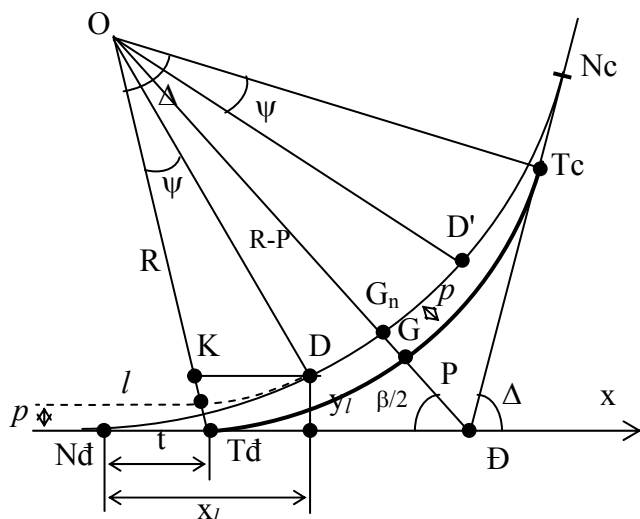
Để xác định điểm đầu đường cong chuyển tiếp  $N_d$  và điểm cuối đường cong chuyển tiếp  $N_c$ , ta phải đặt trên hướng kéo dài của  $ĐTđ, ĐTc$  một đoạn  $t$  (hình XII-5). Giá trị của đoạn được tính theo công thức:

$$t = \frac{1}{2} \left( 1 - \frac{l^2}{120 + R} + \dots \right) \quad (12-7)$$

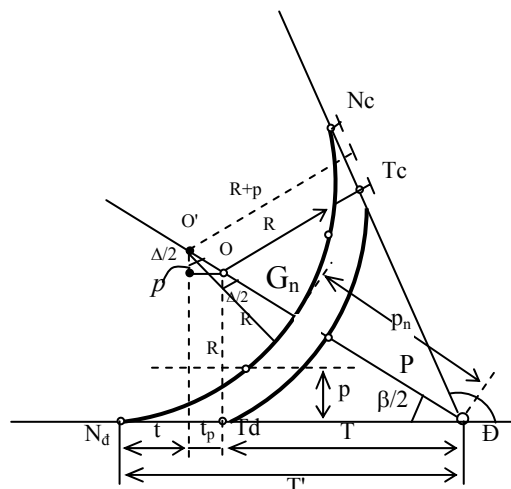
nếu lấy gần đúng thì ta có thể viết:

$$t = \frac{1}{2} \quad (12-8)$$

Ở đây  $l$  là chiều dài đoạn đường cong chuyển tiếp. Tùy theo cấp đường mà chiều dài  $l$  có thể lấy từ 20m đến 200m, nhưng phải ngắn hơn chiều dài của toàn đường cong tròn.



Hình XII-5



Hình XII-6

Cọc Nđ sẽ có trị số bằng trị số cọc Tđ trừ đi trị số t, còn cọc Nước có trị số bằng trị số cọc Tc cộng với trị số t. Để bố trí điểm giữa đường cong  $G_n$ , phải đặt máy kinh vĩ tại Đ sau đó ngắm về Nđ,

mở góc  $\beta/2$  rồi theo hướng đó đặt đoạn  $P+p$  ta sẽ được điểm  $G_n$ . Trong đó  $p$  là trị số dịch chuyển về tâm và được tính theo công thức:

$$p = \frac{l^2}{24R} \quad (12-9)$$

còn  $P$  là khoảng cách phân giác được tính theo công thức (12-7)

b) Đường cong chuyển tiếp với việc dịch chuyển tâm:

Để xác định điểm đầu đường cong Nđ (hình 12-6) trước hết người ta đặt máy kinh vĩ tại Đ và định hướng tiếp đầu, sau đó từ Đ đặt đoạn  $T'$  theo công thức:

$$T' = T + t_p + t \quad (12-10)$$

Ở đây:

$$t_p = p \operatorname{tg} \frac{\Delta}{2} \quad (12-11)$$

Còn các giá trị  $T$ ,  $t$  và  $p$  được tính theo công thức (12-1), (12-7) hoặc (12-8) và (12-9). Nếu mở một góc  $\beta/2$  từ hướng tiếp đầu tại Đ và đặt trên hướng mới một đoạn  $P_n$  và giá trị của đoạn đó bằng:

$$P_n = P + p \cdot \sec \frac{\Delta}{2} \quad (12-12)$$

sẽ được điểm giữa đường cong  $G_n$ .

