

**Giáo trình**

**Trắc địa đại cương**

## MỤC LỤC

<u>Giáo trình.....</u>	<u>1</u>
<u>Trắc địa đại cương.....</u>	<u>1</u>
<u>MỤC LỤC.....</u>	<u>2</u>

### 1.khái niệm trắc địa học.

cách đây khoảng 3.000 năm trước công nguyên, người Ai Cập thường phải “phân chia đất đai” giữa các bộ tộc sau các trận lũ của sông Nill. Thuật ngữ “trắc địa” tức “phân chia đất đai” được ra đời từ đây

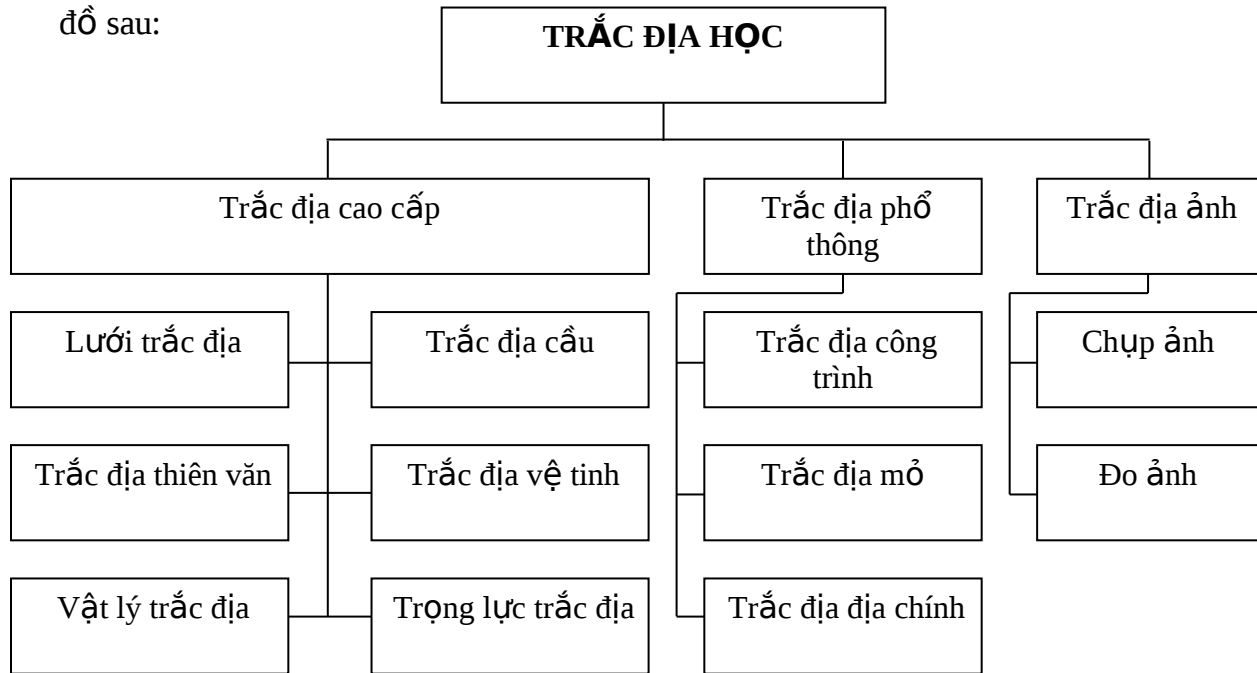
Thuật ngữ Trắc địa được sử dụng ở nước ta hiện nay là từ Hán Việt, nó có nghĩa là đo đất. Sự phát triển của nền sản xuất xã hội đòi hỏi Trắc địa ngày càng phải đáp ứng nhiều yêu cầu khác nhau của xã hội, khái niệm " Trắc địa " cũng vì thế có nghĩa rộng hơn. Có thể hiểu “Trắc địa học (Geodesy) là một ngành khoa học thuộc khoa học Trái Đất, chuyên nghiên cứu về các phương pháp đo đạc, tính

toán để xác định hình dạng, kích thước Trái đất (bề mặt Gêôit) cũng như vị trí tương hỗ giữa các điểm ở trên bề mặt Trái đất”.

Dựa trên kết quả đo đạc, tính toán của Trắc địa, người ta tiến hành thành lập bản đồ, bình đồ hoặc mặt cắt địa hình phục vụ cho các ngành kinh tế quốc dân và quốc phòng.

## 2. Các chuyên ngành trắc địa học

Các chuyên ngành của Trắc địa học có thể được trình bày khái lược qua sơ đồ sau:



**Sơ đồ 1:** Các chuyên ngành của Trắc địa học

Trắc địa cao cấp nghiên cứu các phương pháp đo, tính có quan tâm đến ảnh hưởng của độ cong của bề mặt Trái đất. Để giải quyết vấn đề này, Trắc địa cao cấp được chia làm 6 lĩnh vực chuyên sâu cơ bản sau đây:

- Lưới trắc địa: nghiên cứu, thiết lập hệ thống các điểm trên mặt đất để tạo thành lưới tọa độ mặt bằng (X và Y) và lưới tọa độ độ cao (H) (gọi chung là các điểm trắc địa cơ bản) của mỗi quốc gia để làm cơ sở cho việc thành lập bản đồ cho các vùng lãnh thổ rộng lớn.

- Trắc địa cầu nghiên cứu để xác định tọa độ trên mặt cong quy ước của Trái đất (nghiên cứu xây dựng các thể Elipsoid phù hợp với từng lãnh thổ).

- Trắc địa thiên văn: nghiên cứu việc quan trắc bên ngoài Trái đất để xác định các yếu tố cần thiết giúp cho việc giải các bài toán trắc địa trên mặt đất.

- Trắc địa vệ tinh: còn được gọi là trắc địa viễn thám, chuyên nghiên cứu các phương pháp xác định hình dạng Trái đất từ các vệ tinh nhân tạo. Từ những tấm ảnh chụp được từ vệ tinh, dùng phương pháp chuyên môn để xác định tọa độ các điểm trên mặt đất và các yếu tố cần thiết khác phục vụ cho việc thành lập bản đồ các khu vực rộng lớn.

- Vật lý trắc địa: nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố Vật lý của môi trường đến các kết quả đo đạc trắc địa như: ánh sáng; nhiệt độ; từ trường Trái đất.

- Trọng lực trắc địa: nghiên cứu phương pháp đo trọng lực phục vụ yêu cầu trắc địa.

Trắc địa phổ thông thường gọi tắt là Trắc địa, nghiên cứu về các phép đo trên một lãnh thổ nhỏ, không quan tâm đến độ cong Trái đất. Trắc địa phổ thông được chia làm 3 lĩnh vực chuyên sâu:

- 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 mỏ nghiên cứu các phương pháp đo đạc phục vụ cho công tác

thiết kế xây dựng và khai thác các mỏ khoáng sản.

- Trắc địa chính nghiên cứu các phương pháp đo đạc và thành lập bản đồ địa chính phục vụ cho công tác quản lý đất đai.

Trắc địa ảnh nghiên cứu các phương pháp chụp ảnh và giải đoán ảnh phục vụ cho công tác thành lập các loại bản đồ

### 3. Vai trò của trắc địa trong xây dựng cơ bản.

Đối với các ngành xây dựng cơ bản như: xây dựng công nghiệp, dân dụng; xây dựng cầu đường; xây dựng thủy lợi, thủy điện..... không thể thiếu công tác trắc địa. Trắc địa có vai trò quan trọng trong giai đoạn quy hoạch, thiết kế, thi công và quản lý sử dụng các công trình xây dựng.

Trong giai đoạn quy hoạch, tùy theo quy hoạch tổng thể hay chi tiết mà người ta sử dụng bản đồ địa hình tỷ lệ thích hợp để vạch ra các phương án quy hoạch, các kế hoạch tổng quát khai thác và sử dụng công trình.

Trong giai đoạn khảo sát thiết kế, trắc địa tiến hành thành lập lưới khống chế trắc địa, đo vẽ bản đồ, bình đồ và mặt cắt địa hình phục vụ chọn vị trí, lập các phương án xây dựng và thiết kế kỹ thuật công trình.

Trong giai đoạn thi công, trắc địa tiến hành công tác xây dựng lưới trắc địa công trình để bố trí công trình trên mặt đất theo đúng thiết kế; kiểm tra, theo dõi quá trình thi công; đo biến dạng và đo vẽ hoàn công công trình.

Trong giai đoạn quản lý và khai thác sử dụng công trình, trắc địa thực hiện công tác đo các thông số biến dạng công trình như độ lún, độ nghiêng, độ chuyển vị công trình. Từ các thông số biến dạng kiểm chứng công tác khảo sát thiết kế, đánh giá mức độ ổn định và chất lượng thi công công trình.

### 4. Tóm tắt lịch sử phát triển của ngành trắc địa

Sự phát sinh và phát triển của trắc địa gắn liền với sự phát triển của khoa học và đời sống

- Khoảng 3000 năm trước Công nguyên, dọc hai bờ sông Nin Ai Cập, con người đã biết dùng những kiến thức sơ đẳng về hình học và đo đạc để phân chia lại đất đai giữa các bộ tộc sau khi lũ rút, đó chính là khởi đầu của môn đo đất.

• Khoảng 300 năm trước Công nguyên, nhà thiên văn học Eratosten đã cho rằng quả đất có dạng hình cầu, và đo được độ dài cung kinh tuyến.

• Thế kỷ thứ 13, Trung quốc đã tìm ra la bàn và ứng dụng la bàn vào việc thành lập bản đồ hàng hải bằng phương pháp sao hoả tâm.

• Thế kỷ thứ 16, nhà bản đồ học Mecartor đã tìm ra phép chiếu phương vị ngang đồng góc để vẽ bản đồ.

• Thế kỷ thứ 17, nhà bác học Vecnie đã phát minh ra du xích.

• Thế kỷ thứ 18, nhà bác học Lambert đo được độ dài kinh tuyến qua Pari và đặt đơn vị độ dài  $1m = 1/40.000.000$  độ dài kinh tuyến này.

• Thế kỷ thứ 19 nhà toán học Gauss đã đề ra phương pháp số bình phương nhỏ nhất và phương pháp chiếu bản đồ mới.

• Đến nay, rất nhiều nhà trắc địa trên thế giới đã xác định được kích thước Trái đất và đề xuất các thể Elipsoid Trái đất khác nhau dùng trong công tác trắc địa như: Bessel(1841), Everest(1830), Clarke(1866), Helmert(1906), Kraxovski(1940) và hiện tại nhiều nước đang dùng WGS-84(1984).

Trải qua nhiều thời đại, cùng với sự phát triển không ngừng của khoa học kỹ thuật và nền sản xuất xã hội, khoa học trắc địa ngày càng phát triển. Những phát minh kính viễn vọng, logarit, tam giác lượng mặt cầu... đã tạo điều kiện vững chắc cho sự phát triển của khoa học trắc địa.

Trong những thập kỉ gần đây, những thành tựu mới về khoa học kỹ thuật đã làm cho khoa học trắc địa có bước phát triển mạnh: kỹ thuật thăm dò từ xa (viễn thám) đã cho phép thành lập bản đồ từ ảnh máy bay, ảnh vệ tinh. Nhiều nước công nghiệp phát triển đã chế tạo ra nhiều máy trắc địa có kích cỡ nhỏ, nhiều tính năng, có độ chính xác cao, sử dụng máy tính điện tử vào việc giải các bài toán trắc địa có khối lượng lớn v.v... là những thành tựu mới nhất của khoa học áp dụng trong trắc địa.

Ở Việt Nam, ngành trắc địa đã phát triển từ lâu. Nhân dân ta từ từ xưa đã áp dụng kiến thức trắc địa vào sản xuất, quốc phòng. Việc xây dựng các thành lũy

cổ như thành Cổ Loa, kinh đô Hoa Lư, việc phân chia đất đai, mở mang đường sá, sông ngòi qua các thời đại đã chứng minh về hiểu biết trắc địa của nhân dân ta. Đặc biệt dưới thời nhà Lê, năm 1467, vua Lê Thánh Tông đã cho người đi khảo sát núi sông để lập bản đồ nước Đại Việt thời Hồng Đức.



**Hình 1: Bản đồ nước Đại Việt thời Hồng Đức**

Đầu thế kỷ 20, sau khi thôn tính và lập nền cơ sở, Pháp đã tiến hành công tác đo vẽ cho toàn bộ Đông Dương nhằm mục đích khai thác tối đa vùng đất này. Việc đo đạc được tiến hành có tổ chức, áp dụng các phương pháp đo khoa học và các máy móc có chất lượng cao. Những bản đồ, hồ sơ còn lưu trữ nói lên điều đó. Hiện nay những bản đồ, những số liệu đo đạc từ trước năm 1945 vẫn còn được dùng trong một số ngành.

Trong thời kháng chiến chống Pháp (1946-1954) công tác trắc địa chủ yếu phục vụ cho quân sự: như trắc địa pháo binh, công binh, trinh sát ...

Năm 1959 đánh dấu một bước trưởng thành của ngành trắc địa Việt Nam, Cục đo đạc Bản đồ trực thuộc Phủ Thủ tướng được thành lập.

Năm 1974, Cục Đo đạc và Bản đồ thuộc Phủ Thủ tướng được chuyển thành Cục Đo đạc và Bản đồ Nhà nước trực thuộc Hội đồng Bộ trưởng.

Năm 1994, Tổng cục Địa chính được thành lập trên cơ sở hợp nhất và tổ chức lại Cục Đo đạc và Bản đồ Nhà nước và Tổng cục quản lý Ruộng đất. Từ 1994 đến 2002, Tổng cục Địa chính thực hiện chức năng quản lý nhà nước về đo đạc – bản đồ, kể cả đo vẽ bản đồ địa chính, là cơ quan có chức năng tổ chức việc đo vẽ bản đồ toàn quốc các tỷ lệ, ban hành Quy phạm trắc địa và thống nhất công tác trắc địa trong cả nước.

Năm 2002, Bộ Tài nguyên và Môi trường được Thành lập, Trong cơ cấu tổ chức của Bộ Tài nguyên và Môi trường có Cục Đo đạc và Bản đồ. Cục Đo đạc và Bản đồ thuộc Bộ Tài nguyên và Môi trường được tái lập vào đầu năm 2003, có chức năng giúp Bộ trưởng quản lý nhà nước lĩnh vực đo đạc và bản đồ.



## Chương 1: NHỮNG KIẾN THỨC CƠ BẢN VỀ TRÁI ĐẤT

### 1.1 Hình dạng và kích thước của Trái đất.

#### 1.1.1. Hình dạng

Ngay từ thế kỷ IX trước Công nguyên, những người theo trường phái Pitago đã cho rằng Trái Đất có dạng hình cầu nhưng không nêu được chứng cứ. Đến năm 340 trước Công nguyên, Arixtốt, trong cuốn "Về bầu trời" đã đưa ra những luận chứng chứng minh Trái Đất có hình cầu.

Ngày nay, khoa học hiện đại đã đo đạc và chứng minh được Trái đất có dạng hình tựa cầu, chịu tác động bởi 2 lực:

- Lực hấp dẫn có hướng hướng vào tâm, vật chất nặng nằm gần tâm và vật chất nhẹ nằm cách xa tâm hơn. Lực hấp dẫn làm quả đất có dạng hình cầu.

- Lực li tâm làm cho quả đất phình ra ở Xích đạo và dẹt về 2 cực.

Quả đất không phải là một vật thể đều đặn, nó gồ ghề, lồi lõm bao gồm các lục địa chiếm 29%, và các đại dương chiếm 71%. Chỗ cao nhất là đỉnh Everest (còn gọi là [Đỉnh Chomolungma](#)) trong dãy Hymalaya cao 8850 m và chỗ thấp nhất là hồ Marian ở Thái Bình Dương (gần Philippin) sâu 11032 m. Như vậy sự chênh lệch độ cao của nơi thấp nhất và nơi cao nhất của vỏ Trái đất so với mực nước biển trung bình chỉ trên dưới 10 km.

Đem so sánh độ chênh lệch này với kích thước Trái đất – bán kính bằng 6

500km thì tỉ lệ đó xấp xỉ  $\frac{10}{6500} = \frac{1}{650}$ , nếu ta hình dung Trái đất như một quả cầu

đường kính 6,5m thì những vết gợn trên mặt chỉ khoảng 1cm. So sánh này cho ta thấy bề mặt trái đất là tương đối nhẵn nhụi.

#### 1.1.2. Kích thước.

Theo các số liệu đo tính chính xác của F. N. Kracôpxki công bố năm 1942 thì kích thước của Trái đất như sau:

Bảng 1: Kích thước của Trái đất

Bán kính trung bình ở xích đạo (bán kính trục lớn a)	6.378,16	km
--	----------	----

Bán kính cực (bán kính trục nhỏ b)	6.356,78	km
Bán kính trung bình	6.372,11	km
Độ dẹt (f)	1/298,25	
Chiều dài đường xích đạo	40.075,70	km
Chiều dài vòng kinh tuyến	40.008,750	km
Diện tích bề mặt	510.200.000,00	km <sup>2</sup>
Thể tích	1.083 x 10 <sup>12</sup>	km <sup>3</sup>

Bán kính trục lớn nhất ở xích đạo nằm trên kinh tuyến 150 kinh Đông; bán kính trục nhỏ nhất ở xích đạo nằm trên kinh tuyến 1050 kinh Đông.

Trái đất không phải là một vật thể đều đặn, bề mặt tự nhiên của Trái đất là vô cùng phức tạp và không thể biểu thị bằng công thức toán học tổng quát.

## 1.2. Hệ quy chiếu trong trắc địa

### 1.2.1. Khái niệm

Do bề mặt tự nhiên của Trái đất là vô cùng phức tạp nên trên phạm vi toàn hành tinh, từng châu lục, từng khu vực và từng quốc gia đều phải sử dụng một hệ quy chiếu tọa độ, độ cao riêng phù hợp với phạm vi lãnh thổ của mình và một hệ thống điểm tọa độ – độ cao có mật độ phù hợp để làm cơ sở cho công tác trắc địa. Như vậy ở đây có 2 khái niệm cần phân biệt rõ đó là: Hệ quy chiếu tọa độ, độ cao (sau này gọi tắt là hệ quy chiếu) và hệ thống các điểm tọa độ và độ cao (sau này gọi tắt là lưới Trắc địa) trong hệ quy chiếu đó.

Xác định hệ quy chiếu tức là xác định gốc tọa độ và hệ trục cơ sở tọa độ để dựa vào đó có thể biểu diễn được tất cả các điểm trong không gian. Một hệ quy chiếu được gọi là phù hợp với phạm vi lãnh thổ đang xét nếu đạt được 3 tiêu chuẩn sau: một là có độ lệch nhỏ nhất theo một định nghĩa toán học nào đó giữa mô hình toán học và không gian vật lý của bề mặt Trái đất của lãnh thổ đó; hai là thuận tiện sử dụng trong thực tiễn; ba là dễ dàng tính toán chuyển đổi với các hệ quy chiếu đang sử dụng mà đặc biệt là hệ quy chiếu toàn cầu hiện hành.

Lưới trắc địa là một tập hợp các điểm cơ sở đã xác định tọa độ – độ cao trong hệ quy chiếu có độ chính xác theo yêu cầu, được bố trí với mật độ phù hợp trên phạm vi lãnh thổ. Thông thường các điểm cơ sở phải đạt độ chính xác cao nhất, mật độ được xác định phù hợp với các mục tiêu mà hệ thống điểm cơ sở cần phải đáp ứng.

Như vậy, xây dựng hệ quy chiếu và hệ thống điểm tọa độ quốc gia là một việc quan trọng đối với mỗi quốc gia, đây là cơ sở toán học mang tính chuẩn để thể hiện

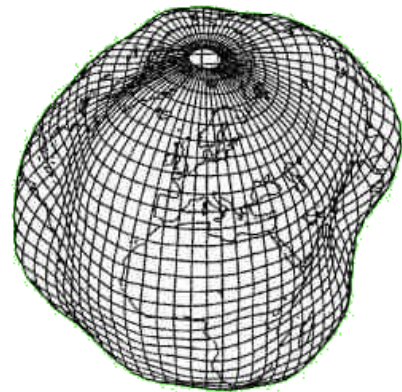
chính xác các thể loại bản đồ. Hệ quy chiếu và hệ thống điểm tọa độ quốc gia còn đóng vai trò hạt nhân trong hệ thống quản lý hành chính lãnh thổ, phục vụ giải quyết tốt các vấn đề phân định và quản lý biên giới quốc gia, địa giới hành chính các cấp cũng như ranh giới của từng thửa đất. Trong đời sống của một xã hội hiện đại hệ quy chiếu và hệ thống điểm tọa độ quốc gia còn phải đáp ứng cho hoạt động của các ngành nhằm phát triển kinh tế như nghiên cứu vật lý trái đất, quan trắc hoạt động vỏ trái đất, đảm bảo hàng hải, dẫn đường hàng không, bố trí xây dựng các công trình, quan trắc biến dạng công trình, quản lý các mạng lưới hoạt động kinh tế theo lãnh thổ, v.v. Việc xây dựng hệ quy chiếu và hệ thống điểm tọa độ quốc gia cần có tiếng nói chung của các ngành vì đây là một hệ thống đa mục tiêu.

### 1.2.2. Mặt thủy chuẩn và hệ thống độ cao

#### a. Mặt thủy chuẩn (mặt Geoid)

Mặt nước biển trung bình ở trạng thái yên tĩnh, tưởng tượng kéo dài xuyên qua các lục địa, hải đảo tạo thành bề mặt khép kín được gọi là mặt thủy chuẩn trái đất, mặt này được gọi là mặt Geoid.

Mặt Geoid là mặt quy chiếu độ cao. Mỗi quốc gia trên cơ sở số liệu quan trắc mực nước biển nhiều năm từ các trạm nghiệm triều đã xây dựng cho mình một mặt chuẩn độ cao riêng gọi là mặt thủy chuẩn gốc. Ở Việt Nam mặt thủy chuẩn gốc được xác định đi qua điểm gốc có cao độ 0.000 met tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu, Đồ Sơn, Hải Phòng.



là

Hình 1.1: Mặt Geoid

Tại mọi điểm trên mặt thủy chuẩn gốc, phương dây dọi (phương trọng lực) luôn trùng với phương pháp tuyến. Các mặt thủy chuẩn song song với mặt thủy chuẩn gốc được gọi là mặt thủy chuẩn quy ước, có vô số mặt thủy chuẩn quy ước.

#### b. Hệ độ cao

Độ cao của một điểm là khoảng cách tính theo phương dây dọi từ điểm đó đến mặt thủy chuẩn (mặt Geoid).

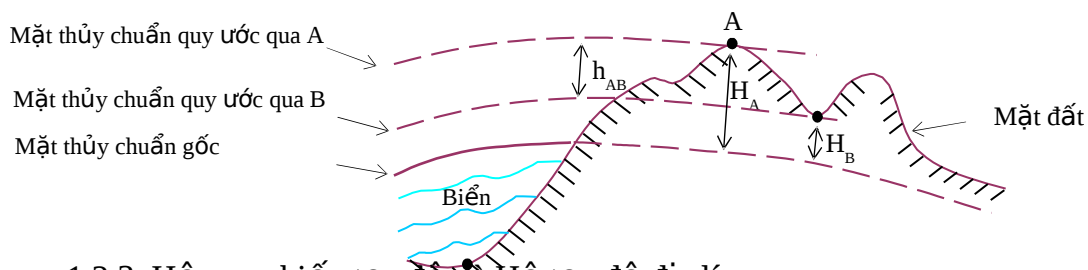
Đối với khu vực nhỏ người ta dùng mặt thủy chuẩn quy ước (giả định). Các mặt thủy chuẩn quy ước song song với mặt thủy chuẩn gốc.