II.2.1 Bố trí điểm chi tiết đường cong chuyển tiếp rút ngắn:

a) Phương pháp tọa độ vuông góc:

b) Phương pháp dây cung: (xem sách)

II.3. Tính và cắm đường cong quay đầu (đường cong con rắn):

Đường cong con rắn thường được bố trí ở vùng rừng núi. Ở đây góc ngoặt của nó gần bằng hoặc lớn hơn  $180^\circ$ . Thành phần của đường cong con rắn bao gồm:

Đoạn cong chính TđTc, với bán kính  $R$ , hai đoạn cong phụ AG và BH với bán kính  $r_1$ ,  $r_2$ , hai đoạn cong chuyển tiếp CTđ và TcH với chiều dài  $m_1$ ,  $m_2$ . Có hai loại đường cong quay đầu là: đường cong con rắn đối xứng và đường cong con rắn không đối xứng.

II.3.1. Bố trí đường cong con rắn đối xứng:

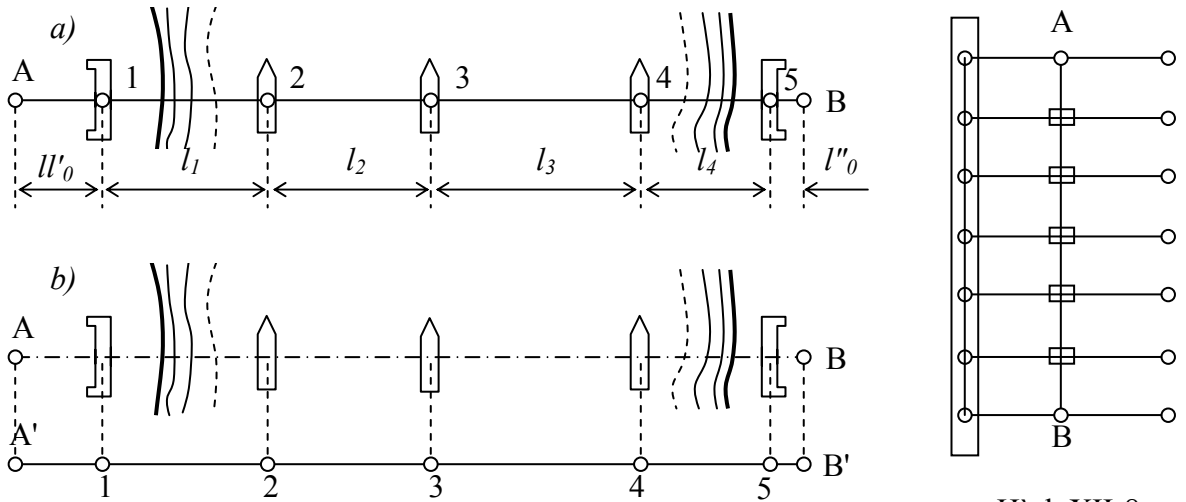
II.3.2. Bố trí đường cong con rắn không đối xứng: (xem sách)

III. ĐO ĐẠC TRONG THI CÔNG CẦU:

II.1. Bố trí tâm mố và trụ cầu:

Việc bố trí tâm mố cầu và trụ cầu trên hướng trục chính của cầu không được sai quá  $\pm 2\text{cm}$ . Nó có thể được tiến hành theo dọc trục cầu, hoặc theo hướng song song với trục chính của cầu.

Đường hướng này cần đặt trong phạm vi thi công cầu. Cụ thể ta có thể dùng thước thép hoặc máy đo xa quang học để xác định trực tiếp các khoảng cách thiết kế từ điểm gốc đến các tâm mố và trụ cầu (hình XII-7a) hoặc theo hướng song song với trục chính của cầu (hình XII-7b).