Tùy theo cách chọn mặt thủy chuẩn mà ta có 2 hệ thống độ cao:

- Độ cao tuyệt đối của 1 điểm là khoảng cách theo phương dây dọi tính từ điểm đó tới mặt thủy chuẩn gốc. Trên hình vẽ, độ cao tuyệt đối của điểm A là  $H_A$ . Tại mặt thủy chuẩn gốc có độ cao = 0.000m. Những điểm ở trên mặt thủy chuẩn có độ cao (+). Những điểm ở dưới mặt thủy chuẩn có độ cao (-).

- Độ cao tương đối của 1 điểm là khoảng cách theo phương dây dọi tính từ điểm đó tới mặt thủy chuẩn quy ước.

Trong xây dựng cơ bản, người ta thường quan tâm đến sự chênh lệch độ cao giữa các điểm, gọi là độ chênh cao. Độ chênh cao giữa điểm A so với điểm B là hiệu độ cao tuyệt đối của điểm A so với điểm B kí hiệu là  $h_{AB}$



### 1.2.3. Hệ quy chiếu tọa độ và Hệ tọa độ địa lí

#### a. Hình 1.2: Độ cao tuyệt đối, độ cao tương đối, độ chênh cao

Trong trắc địa, người ta dùng mặt Geoid để biểu thị bề mặt Trái đất nhưng do vật chất trong lòng Trái đất phân bố không đều nên phương dây dọi thay đổi ở các vị trí khác nhau và mặt geoid mặc dầu gần với mặt đất tự nhiên nhưng là một mặt không biểu diễn được bằng phương trình toán học.

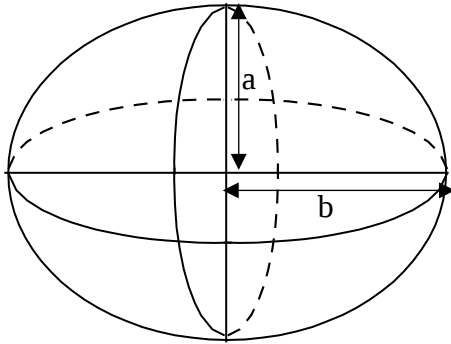
Để thuận tiện cho việc tính toán tọa độ cần xác định một mặt có dạng chính tắc về mặt hình học. Mặt này phải đáp ứng được các yêu cầu sau:

- Biểu diễn được dưới dạng các phương trình toán học.
- Gần với mặt đất tự nhiên nhất.

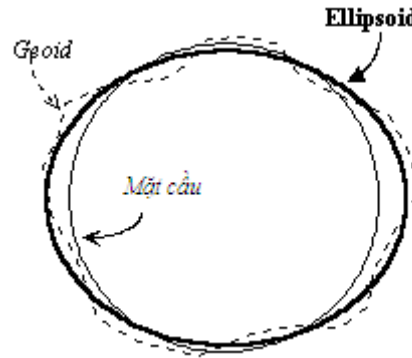
Qua nghiên cứu người ta thấy rằng bề mặt tự nhiên của Trái đất gần giống với hình thể của một hình ellip quay quanh trục ngắn của nó. Trong hình học nó có tên là ellip tròn xoay (ellipsoid). Kích thước của ellipsoid Trái đất được đặc trưng bởi các giá trị:

- Bán trục dài (a);

- Bán trục ngắn (b);
- Độ dẹt  $f = (a - b) / a$ ;
- Tiêu cự  $e^2 = (1 - (b^2/a^2)) = 2f - f^2$



Hình 1.3: Ellipsoid Trái đất



Hình 1.4: TƯƠNG QUAN GIỮA MẶT GEOID, MẶT ELLIPSOID VÀ MẶT CẦU TRÁI ĐẤT

Do tính chất gồ ghề của trái đất mà người ta đã thiết lập nhiều mặt chuẩn quy ước khác nhau để thích hợp cho từng khu vực. Nhiều nhà bác học của các nước khác nhau đã đi xác định được kích thước của Ellipsoid Trái đất.

Bảng 2: Một số Ellipsoid được sử dụng ở trên thế giới

Name	Date	a (m)	b (m)	Use
Everest	1830	6377276	6356079	India, Burma, Sri Lanka
Bessel	1841	6377397	6356079	Central Europe, Chile, Indonesia
Airy	1849	6377563	6356257	Great brittain
Clarke	1866	6378206	6356584	North America, Philippines
Clarke	1880	6378249	6356515	France, Africa (parts)
Helmert	1907	6378200	6256818	Africa (parts)
International (or Hayford)	1924	6378388	6356912	World
Krasovsky	1940	6378245	6356863	Russia, Eastern Europe
GRS80	1980	6378137	6356752	North America
WGS84	1984	6378137	6356752	World (GPS measurements)

Bản đồ Việt Nam từ trước đến nay sử dụng các thể Ellipsoid sau đây:

- Các bản đồ thời Pháp sử dụng thể Ellipsoid Clarke

- Các bản đồ Miền Nam VN từ 1954-1975 do Mỹ xây dựng sử dụng thể Ellipsoid Everest, hệ độ cao Mũi Nai, Hà Tiên

- Các bản đồ xây dựng từ 1972 – 2000 sử dụng thể Ellipsoid Krasovski, hệ độ cao Hòn dấu, Hải phòng.

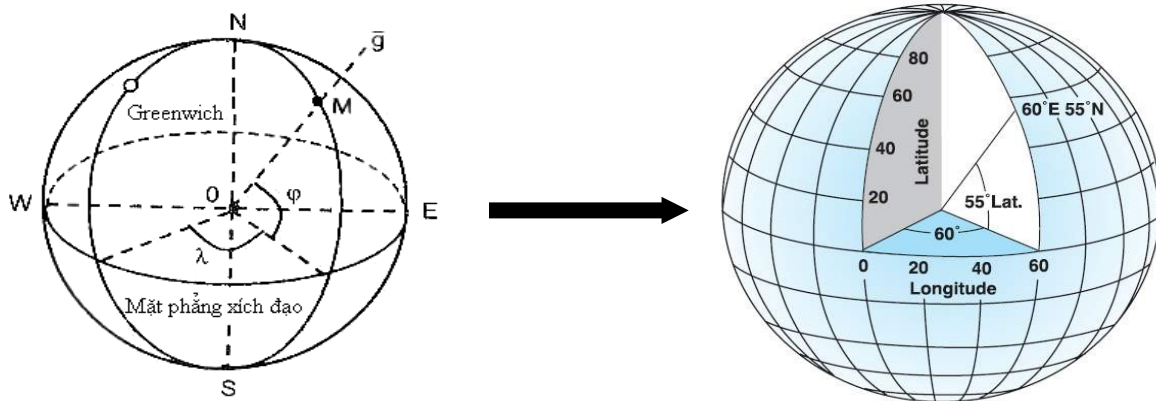
- Từ năm 2000 đến nay bản đồ Nước ta sử dụng thể Ellipsoid WGS – 84, hệ độ cao Hòn Dấu, Đồ Sơn, Hải Phòng.

(Mối quan hệ giữa hệ độ cao Hòn Dấu và hệ độ cao Mũi Nai được thể hiện qua công thức sau:  $H_H = H_M + 0.167$  m).

### b. Hệ tọa độ địa lí

Vì độ dẹt  $f$  khá nhỏ (khoảng  $f = 1/298,25$ ) nên khi đo đạc và thành lập bản đồ khu vực không lớn có thể coi bề mặt lý thuyết của Trái đất là một mặt cầu (quả địa cầu) với bán kính  $R = 6372,11$ km.

Hệ tọa độ địa lý nhận trái đất là hình cầu với gốc tọa độ là tâm trái đất, mặt phẳng kinh tuyến gốc qua đài thiên văn Greenwich ở nước Anh và mặt phẳng vĩ tuyến gốc là mặt phẳng xích đạo. Một điểm trên mặt đất trong hệ tọa độ địa lý được xác định bởi hai thành phần tọa độ là vĩ độ địa lý  $\varphi$  và kinh độ địa lý  $\lambda$



Hình 1.5: Hệ trục tọa độ địa

Vĩ độ địa lý của điểm  $M$  là góc hợp bởi phương đường dây dọi đi qua điểm đó với mặt phẳng xích đạo. Vĩ độ nhận giá trị  $0^\circ$  ở xích đạo và  $90^\circ$  ở hai cực. Các điểm trên mặt đất có độ vĩ bắc hay nam tùy thuộc chúng nằm ở Bắc hay Nam bán cầu.

Kinh độ địa lý của một điểm là góc nhị diện hợp bởi mặt phẳng kinh tuyến gốc và mặt phẳng kinh tuyến đi qua điểm đó. Kinh độ địa lý nhận giá trị từ  $0^\circ$  đến

180° và tùy thuộc vào điểm đang xét nằm ở Đông hay Tây bán cầu mà nó có kinh độ tương ứng là độ kinh ông hay độ kinh Tây.

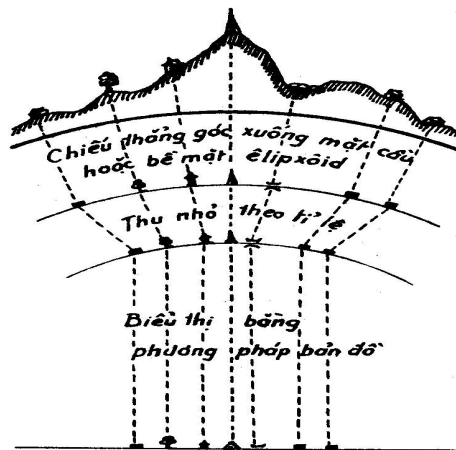
Hệ tọa độ địa lý dùng để xác định vị trí các điểm trên mặt đất, nó có ưu điểm là thống nhất cho toàn bộ bề mặt Trái đất nhưng nhược điểm là tính toán phức tạp.

Trên các tờ bản đồ tọa độ địa lý được thể hiện bằng những đoạn “đen trắng” (“thang” chia độ) cùng các con số ghi ở bốn góc khung mỗi tờ bản đồ.

### 1.3 Hệ tọa độ vuông góc phẳng

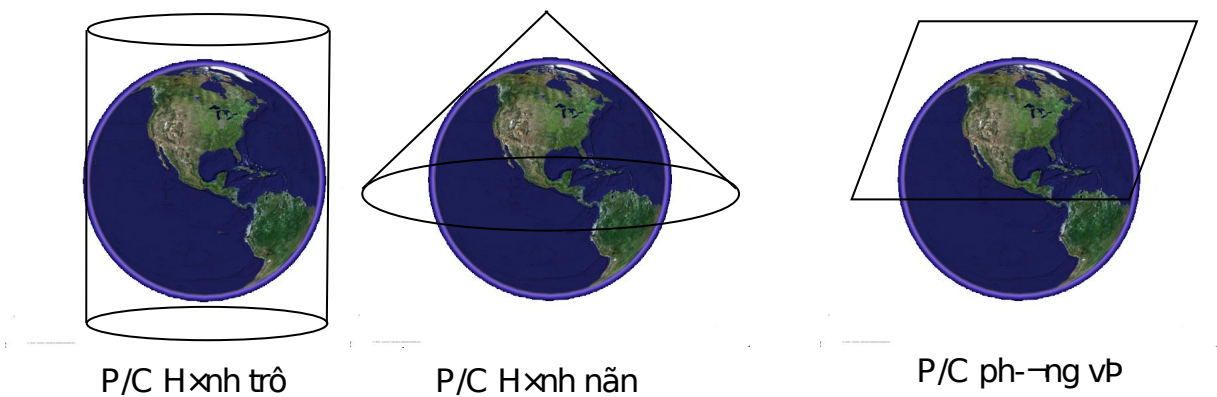
#### 1.3.1. Khái niệm về phép chiếu hình bản đồ

Phép chiếu hình bản đồ là quy tắc toán học quy định phương pháp chuyển các yếu tố nội dung ở trên mặt Elipxoid (hay mặt cầu) lên mặt phẳng bản đồ. Đây là một phép ánh xạ không hoàn hảo vì một mặt cầu không bao giờ có thể trải thành một mặt phẳng, vì vậy luôn tồn tại các sai số khác nhau.



Hình 1.6: Nguyên tắc chiếu hình bản đồ  
Có nhiều loại pt

- Phép chiếu hình phương vị
- Phép chiếu hình nón.
- Phép chiếu hình trụ.



Hình 1.7: Các loại phép chiếu bản đồ cơ bản

Các loại bản đồ địa hình ở Việt Nam hiện nay có 2 loại: Các bản đồ địa hình do Việt Nam xuất bản trước năm 2000 sử dụng phép chiếu hình trụ ngang Gauss – Cruger. Các bản đồ địa hình xuất bản từ năm 2000 đến nay sử dụng phép chiếu hình trụ ngang UTM (Universal Transversal Mercator), hai phép chiếu này có những điểm giống nhau như:

- Đều là phép chiếu hình trụ ngang giữ góc
  - Đều chia bề mặt Trái đất ra thành các múi  $6^\circ$  và tiến hành chiếu hình từng múi một
- Điểm khác nhau cơ bản là phép chiếu hình trụ ngang Gauss – Cruger là phép chiếu hình trụ ngang tiếp tuyến còn phép chiếu UTM là phép chiếu cắt tuyến (mặt trụ cắt mặt cầu).

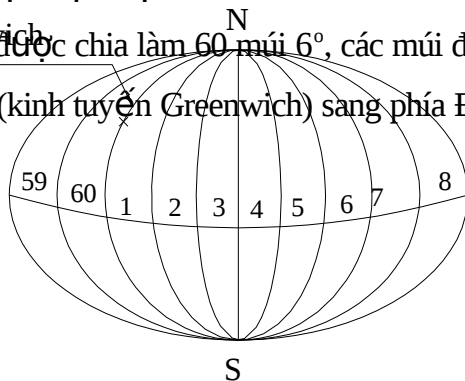
Trong khuôn khổ chương trình này chúng ta chỉ đi sâu tìm hiểu phép chiếu UTM, đây là phép chiếu đang được sử dụng ở Việt Nam hiện nay.

### 1.3.2. Phép chiếu UTM và hệ tọa độ vuông góc phẳng UTM

#### a. Phép chiếu UTM

Phép chiếu bản đồ UTM (Universal Transverse Mercator) là phép chiếu hình trụ ngang đồng góc và được thực hiện như sau:

- Kinh tuyến Greenwich
- Bề mặt Trái đất được chia làm 60 múi  $6^\circ$ , các múi được đánh số thứ tự từ 1 đến 60 kể từ kinh tuyến gốc (kinh tuyến Greenwich) sang phía Đông (ngược chiều kim đồng hồ).





- + Múi số 1 giới hạn từ kinh tuyến 0° đến kinh tuyến 6°Đ
- + Múi số 2 giới hạn từ kinh tuyến 6°Đ đến kinh tuyến 12°Đ
- + Múi số 30 giới hạn từ kinh tuyến 174°Đ đến kinh tuyến 180°
- + Múi số 31 giới hạn từ kinh tuyến 180° đến kinh tuyến 174°T
- + Múi số 60 giới hạn từ kinh tuyến 6°T đến kinh tuyến 0°

Mỗi múi được đặc trưng bởi kinh tuyến trái  $L_t$ , kinh tuyến phải  $L_p$  và kinh tuyến giữa múi  $L_g$  (còn gọi là kinh tuyến trục). Với các lãnh thổ nằm ở Đông bán cầu thì các kinh tuyến này được xác định kinh độ như sau

$$\begin{cases} L_t = 6^\circ \cdot (n-1) \\ L_g = 6^\circ \cdot n - 3 \\ L_p = 6^\circ \cdot n \end{cases}$$

Trong đó  $n$  là số thứ tự của múi.

Lãnh thổ Việt Nam nếu tính cả phần biển thì nằm trên 4 múi 17, 18, 19 và 20 có các kinh tuyến trái, giữa và phải của các múi như sau :

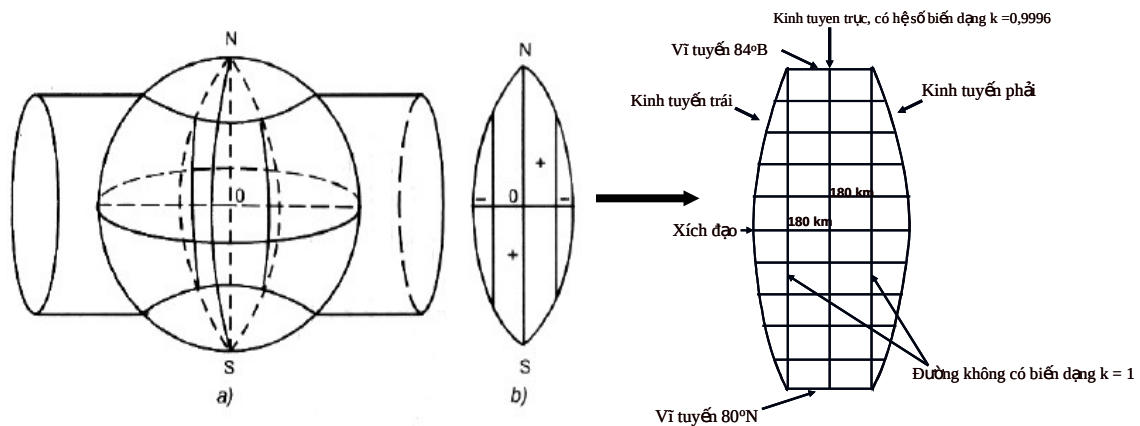
Bảng 3 : Các kinh tuyến trái, giữa và phải của các múi chiếu bản đồ Việt Nam  
(trong phép chiếu Gauss và UTM)

Số hiệu múi 6°	Kinh tuyến trái $L_t = 6^\circ \cdot (n-1)$	Kinh tuyến giữa $L_g = 6^\circ \cdot n - 3$	Kinh tuyến phải $L_p = 6^\circ \cdot n$
17	96°Đ	99°Đ	102°Đ
18	102°Đ	105°Đ	108°Đ
19	108°Đ	111°Đ	114°Đ
20	114°Đ	117°Đ	120°Đ

Trong đó phần đất liền nằm trong 2 múi 18 và 19

- Dụng hình trụ ngang cắt mặt Ellipsoid Trái đất theo hai đường cong đối xứng với nhau qua kinh tuyến giữa múi và cách kinh tuyến giữa 180 km, trên hai đường này không có sai số ( $k = 1$ , không bị biến dạng chiều dài). Kinh tuyến trục nằm ngoài mặt trụ có tỷ lệ chiếu  $k = 0.9996$ .

- Các múi lần lượt được chiếu lên mặt trụ theo phương pháp chiếu tâm. Trong phạm vi của phép chiếu UTM, các múi chỉ được chiếu từ vĩ tuyến 80° Nam đến vĩ tuyến 84° Bắc, phần còn lại được chiếu theo phương pháp khác.



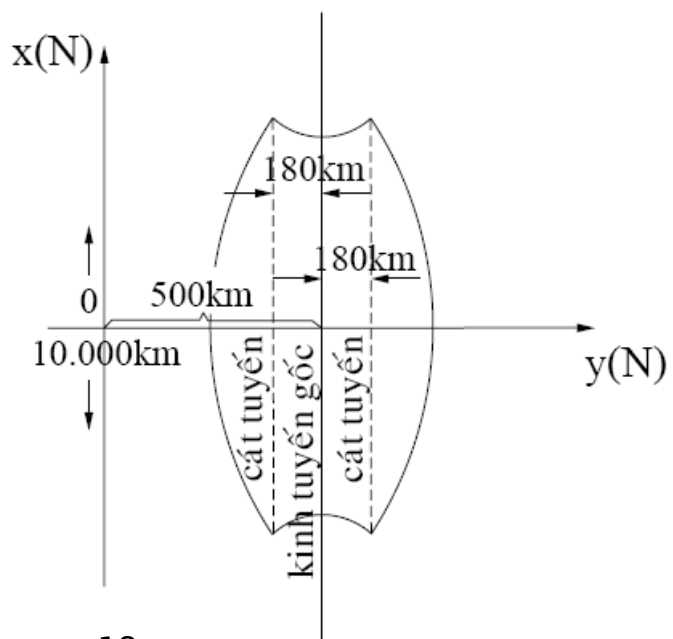
Hình 1.9: Phép chiếu UTM

Phép chiếu UTM có ưu điểm là độ biến dạng được phân bố tương đối đều và có trị số nhỏ, hiện nay để thuận tiện cho việc sử dụng hệ tọa độ chung trong khu vực và thế giới Việt Nam đã sử dụng lưới chiếu này trong hệ tọa độ Quốc gia VN-2000 thay cho phép chiếu Gauss-Kruger trong hệ tọa độ cũ HN-72.

b) Hệ tọa độ thẳng vuông góc phẳng UTM

Trong hệ tọa độ vuông góc phẳng UTM có 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).

Để trị số hoành độ Y không âm, Trong hệ tọa độ



18  
Hình 1.10: Hệ tọa độ thẳng vuông góc phẳng UTM

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 1.10), khi ghi hoành độ Y có ghi kèm số thứ tự của múi chiếu ở phía trước. 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.

Ví dụ:

Ở bắc bán cầu một điểm A có tọa độ là:

$$\begin{cases} X_A = 240\,000,00\text{m} \\ Y_A = 18\,400\,000,00\text{m} \end{cases} \Rightarrow \begin{array}{l} \text{- Điểm A cách đường xích đạo } 140\text{km} \\ \text{- Điểm A nằm trong múi thứ 18} \\ \text{- Điểm A cách trục tung } 400\text{km} \text{ và cách kinh tuyến giữa của múi thứ 18 là } 100\text{km} \end{array}$$

Còn nếu ở nam bán cầu một điểm B có tọa độ là:

$$\begin{cases} X_B = 8\,000\,000,00\text{m} \\ Y_B = 18\,400\,000,00\text{m} \end{cases} \Rightarrow \begin{array}{l} \text{Điểm A cách đường xích đạo} \\ \text{10km} - 8\text{km} = 2\text{km về phía Nam} \\ \text{Điểm A nằm trong múi thứ 18} \\ \text{Điểm A cách trục tung } 400\text{km} \text{ và cách kinh tuyến giữa của múi thứ 18 là } 100\text{km về phía Tây} \end{array}$$

Bắt đầu từ năm 2000 nước ta chính thức đưa vào sử dụng hệ tọa độ quốc gia VN-2000 thay cho hệ tọa độ HN-72. Hệ tọa độ quốc gia VN-2000 sử dụng phép chiếu UTM, Ellipsoid WGS-84 và điểm gốc tọa độ quốc gia: Điểm N00 đặt tại Viện Nghiên cứu Địa chính thuộc Tổng cục Địa chính, đường Hoàng Quốc Việt, Hà Nội.

### 1.3.3. Giới thiệu về Hệ quy chiếu tọa độ và cao độ VN – 2000

Trước năm 2000 Hệ quy chiếu tọa độ và cao độ quốc gia Việt Nam là hệ HN-72. Đây là HTĐ được xác lập trên Elipsoid Kraxovski 1940, phép chiếu Gauss - Kriugher và hệ độ cao Hòn Dấu. Sau năm 2000 chúng ta sử dụng Hệ quy chiếu tọa độ và cao độ quốc gia mới có tên là VN-2000. Hệ quy chiếu tọa độ và cao độ VN-2000

được bắt đầu thành lập từ 1994 và được công bố kết quả vào năm 2000 trên cơ sở được xác định như sau:

Hệ quy chiếu VN2000 là một hệ quy chiếu cao độ và tọa độ trắc địa gồm hai hệ:

- Hệ quy chiếu cao độ là một mặt Geoid (mặt thủy chuẩn) đi qua một điểm được định nghĩa là gốc có cao độ 0.000 met tại Hòn dẫu, Hải phòng. Sau đó dùng phương pháp thủy chuẩn truyền dẫn tới những nơi cần xác định khác, xa hơn. Cao độ một điểm mặt đất bất kỳ trong hệ quy chiếu này được thể hiện bằng cao độ chuẩn  $H\gamma$ , theo phương dây dọi từ điểm đó đến mặt Geoid (mặt thủy chuẩn).

- Sử dụng phép chiếu UTM với Hệ quy chiếu tọa độ trắc địa là một mặt Ellipsoid WGS-84 được định vị phù hợp với lãnh thổ Việt nam với các tham số cơ bản như sau:

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| + bán trục lớn                | $a = 6\,378\,137\text{ m.}$                      |
| + độ lệch tâm thứ nhất        | $e^2 = 0.00669437999013$                         |
| + (hay độ dẹt                 | $\alpha (f) = 1 / 298.257223563)$                |
| + vận tốc góc quay quanh trục | $\omega = 7292115 \times 10^{-11} \text{ rad/s}$ |

Điểm gốc tọa độ Quốc gia: Điểm N00 đặt tại Viện nghiên cứu Địa chính, Tổng cục Địa chính, đường Hoàng Quốc Việt, Hà nội

Việc sử dụng tọa độ trong Hệ VN-2000 và tọa độ tính chuyển giữa các Hệ VN-2000 và HN-72 được hướng dẫn tại “thông tư hướng dẫn áp dụng hệ quy chiếu và hệ tọa độ quốc gia VN-2000” của Tổng cục Địa chính, Số 973 /2001/TT-TCĐC, ra ngày 20 tháng 6 năm 2001.

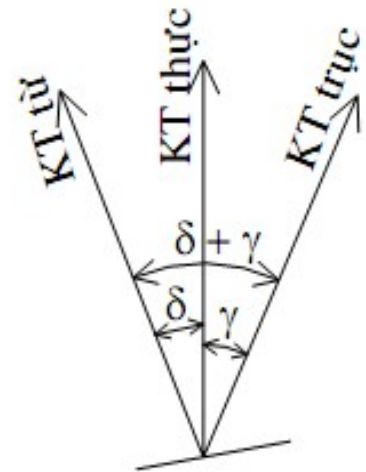
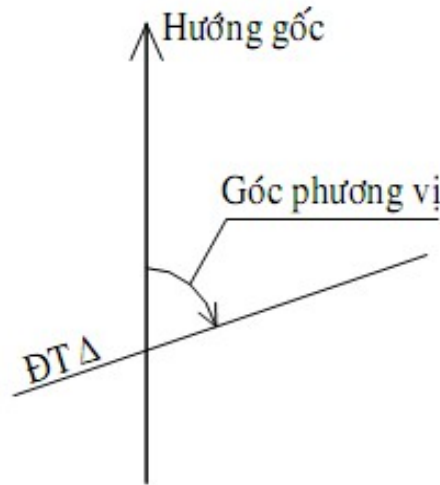
#### 1.4. Định hướng đường thẳng.

##### 1.4.1. Khái niệm.

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

Trong trắc địa, hướng gốc được chọn có thể là kinh tuyến thực, kinh tuyến trực của múi, kinh tuyến từ.

Nếu chọn hướng gốc là hướng Bắc của kinh tuyến thực ta có khái niệm góc phương vị thực A. Hướng kinh tuyến thực được xác định bằng phương pháp đo đạc thiên văn.



Nếu chọn hướng gốc là hướng Bắc của kinh tuyến thực ta có khái niệm

góc định hướng  $\alpha$  (góc phương vị tọa độ)

Nếu chọn hướng gốc là hướng Bắc của kinh tuyến từ ta có khái niệm góc phương vị từ  $A_T$ , hướng kinh tuyến từ được xác định bằng địa bàn.

Giữa các góc  $A$ ,  $\alpha$ ,  $A_T$  có mối quan hệ với nhau. Ở phía nam mỗi tờ bản đồ người ta cho biết những số liệu cần thiết, liên quan ấy.

Góc hội tụ kinh tuyến: Các kinh tuyến không song song với nhau mà gặp nhau tại 2 cực. Góc giữa 2 kinh tuyến được gọi là độ hội tụ kinh tuyến của 2 kinh tuyến đó (hình 1-11). Ký hiệu  $\gamma$  và được tính theo công thức:

$$\gamma = \Delta\lambda \cdot \sin \phi$$

$\Delta\lambda$  : Hiệu số độ kinh giữa kinh tuyến đi qua 2 điểm đang xét

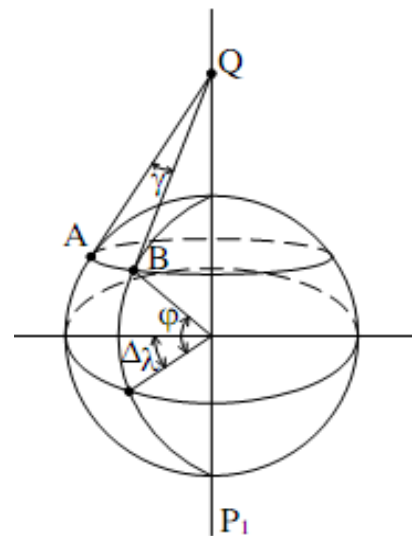
$\phi$  : Vĩ độ điểm giữa trên đường cho trước

Nhận xét:

Nếu  $\Delta\lambda$  không đổi, ở xích đạo  $\phi = 0 \rightarrow \sin \phi = 0 \rightarrow \lambda = 0$ . Ngược lại ở 2 cực có  $\phi = 90^\circ$ , nên  $\lambda = \Delta\lambda$ .

Nghĩa là đi từ xích đạo về phía 2 cực thì độ hội tụ kinh tuyến  $\gamma$  càng tăng.

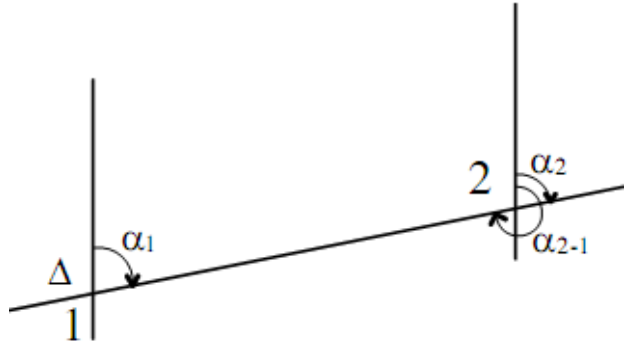
Nếu  $\phi$  không đổi  $\rightarrow \gamma$  tỷ lệ thuận với  $\Delta\lambda$  nghĩa là các kinh tuyến càng nằm cách xa nhau thì độ hội tụ kinh tuyến  $\gamma$  càng lớn.



#### 1.4.2. Góc định hướng $\alpha$

Nếu chọn hướng gốc là kinh tuyến trục (giữa) của mỗi múi ta có góc định hướng  $\alpha$ , góc định hướng  $\alpha$  của một đường thẳng là góc bằng tính từ hướng Bắc của kinh tuyến trục theo chiều thuận kim đồng hồ đến đường thẳng đó ( $\alpha$  có giá trị từ  $0 - 360^\circ$ ).

Khác với góc phương vị ( $A, A_T$ ) góc định hướng của một đường thẳng tại các điểm khác nhau có giá trị như nhau (hình 1-12). Đặc điểm này làm cho việc sử dụng  $\alpha$  trở nên thuận tiện trong tính toán tọa độ.



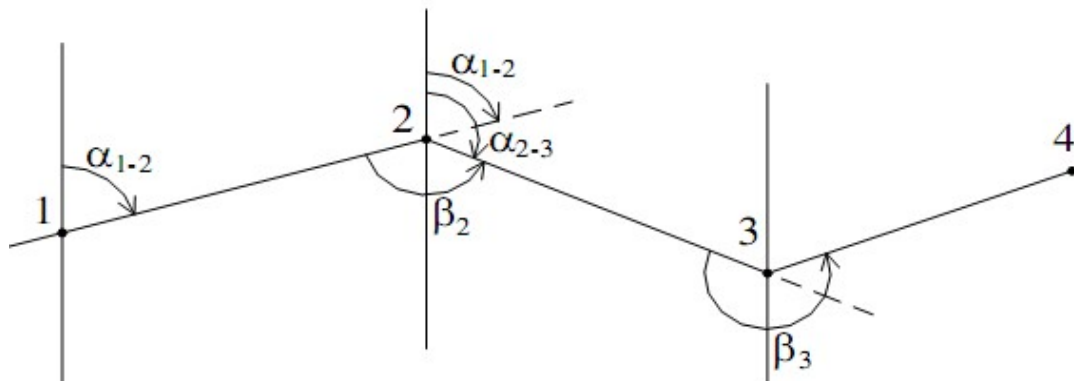
Kinh tuyến trục chính là một kinh tuyến thực ở giữa múi chiếu (chính do vậy tại một điểm trên đường thẳng nói chung góc định hướng và góc phương vị thực khác nhau một lượng bằng độ hội tụ kinh tuyến giữa kinh tuyến thực đi qua điểm đó và kinh tuyến trục, nghĩa là:

$$\alpha = A - \gamma.$$

Góc định hướng đảo (nghịch) của đoạn thẳng 1-2 được ký hiệu là

$\alpha_{2-1} = \alpha_{1-2} \pm 180^\circ$ . Dấu (+) hay (-) được chọn sao cho giá trị của  $\alpha_{1,2}$  nằm trong khoảng  $(0 - 360^\circ)$ . Mối quan hệ giữa góc định hướng  $\alpha$  và góc bằng  $\beta$ .

Giả sử có 1 đường đo 1,2,3,4 ta có được góc định hướng cạnh đầu là  $\alpha_{1-2}$  và đo được các góc bằng bên phải đường đo là  $\beta_2, \beta_3$  (hình 1-14) thì ta sẽ tính được góc định hướng của các cạnh sau là  $\alpha_{2-3}, \alpha_{3-4}$



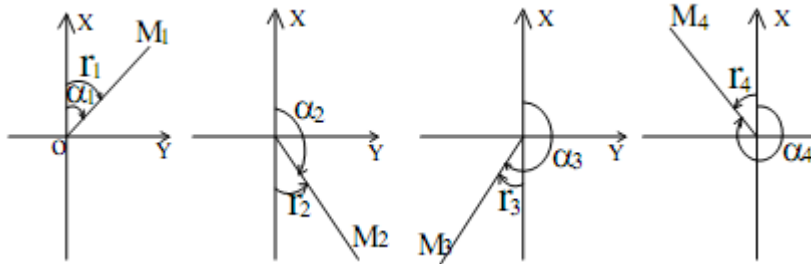
$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180^\circ - \beta_2$$

$$\alpha_{3-4} = \alpha_{2-3} + 180^\circ - \beta_3$$

$$\alpha_{i(i+1)} = \alpha_{(i-1)i} + 180^\circ - \beta_i^P$$

$$\alpha_{i(i+1)} = \alpha_{(i-1)i} - 180^\circ + \beta_i^T$$

### 1.4.3. Góc 2 phương r.



Góc 2 phương (r) là góc bằng hợp bởi hướng Bắc hoặc hướng Nam của trục tung x tới đường thẳng đó có giá trị từ 0-90°

### 1.6 Quan hệ giữa điểm với đoạn thẳng và góc định hướng

#### 1. Bài toán thuận

Cho biết:

- Cho tọa độ điểm A là:

$$A (X_A, Y_A)$$

- Góc định hướng của đoạn

thẳng AB là:  $\alpha_{AB}$ ,

- Độ dài của AB là  $S_{AB}$ .

Yêu cầu: Tìm tọa độ của điểm sau B ( $X_B, Y_B$ )

Hướng dẫn giải:

Từ hình vẽ trên ta có:

$$- X_B = X_A + \Delta_{XAB} = X_A + S_{AB} \cos \alpha_{AB}.$$

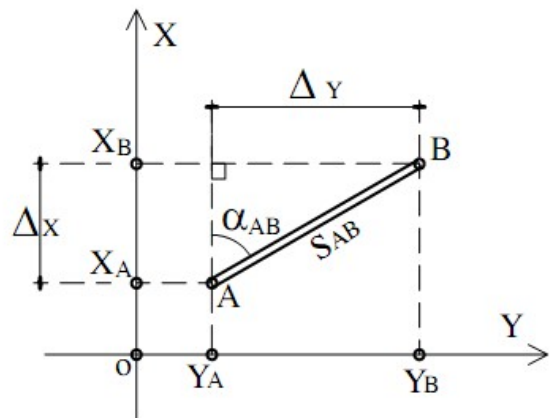
$$- Y_B = Y_A + \Delta_{YAB} = Y_A + S_{AB} \sin \alpha_{AB}.$$

#### 2. Bài toán nghịch

Cho biết: Tọa độ điểm đầu A ( $X_A, Y_A$ ) và tọa độ điểm sau B ( $X_B, Y_B$ ).

Yêu cầu: Tìm góc định hướng của đoạn AB là  $\alpha_{AB}$  và độ dài  $S_{AB}$ .

Hướng dẫn giải:



$$\alpha_{AB} = \arctg \frac{\Delta y}{\Delta x} = \arctg \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}$$

$$S_{AB} = \frac{X_B - X_A}{\cos \alpha} = \frac{Y_B - Y_A}{\sin \alpha}$$

$$S_{AB} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}$$

Các số gia tọa độ có thể dương hoặc âm tùy thuộc vào giá trị của tọa độ điểm đầu và điểm cuối.

Với công thức trên ta chỉ tính được giá trị góc 2 phương  $r$ , để tính được giá trị thực của góc định hướng  $\alpha$  cần tính theo tuần tự sau:

- Tính góc 2 phương  $r = \arctg \frac{|\Delta y|}{|\Delta x|}$
- Xác định giá trị của  $\alpha$  theo 1 và dấu của  $\Delta X_{AB}, \Delta Y_{AB}$  dựa vào bảng sau:

$\alpha$	$0 - 90^0$	$90 - 180$	$180 - 270^0$	$270 - 360^0$
$r$	$r = \alpha$	$r = 180^0 - \alpha$	$r = \alpha - 180^0$	$r = 360^0 - \alpha$
$\Delta x$	+	-	-	+
$\Delta y$	+	+	-	-
$\alpha$	$\alpha = r$	$\alpha = 180^0 - r$	$\alpha = 180^0 + r$	$\alpha = 360^0 - r$

Ví dụ : Cho biết:

$$\text{- Tọa độ điểm đầu A} \left\{ \begin{array}{l} X_A = + 12.450\text{m} \\ Y_A = - 25.680\text{m} \end{array} \right.$$

$$\text{- Tọa độ điểm sau B} \left\{ \begin{array}{l} X_B = - 20.280\text{m} \\ Y_B = + 28.720\text{m} \end{array} \right.$$

$$\rightarrow r_{AB} = \arctg \frac{\Delta y}{\Delta x} = \arctg \left| \frac{+ 28.720 - (-025.680)}{- 20.280 - (+12.450)} \right|$$

$$= \arctg \left| \frac{+ 54.400}{- 32.730} \right|$$

$$r_{AB} = 58^0 57' 59''$$

$$(\text{Vi } \Delta Y \text{ dương, } \Delta X \text{ âm}) \Rightarrow \alpha = 180^0 - r$$

$$\Rightarrow \alpha_{AB} = 180^0 - 58^0 57' 59'' = 121^0 02' 01''$$

## 1.5. Bản đồ địa hình

### 1.5.1. Khái niệm và phân loại bản đồ địa hình



### a) Khái niệm

“Bản đồ là hình chiếu thu nhỏ, tương đối chính xác của một khu vực hay toàn bộ bề mặt Trái Đất lên mặt phẳng tờ giấy theo một nguyên tắc chiếu hình bản đồ nhất định có kể đến ảnh hưởng độ cong Trái đất”. Tùy theo nội dung thể hiện mà bản đồ được chia ra thành: bản đồ địa lí chung và bản đồ chuyên đề. Bản đồ địa lí chung là loại bản đồ thể hiện một cách đồng đều tất cả các yếu tố địa lí trên bề mặt đất (cả các yếu tố tự nhiên và yếu tố kinh tế - xã hội), không lựa chọn nội dung ưu tiên thể hiện, bản đồ chuyên đề là loại bản đồ chỉ đi sâu thể hiện một hoặc một vài yếu tố. Bản đồ địa hình nằm trong nhóm bản đồ địa lí chung...

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

Đặc điểm của bản đồ địa hình:

- Là loại bản đồ có tỷ lệ lớn (lớn hơn 1:1 000 000), nội dung thể hiện tương đối chi tiết, mức độ chi tiết phụ thuộc vào tỉ lệ bản đồ.
- Dựa vào bản đồ chúng ta có thể xác định được đặc điểm địa hình của khu vực được thể hiện.
- Bản đồ địa hình chỉ thể hiện các yếu tố địa lí trên bề mặt đất, ít đi sâu thể hiện cấu trúc bên trong của các đối tượng địa lí.
- Trên bản đồ địa hình ngoài hệ thống tọa độ địa lí còn có thêm hệ thống tọa độ ô vuông.

### b) Phân loại.

Người ta có thể phân loại bản đồ địa hình dựa vào tỉ lệ bản đồ hoặc mục đích sử dụng bản đồ

- Dựa vào tỉ lệ bản đồ: Đây là cách phân loại phổ biến nhất hiện nay, bản đồ địa hình được phân thành:

+ Bản đồ địa hình khái quát: có tỷ lệ từ 1:250 000 đến 1: 1 000 000, nội dung thể hiện ở mức độ khái quát cao.

+ Bản đồ địa hình chi tiết: có tỷ lệ lớn hơn 1: 100 000, nội dung thể hiện chi tiết.

Ngoài ra, dựa vào tỉ lệ bản đồ người ta còn chia thành 3 loại sau đây:

+ Các bản đồ địa hình có tỉ lệ lớn: lớn hơn hoặc bằng 1: 5 000

- + Các bản đồ địa hình có tỉ lệ trung bình: 1: 10 000 đến 1: 100 000
- + Các bản đồ địa hình có tỉ lệ nhỏ: nhỏ hơn 1: 100 000.
- Phân loại theo mục đích sử dụng:
  - + Bản đồ địa hình cơ bản: được đo vẽ chi tiết, chính xác được dùng làm tài liệu nghiên cứu cho nhiều ngành.
  - + Bản đồ chuyên dùng: được xây dựng để phục vụ cho một vài ngành nào đó, mức độ chi tiết của các đối tượng có thể không giống nhau.
  - + Bản đồ nền địa hình: chủ yếu đi sâu thể hiện nền địa hình là chính, các yếu tố khác có thể không được thể hiện.

### 1.5.2. Tỷ lệ bản đồ:

#### a) Khái niệm:

Tỷ lệ bản đồ là tỷ số giữa độ dài của một đoạn thẳng trên bản đồ và độ dài tương ứng nằm ngang của đoạn thẳng đó ngoài thực tế.

Tỷ lệ bản đồ thường được kí hiệu là  $\frac{1}{M}$  trong đó M gọi là số tỷ lệ của bản đồ, M thường là những số chẵn như: 1 000 000, 500 000, 250 000, 100 000, 50 000, 25 000, 10 000, 5 000, 2 000, 1 000, 500, 200.....

Tỷ lệ bản đồ được xác định trên cơ sở độ chính xác cần biểu diễn của địa hình địa vật.

Mắt của người bình thường có khả năng phân biệt được khoảng cách nhỏ nhất ở trên bản đồ là 0,1mm, đây chính là độ chính xác đọc bản đồ bằng mắt thường. Sai số biểu diễn cho phép ở trên bản đồ (kí hiệu là  $m_{cf}$ ) thường được tính bằng 2 lần độ chính xác đọc bản đồ bằng mắt thường

$$M_{cf} = 0,2mm$$

Nếu gọi  $m_0$  là độ chính xác cần biểu diễn địa hình, địa vật ngoài thực địa thì tỷ lệ bản đồ được xác định theo công thức:

$$\frac{1}{M} = \frac{m_{cf}}{m_0} = \frac{0,2mm}{m_0}$$

Ví dụ: nếu cần biểu diễn địa hình địa vật với sai số về khoảng cách tương ứng ở ngoài thực địa là  $m_0 = 0,2m$  thì phải chọn tye lệ bản đồ bằng:

$$\frac{1}{M} = \frac{0,2\text{mm}}{200\text{mm}} = \frac{1}{1000}$$

b) Ý nghĩa:

Tỷ lệ bản đồ là yếu tố toán học xác định mức độ thu nhỏ của độ dài nằm ngang khi chuyển từ thực tế lên bản đồ.

c) Đặc điểm:

Do ảnh hưởng của độ cong bề mặt trái đất nên những điểm khác nhau trên bản đồ có tỷ lệ không giống nhau

Tỷ lệ chung (tỷ lệ chính của bản đồ) là tỷ lệ tại một điểm hay một số đường (tuỳ thuộc vào phép chiếu) nơi bề mặt địa cầu tiếp xúc với mặt chiếu (mặt hình học hỗ trợ đón nhận hình chiếu).

Tỷ lệ riêng khác với tỷ lệ chung, tỷ lệ riêng xuất hiện ở những nơi mặt chiếu không tiếp xúc với mặt địa cầu. Vì vậy tỷ lệ riêng là tỷ lệ một đoạn nhỏ vô hạn ở trên bản đồ và đoạn tương ứng của nó ngoài thực tế. Tỷ lệ riêng có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn tỷ lệ chung

d) Các phương pháp thể hiện tỉ lệ ở trên bản đồ:

- Thể hiện bằng phân số:

Tỷ lệ số thường được viết dưới dạng 1:M

Trong đó M là số lần thu nhỏ chiều dài nằm ngang ở trên bản đồ so với ở ngoài thực địa. M thường được chọn là những số chẵn như 200, 500, 1000,...,1.000.000,..

Ví dụ: 1: 200 000

- Thể hiện bằng chữ:

Tỷ lệ chữ thường được sử dụng kèm với tỷ lệ số. Nó cụ thể hoá tỷ lệ số để người đọc dễ hiểu hơn:

Ví dụ: 1cm trên bản đồ tương ứng với 2,0 km ở ngoài thực địa.

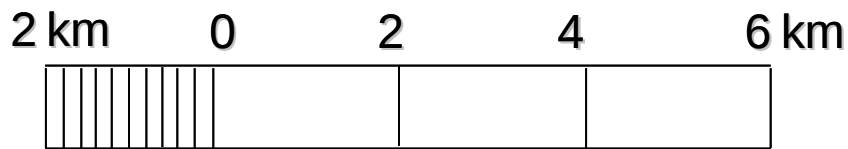
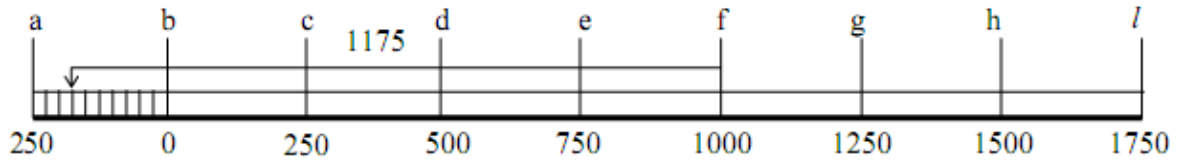
-Thể hiện bằng thước tỷ lệ.