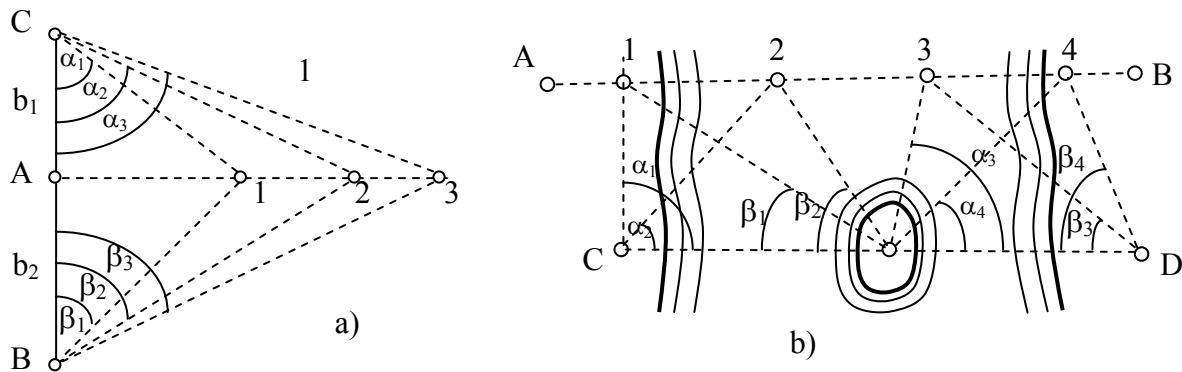
Hình XII-7

Hình XII-8

Việc bố trí tâm các trụ từ các điểm trục song song với trục chính của cầu được tiến hành bằng phương pháp dóng vuông góc (hình XII-8).

Các điểm trụ cầu còn có thể được xác định bằng phương pháp giao hội phía trước từ các điểm của đường đáy (hình XII-9a) hoặc từ các điểm của tam giác cầu (hình XII-9b).

Tâm của các trụ ở sông được cố định trên bờ bằng các mặt phẳng dóng thẳng đứng (hình XII-10).

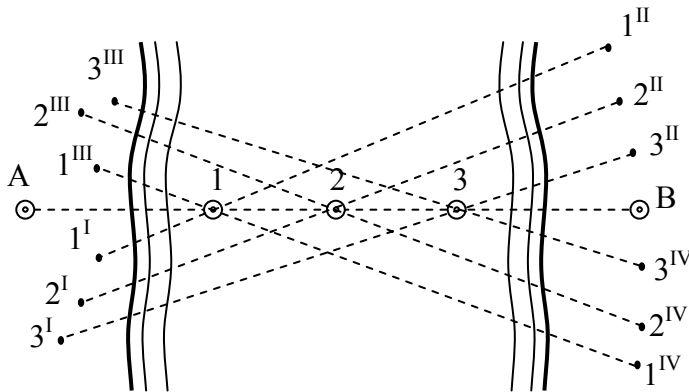


Hình XII-9

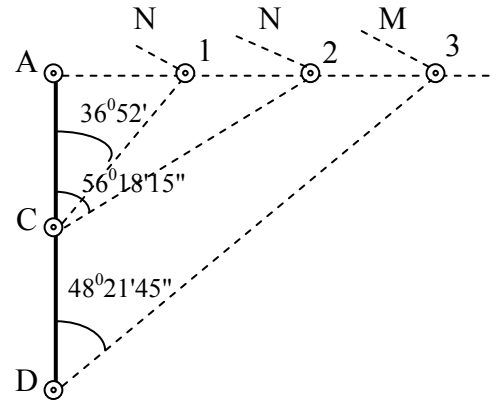
Vị trí các trụ ở sông cũng có thể được cố định gần đúng bằng phao nổi hoặc mốc nổi.

Để bố trí tâm trụ bằng giao hội góc, ta phải tính trước các góc bố trí giao hội. Các góc này tính được theo các góc định hướng (do giải bài toán trắc đạc nghịch từ các tọa độ tam giác cầu và tọa độ thiết kế của tâm trụ cầu mà có) hoặc từ việc giải tam giác theo hai cạnh và một góc kề giữa chúng. Các kết quả tính được ghi vào bản vẽ bố trí tâm cầu (hình XII-11).