Để thuận tiện cho sử dụng bản đồ, ở cuối các tờ bản đồ có in sẵn thước tỷ lệ, có 2 loại thước tỷ lệ đó là thước tỷ lệ thẳng và thước tỷ lệ xiên

Thước tỷ lệ thẳng thường được cấu tạo gồm 2 phần được ngăn cách bởi vạch số không

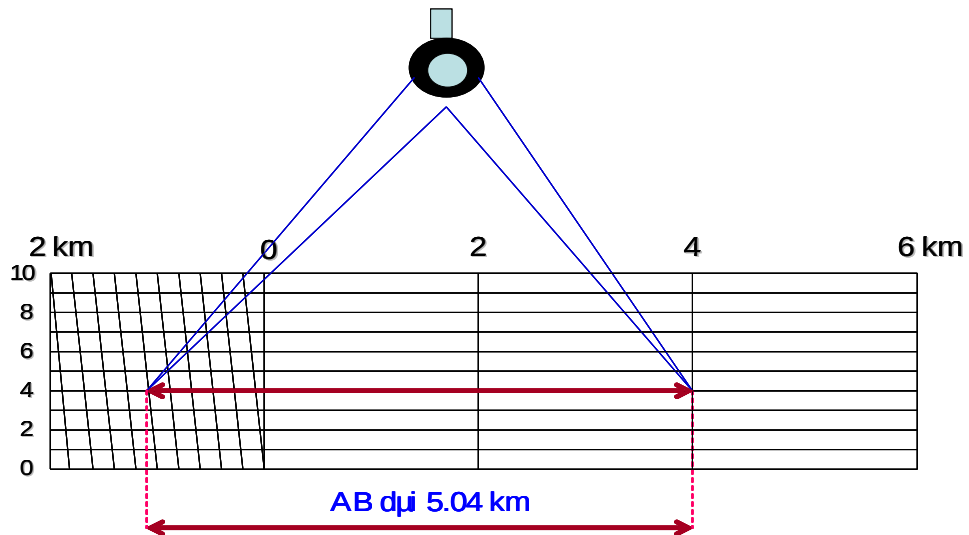
- Phần bên trái của thước thường có chiều dài bằng 1 đơn vị độ dài của thước và được chia chi tiết đến 1/10 đơn vị của thước

- Phần bên phải thước thường có chiều dài bằng 2 hoặc 3 đơn vị độ dài của thước và được chia thành các khoảng rộng bằng đơn vị độ dài của thước



Thước tỷ lệ thẳng cho độ chính xác đến 1/10 giá trị khoảng chia của thước  
 Cấu tạo của thước tỷ lệ xiên: (xem hình)

Thước tỷ lệ xiên:



Thước tỷ lệ thẳng cho độ chính xác đến 1/100 giá trị khoảng chia của thước

### 1.5.3. Phân mảnh và đánh số hiệu bản đồ (danh pháp BĐ)

a) Sơ đồ phân mảnh bản đồ quốc tế

Bề mặt trái đất được chia làm các đai và các dải theo chiều vĩ tuyến và kinh tuyến.

Theo chiều vĩ tuyến, bề mặt Trái đất được chia làm các đai, mỗi đai rộng  $4^\circ$  và được kí hiệu bằng các chữ cái A, B, C, ... bắt đầu từ xích đạo về hai cực

Theo chiều kinh tuyến ở những vĩ độ thấp và vĩ độ trung bình, bề mặt Trái đất được chia thành các dải mỗi dải rộng  $6^\circ$  và được đánh số thứ tự từ 1 đến 60 bắt đầu từ kinh tuyến  $180^\circ$  về phía bán cầu Tây.

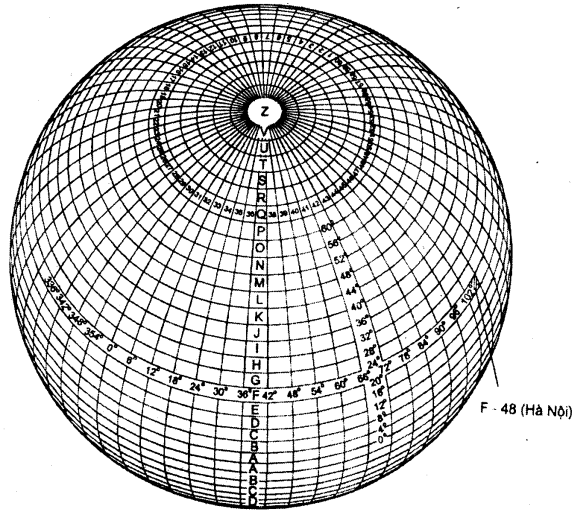
Mỗi tờ bản đồ quốc tế có kinh sai là  $6^\circ$  và vĩ sai là  $4^\circ$  có tỷ lệ 1: 1 000 000

Kí hiệu của tờ bản đồ quốc tế có tỷ lệ 1: 1.000. 000 được viết kí hiệu đai trước kí hiệu dải sau. VD: D - 48; F - 49 .....

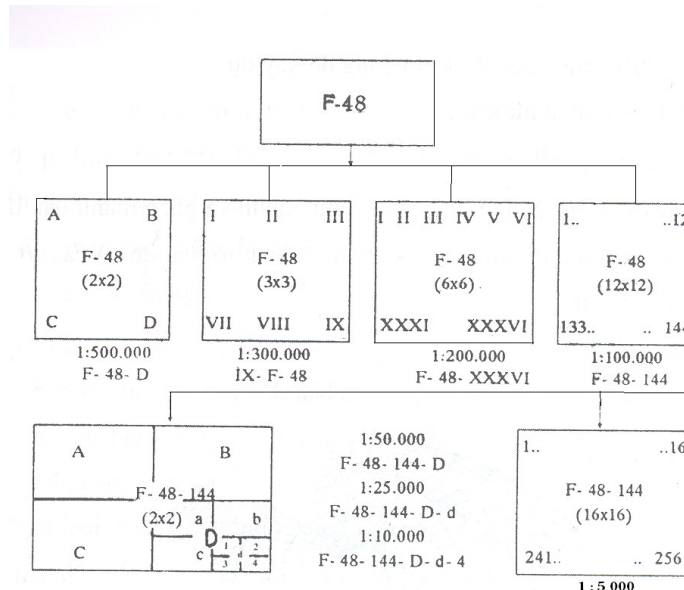
Phần đất liền của Việt Nam nằm trong các đai C, D, E, F, G và các dải 48, 49

b. Sơ đồ phân mảnh bản đồ Việt Nam

Việc chia mảnh và đánh số bản đồ ở nước ta được xác định từ bản đồ quốc tế tỷ lệ 1: 1 000 000



Sơ đồ chia mảnh bản đồ quốc tế



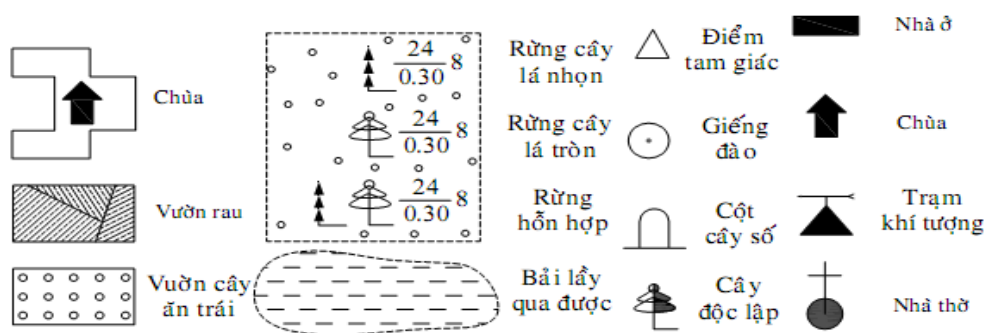
#### 1.5.4. Kí hiệu bản đồ địa hình.

Để thể hiện các yếu tố nội dung ở trên bản đồ địa hình chúng ta phải sử dụng hệ thống kí hiệu bản đồ, việc sử dụng các kí hiệu ở trên bản đồ phải tuân theo đúng những quy định của Cục đo đạc và Bản đồ Nhà nước. Các ký hiệu phải đơn giản, rõ ràng, dễ liên tưởng, dễ ghi nhớ và thống nhất. Các ký hiệu địa vật trên các bản đồ tỷ lệ khác nhau có thể có kích thước khác nhau, nhưng phải cùng một hình dáng.








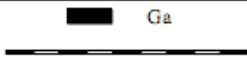
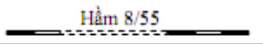
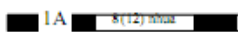

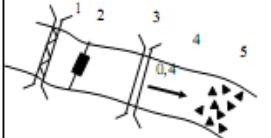
Ký hiệu theo tỷ lệ (ký hiệu diện) thường để biểu diễn cho những những địa vật (đối tượng, hiện tượng địa lí) phân bố trên diện tích lớn như rừng cây, ruộng lúa, hồ, ... những địa vật có diện tích rộng này khi biểu diễn trên bản đồ đã được thu nhỏ lại đồng dạng theo tỷ lệ của bản đồ. Nếu địa vật có ranh 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.

#### Ký hiệu tượng trưng.

Là ký hiệu biểu thị cho các địa vật có kích thước nhỏ, các ký hiệu này nếu thu nhỏ theo tỷ lệ của bản đồ thì sẽ không thể nhận biết được ở trên bản đồ, nhưng các nó lại có ý nghĩa quan trọng cần phải được thể hiện lên bản đồ. Khi đó bắt buộc chúng ta phải sử dụng các ký hiệu mang tính tượng trưng (quy ước) không theo tỷ lệ bản đồ.



Hình: Một số kí hiệu tượng trưng của bản đồ địa hình

7	Nhà máy điện	
8	Trạm biến thế	
9	Miếng 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	

#### 1.5.5. Biểu diễn địa hình ở trên bản đồ.

Địa hình được đặc trưng bởi các giá trị về độ cao tuyệt đối, độ chia cắt ngang, độ chia cắt sâu, độ dốc..... Địa hình bề mặt Trái đất hoặc một phần bề mặt Trái đất được cấu tạo bởi các phần tử địa hình như: gò, đồi, đỉnh núi, sống núi, sườn núi, đèo, các cao nguyên, sơn nguyên, đồng bằng.....

Địa hình là yếu tố tự nhiên có khả năng chi phối lớn đến các hoạt động xã hội, nó chi phối đến sự phân bố của các yếu tố khác.

Để thể hiện địa hình bề mặt trái đất như người ta dùng nhiều phương pháp khác nhau như:

##### a) 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.

##### b) 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.



Phương pháp kẻ vân



Phương pháp tô màu



Phương pháp đường đồng mức (đường bình độ)

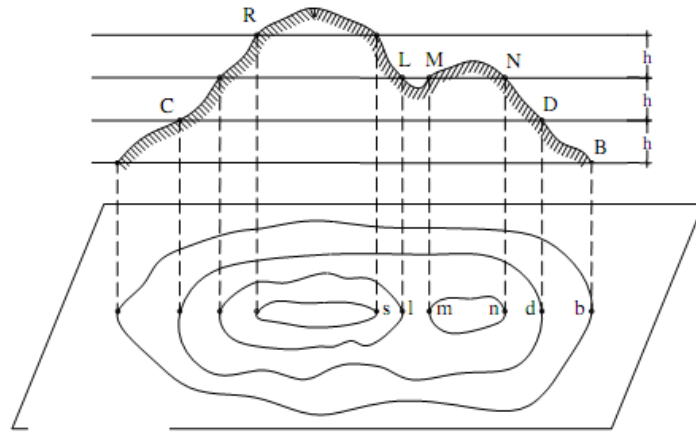
c) Phương pháp đường đồng mức (đường bình độ).

Phương pháp đường bình độ được sử dụng phổ biến và có nhiều ưu điểm nhất trong việc thể hiện địa hình ở trên bản đồ.

Đường đồng mức (đường bình độ) là những đường nối các điểm có cùng độ cao tạo thành những đường cong khép kín. Hay nói cách khác đường đồng mức là giao



tuyến giữa mặt đất tự nhiên và mặt phẳng song song với mặt thủy chuẩn.



Trên bản đồ địa hình thì cứ 5 đường đồng mức liên tiếp sẽ có một đường đồng mức được gọi là đường đồng mức chính (đường bình độ cái). Đường đồng mức chính được vẽ đậm hơn và được ghi giá trị độ cao trên đó (quay về phía đỉnh). Các đường đồng mức còn lại được gọi là các đường đồng mức thường (các đường bình độ con), các đường đồng mức thường được vẽ mảnh và không được ghi giá trị độ cao trên đó.

- Các tính chất của đường đồng mức:

- Mọi điểm nằm trên cùng một đường đồng mức có cùng độ cao như nhau.
- Đường đồng mức là đường cong khép kín (hoặc khép kín đến khung tờ bản đồ).
- Đường đồng mức không trùng nhau, không cắt nhau (trừ trường hợp vách đứng hay núi hàm ếch).
- Các đường đồng mức càng gần sát nhau thì mặt đất càng dốc nhiều, các đường đồng mức càng xa nhau thì mặt đất càng thoải.
- Hướng của đường thẳng ngắn nhất nối giữa 2 đường đồng mức (đường vuông góc với 2 đường đồng mức) là hướng dốc nhất của thực địa. Hiệu số độ cao giữa 2 đường đồng mức liên tiếp gọi là khoảng cách đều (h).

Độ cao địa hình càng nhỏ thì phải chọn h càng lớn. Tỷ lệ bản đồ lớn thì phải chọn h nhỏ (thường chọn h là 0.25m, 0.5m, 1.0m, 2.0m, 5.0m, 10m). Độ cao của các đường đồng mức (H) thường được chọn là bội số của h. Các đường đồng mức được vẽ bằng nét liền màu nâu.

Những nơi địa hình có độ dốc  $>45^{\circ}$



người ta dùng ký hiệu đặc biệt là các vạch nhỏ hình răng cưa (hình bên).

d) Phương pháp ghi chú độ cao.

Đối với các điểm địa hình đặc biệt như: đỉnh núi, điểm mốc độ cao quốc gia và khu vực... việc thể hiện địa hình có thể được ghi chú trực tiếp ở trên bản đồ bằng cách ghi giá trị độ cao kèm theo là kí hiệu tại vị trí của điểm đó.

1.6. Sử dụng bản đồ địa hình.

1.6.1. Xác định tọa độ của một điểm ở trên bản đồ.

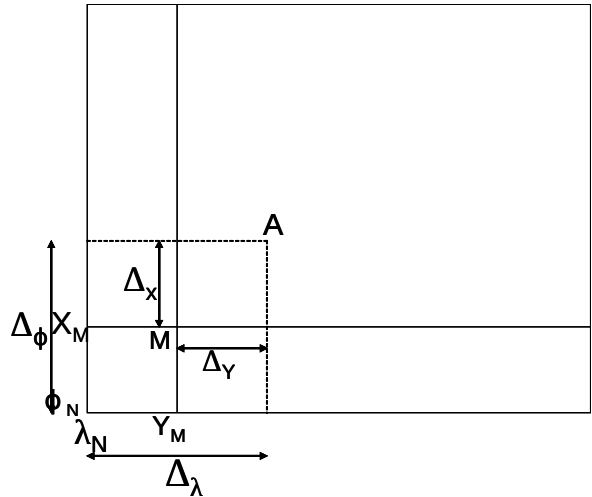
Để xác định tọa độ vuông góc x, y hoặc tọa độ địa lý  $\phi$ ,  $\lambda$  của một điểm, phải dựa vào lưới tọa độ đã kẻ ở ngoài khung tờ bản đồ.

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:

$$X_A = X_M + \Delta_x$$

$$Y_A = Y_M + \Delta_y$$

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  $\Delta_\phi$  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:



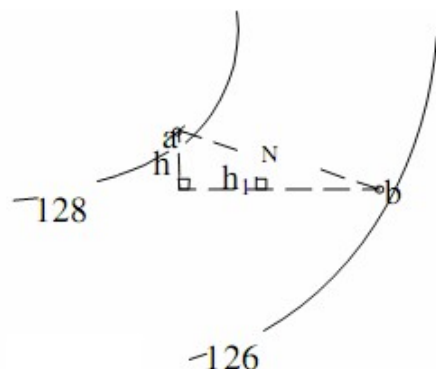
$$\phi_A = \phi_N + \Delta_\phi$$

$$\lambda_A = \lambda_N + \Delta_\lambda$$

1.6.2. Xác định độ cao của một điểm ở trên bản đồ.

Muốn xác định độ cao một điểm trên bản đồ, cần căn cứ vị trí tương đối của nó so với đường đồng mức gần đó

Điểm nào nằm trên đường đồng mức nào thì có độ cao = độ cao đường đồng mức đó.



Điểm N bất kỳ.

$$\text{Đo } Na = 7,5\text{mm}$$

$$Nb = 4,6\text{mm.}$$

$$\Rightarrow \frac{h}{ab} = \frac{h_1}{bN} \rightarrow h_1 = \frac{h}{ab} \cdot bN = \frac{2000}{7,5+4,6} \cdot 4,6 = 0,76m$$

$$\Rightarrow H_N = H_b + h_1 = 126 + 0,76 = 126,76m$$

### 1.6.3. Xác định độ dốc địa hình.

#### a) Độ dốc:

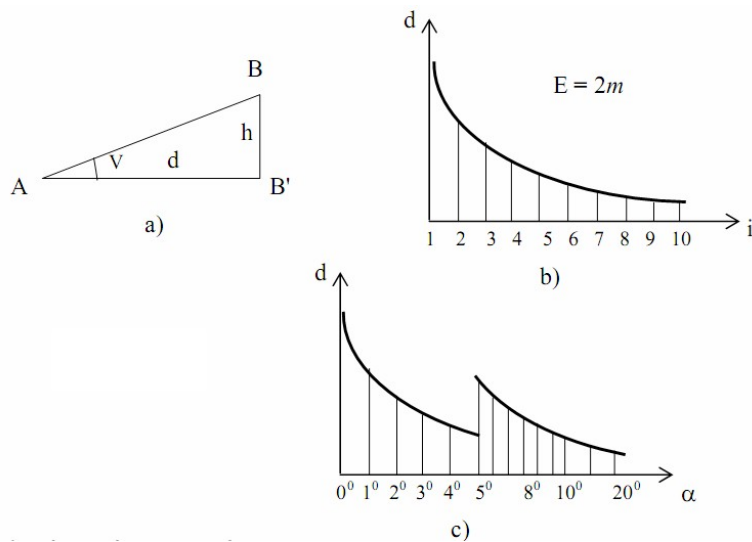
Giả sử có 2 điểm A, B nằm trên mặt đất dốc (hình a), góc dốc của mặt đất là  $V$ ; theo định nghĩa, độ dốc của mặt đất trên đoạn AB là:

$$i = \text{tg}V = \frac{h}{d}$$

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  $i=5\%$ .



#### 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 trên ta có

$$d = \frac{h}{i}$$

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 b) 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 b là hypecbôn độ dốc dùng với  $E=2m$ .

Nhiều khi, người ta cũng dựng hypecbôn góc dốc  $V$  như ở hình c.

- 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.

1.6.4. Xác định đường lên núi theo độ dốc cho trước.

Giả sử cần xác định một tuyến đường đi lên núi hoặc một tuyến đường vượt đèo theo một độ dốc  $i$  cho trước ở trên bản đồ địa hình.

Ta có công thức

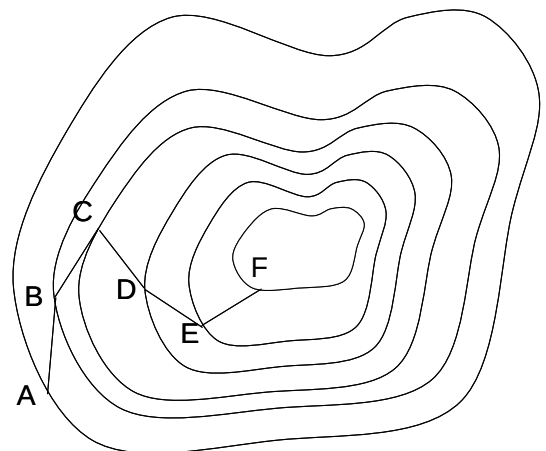
$$i = \frac{h}{d} \times 100$$

trong đó:  $h$  là chênh cao giữa  $A$  và  $B$ ;  $d$  là khoảng cách ngang giữa 2 vaongf tròn đồng cao cách nhau một độ cao bằng khoảng cao đều  $h$  ở trên thực địa;  $i$  là độ dốc tính theo %

Từ công thức trên ta có thể tính được

$$d = \frac{h}{i} \times 100$$

tính được khoảng cách  $L$  giữa 2 đường đồng



mức ở trên bản đồ qua công thức:  $L = \frac{d}{M}$  trong đó M là mẫu số tỷ lệ bản đồ, từ đó

ta có thể vạch lộ trình của tuyến đường (xem hình vẽ):

Các đoạn AB, BC, CD, DE, EF có độ dài bằng nhau và bằng L

#### 1.6.5. Tính chiều dài ở trên bản đồ.

Tất cả các trường hợp cần đo tính chiều dài thực tế bằng bản đồ địa hình, sau khi đo được chiều dài ở trên bản đồ chúng ta phải nhân với mẫu số tỉ của tỷ lệ bản đồ.

- Trường hợp đường cần đo chiều dài là một đoạn thẳng hoặc đường gấp khúc thì chúng ta có thể dùng thước đo đoạn thẳng hoặc các đoạn của đường gấp khúc ở trên bản đồ rồi tính tổng chiều dài của các đoạn.

- Trong trường hợp đường cần xác định chiều dài là một đường cong bất kỳ thì chúng ta có thể đo bằng các phương pháp sau đây.

Phương pháp đếm ô: Trên tờ giấy bóng mờ hoặc phim nhựa, kẻ một lưới ô vuông kích thước mỗi ô là 2x2mm hoặc 3x3mm. Đặt đè lưới ô vuông này lên đường cần đo.

Đếm số ô vuông nằm trên đường cần đo chiều dài, do diện tích ô vuông bé nên ta có thể xem các đoạn của đường nằm trong mỗi ô vuông là một đoạn thẳng có chiều dài bằng cạnh ô vuông. Do đó chúng ta có thể đếm số ô vuông mà đường đo chạy qua rồi nhân với độ dài của cạnh ô vuông để biết độ dài của đoạn cần đo ở trên bản đồ.

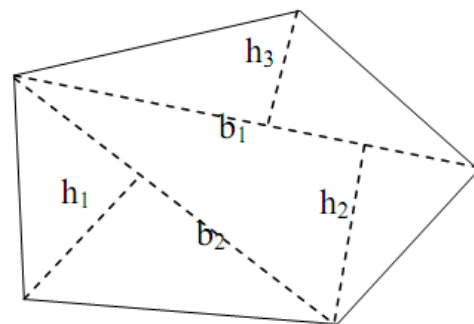
Phương pháp dùng thước đo chiều dài ở trên bản đồ (thước Couvimette)

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.

#### 1.6.6. Xác định diện tích của một khu vực ở trên 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, 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

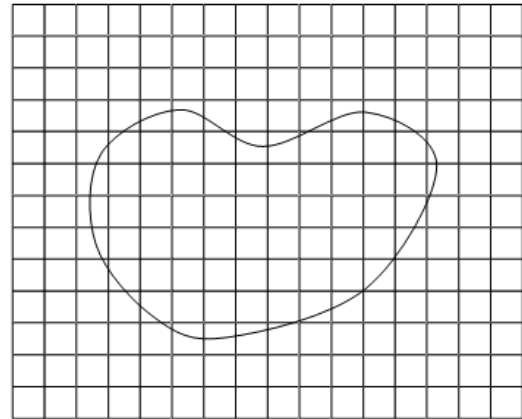


học để tìm ra diện tích từng hình; cộng các diện tích các hình này lại, ta được diện tích của hình cần đo.

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.



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.

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.