Hình XII-10



Hình XII-11

Tâm của trụ cầu cần được giao hội từ 3 điểm (từ 2 điểm sườn và 1 điểm trục). Để phục hồi các điểm tâm trụ trong quá trình xây dựng, phải cố định các hướng giao hội của mỗi trụ bằng các mốc ngắm riêng trên bờ sông đối diện.

Do tiêu ngắm trên sông thường không ổn định nên trụ cầu cần được xác định thường xuyên theo tiến độ thi công theo độ chính xác cao.

Khi thi công, giếng chìm hoặc cọc ống có thể lún không đúng vị trí thiết kế. Do đó ta phải đo kiểm tra độ cao và độ nghiêng của chúng để từ đó ra lộ dịch chuyển của đáy giếng hoặc của cọc ống và điều chỉnh kịp thời cho đúng vị trí thiết kế.

## II.2. Bố trí chóp trụ cầu:

Trên mỗi trụ cầu có 4 đá móng gói cầu và một điểm mốc độ cao. Các điểm này cần phải bố trí ở thực địa với độ cao chính xác theo yêu cầu đặt ra. Để xác định 4 dấu trục chính của trụ cầu, trên mỗi chóp ta phải dùng máy kinh vĩ chính xác đo góc vuông theo hai vị trí ống kính từ tâm hướng trục chính của cầu.

## II.3. Đo vẽ hiện trạng trụ cầu:

Sau khi bố trí xong tâm trụ cầu và chóp trụ cầu, trước khi lắp ghép dầm, giàn cầu, ta cần đo vẽ hiện trạng cầu để xác định tọa độ thực tế của các điểm đặc trưng trên chóp trụ cầu.

### II.1. Bố trí lắp ghép dầm, giàn cầu:

Khi lắp ghép dầm, giàn cầu, ta cần đo ngắm để xác định trục hình học của dầm, giàn cầu, độ cong thi công của giàn, độ nghiêng của các thanh dầm đứng và vị trí đặt gối.

Trục chính hình học của giàn, dầm là đường qua điểm giữa các thanh dầm ngang trong giàn cầu. Nó phải trùng với trục chính của cầu với sai lệch không quá  $\pm 5mm$ . Để xác định độ sai lệch đó, ta đặt máy ở tâm trụ cầu. Sau khi đưa ống kính ngắm đúng hướng trục chính của trụ cầu thì khóa ốc chuyển dịch ngang của ống kính rồi đưa ống kính đọc số trên mia đặt nằm có đáy trùng với điểm giữa thanh dầm ngang.

Đồng thời ta cần xác định vị trí mặt bằng của các khớp nối các thanh dầm dọc so với đường thẳng qua điểm giữa hai thanh dầm ngang đầu và cuối giàn với phương pháp đo ngắm tương tự như trên.

Độ cong thi công của giàn, dầm (giàn, dầm cầu thường hơi cong) được biểu thị bằng độ chênh cao lớn nhất trong số độ chênh cao của các khớp nối so với đường thẳng đi qua điểm đầu và cuối giàn. Nó được xác định bằng máy đo cao đặt trên trụ cầu với các mia đặt tại các khớp nối các thanh dầm dọc của giàn. Chênh lệch độ cao thực tế của các khớp nối dầm dọc so với thiết kế thường không được quá 8% độ cong thi công của giàn, dầm. Còn độ chênh cao thực tế thường không vượt quá  $1:1000 \div 1:500$  chiều rộng của giàn, dầm.

Độ nghiêng của các thanh dầm đứng được biểu thị bằng khoảng cách từ đáy dầm đến đường thẳng đứng qua đỉnh dầm đứng đó. Nó được xác định bằng cách treo dọi và không được quá  $1:700$  chiều dài thanh dầm đứng.

Vị trí đặt gối cầu trên đá móng được xác định từ trục trụ cầu với sai số từ  $2 \div 3mm$  và từ độ cao đá móng. Do đó cần kiểm tra cẩn thận đá móng trước khi đặt gối.

**II.4. Đo biến dạng của cầu:**

Ngay khi bắt đầu xây dựng cầu ta đã phải đo độ lún và chuyển dịch của trụ cầu.

**a) Độ độ lún của trụ cầu:**

Độ lún của trụ cầu được xác định bằng đường đo cao qua các trụ cầu và khép giữa hai mốc độ cao ở hai bờ với độ chính xác:

- Khi sông rộng trên  $500m$ , thì  $f_h = \pm 5\sqrt{L} \text{ mm}$ ;

- Khi sông hẹp hơn  $500m$ , thì  $f_h = \pm 10\sqrt{L} \text{ mm}$ ;

trong đó:  $L$  là khoảng cách hai mốc độ cao cấp hạng cao có đơn vị là  $km$ .

Điểm đo lún trên trụ cầu cần đặt nơi tiện dựng mia và thông hướng đo cao tới điểm đo lún lân cận (có thể dùng ngay mốc độ cao trụ cầu nếu nó thỏa mãn các điều kiện đó. Ở các cầu lớn, mỗi trụ phải có 2 điểm đo lún ở về hai phía thượng lưu và hạ lưu.

**b) Đo độ chuyển dịch của trụ cầu:**

Độ chuyển dịch của trụ cầu cần được đo theo hướng dọc và hướng ngang của cầu. Muốn vậy, ta phải đặt các mốc ở trên đỉnh trụ (phần dưới giàn cầu - bên phải hoặc bên trái giàn) trong một mặt phẳng hướng. Sau đó cố định mặt phẳng hướng bằng hai mốc lâu dài ở nơi kiên cố trên hai bờ sông.

Để xác định độ chuyển dịch ngang, ta cần đo chính xác khoảng cách giữa các tâm trụ hoặc các điểm được cố định riêng trên trụ. Theo hiệu số khoảng cách giữa các trụ lúc đó mà đánh giá độ chuyển dịch của các trụ trong thời gian giữa hai lần đo đó.

Chú ý rằng, độ chuyển nói trên là của đỉnh trụ cầu. Độ chuyển dịch của đáy trụ cầu được tính thông qua độ chênh cao giữa hai điểm đo lún gắn trên hai đỉnh trụ và có thể được tính theo công thức:

$$\Delta l = \Delta l_a + \Delta l_\alpha \tag{12-13}$$

trong đó:

$$\Delta l_\alpha = h \cdot \frac{\Delta h}{d} \tag{12-14}$$

**IV. BỐ TRÍ NỀN ĐƯỜNG:**

**IV.1. Bố trí mặt cắt ngang nền đường đắp:**

**IV.2. Bố trí mặt cắt ngang nền đường đào: (xem sách)**

---

CHƯƠNG XIII:

**ĐO ĐẠC CÁC CÔNG TRÌNH THỦY LỢI**

I. ĐO ĐẠC KÊNH MƯƠNG:

I.1. Khái niệm:

I.2. Bố trí mặt cắt kênh mương:

II. ĐO ĐẠC ĐÊ VÀ ĐẬP:

II.1. Khái niệm:

II.2. Bố trí mặt cắt đê đập và xác định phạm vi dọn nền:

---

**CHƯƠNG XIV:****ĐO BIẾN DẠNG VÀ CHUYỂN DỊCH CÔNG TRÌNH****I. KHÁI NIỆM CHUNG:**

Các công trình trong quá trình xây dựng và sử dụng thường có sự thay đổi nào đó, nhất là khi tải trọng của chúng lớn, hoặc công trình được xây dựng trên nền đất yếu, mềm và không được xử lý móng tốt. Dưới áp lực lớn của công trình, nền đất bị ép lại và công trình bị lún, nghiêng nói chung là công trình bị biến dạng.

Nếu chỉ do bản thân công trình thì đất bị lún tới lúc nào đó sẽ dừng lại. Đối với đất cát, thì tốc độ lún lúc đầu nhanh rồi sau đó giảm nhanh. Ngược lại đối với đất pha sét hoặc sét thì tốc độ lún chậm thời gian lún rất lâu.

Khi nền đất của công trình bị tác động một phía như với công trình thủy văn, cầu, đường thì chúng có thể bị dịch chuyển về mặt bằng. Khi các công trình được xây dựng trên đất dốc thì hiện tượng trượt sẽ xảy ra.