Xét diện tích mỗi dải: ví là những dải hẹp nên có thể coi mỗi dải gần giống với hình thang, vậy diện tích của dải là tích số giữa bề rộng  $d$  của mỗi dải với đường nét đứt chia đôi dải  $l_i$ :

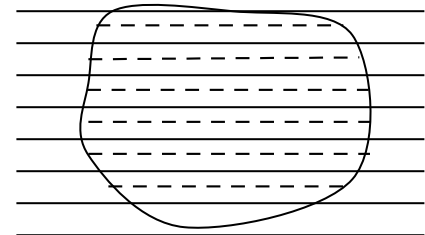
$$s_i = l_i \cdot d$$

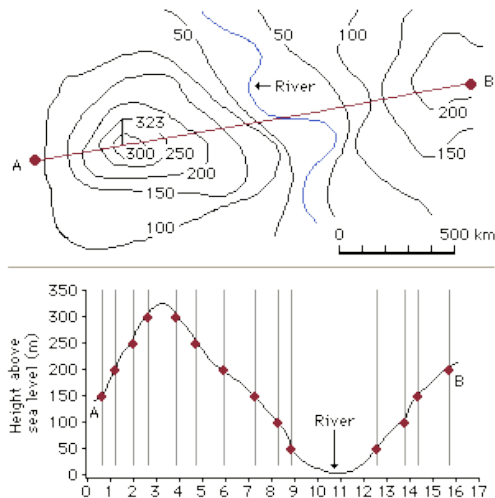
Diện tích của cả hình lớn:

$$S = \sum s_i = \sum l_i \cdot d = d \cdot \sum l_i$$

- Phương pháp dùng máy đo diện tích.

1.6.7. Dụng lát cắt địa hình dựa vào bản đồ địa hình.





## 1.7. Tính toán trắc địa.

### 1.7.1. Các loại sai số trong đo đạc.

#### a) Sai số sai lầm.

Sai số sai lầm là do người đo thiếu cẩn thận trong khi đo, hoặc kỹ thuật đo không bảo đảm. Sai số này thường có giá trị tương đối lớn.

- Khắc phục: đổi người đo

#### b) Sai số hệ thống:

Là những sai số do độ chính xác của máy và không bảo đảm hoặc do thói quen, thị lực của người đo.

Sai số hệ thống thường có dấu và giá trị không đổi.

Loại trừ sai số hệ thống:

- Nếu do máy thì chúng ta có thể kiểm nghiệm, xác định giá trị sai số của máy rồi lấy kết quả đo trừ đi giá trị sai số đó.

- nếu do người đo thì chúng ta có thể kiểm nghiệm sai số của người bằng cách so sánh kết quả của người đo với một vài người đo khác để biết được mức độ sai khác nhau về kết quả, sau đó lấy kết quả đo trừ đi giá trị sai khác đó.

#### c) Sai số ngẫu nhiên.

Là những sai số xuất hiện trong kết quả đo một cách ngẫu nhiên mà không thể xác định được quy luật cũng như giá trị và nguyên nhân của sai số đó.

Sai số ngẫu nhiên không thể loại trừ được, tuy nhiên qua nghiên cứu cho thấy sai số ngẫu nhiên có những tính chất sau đây:

- Các giá trị tuyệt đối của sai số ngẫu nhiên không vượt quá một giá trị nhất

định nào đó.

- Các giá trị sai số ngẫu nhiên càng nhỏ thì có khả năng xuất hiện càng nhiều, còn giá trị càng lớn thì xuất hiện càng ít.

- Sai số ngẫu nhiên mang giá trị dương (+) và sai số ngẫu nhiên mang giá trị âm (-) có xác suất xuất hiện bằng nhau khi số lần đo tiến tới vô cùng.

- Tổng đại số của các giá trị sai số ngẫu nhiên của n lần đo cho một đại lượng là bằng không khi  $n \Rightarrow \infty$

1.7.2. Các tiêu chí đánh giá độ chính xác kết quả đo.

a) Sai số trung bình cộng (kí hiệu là s): được tính theo công thức sau:

$$s = \frac{\sum_{i=1}^n |\epsilon_i|}{n}$$

Trong đó: s- sai số trung bình cộng

$\epsilon_i$  - sai số ngẫu nhiên của lần đo thứ i

n – số lần đo

b) Sai số trung phương (kí hiệu là m): được tính theo công thức:

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \epsilon_i^2}{n}}$$

Trong đó: m – sai số trung phương

$\epsilon_i$  - sai số ngẫu nhiên của lần đo thứ i

n – số lần đo

c) Sai số xác suất (kí hiệu là p)

Trong dãy kết quả đo nếu sắp xếp các sai số theo giá trị tuyệt đối từ bé đến lớn thì sai số xác suất p có giá trị của sai số đứng giữa về thứ tự sắp xếp.

Khi nghiên cứu về sai số trung bình cộng (s), sai số trung phương (m) và sai số xác suất (p) thấy chúng có mối quan hệ:

p/s/m tương ứng là 0,67/0,8/1,0

Nếu số lần đo càng nhiều thì tỷ số này càng đúng, dựa vào tỷ số này người tư có thể tính nhanh các giá trị của sai số trung bình cộng (s), sai số trung phương (m) thông qua giá trị của sai số xác suất (p)



d) Sai số giới hạn (kí hiệu là  $f$ )

Nghiên cứu thống kê cho thấy:

Cứ 1000 sai số thực thì có 3 giá trị sai số vượt qua giới hạn ba lần giá trị sai số trung phương  $m$ . Trong 100 sai số thực thì có năm giá trị vượt quá giới hạn hai lần giá trị của sai số trung phương  $m$ .

Vì vậy người ta thường chọn sai số giới hạn bằng 3 lần sai số trung phương

$$f = 3m$$

Trong trường hợp yêu cầu độ chính xác cao thì chọn sai số giới hạn bằng 2 lần sai số trung phương.

$$f = 2m$$

Như vậy trong quá trình tính toán nếu giá trị nào vượt quá sai số giới hạn thì bị coi là sai số sai lầm và bị loại ra khỏi kết quả đo.

e) Sai số tương đối (kí hiệu là  $\frac{1}{T}$ ) là tỷ số giữa sai số trung phương và giá trị thực của đại lượng đo ( $L$ ).

$$\frac{1}{T} = \frac{m}{L}$$

Sai số tương đối dùng để so sánh mức độ sai số với giá trị thực của đại lượng đo:

Bài tập:

Khi tiến hành đo 3 góc trong một tam giác 13 lần tính được các sai số đo góc theo công thức sau:

$$\varepsilon_i = (\hat{A}_i + \hat{B}_i + \hat{C}_i) - 180^\circ$$

Trong đó:

$\varepsilon_i$  – Sai số lần đo lần thứ  $i$

$\hat{A}_i$  – Giá trị đo góc A trong tam giác lần thứ  $i$

$\hat{B}_i$  – Giá trị đo góc B trong tam giác lần thứ  $i$

$\hat{C}_i$  – Giá trị đo góc C trong tam giác lần thứ  $i$

Giá trị sai số trong 13 lần đo được thống kê trong bảng sau:

Lần đo thứ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Giá trị sai số													

Hãy tính các giá trị Sai số trung bình cộng ( $s$ ); Sai số trung phương ( $m$ ); Sai số giới hạn ( $f$ ); Sai số tương đối  $\frac{1}{L}$ .

## Chương 2. ĐO CÁC YẾU TỐ CƠ BẢN

### 2.1. Đo góc.

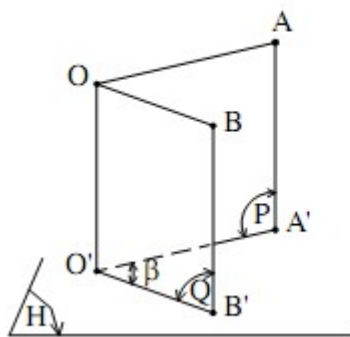
#### 2.1.1. Khái niệm và phân loại.

##### a) Khái niệm.

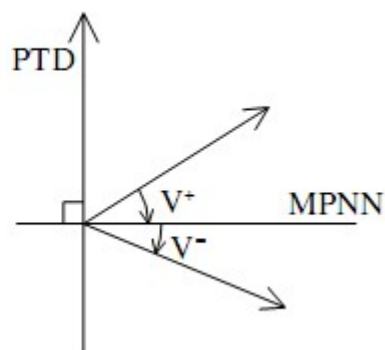
Góc là một trong những yếu tố để xác định vị trí không gian của một điểm trên mặt đất tự nhiên. Do vậy ta phải đo góc và đo góc là một công tác đo cơ bản. Trong Trắc địa người ta phân biệt thành 2 loại: góc bằng và góc đứng.

- Góc bằng ( $H, \beta$ ) là góc phẳng nhị diện hợp bởi 2 mặt phẳng thẳng đứng (P), (Q) đi qua 2 tia ngắm OA, OB (hình 2.1a). Góc bằng có giá trị  $0 \div 360^\circ$ .

- Góc đứng (V): Là góc hợp bởi tia ngắm chính khi ngắm tới mục tiêu và hình chiếu của nó trên mặt phẳng nằm ngang (hình 2.1b). Góc đứng có giá trị  $0 \div 90^\circ$ .



Hình 2.1a. Góc bằng



Hình 2.1b. Góc đứng

b) Phân loại: Phân loại đo góc theo độ chính xác như sau:

- Đo góc chính xác cao: nếu sai số trung phương đo góc đạt  $m_\beta = 0,5'' \div 3,0''$ .
- Đo góc với độ chính xác vừa: Nếu  $m_\beta = 3,0'' \div 10,0''$ .
- Đo góc với độ chính xác thấp: Nếu  $m_\beta = 10,0'' \div 60,0''$ .

Các đơn vị dùng trong đo góc:

Độ:  $1^\circ = 1/360$  vòng tròn;  $1^\circ = 60'$ ;  $1' = 60''$

Grát:  $1g = 1/400$  vòng tròn  $= 360^\circ/400 = 54'$

$1g = 100c$  (c là phút grát);  $1c = 100^{cc}$  (cc là giây grát)

Radian: 1 vòng tròn  $= 2\pi$  radian  $= 360^\circ$ ; 1 radian ( $\zeta_0$ )  $= 180^\circ/\pi = 57^\circ 3'$ ;

$\zeta' = 3438'$ ;  $\zeta'' = 206265''$

#### 2.1.2 Máy kinh vĩ.

Máy kinh vĩ là một loại máy đo đạc tương đối chính xác và toàn diện. Có nhiều kiểu khác nhau do nhiều nước tiên tiến trên thế giới sản xuất, được dùng để đo góc bằng và góc đứng, ngoài ra còn được sử dụng để đo dài và đo cao với độ chính xác thấp.

Máy kinh vĩ là một loại máy cơ khí, quang học có độ chính xác cao, đắt tiền, nên khi sử dụng máy phải hết sức cẩn thận, đúng quy trình kỹ thuật. Khi sử dụng mở máy ra và lắp đặt nhẹ nhàng, khi không sử dụng phải đặt máy vào hộp bảo quản và cài khóa cẩn thận, không đùa nghịch khi sử dụng máy không để máy ở nơi ẩm ướt. Khi cần vận chuyển máy đi xa phải khoác máy trên lưng hoặc ôm máy trong lòng. Không thô bạo, cưỡng bức máy, khi muốn quay máy hoặc quay ống kính máy nhất thiết phải tháo lỏng các ốc hãm để máy quay tự do.

a) Phân loại máy kinh vĩ

- Phân theo vật liệu làm bàn độ: Có

+ Máy kinh vĩ kim loại: Vành độ được làm bằng kim loại, bộ phận đọc số bằng kính lúp. Đây là thế hệ đầu tiên của máy kinh vĩ, hiện nay chúng không được sản xuất nữa.

+ Máy kinh vĩ quang học: Các vành độ được làm bằng kính quang học, đọc số bàn độ bằng kính hiển vi, loại máy này trong một thời gian dài được sử dụng rất phổ biến.

+ Máy kinh vĩ điện tử: Vành độ là các đĩa từ còn các vành du xích là các tế bào quang điện, việc chia và đọc số hoàn toàn tự động. Người sử dụng chỉ cần ấn nút là các số đọc sẽ được hiện ra.

- Phân theo độ chính xác: Có

+ Máy kinh vĩ có độ chính xác thấp: Khi sai số trung phương một lần đo góc đạt  $m_{\beta}=15''$  đến  $30''$ .

+ Máy kinh vĩ có độ chính xác trung bình: Khi sai số trung phương một lần đo góc đạt  $m_{\beta}=5''$  đến  $10''$ .

+ Máy kinh vĩ có độ chính xác cao: Khi sai số trung phương một lần đo góc đạt  $m_{\beta} \leq 2''$ .

- Phân theo phương pháp đo: Có máy kinh vĩ đo lặp và máy kinh vĩ đo thông thường.

b) Cấu tạo máy kính vĩ: Nhìn chung, một máy kính vĩ có 3 bộ phận chính:

- Bộ phận ngắm (Ống kính ngắm): Kính vật, kính mắt, vòng dây chữ thập, Ốc điều ảnh.

- Bộ phận đọc số: Vành độ và du xích (đứng, ngang), kính hiển vi đọc số. Đối với các thế hệ máy kính vĩ điện tử ngày nay thì vành độ là các đĩa từ còn các vành du xích là các tế bào quang điện, việc chia và đọc số hoàn toàn tự động. Người sử dụng chỉ cần ấn nút là các số đọc sẽ hiện ra trên màn hình của máy

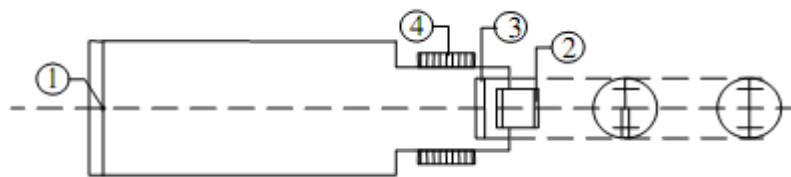
- Bộ phận chiếu điểm và cân máy bao gồm: Ống thẳng bằng, Ống cân và quả dọi..

- Ngoài 3 bộ phận trên còn có các Ốc hãm và Ốc vi động dọc, ngang.

\* Cấu tạo chi tiết:

- Bộ phận ngắm (Ống kính ngắm) (hình 2.2):

Kính vật: Là một hệ thấu kính hội tụ để tạo hình ảnh thật của vật và bé hơn vật.



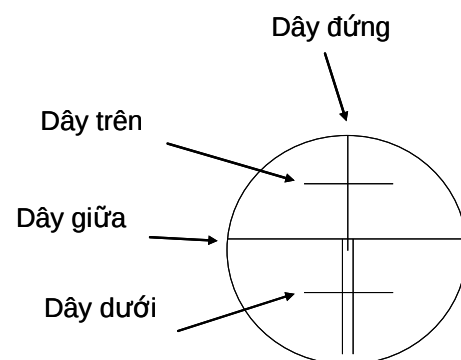
Hình 2.2. Cấu tạo của ống kính

Kính mắt: Là một hệ thấu kính hội tụ có tiêu cự ngắn có tác dụng phóng to ảnh thực thu được từ kính vật, kính mắt có thể di chuyển được nhờ một ốc gọi là ốc điều tiêu (điều ảnh).

Vòng dây chữ thập: được khắc trên một thấu kính phẳng, ảnh của vật khi đo sẽ nằm trên lưới của dây chữ thập. Muốn nhìn rõ vòng dây chữ thập ta xoay kính mắt của ống kính ngắm chạy ra chạy vào một số vòng.

Ốc điều ảnh: Cho ta nhìn rõ ảnh của vật.

Trục ngắm: Đường thẳng nối quang tâm kính vật và quang tâm kính mắt là trục ngắm. Tâm của vòng dây chữ thập nằm trên trục ngắm.



Hình 2.3. Cấu tạo của dây chữ thập

Đặc tính quan trọng nhất của ống kính là độ phóng đại ống kính  $V^x$ .

$$V^x = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{fv}{fm}$$

$\alpha'$ : Là góc nhìn vật bằng mắt thường.

$\alpha$ : Là góc nhìn vật qua ống kính.

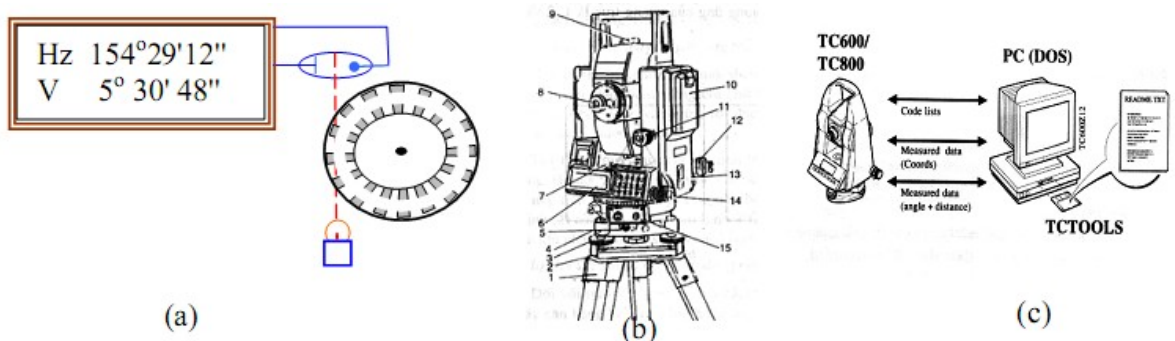
$fv$ : Là tiêu cự kính vật.

$fm$ : Là tiêu cự kính mắt.

Hiện nay ống kính trắc địa thường có độ phóng đại 15 - 50 lần, vùng ngắm 30'-2°, tầm ngắm từ 2m trở lên.

- Bộ phận đọc số: Vành độ và du xích (đứng, ngang), kính hiển vi đọc số. Đối với các thế hệ máy kinh vĩ điện tử (Digital Theodolite) ngày nay thì bàn độ là các đĩa từ, còn các vành du xích là các tế bào quang điện, việc chia và đọc số hoàn toàn tự động. Người sử dụng chỉ cần ấn nút là các số đọc sẽ hiện ra trên màn hình của máy. Các loại máy kinh vĩ điện tử có bàn độ được mã hóa kết hợp với bộ xử lý CPU cho trị số của hướng đo được hiển thị trên màn hình tinh thể, hoặc lưu trữ trong bộ nhớ của máy hoặc thẻ nhớ (hình 2.4a,b).

Ngày nay với sự phát triển của ngành điện tử - tin học, máy kinh vĩ điện tử có thể được ghép nối với máy đo dài điện tử (EDM) có bộ vi xử lý tích hợp nhiều phần mềm tiện ích tạo thành máy toàn đạc điện tử (Total Station). Máy này không những cho phép đo góc mà còn đo dài với độ chính xác cao, tiện lợi và hiệu quả (hình 2.4c).



Hình 2.4. Bộ phận đọc số của máy toàn đạc điện tử

- Bộ phận cân bằng và chiếu điểm



kinh vĩ ảnh hưởng tới kết quả đo, trước khi sử dụng máy phải tiến hành công tác kiểm nghiệm. Việc kiểm nghiệm và điều chỉnh máy kinh vĩ nhằm mục đích đảm bảo các điều kiện hình học của các hệ trục ( hình 2.7).

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

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

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

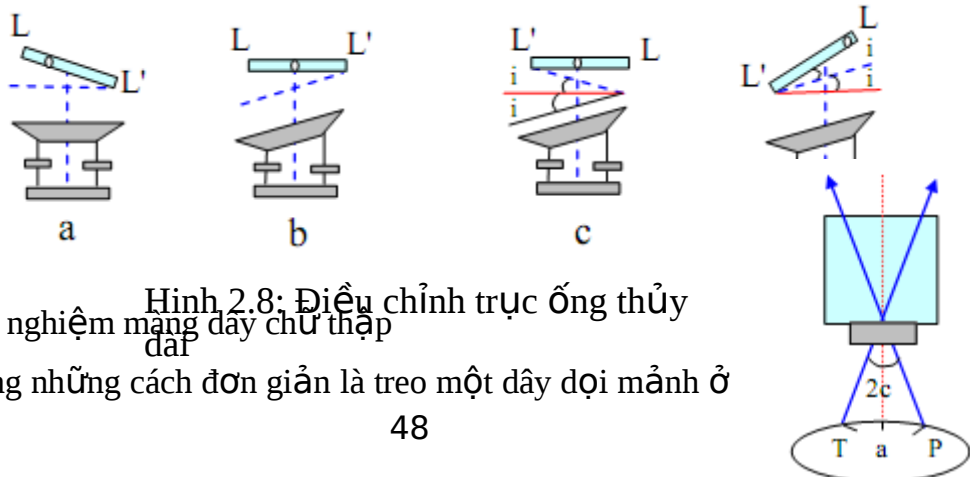
- Trục quay  $HH'$  của ống kính ngắm phải vuông góc với trục quay  $VV'$  của máy kinh vĩ.

- Kiểm nghiệm số đọc ban đầu MO.

a) Điều kiện trục của ống thủy dài trên bàn độ ngang phải vuông góc với trục quay thẳng đứng của máy.

Để kiểm nghiệm điều kiện này, đầu tiên ta quay bộ phận ngắm sao cho trục ống thủy dài bàn độ ngang song song với đường nối hai ốc cân bất kỳ của đế máy, điều chỉnh hai ốc cân này đưa bọt thủy vào giữa ống (hình 2.8b). Quay máy đi  $90^\circ$  điều chỉnh ốc thứ 3 để bọt nước vào giữa. Tiếp đó quay bộ phận ngắm  $180^\circ$ , nếu bọt thủy vẫn ở giữa, hoặc độ lệch nhỏ hơn một nửa khoảng chia ống thủy thì có thể coi điều kiện này đảm bảo. (hình 2.8c)

Nếu bọt nước lệch quá một nửa khoảng chia thì phải điều chỉnh lại ống thủy dài (hình 2.8c'). Vặn vít điều chỉnh ống thủy để đưa bọt nước vào giữa, khi bọt nước gần vào đến chính giữa thì ta dừng lại và điều chỉnh bằng ốc cân máy thứ 3 để nửa bọt nước vào chính giữa. Thường phải điều chỉnh như trên vài lần mới đạt kết quả tốt.



Hình 2.8: Điều chỉnh trục ống thủy  
b) Kiểm nghiệm màn dây chữ thập

Một trong những cách đơn giản là treo một dây dọi mảnh ở



nơi kín gió. Máy kinh vĩ cần kiểm nghiệm đặt cách dây dọi chừng 20m. Sau khi cân bằng máy tiến hành ngắm chuẩn dây dọi, nếu chỉ đứng của màn dây chữ thập trùng với dây dọi thì điều kiện này đạt yêu cầu, nếu không trùng thì phải chỉnh lại màn dây chữ thập.

c) Kiểm nghiệm trực ngắm của Ống kính ngắm (2c)

Về nguyên tắc, Trực ngắm của Ống kính phải vuông góc với trục quay nằm ngang của Ống kính. Trực ngắm của Ống kính máy kinh vĩ là đường thẳng nối quang tâm kính vật, tâm màn dây chữ thập và quang tâm kính mắt. Nếu trực ngắm có sai số thì khi ngắm cùng một mục tiêu ở hai vị trí bàn độ chúng sẽ lệch nhau một góc ký hiệu là 2c (hình 2.9).

$$T - P = 2c \pm 180$$

Để kiểm nghiệm điều kiện trực ngắm ta chọn một mục tiêu A rõ nét, cách xa máy chừng 100m và có góc đứng không quá 5°. Đầu tiên ở vị trí bàn độ trái, sau khi cân bằng máy ta tiến hành ngắm chuẩn mục tiêu A, đọc số bàn độ ngang được số đọc ký hiệu là T. Sau đó thực hiện tương tự đối với vị trí bàn độ phải được số đọc ký hiệu P. Thay giá trị T và P vào công thức trên đây để tính 2c. Nếu giá trị này nhỏ hơn hai lần độ chính xác của bộ phận đọc số ( $2c \leq 20''$ ) thì coi như điều kiện trực ngắm đảm bảo.