Vì vậy, cần phải theo dõi, xác định độ lún và biến dạng của công trình ngay từ khi xây dựng công trình cho đến quá trình sử dụng, vận hành công trình.

**II. ĐO ĐỘ LÚN CÔNG TRÌNH:**

Thực chất của việc đo độ lún là phát hiện sự thay đổi về độ cao của điểm nào đó trên công trình so với các điểm mốc có độ cao cố định bằng phương pháp đo cao hình học với các máy và mia đo cao có độ chính xác cao.

**II.1. Đo độ nâng của đáy hố móng:**

Khi móng được xây dựng trong hố móng sau 8-10m thì trước khi đo độ lún của nó, cần phải đo độ nâng của đáy hố móng.

Để đo được độ nâng của đáy hố móng, trước hết cần phải đo độ cao của đáy hố móng. Muốn vậy, người ta thường đặt các mốc đo nâng tại các hố.

Các mốc này được đặt vào các lỗ khoan sâu dưới đáy hố móng. Khi nền đất dưới đáy hố bị nâng thì đồng thời mốc này cũng bị nâng. Vì vậy, người ta có thể dựa vào đó để đo độ nâng của đáy hố móng.

**II.2. Mốc đo cao gốc:**

Mốc đo cao gốc dùng để làm cơ sở cho việc xác định độ cao của các mốc đo nâng và mốc đo lún. Các mốc độ cao này cần được bảo đảm lâu dài và có khả năng chuyển độ cao từ nó đến các mốc đo nâng hoặc mốc đo lún qua một hoặc hai trạm máy. Các mốc này có thể chôn sâu dưới đất hoặc gắn trên tường các công trình kiên cố. Thông thường mốc đo cao bố trí thành từng chùm 3-4 mốc, đặt dưới dạng tam giác hoặc tứ giác với các cạnh chừng 20m - 30m.

Ranh giới của vùng biến dạng có thể xem là mặt đi qua cạnh móng, lệch theo chiều đứng một góc  $\alpha=25^0-30^0$  (hình XIII-1). Vì vậy móc đo cao phải chôn cách xa công trình một khoảng L và bằng:

$$L \geq \frac{1}{2} H \quad (13-1)$$

ở đây H là chiều cao chôn sâu.

### II.3. Móc đo lún:

Móc đo lún được đặt trên công trình đo lún. Sơ đồ của móc đo lún được biểu diễn trên hình XIII-2.

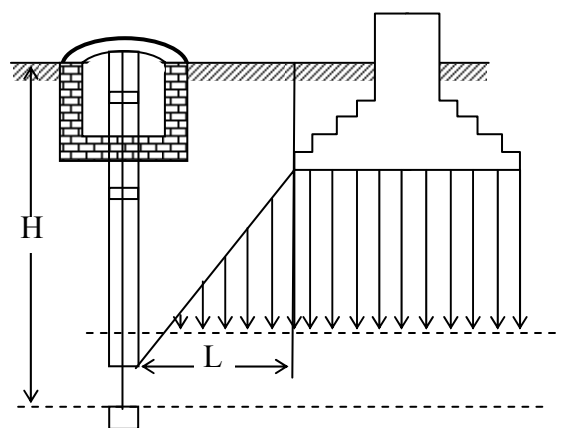
Trước khi bố trí móc phải nghiên cứu các kết cấu móng, điều kiện địa chất thủy văn và các tải trọng của các công trình lên các nền đất. Các móc này được đặt ở góc công trình, theo các trục móng. Nếu móc bị hỏng có thể bố trí thêm móc bổ sung ở xung quanh.

Thông thường khoảng cách giữa các móc đặt trong các nhà công nghiệp, phải đặt theo hướng phân giác của góc. Như vậy ta có thể quan sát sự dịch chuyển của nó theo các hướng vuông góc với nhau. Sau khi xây dựng xong móng, phải tiến hành bố trí móc đo lún, số lượng móc này phải bảo đảm đầy đủ và vững chắc lâu dài.

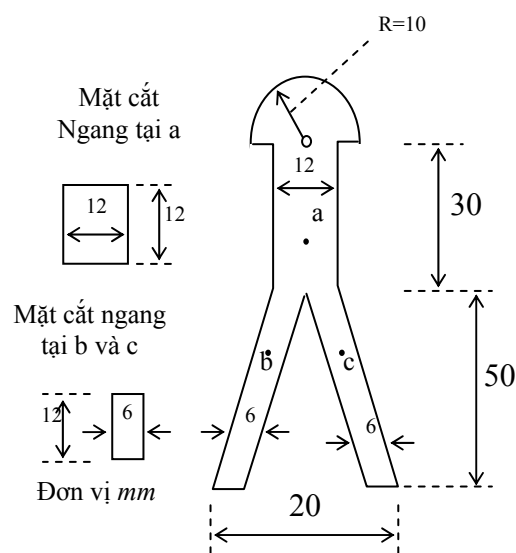
### II.4. Đo lún:

Trong thực tế người ta tiến hành đo lún theo định kỳ. Chu kỳ được tiến hành sau khi xây dựng xong móng (sau khi đặt móc đo lún được 3-6 ngày). Các chu kỳ tiếp theo, được tiến hành sau khi xây lắp xong từng tầng. Nếu công trình có hiện tượng rạn nứt hoặc cong nghiêng tương đối rõ rệt thì chu kỳ đo lún có thể tiến hành theo từng tháng một và được đo cao theo độ chính xác hạng II, còn nói chung đo cao theo độ chính xác hạng III.

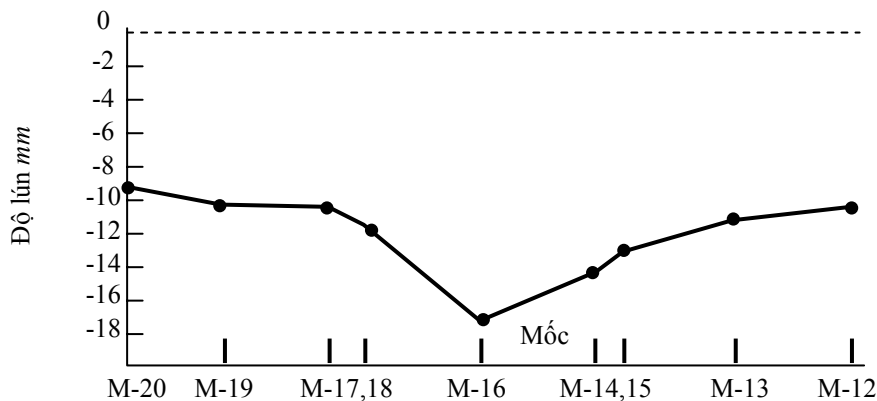
Để thấy rõ kết quả đo lún và quá trình lún, người ta thường dựa vào bảng thống kê độ cao để lập: Hình XIII-3 là đồ thị lún của từng móc theo thời gian. Hình XIII-4 là mặt cắt độ lún theo các trục.