Nếu giá trị 2c lớn hơn hai lần độ chính xác của bộ phận đọc số (vành độ ngang) thì phải tiến hành điều chỉnh máy bằng cách đặt trên vành độ ngang số đọc bằng  $T - c$  hoặc  $P + c$  rồi điều chỉnh các vít điều chỉnh 2 bên của lưới chỉ để đưa màn dây chữ thập vào đúng vị trí điểm A. Nên kiểm tra một vài lần để bảo đảm độ chính xác.

d) Kiểm nghiệm trục quay của Ống kính ngắm

Về nguyên tắc, Trục quay nằm ngang của Ống kính phải vuông góc với trục quay thẳng đứng của máy. Nếu hai ổ trục quay của Ống kính ngắm không cùng nằm trên một mặt phẳng ngang sẽ làm cho trục quay Ống kính không vuông góc với trục quay của máy. Để kiểm nghiệm điều kiện này, trên một bức tường cần đánh dấu một điểm A cao hơn mặt phẳng ngang Ống kính chừng 30° đến 50°. Máy kinh vĩ đặt cách tường 20m đến 30m. Sau khi cân bằng máy, tiến hành chiếu điểm A xuống mặt phẳng ngang ở vị trí bàn độ trái và phải, đánh dấu được hai điểm tương ứng là a và a'. Nếu thấy đoạn aa'

lớn hơn chiều rộng cặp chỉ đứng song song của màng dây chữ thập thì phải điều chỉnh lại trục quay ống kính.

e) Kiểm nghiệm số đọc ban đầu MO

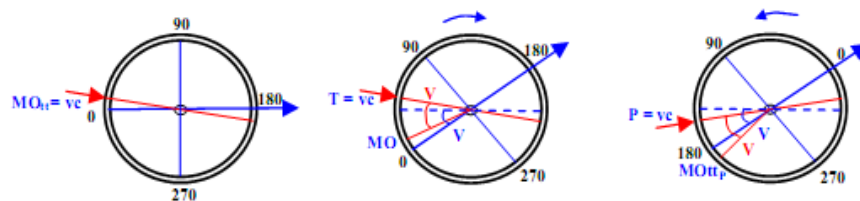
Về nguyên tắc, Sai số chỉ tiêu ban đầu của bàn độ đứng (MO) phải ổn định và phải bằng 0. Nếu trục ngắm ống kính ngắm nằm ngang và thang đọc số cân bằng mà đường kính nằm ngang của bàn độ đứng không trùng với vạch "0" của thang đọc số thì sẽ gây ra sai số số đọc ban đầu MO (hình 2.10). Từ hình 2.10 ta có công thức tính MO:

$$MO = \frac{T + P \pm k}{2}$$

Trong đó:

k là hệ số tùy thuộc vào cách khắc vạch bàn độ đứng. Ví dụ máy Theo020, Dalhta, Redta, TC800, T100, T30 có k = 180; máy 2T30, 2T5, 2T5K có k = 0.

- T- giá trị đọc số trên vành độ đứng khi bàn độ nằm bên trái ống kính.
- P - giá trị đọc số trên vành độ đứng khi bàn độ nằm bên phải ống kính



Hình 2.10: Kiểm nghiệm số đọc ban đầu

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

Điều chỉnh bằng cách dùng ốc vi động đứng đặt số đọc trên vành độ đứng bằng số đọc đã được điều chỉnh sai số MO. Lúc này bọt nước lệch khỏi vị trí cân giữa (cân bằng). Vặn vít điều chỉnh riêng của ống thủy để đưa bọt nước vào giữa. Sau khi điều chỉnh xong cần tiến hành kiểm tra lại.

Trên đây là kiểm nghiệm một số yếu tố cơ bản, ngoài ra còn cần phải kiểm tra

một số yếu tố khác nữa của thiết bị trước khi đưa vào sử dụng.

#### 2.1.4. Đo góc bằng.

##### 2.1.4.1. Công tác chuẩn bị tại mỗi trạm đo góc.

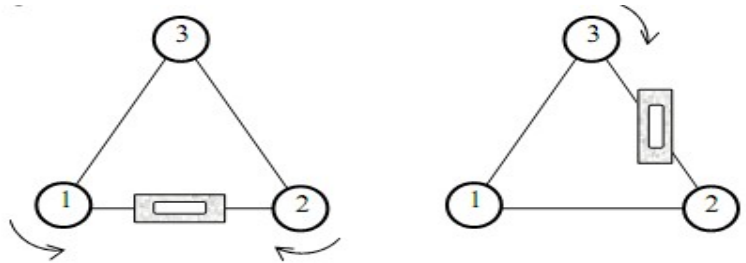
a) Đưa máy vào vị trí làm việc:

##### Bước 1. Định tâm sơ bộ

Định tâm máy là đưa máy vào đúng vị trí điểm mốc đã xác định bằng quả dọi, hoặc bằng bộ phận định tâm quang học, sau khi định tâm sơ bộ xong, cố định chân máy

##### Bước 2. Cân bằng sơ bộ

Đặt ống thủy dài song song với 2 trong 3 ốc cân máy. Vặn 2 ốc cân này đồng thời và theo chiều ngược nhau. Điều chỉnh cho bọt ống thủy tròn nằm ở vị trí trung



Hình 2.11: Cân bằng sơ bộ

tâm. Quay máy đi một góc  $90^{\circ}$ , vặn ốc thứ 3 điều chỉnh cho bọt ống thủy tròn nằm ở vị trí trung tâm. Máy đã được cân bằng sơ bộ

##### Bước 3. Định tâm chính xác

Mở ốc hãm thân máy, dịch chuyển máy cho tâm quang học hoặc quả dọi trùng tâm mốc. Sau đó vặn chặt ốc hãm thân máy. Máy đã được chỉnh tâm chính xác.

##### Bước 4. Cân bằng chính xác

Sau khi định tâm chính xác máy bị phá vỡ vị trí cân bằng đã được thực hiện ở bước 2. Ta phải cân bằng lại máy. Các bước thực hiện như cân bằng sơ bộ, chỉ khác là thực hiện theo ống thủy dài. Việc cân bằng chính xác được thực hiện sau 2 hay 3 lần chỉnh. Máy đã ở vị trí làm việc

b) Bắt mục tiêu

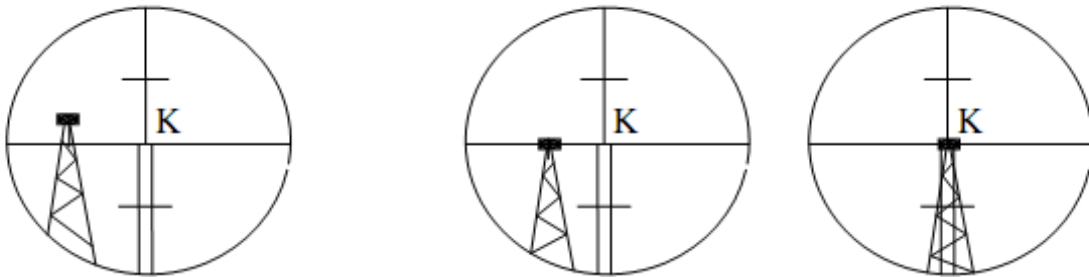
Sau khi máy đã ở vị trí làm việc tiến hành bắt mục tiêu theo trình tự sau

Bước 1: Bắt mục tiêu sơ bộ: Mở ốc hãm trục quay máy và trục quay ống kính (ốc hãm chuyển động đứng và chuyển động ngang) hướng ống kính về mục tiêu nhờ bộ phận ngắm sơ bộ rồi hãm các ốc lại

**Bước 2:** Điều chỉnh ảnh dây chữ thập: Do mắt mỗi người có tiêu cự khác nhau nên trước khi đo phải điều chỉnh cho phù hợp. Ngắm màn dây chữ thập qua kính mắt. Tay trái chặn trước kính vật 10-15cm, tay phải xoay vòng tròn điều chỉnh kính mắt sao cho người đo nhìn dây chữ thập rõ nét nhất.

**Bước 3:** Điều chỉnh ảnh điểm ngắm: Sau khi bắt mục tiêu sơ bộ hình ảnh điểm ngắm nằm trong vòng ngắm. Xoay ốc điều chỉnh kính vật cho ảnh của điểm ngắm hiện rõ nét nhất trên màn dây chữ thập.

**Bước 4:** Bắt mục tiêu chính xác: Sử dụng ốc vi động đứng và ốc vi động ngang điều chỉnh cho mục tiêu vào đúng giao điểm của dây chữ thập.



Hình 2.12: Ngắm điểm bắt mục tiêu

**Bước 5:** Khử hiện tượng thị sai: Sau khi bắt mục tiêu chính xác xong chúng ta hơi dịch chuyển mắt đi một tí, nếu thấy ảnh vật hình như cũng bị dịch chuyển so với tâm màn dây chữ thập, tức là có hiện tượng thị sai. Khi đó ta vặn ốc điều chỉnh ảnh một chút cho đến khi không thấy còn hiện tượng thị sai nữa thì thôi.

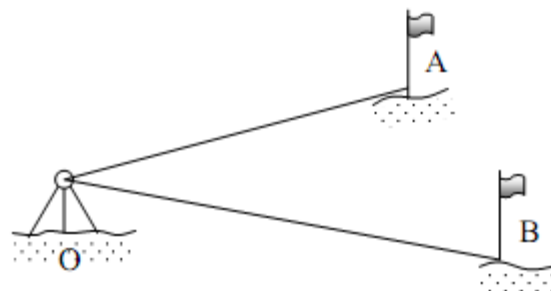
#### 2.1.4.2. Các phương pháp đo góc bằng.

##### a) Phương pháp đo cung. (còn gọi là phương pháp đo đơn)

Phương pháp đo cung áp dụng cho các trạm đo chỉ có hai hướng và được áp dụng nhiều khi đo góc bằng trong các đường chuyền đa giác. Một vòng đo theo phương pháp đo cung gồm nửa vòng đo thuận và nửa vòng nghịch.

Giả sử đo góc bằng tại đỉnh O hợp bởi hướng ngắm OA và OB (hình 2.13), trình tự đo được thực hiện như sau:

Một vòng đo góc bằng theo phương pháp đo đơn gồm nửa vòng



52 Hình 2.13: Phương pháp đo cung

đo thuận và nửa vòng đo ngược.

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

- Nửa vòng đo thuận kính: Ngắm chuẩn tiêu ngắm A, đọc số trên vành độ ngang được số đọc ký hiệu  $a_{1ht}$ . Quay bộ phận ngắm thuận chiều kim đồng hồ, ngắm chuẩn tiêu ngắm B, đọc số trên bàn độ ngang được số đọc ký hiệu là  $b_{1ht}$ .

Như vậy ta đã hoàn thành nửa vòng đo thuận, trị số góc nửa vòng thuận:

$$H_t = b_1 - a_1.$$

- Nửa vòng đo ngược: kết thúc nửa vòng đo thuận ống kính đang trên hướng OB, thực hiện đảo ống kính và quay máy ngắm lại tiêu ngắm B; đọc số trên bàn độ ngang được số đọc  $b_{1vp}$ . Máy quay thuận chiều kim đồng hồ ngắm tiêu ngắm A, đọc số trên bàn độ ngang được số đọc  $a_{1vp}$ . Đến đây ta đã hoàn thành nửa vòng đo ngược và cũng hoàn thành một vòng đo theo phương pháp đo cung. Góc nửa vòng đo nghịch

$$H_p = b_{1hp} - a_{1hp}$$

Tùy theo độ chính xác yêu cầu mà ta có thể đo lặp lại nhiều lần hay ít lần như trên.

Nếu độ lệch trị số góc giữa hai nửa vòng đo nằm trong giới hạn cho phép (bé hơn 2 lần độ chính xác của bộ phận đọc số) thì trị số góc tại vòng đo này được chấp nhận và bằng:

$$H_1 = (H_{1t} + H_{1p})/2$$

Kết quả đo góc bằng theo phương pháp đo cung được ghi vào sổ đo ở bảng 2.1.

Bảng 2.1. Bảng ghi đo góc theo phương pháp đo cung

Lần đo	Trạm máy	Điểm ngắm	Số đọc	Trị số góc nửa lần đo	Trị số góc 1 lần đo	Trị số góc TB các lần đo
I	II	III	IV	V	VI	VII
1	O	A Thuận	$a_{1ht}$ $b_{1ht}$	$b_{1ht} - a_{1ht}$ (1)	[(1) + (2)]/2 (5)	[(5) + (6)]/2
	O	B Đảo A	$b_{1hp}$ $a_{1hp}$			
2	O	A	$a_{2ht}$			

		Thuận B B Đảo A	$b_{2ht}$ $b_{2hp}$ $a_{2hp}$	$b_{2ht} - a_{2ht}$ (3) $b_{2hp} - a_{2hp}$ (4)	$[(3) + (4)]/2$ (6)	
	O					

Ví dụ:

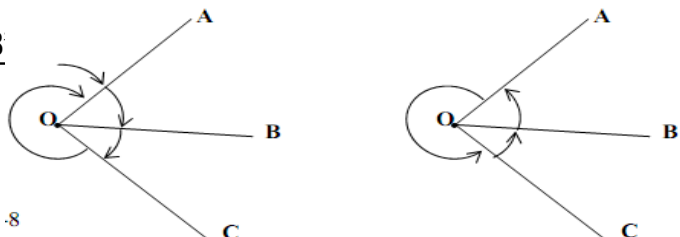
Số thứ tự lần đo	Trạm Máy	Điểm ngắm	Số độ	Trị số góc nửa lần đo	Trị số góc 1 lần đo	Góc trung bình
1	O	A	00° 00' 00"	74° 19' 30"	74° 19' 20"	74° 19' 15"
		Thuận B	74° 19' 00"			
	O	A	180° 00' 30"	74° 19' 10"		
		Đảo B	254° 19' 40"			
2	O	A	90° 00' 00"	74° 19' 00"	74° 19' 10"	
		Thuận B	164° 19' 00"	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

Bài tập 1:

Lần đo	Trạm máy	Điểm ngắm	Số độ	Trị số góc nửa lần đo	Trị số góc 1 lần đo	Trị số góc TB các lần đo
I	II	III	IV	V	VI	VII
1	O	A	00°01'02"			
		Thuận B	83°05'20"			
	O	B	263°05'24"			
		Đảo A	180°01'08"			
2	O	A	60°00'00"			
		Thuận B	143°04'10"			
	O	B	323°04'28"			
		Đảo A	240°00'08"			

b) Phương pháp đo toàn vòng.

Phương pháp đo góc toàn vòng



áp dụng cho các trạm đo góc bằng có từ 3 hướng trở lên, phương pháp này được ứng dụng nhiều khi đo góc trong lưới giải tích.

Một vòng đo theo phương pháp này cũng gồm nửa vòng đo thuận và nửa vòng đo ngược. Giả sử cần đo góc bằng tại trạm O có ba hướng là OA, OB, OC (hình 2.14). Để đo, trước tiên cần đặt máy kinh vĩ vào trạm O và thực hiện định tâm, cân bằng, định hướng tương tự như phương pháp đo cung; sau đó tiến hành đo góc theo trình tự:

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

- Nửa vòng đo ngược: kết thúc nửa vòng đo thuận thì ống kính đang ngắm về hướng OA. Tiến hành đảo ống kính và quay máy ngắm và đọc số lại hướng này; sau đó quay bộ phận ngắm ngược chiều kim đồng hồ lần lượt ngắm các tiêu trên hướng OC, OB và OA. Ở mỗi hướng đều đọc số bàn độ ngang và ghi trị số các hướng đo vào sổ đo góc bằng (bảng 2.2).

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

#### Ghi chú:

Trong bảng 2.2:

- $a_{1Ht}$ ;  $b_{1Ht}$ ;  $c_{1Ht}$ ; là giá trị góc đọc theo bàn độ trái lần thứ nhất
- $a_{1Hp}$ ;  $b_{1Hp}$ ;  $c_{1Hp}$ ; là giá trị góc đọc theo bàn độ phải lần thứ nhất
- $a_{11Ht}$ ;  $a_{11Hp}$  là giá trị đo khép vòng về điểm A theo bàn độ trái và phải

Bảng 2.2: BẢNG ĐO GÓC BẰNG THEO PHƯƠNG PHÁP ĐO TOÀN VÒNG

Trạm đo	Lần đo	Điểm ngắm	Số đọc bàn độ		2C	Trị hướng TB	Trị hướng qui 0	Trị đo góc bằng một lần đo	Trị đo góc bằng TB các lần đo	Ghi chú
			Trái	phải						
			0°0'0"	0°0'0"	"	0°0'0"	0°0'0"	0°0'0"	0°0'0"	
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
O	1	A	a <sub>1Ht</sub> (1)	a <sub>1Hp</sub> (8)	(9)	(13)	(17)			
		B	b <sub>Ht</sub> (2)	b <sub>Hp</sub> (7)	(10)	(14)	(18)	AOB (21)		
		C	c <sub>Ht</sub> (3)	c <sub>Hp</sub> (6)	(11)	(15)	(19)	BOC (22)		
		A	a <sub>2Ht</sub> (4)	a <sub>2Hp</sub> (5)	(12)	(16)		COA (23)		

- Cách tính số liệu:

- Tính 2c ( cột VI): (9) = (1) – (8) ± 180°; (10) = (2) – (7) ± 180°; (11) = (3) – (6) ± 180°; (12) = (4) – (5) ± 180°

- Tính giá trị trung bình hướng (cột VII):

$$(13) = [(1) + (8) \pm 180^\circ]:2 \quad ; \quad (14) = [(2) + (7) \pm 108^\circ]:2;$$

$$(15) = [(3) + (6) \pm 108^\circ]:2$$

$$(16) = [(4) + (5) \pm 180^\circ]:2$$

- Tính giá trị trung bình hướng quy về 0 (cột VIII): (17) = 00°00'00"; (18) = (14) – (13); (19) = (15) – (13);

- Tính giá trị đo góc bằng 1 lần đo (cột IX): (21) = (18) – (17); (22) = (19) – (18); (23) = 360° – (19)

- Tính giá trị góc bằng trung bình các lần đo: Cộng giá trị của từng góc bằng trong tất cả các lần đo lại rồi chia cho số lần đo.

Bài Tập 2: Hãy tính các giá trị trong bảng số liệu đo vẽ sau đây

Trạm đo	Lần đo	Điểm ngắm	Số đọc bàn độ		2C (Tr – Ph)	Trị hướng TB	Trị hướng qui 0	Trị đo góc một vòng đo	Trị đo góc TB các vòng đo	Ghi chú
			Trái	Phải						



			0°0'0''	0°0'0''	''	0°0'0''	0°0'0''	0°0'0''	0°0'0''	
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
O	1	A	00°00'06''	180°00'08''						
		B	78°09'20''	258°09'25''						
		C	102°53'54''	282°54'00''						
		A	00°00'00''	180°00'05''						
O	2	A	90°00'00''	270°00'10''						
		B	168°09'15''	348°09'25''						
		C	192°53'58''	12°54'13'' (372°54'13'')						
		A	90°00'07''	270°00'09''						

c) Đo góc bằng theo phương pháp đo lặp:

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

Động tác 1:

- Nửa lần thuận kính: để số đọc trên bàn độ ngang là 00, 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.

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 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:

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

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

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 bảng 2.3.

Chú thích:

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

$$53^{\circ}56'30'' = 54^{\circ}06'30'' - 00^{\circ}10'00''$$

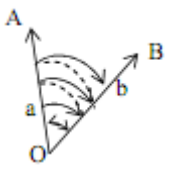
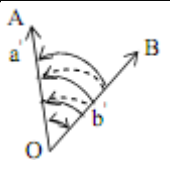
$$161^{\circ}47'30'' = 161^{\circ}57'30'' - 00^{\circ}10'00''$$

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

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

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

Bảng 2.3: Bảng ghi số liệu đo góc theo phương pháp đo lặp

Trạm đo	Điểm ngắm	Nửa vòng đo	Số lần lặp (n)	Số đọc bàn độ ngang	Trị số góc n lần lặp 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°55'50	53°56'00		
	B		3	54°06'30					
					0"				161°57'30
	B				161°50'30				161°48'20
	A	Phải	3	00°02'10	"	"	"		

Lưu ý:

- Trong nửa vòng đo (thuận hay nghịch) vành độ ngang phải luôn cố định

- Nếu vạch 0° của vành độ ngang bị kẹp giữa hai hướng đo nào đó thì số đọc của lần đo góc qua vạch 0° phải cộng thêm 360°.

### 2.1.4.3. Những sai số thường gặp phải khi đo góc bằng.

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:

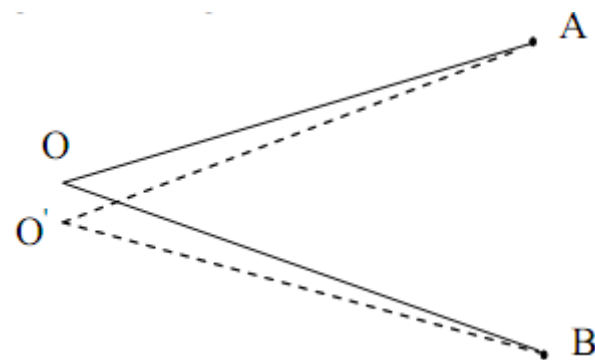
- Sai số do trục ngắm không vuông góc với trục quay của ống kính.
- Sai số do trục quay của máy không thẳng đứng.
- Sai số do trục quay ống kính không thẳng góc với trục quay của máy.
- Sai số do việc khắc vạch trên bàn độ không đều.

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  $180^\circ/n$  để hạn chế sai số do việc khắc vạch trên bàn độ không đều. Để hạn chế sai số do trục quay của máy, cần kiểm nghiệm và cân chỉnh máy cẩn thận trước khi sử dụng 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 1.15), nhưng đặt máy lệch sang O'. OO' gọi là độ lệch tâm.

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.



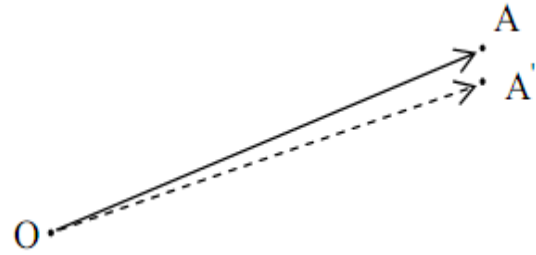
Hình 1.15: Lệch tâm máy

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 1.16). Sai số do ngắm lệch tỉ lệ nghịch với chiều dài cạnh, nên khi đo góc bằng có cạnh ngắn phải cố đặt máy đúng điểm và ngắm đúng mục tiêu.

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  $+t/2$ .



Hình 1.16: Ngắm lệch mục tiêu

e) Sai số do ảnh hưởng của môi

trường 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. Và cần đặt máy vào hơn mặt đất từ 1m trở lên

- 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. Cố gắng bố trí tia ngắm đi xa các vật cản hơn 1m.

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

#### 2.1.5. Đo góc đứng.

Ta đã biết góc đứng là góc hợp bởi hướng ngắm so với hướng nằm ngang, để tạo hướng ngang trong quá trình đo góc đứng nhất thiết phải cân bằng bàn độ đứng và đo cả hai vị trí bàn độ để hạn chế sai số số đọc ban đầu MO.

Giả sử cần đo góc đứng  $V$  của hướng ngắm OA (hình 2.17). Để đo, trước tiên đặt và cân bằng máy kinh vĩ đặt tại điểm O. Sau đó ngắm chuẩn điểm A ở cả vị trí bàn độ thuận và ngược, đọc giá trị ở trên vành độ đứng ở cả 2 vị trí này.