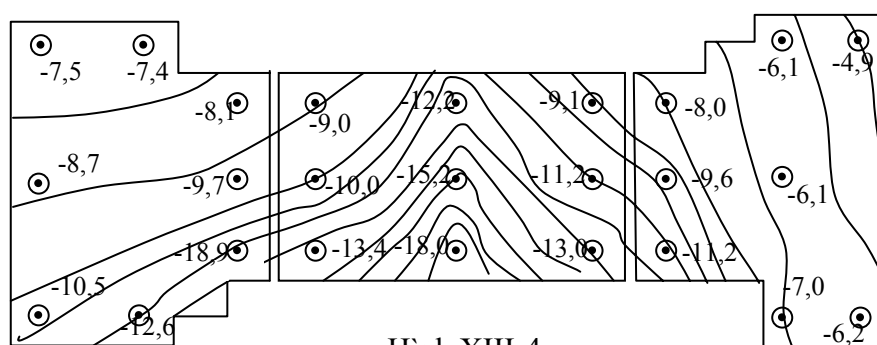
Hình XIII-1



Hình XIII-2



Hình XIII-3



Hình XIII-4

**III. ĐO ĐỘ DỊCH CHUYỂN MẶT BẰNG CỦA CÔNG TRÌNH:**

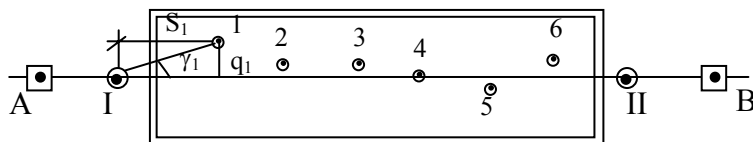
Để đo độ dịch chuyển mặt bằng của công trình, ta cần định kỳ xác định tọa độ một số điểm đặc trưng cho vị trí mặt bằng của công trình từ các mốc mặt bằng gốc. Muốn vậy, cần phải đặt một số mốc đo dịch chuyển tại các điểm đặc trưng ấy.

Để đo độ dịch chuyển mặt bằng người ta thường áp dụng theo các phương pháp sau: Phương pháp đo dóng hướng, phương pháp tam giác và phương pháp đo góc.

**III.1. Phương pháp dóng hướng:**

Khi đo dịch chuyển các công trình thẳng (đê đập, cầu, tường chắn) thì người ta dùng phương pháp dóng hướng. Ở những nơi này có thể đặt các mốc đo dịch chuyển theo cùng một hướng và ở các độ cao gần bằng nhau.

Các mốc ở mặt bằng gốc được bố trí theo hướng dọc của công trình. Các mốc này được xác định từ các điểm khống chế đo đạc hoặc được xác định tại chính các điểm khống chế đo đạc (A và B hình XIII-5).



Hình XIII-5

Theo hình XIII-5, người ta xác định đoạn  $q_1$  bằng cách đo chính xác góc  $\gamma_1$  và đo khoảng cách từ máy đến mốc đo dịch chuyển với độ chính xác 1:1000 trở lên.

Từ đó, công thức tính  $q_1$  có thể viết:

$$q_1 = \frac{S_1 \gamma_1''}{\rho''} \tag{13-2}$$

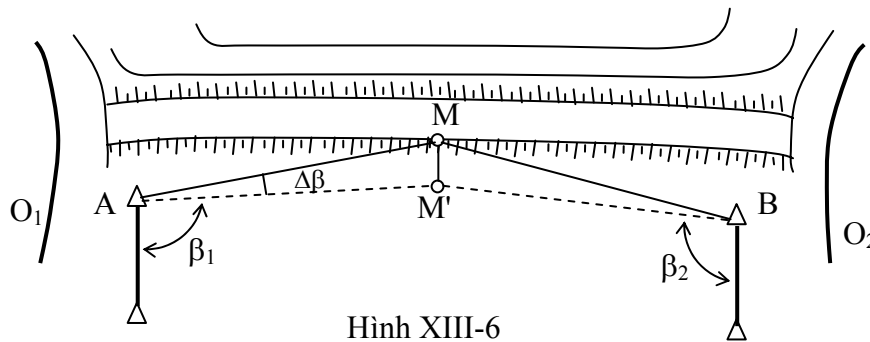
III.2. Phương pháp đo góc:

Về cơ bản phương pháp đo góc tương tự như phương pháp ngắm hướng. Nhưng theo phương pháp này người ta chọn hướng góc là một cạnh cố định nào đó nằm gần công trình. Các góc đo được theo chu kỳ ở đây là các góc rộng  $\beta$  (hình XIII-6).

Để tính được đoạn dịch chuyển  $q$  theo công thức (13-2) trước hết phải đo khoảng cách  $S$  và tính góc dịch chuyển theo công thức:

$$\gamma_i = \beta_i - \beta_0 \quad (13-3)$$

ở đây:  $\beta_0$  là góc đo lần đầu;  $\beta_i$  là góc đo lần thứ  $i$ .



Hình XIII-6

III.3. Phương pháp tam giác hoặc giao hội: (xem sách)

IV. ĐO ĐỘ NGHIÊNG VÀ ĐỘ RẠN NÚT CỦA CÔNG TRÌNH:

IV.1. Đo độ nghiêng của công trình:

IV.2. Đo độ rạn nứt của công trình: (xem sách)