Ký hiệu

- T – giá trị đọc số trên vành độ đứng khi bàn độ nằm bên trái ống kính.

- P - giá trị đọc số trên vành độ đứng khi bàn độ nằm bên phải ống kính

- V – giá trị góc đứng

Ta có các công thức tính góc đứng như sau:

$$V = \frac{P - T - 180^\circ}{2} \quad (1)$$

$$MO = \frac{P + T - 180^\circ}{2}$$

$$\Rightarrow V = P - (MO + 180^\circ) \quad (2)$$

$$\Rightarrow V = MO - T \quad (3)$$

Chẳng hạn đọc số trên bàn độ đứng được hai số đọc tương ứng là:

$$T = 76^\circ 27' 12'' ; P = 283^\circ 32' 18''.$$

Từ hai số đọc này ta tính được góc đứng:

$$MO = \frac{76^\circ 27' 12'' + 286^\circ 32' 33''}{2} = 89^\circ 59' 45''$$

$$V = 89^\circ 59' 45'' - 76^\circ 27' 12'' = 13^\circ 32' 33''$$

$$V = 283^\circ 32' 18'' - 269^\circ 59' 45'' = 13^\circ 32' 33''$$

Trong đó ( $269^\circ 59' 45'' = 180^\circ + 89^\circ 59' 45''$ )

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

Nhận xét:

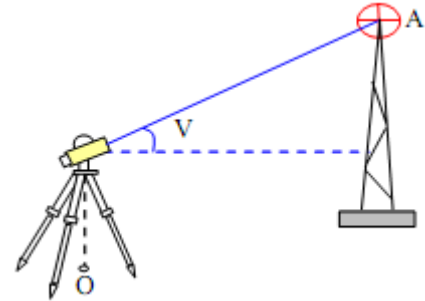
- Ống kính và bàn độ đứng được gắn chặt với nhau và có thể quay được trên mặt phẳng thẳng đứng.

- Cách khắc vạch trên vành độ đứng của các máy khác nhau có thể khác nhau nên các công thức tính MO, V sẽ khác nhau nên khi đo cần xem các hướng dẫn đi kèm theo máy.

- Cách tính góc đứng V theo các công thức (2) và (3) cho kết quả nhanh nhưng không chính xác (vì chỉ phải đo ở một vị trí vành độ đứng), cách này được áp dụng khi tiến hành đo chơi tiết. Cách tính góc đứng theo công thức (1) tuy lâu nhưng cho kết quả chính xác.

## 2.2. Đo độ dài.

### 2.2.1. Khái niệm và phân loại



Hình 2.17: Đo góc đứng

a) Khái niệm: Độ dài là một trong ba đại lượng để xác định vị trí không gian của các điểm trên mặt đất, nó là một yếu tố cơ bản trong trắc địa. Giả sử A và B nằm ở những độ cao khác nhau trên mặt đất. Do mặt đất nghiêng nên khoảng cách AB là khoảng cách nghiêng và ký hiệu là S. Khi chiếu hai điểm này xuống mặt phẳng nằm ngang P<sub>0</sub> theo phương đường dây dọi sẽ được hình chiếu tương ứng của chúng là A<sub>0</sub> và B<sub>0</sub>; khoảng cách A<sub>0</sub>B<sub>0</sub> là khoảng cách ngang và ký hiệu là D

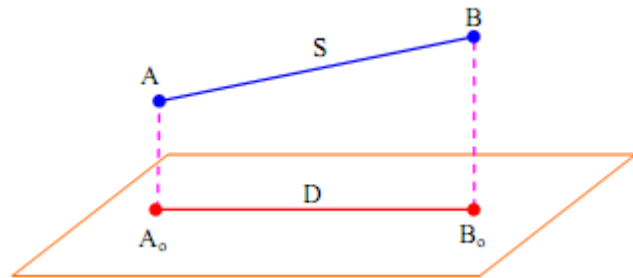
Trong thực tế thường áp dụng phương pháp đo dài trực tiếp bằng thước thép.

b) Phân loại:

- Phân loại theo độ chính

xác, gồm có:

- Đo dài chính xác cao: có sai số tương đối



Hình 2.18: Nguyên lý đo dài

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{10^6} \div \frac{1}{10^5}$$

- Đo độ dài chính xác vừa: Có  $\frac{1}{T} = \frac{1}{10000} \div \frac{1}{5000}$
- Đo độ dài chính xác thấp: Có  $\frac{1}{T} = \frac{1}{5000} \div \frac{1}{200}$

- Phân loại đo độ dài theo dụng cụ đo:

- Đo dài bằng các loại thước.
- Đo dài bằng các loại máy có giây đo khoảng cách (máy quang học)
- Đo dài bằng các loại máy đo xa bằng sóng vô tuyến điện hay sóng ánh sáng.

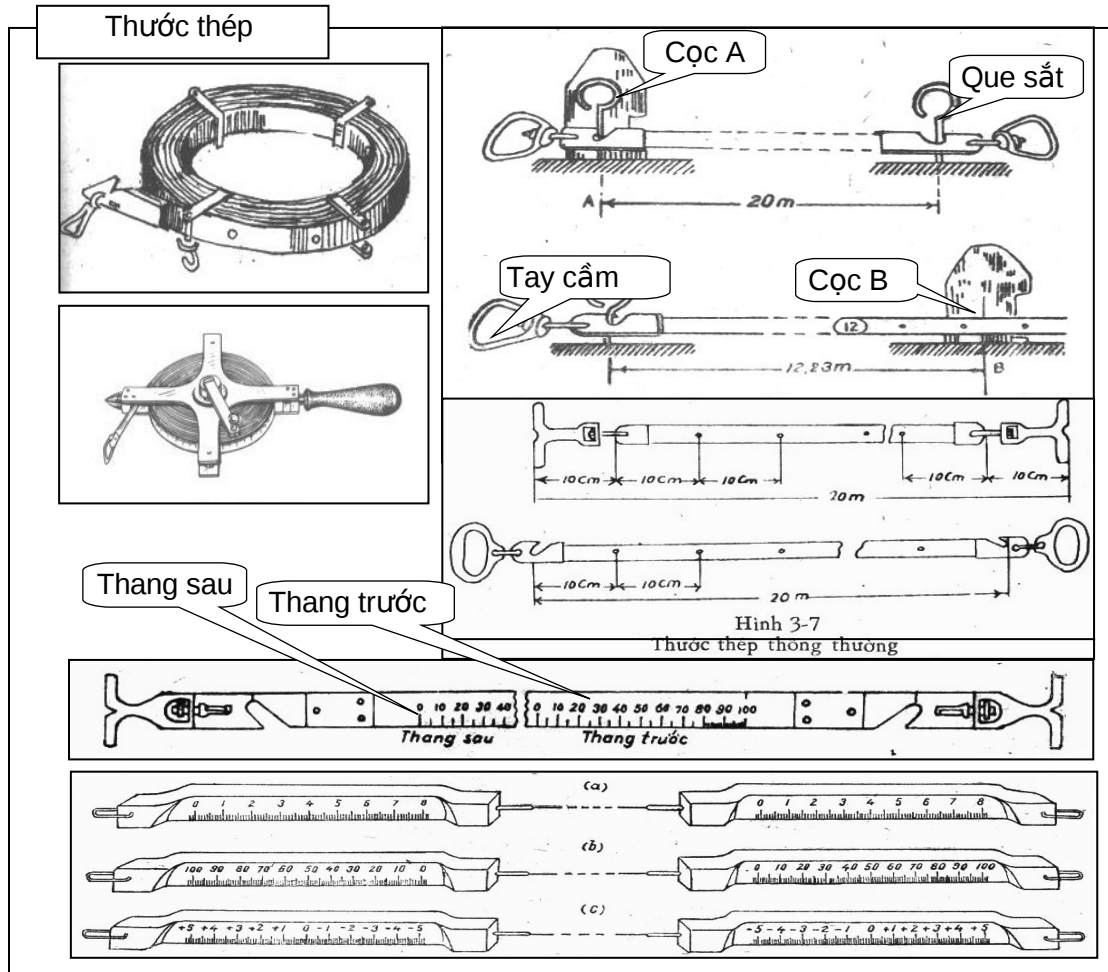
Ngoài ra người ta còn phân ra đo độ dài gián tiếp và đo độ dài trực tiếp. Đo dài trực tiếp là phép đo trong đó dụng cụ đo được đặt trực tiếp liên tiếp trên đoạn thẳng cần đo, từ số liệu và dụng cụ đo sẽ xác định được độ dài đoạn thẳng. Đo độ dài gián tiếp là phép đo để xác định một số đại lượng dùng tính độ dài của đoạn thẳng cần xác định. Có nhiều phương pháp đo dài gián tiếp như: đo dài bằng máy quang học, đo dài bằng các loại máy đo dài điện tử, đo bằng công nghệ GPS...

2.2.2. Đo độ dài bằng thước thép

a) Dụng cụ đo.

Để đo độ dài bằng thước thép thì cần phải có các dụng cụ đo sau đây.

- Thước thép: Thước thép có nhiều loại : 20, 30, 50m. Để nâng cao độ chính xác, người ta khắc vạch đến cm

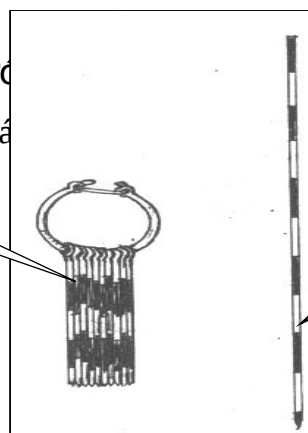


Hình 2.19: Bộ dụng cụ thước thép dùng để đo độ dài

- Bộ que sắt (gồm 11 que): Dùng để đánh dấu vị trí đã đo để đo nối tiếp chiều dài đoạn cần đo

- Sào tiêu và máy ngắm hướng: Dùng để ngắm hướng thước thép cần phải ngắm hướng và xác định tuyến đo thẳng trước

Bộ que sắt 11 cây

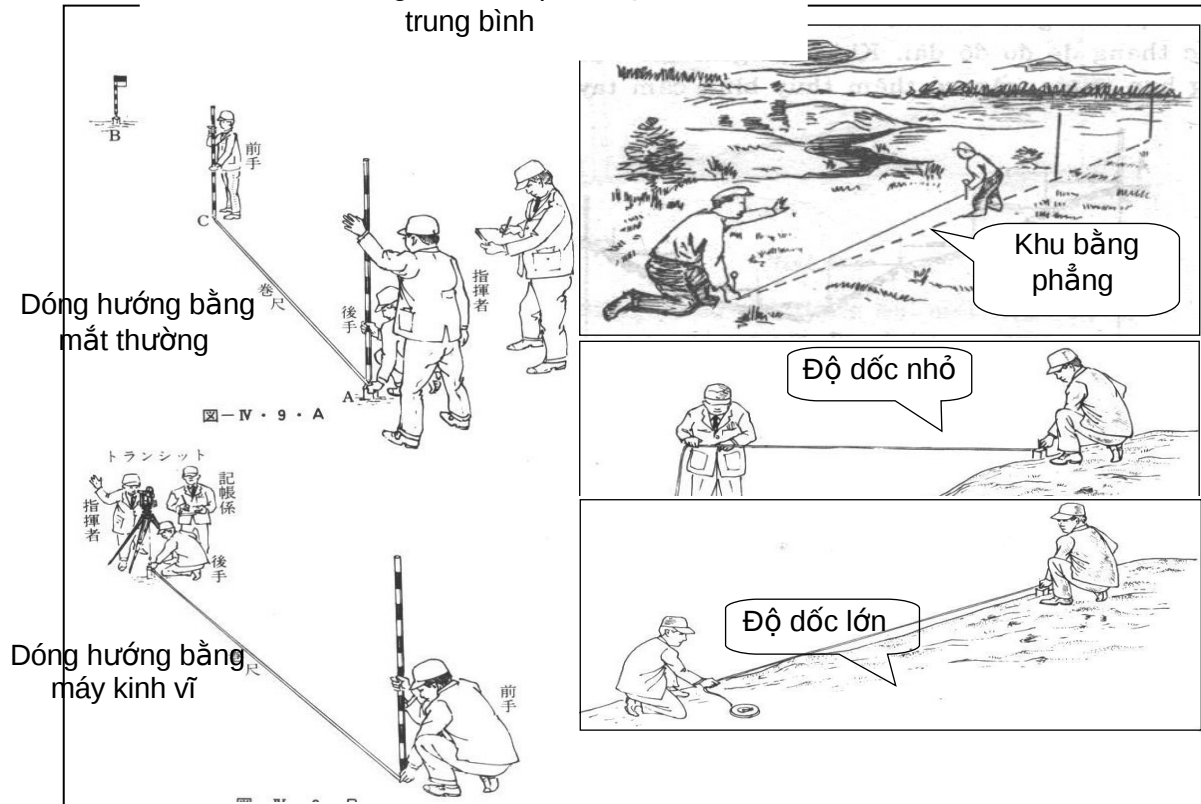


Tiêu dài 2m

Hình 2.20: Bộ que sắt + sào tiêu



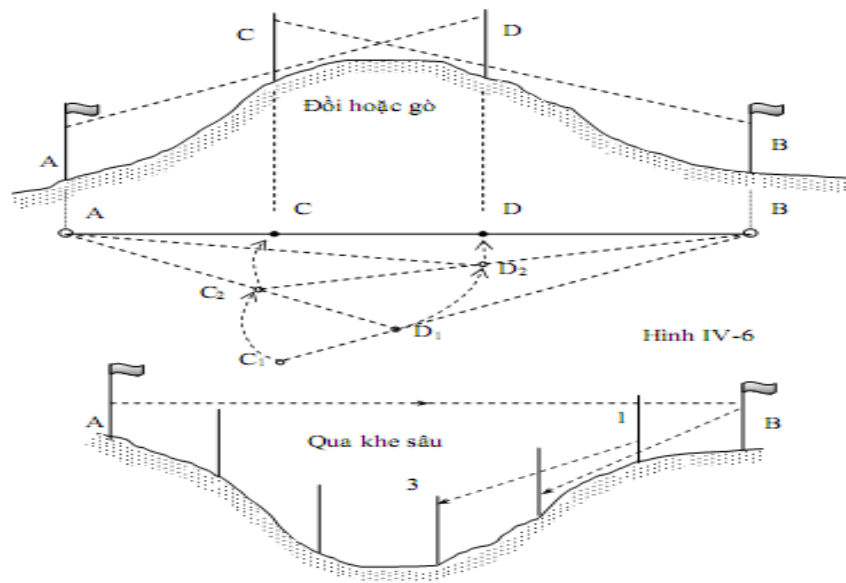
Đo chiều dài bằng thước thép với độ chính xác trung bình



b) Dóng hướng đường thẳng

Hình 2.21: Dóng hướng và đo chiều dài bằng thước dây

Khi chiều dài thước bé hơn đoạn thẳng AB cần đo, chúng ta phải tiến hành dóng hướng đường thẳng. Dóng hướng đường thẳng là xác định thêm các điểm trung gian nằm trên đoạn thẳng AB. Việc dóng hướng đường thẳng có thể được làm bằng mắt thường hoặc bằng máy (hình 2.21, hình 2.22). Việc ngắm hướng phải bảo đảm chính xác để giảm tối đa sai số do lệch hướng

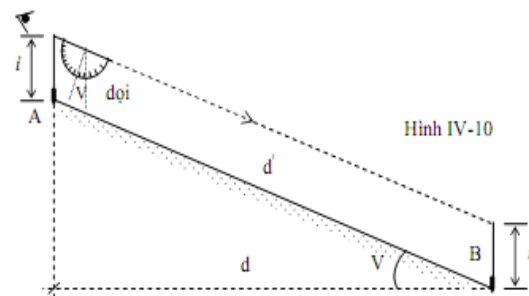


Hình 2.22: Ngắm hướng qua gò đồi và qua khe sâu

c) Tiến hành đo: Đo độ dài bằng thước thép ít nhất phải có 3 người, hai người đo và một người ghi chép (hình 2.21) Việc đo dài bằng thước thép cần phải thực hiện một lần đi (đo từ A đến B) và một lần về (đo từ B đến A). Nếu sự chênh lệch nằm trong phạm vi cho phép thì chiều dài đoạn AB là giá trị trung bình của 2 lần đo.

d) Tính toán: Trong trường hợp địa hình nằm giữa A và B tương đối bằng phẳng (độ dốc <math>< 2^\circ</math>) thì chiều dài đoạn AB được tính bằng cách cộng tổng chiều dài tất cả các đoạn đo của lần đi và lần về rồi chia cho 2. Trong trường hợp đoạn AB có độ dốc lớn hơn <math>2^\circ</math> thì khoảng cách  $D = AB$  đo được bằng thước phải tính chuyển về khoảng cách nằm ngang  $d$  theo công thức sau

$d = D \cdot \cos V$  ( $V$  – là góc dốc của địa hình).



Hình 2.23: Đo khoảng cách trên đất dốc

e) Các sai số khi đo độ dài bằng thước thép

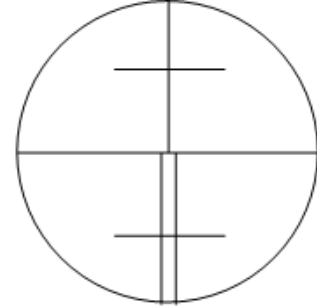
- Sai số kiểm nghiệm thước
- Sai số do ảnh hưởng của sự thay đổi nhiệt độ
- Sai số do thước bị nghiêng
- Sai số do định hướng đường thẳng

- Sai số do thước bị võng
- Sai số do lực kéo thước không đều

### 2.2.3. Đo dài bằng máy có vạch đo khoảng cách và mia đứng.

#### 2.2.3.1. Máy có vạch đo khoảng cách:

Đó là loại máy có lưới vạch đo khoảng cách trong ống kính như: máy kinh vĩ; máy thủy bình (máy thủy chuẩn).... Lưới vạch này gồm hai vạch nằm song song và đối xứng với vạch ngang của vạch chữ thập (hình 2.22)



Hình 2.24:

#### 2.2.3.2. Mia đứng:

Mia đứng 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 2.25)



Hình 2.25: Mia đứng

#### 2.2.3.3. Nguyên lý đo.

a) Khi tia ngắm nằm ngang:

Theo hình 2.26 ta có:

$$d = d_0 + f + \delta \quad (a)$$

Ở đây

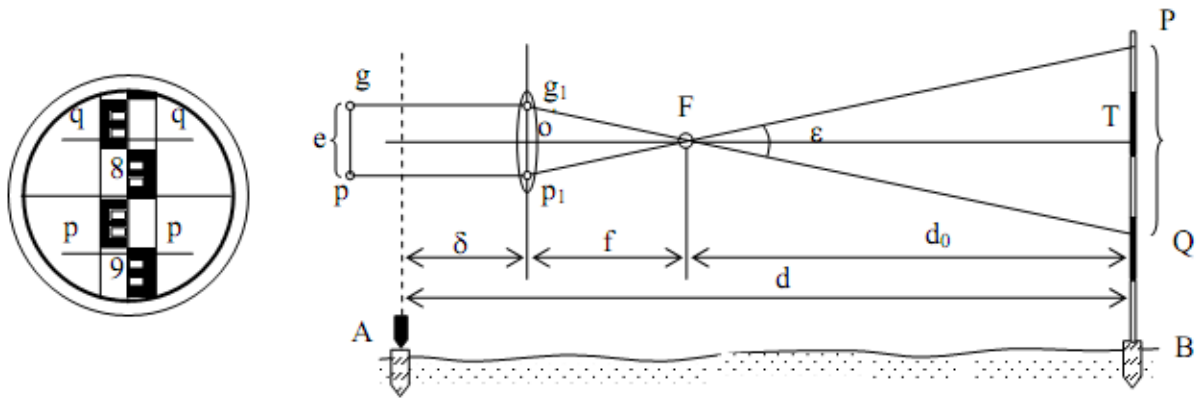
$d$  - khoảng cách từ máy đến mia;

$d_0$  - 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



Hình 2.26: Nguyên lý đo chiều dài bằng máy có dây đo khoảng cách

$$\frac{FT}{FO} = \frac{PQ}{g_1p_1} \quad \text{từ đó ta có} \quad FT = \frac{FO \cdot PQ}{g_1p_1} \quad (b)$$

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

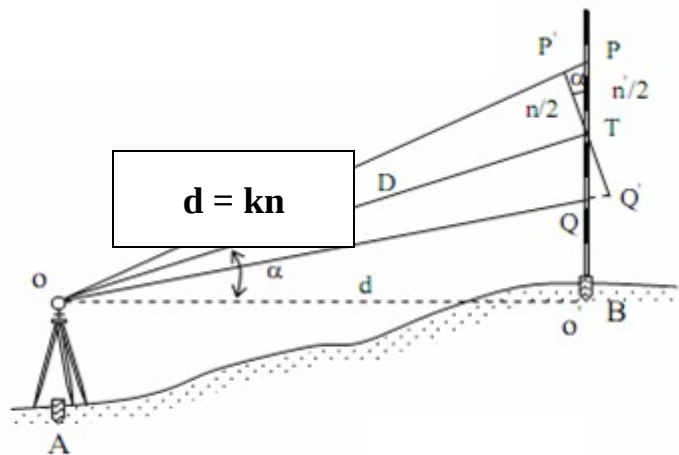
$$d_0 = \frac{f}{e} n, \quad \text{Vì } f, \delta \text{ và } e \text{ là hằng số của mỗi máy, nên tỷ số } k = \frac{f}{e} \text{ là hằng số và}$$

gọi là hằng số nhân, ký hiệu là  $k$ , tổng số  $(f + \delta)$  cũng là hằng số và gọi là hằng số cộng, ký hiệu là  $c$ . Khi đó, từ

(a) và (b) ta có:

$$d = kn + c$$

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



b) Khi tia ngắm nằm nghiêng: Hình 2.26: Đo khoảng cách với tia ngắm nghiêng

Theo hình 2.26 ta thấy:

Khi tia ngắm nằm nghiêng thì khoảng cách nghiêng  $D$  được tính theo công thức:

$$D = k.n + c = k.n' \cos\alpha + c$$

Trong đó

-  $n'$  – là hiệu số giá trị của dây trên và dây dưới đọc được trong máy.

-  $n = n' \cos\alpha$

-  $\alpha$  – giá trị góc đứng

Khoảng cách ngang  $d$  tính được

$$d = D \cdot \cos\alpha = (k.n' \cos\alpha + c) \cdot \cos\alpha = k.n' \cos^2\alpha + c \cdot \cos\alpha$$

Vì các máy đo khoảng cách hiện đại thường có  $c = 0$  nên

$$d = k.n' \cos^2\alpha = k.n'(1 - \sin^2\alpha) = k.n' - k.n' \sin^2\alpha$$

Để tiện sử dụng người ta lập bảng tính số hiệu chỉnh  $\Delta d$  theo khoảng cách nghiêng  $D$  và góc nghiêng  $\alpha$ :

$$\Delta d = k.n' \cdot \sin^2\alpha$$

Khoảng cách ngang tính hiệu chỉnh theo công thức

$$d = kn' - \Delta d$$

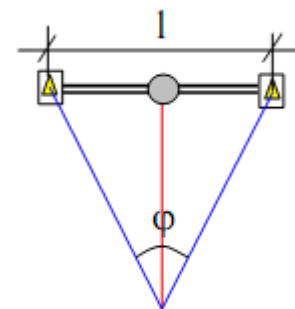
Trị số  $\Delta d$  có thể tra trong bảng đã lập sẵn theo biến số  $kn$  và  $\alpha$

Đo độ dài bằng dây đo khoảng cách rất nhanh và thuận tiện trong mọi điều kiện địa hình, nhưng độ chính xác tương đối chỉ đạt khoảng 1/300 nên thường chỉ áp dụng trong đo vẽ chi tiết bản đồ với khoảng cách đo từ 100m đến 300m.

#### 2.2.4. Đo dài bằng mia Bala.

Phương pháp này về nguyên lý giống như đo bằng máy kinh vĩ và mia đứng, tuy nhiên có mấy điểm khác nhau cơ bản sau :

- Phương pháp đo bằng mia Bala thì có đường dây  $l$  cố định, góc thị sai  $\phi$  thay đổi theo khoảng cách đo (hình 2.27).



Hình 2.27: Đo dài bằng mia Bala

- Mía Bala có đường đáy  $l$  (dài 1-2m) và hai bảng ngắm hai đầu, độ giữa hai bảng ngắm được chế tạo với độ chính xác rất cao ( $1/T = 1/40.000$ ). Trên mía có ống thuỷ để cân bằng mía nằm ngang và bộ phận lấy hướng.

$$d = \frac{1}{2} l \cdot \cot g \frac{\varphi}{2}$$

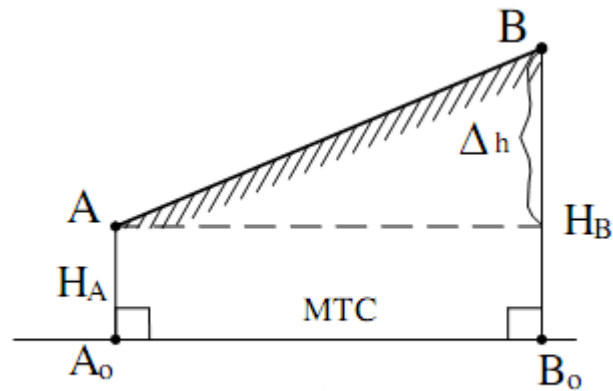
Góc thị sai  $\varphi$  được đo nhiều lần và lấy trung bình. Độ chính xác đo dài theo phương pháp này có thể đạt sai số tương đối  $1/20.000$ .

### 2.3. Đo độ cao.

#### 2.3.1. Khái niệm và phân loại.

##### 2.3.1.1. Khái niệm

Độ cao là một trong những yếu tố để xác định vị trí không gian của một điểm trên mặt đất tự nhiên. Bởi vậy đo cao là một dạng đo cơ bản. Thực chất của đo cao là xác định chênh cao ( $\Delta h$ ) rồi dựa vào độ cao của điểm đã biết ( $H_A$ ) để tính ra độ cao của điểm cần tìm ( $H_B$ )



Hình 2. 28: Đo độ cao

$$H_B = H_A + \Delta h \quad \Delta h \text{ là 1 số đại số (+, 0, -)}$$

##### 2.3.1.2. Phân loại

###### a. Phân loại theo độ chính xác

- Đo độ cao với độ chính xác cao khi số trung phương trên mỗi km đường đo:

$$m_h = (0.5 \div 5.0) \text{mm}/1\text{km}$$

- Đo độ cao với độ chính xác vừa khi:  $m_h = (10-25) \text{mm}/1\text{km}$

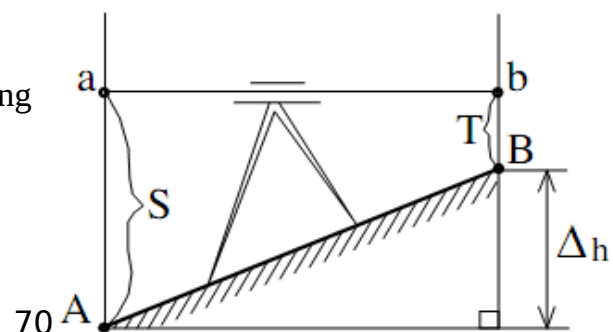
- Đo độ cao với độ chính xác thấp khi:  $m_h > 25 \text{mm}/1\text{km}$

###### b. Phân theo nguyên lí

- Đo cao hình học

Dựa trên cơ sở tia ngắm nằm ngang để xác định độ chênh cao  $\Delta h$

$$\Delta h = S - T$$



Hình 2.29: Đo cao hình học

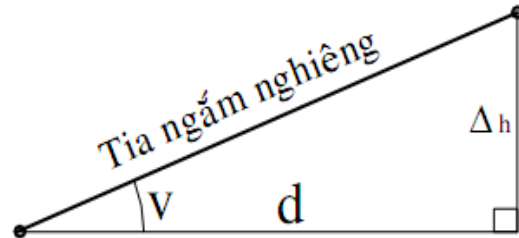
Đo cao hình học đạt được độ chính xác  $m_h = (1-50\text{mm}/1\text{km})$ . Thường được áp dụng trong lưới khống chế độ cao, bố trí công trình, quan sát độ lún công trình.

- Đo cao lượng giác

Dựa trên cơ sở giải tam giác vuông có cạnh huyền là tia ngắm nghiêng để tính ra độ chênh cao giữa 2 điểm.

$$\Delta h = d \cdot \text{tg}V$$

Đo cao lượng giác đạt được độ chính xác  $m_h = (100 \div 300)\text{mm}/1\text{km}$ . Thường được áp dụng khi đo vẽ chi tiết bản đồ.



Hình 2.30: Đo cao lượng giác

- Đo cao thủy tĩnh

Đo cao thủy tĩnh dựa trên tính chất mặt thoáng của dịch thể ở trong các bình thông nhau luôn ở cùng một mức độ cao như nhau.

Đo cao thủy tĩnh đạt được độ chính xác  $\pm 2\text{mm}$  trên 16m dài. Phương pháp này thường được áp dụng khi lắp đặt các thiết bị, quan trắc biến dạng công trình.

- Đo cao khí áp

Càng lên cao thì áp suất của khí quyển càng giảm. Dùng áp kế sẽ xác định được áp suất khí quyển ở giữa các điểm. Sai số xác định độ cao của các điểm bằng áp kế từ 2 mét đến 3 mét (hiện nay có loại vi áp kế cho phép xác định độ cao các điểm với độ chính xác 0,3 mét). Phương pháp này được áp dụng ở giai đoạn khảo sát sơ bộ công trình.

- Đo cao bằng máy bay

Trên máy bay đặt vô tuyến điện đo cao và máy vi áp kế để xác định chiều cao của máy bay so với mặt đất và sự thay đổi của máy bay trong dải bay. Sử dụng đồng thời các số liệu này sẽ xác định được các độ chênh cao giữa các điểm trên mặt đất.

Phương pháp này cho phép xác định độ cao các điểm đạt được sai số từ 5 mét đến 10 mét. Nó thường được áp dụng trong khảo sát sơ bộ đường.

- Đo cao bằng ảnh lập thể

Đo mô hình thực địa do một ảnh lập thể tạo ra, khi đo vẽ bản đồ bằng phương pháp ảnh.

2.3.2. Máy thủy chuẩn.

Dụng cụ tạo ra được tia ngắm nằm ngang thoả mãn nguyên lý đo cao hình học là máy thuỷ chuẩn, còn dụng cụ tạo ra được trị số đọc sau (S) và trị số đọc trước (T) là mia thuỷ chuẩn.

#### 2.3.2.1. Tác dụng và phân loại máy thuỷ chuẩn

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

\* Theo cách đưa tia ngắm về vị trí nằm ngang: có 3 loại

- Máy thuỷ chuẩn có ốc kích nâng.
- Máy thuỷ chuẩn tự động.
- Máy thuỷ chuẩn điện tử (máy thuỷ chuẩn số).

\* Phân loại theo độ chính xác đo cao mà nó có thể đạt được:

- Máy thuỷ chuẩn có độ chính xác cao có sai số trung phương đo cao:

$$m_h = 0,5\text{mm} \div 1,0\text{mm} / 1\text{km}$$

- Loại máy có độ chính xác trung bình có sai số đo cao

$$m_h = 4,0\text{mm} \div 8,0\text{mm} / 1\text{km}$$

- Loại máy có độ chính xác thấp có sai số đo cao

$$m_h = 15,0\text{mm} \div 30\text{mm} / 1\text{km}$$

#### 2.3.2.2. Nguyên lý cấu tạo

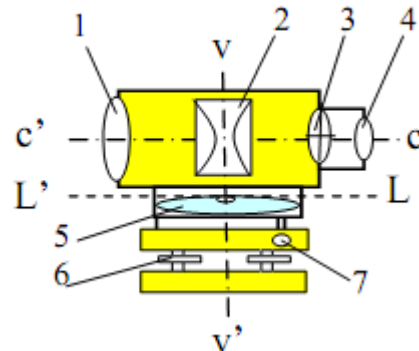
Máy thuỷ chuẩn cấu tạo bởi ba bộ phận chính: bộ phận ngắm, bộ phận cân bằng và bộ phận cố định.

##### a. Bộ phận ngắm

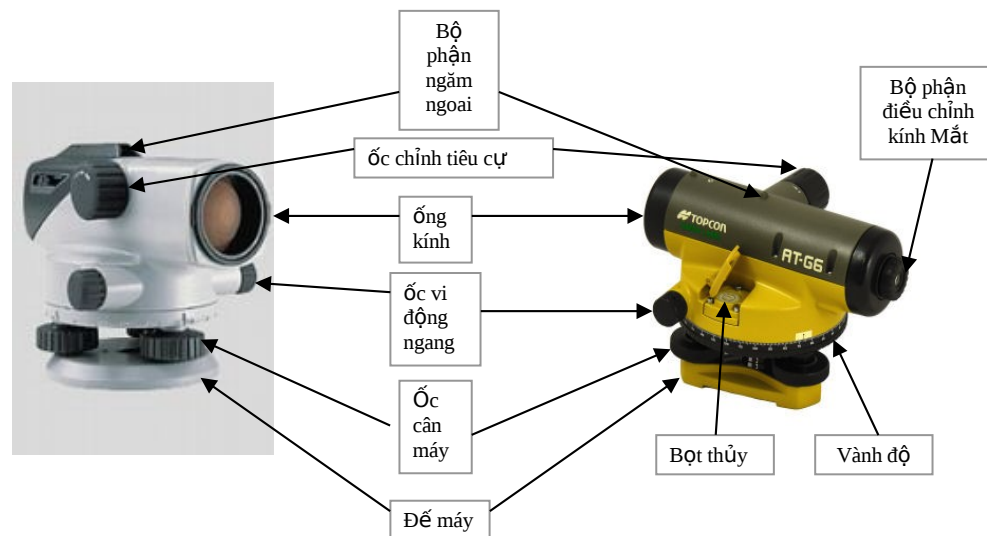


Bộ phận ngắm máy thủy chuẩn được cấu tạo bởi nhiều bộ phận, nhưng quan trọng nhất là Ống kính (hình 2.31).

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



Hình 2.31: Cấu tạo máy thủy chuẩn



Hình 2.32: Cấu tạo ngoài của máy thủy chuẩn

Nhìn chung ống kính máy thủy chuẩn có cấu tạo tương tự như ống kính máy kinh vĩ, tuy nhiên có ba điểm khác sau:

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

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

\* Bộ phận cân bằng của máy thủy chuẩn cơ: các máy thủy chuẩn cơ được cân bằng nhờ vít nghiêng và ống thủy dài. Cấu tạo máy thủy chuẩn cân bằng bằng vít nghiêng và ống thủy dài được mô tả ở hình 2.31.

Có hai đặc điểm của loại máy này là:

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

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

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

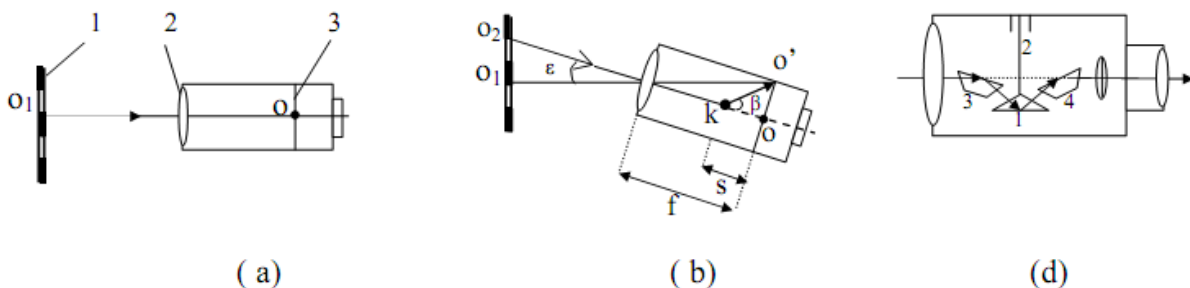
\* Bộ phận cân bằng của máy thủy chuẩn tự động: nguyên lý chung của hệ cân bằng tự động là tính tự cân bằng của con lắc khi treo khi nó ở trạng thái tự do.

Hình 2.33a là trường hợp ống kính nằm ngang, số đọc  $o_1$  ở trên mìa (1) sẽ qua quang tâm kính vật (2) cho ảnh trùng với tâm màng dây chữ thập O. Ở hình 2.33b là trường hợp ống kính bị nghiêng một góc nhỏ  $\epsilon$ , khi đó số đọc  $o_1$  được tạo ảnh tại  $o'$  còn tâm O màng dây chữ thập sẽ trùng với số đọc  $o_2$  trên mìa. Điều đó có nghĩa tâm màng dây chữ thập đã dịch chuyển khỏi trục nằm ngang một đoạn  $oo'$ . Nhiệm vụ của bộ cân bằng tự động là làm cho O trùng với  $o'$ . Từ hình 2.33.b ta có:

$$oo' = f.tg\epsilon = s.tg\beta \text{ vì } \epsilon \text{ và } \beta \text{ nhỏ nên } f.\epsilon = s.\beta$$

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

$$\frac{\beta}{\epsilon} = \frac{f}{s} = k \text{ các máy thủy chuẩn tự động có k từ 0,4 đến 6}$$



Hình 2.33: Ống kính của máy thủy chuẩn cân bằng tự động

Hình 2.32d mô tả bộ cân bằng tự động nhờ con lắc lăng kính tiêu biểu. Hệ này gồm một lăng kính tam giác (1) treo bằng sợi dây kim loại mảnh (2) đóng vai trò con lắc; còn hai lăng kính tứ giác (3), (4) được gắn cố định. Vị trí các lăng kính thỏa mãn mối tương quan (5.5) và có  $k = 6$ . Các loại máy dùng bộ cân bằng này là: Koni007, Koni004, Ni025, Ni B5...

### 2.3.2.3. Kiểm nghiệm máy thủy chuẩn.

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

(1) Trục ống thủy dài LL' phải vuông góc với trục quay VV' của máy thủy chuẩn;

(2) Chỉ ngang dây chữ thập phải nằm ngang;

(3) Trục ngắm ống kính CC' phải song song với trục ống thủy dài LL';

(4) Bộ phận cân bằng tự động phải ổn định.

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

Điều kiện này chỉ có ở những máy không có bộ phận cân bằng tự động.

Phương pháp kiểm nghiệm tương tự như máy kinh vĩ, tuy nhiên cần lưu ý:

- Vít nghiêng đặt ở vị trí trung bình trước khi kiểm nghiệm.

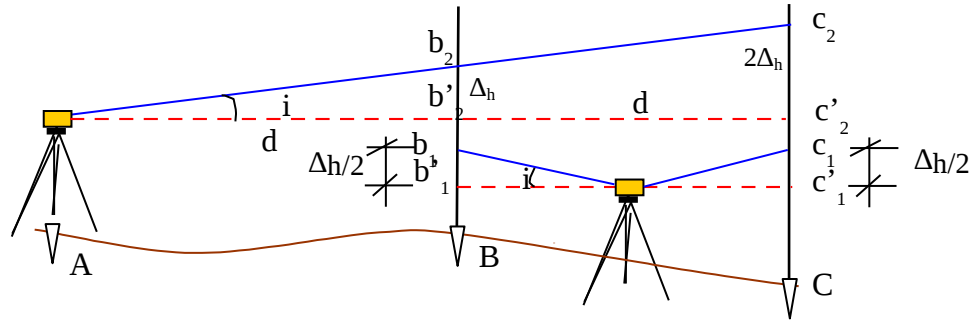
- Khi điều chỉnh trục ống thủy thì nửa khoảng lệch còn lại sẽ được khử nốt bằng điều chỉnh vít nghiêng thay vì phải điều chỉnh bằng hai ốc giá ống thủy.

- Khi điều chỉnh xong trục ống thủy, cần đánh dấu vị trí vít nghiêng và chỉnh bọt thủy tròn cho phù hợp với ống thủy dài.

b. Kiểm nghiệm màn dây chữ thập: kiểm nghiệm như máy kinh vĩ.

c. Kiểm nghiệm điều kiện trục ngắm máy thủy chuẩn (góc  $i$ )

Để kiểm nghiệm điều kiện này, trên một khu đất đóng ba cọc A, B, C cách đều nhau một khoảng  $d$  (khoảng bằng 20m) (hình 2.34).



Hình 2.34: Kiểm nghiệm trực ngắm máy thủy chuẩn

Đầu tiên đặt máy thủy chuẩn chính giữa đoạn BC, mia đặt tại B và C. Sau khi cân bằng máy tiến hành đọc số trên mia B và C.

Nếu trực ngắm nằm ngang ( $i = 0$ ) thì số đọc trên hai mia tương ứng là  $b'_1$  và  $c'_1$ .

Nếu trực ngắm sai ( $i \neq 0$ ) thì số đọc trên mia B và C tương ứng là  $b_1$  và  $c_1$ .

Sau đó chuyển máy về A, thực hiện tương tự như trên ta sẽ có cặp số đọc tương ứng là  $b'_2$ ,  $c'_2$  và  $b_2$ ,  $c_2$ .

Ta có :

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

$$h_{BC} = c'_1 - b'_1 = c'_2 - b'_2$$

- Khi  $i \neq 0$  và máy đặt chính giữa BC là:

$$h_{BC} = (c_1 - \Delta h/2) - (b_1 - \Delta h/2) = c_1 - b_1$$

Từ công thức này cho thấy, mặc dù máy có sai số trực ngắm ( $i \neq 0$ ) nhưng nếu máy đặt chính giữa hai mia thì kết quả tính  $h_{BC}$  sẽ loại trừ được sai số góc  $i$ .

- Khi  $i \neq 0$  và máy đặt tại A thì:

$$b_2 = b'_2 + \Delta h \text{ và } c_2 = c'_2 + 2\Delta h$$

- Trị số chênh cao  $h_{BC}$  lúc này bằng :

$$h_{BC} = c'_2 - b'_2 = (c_2 - 2\Delta h) - (b_2 - \Delta h) = c_2 - b_2 - \Delta h$$

Sai số  $\Delta h$  do ảnh hưởng của trực ngắm sai là:

$$\Delta h = (c_2 - b_2) - h_{BC} = (c_2 - b_2) - (c_1 - b_1)$$

Giá trị góc lệch  $i$  tính theo công thức :

$$i = \frac{S''}{d_{BC}} \Delta h = \frac{\rho''}{d_{BC}} (c_2 - b_2) - (c_1 - b_1)$$

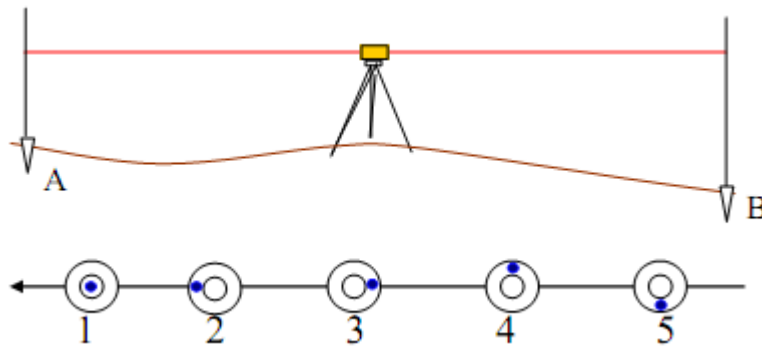
Trong đó  $\rho'' = 206265$ ,  $d$ : là chiều dài BC.

Nếu  $i \leq 20''$  thì có thể chấp nhận được nếu  $i > 20''$  thì điều chỉnh như sau.

Hiệu chỉnh: để nguyên máy ở vị trí A, vặn ốc kích nâng để cho số đọc trên mía tại điểm c trùng với giá trị  $c_2 - 2\Delta h$ . Vặn chặt ốc lại và tiến hành điều chỉnh ống thủy dài cho bọt nước vào giữa. Việc kiểm nghiệm này cần được tiến hành vài ba lần đến khi đạt tiêu chuẩn mới thôi.

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

Cố định hai cọc A và B trên mặt đất, đặt máy thủy chuẩn tự động chính giữa AB. Tiến hành xác định chênh cao  $h_{AB}$  ở năm vị trí bọt nước của ống thủy tròn trên máy như hình 2.35.

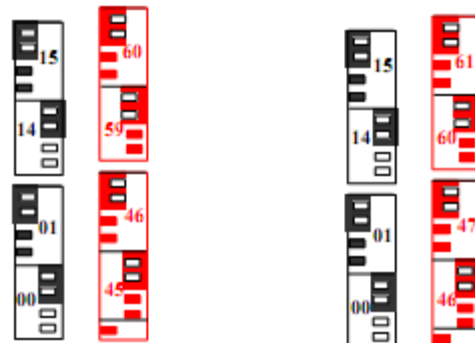


Hình 2.35: Kiểm nghiệm sai số của bộ phận cân bằng tự động

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

### 2.3.3. Mía thủy chuẩn

Mía thủy chuẩn là loại mía 2 mặt dài 3-4m, một mặt đen và một mặt đỏ. Mặt đen có cấu tạo như mía 1 mặt (mía địa hình), hai mặt đỏ của một cặp mía thường có số ghi ở chân mía chênh nhau 100mm (4475 và 4575). Mía có gắn ống bọt nước tròn để làm căn cứ mía thẳng đứng. Khi đo thủy chuẩn với độ chính xác cao nên dùng mía Invar là loại mía chính xác. Giải InVar ở giữa 2 thang chính phụ ở 2 bên.



Hình 2.36: Mía Thủy chuẩn

Hiện nay khi đo bằng máy thủy chuẩn điện tử người ta thường dùng mia có cấu tạo dưới dạng mã vạch.

### 2.3.4. Các phương pháp đo cao hình học.

#### 2.3.4.1. Nguyên lý chung

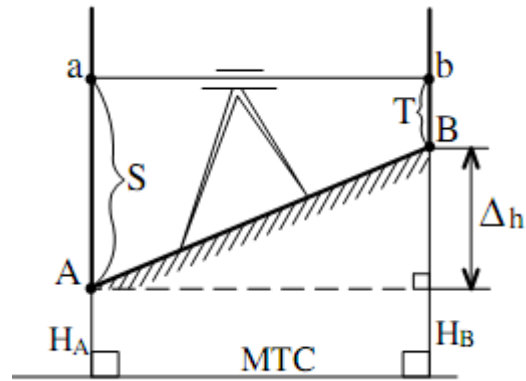
Thực chất của đo cao hình học là dùng tia ngắm nằm ngang song song với mặt thủy chuẩn phối hợp với mia thẳng bằng để tính ra độ chênh cao giữa 2 điểm (hình 2.37).

$$h_{AB} = S - T = a - b$$

$h_{AB}$ : Là độ chênh cao giữa 2 điểm.

a: Số đọc theo chỉ giữa trên mia dựng ở điểm đã biết độ cao.

b: Số đọc theo chỉ giữa trên mia dựng ở điểm chưa biết độ cao.



Hình 2.37: Nguyên lý đo cao

Theo độ chính xác giảm dần mà chia ra 5 cấp hạng đo cao hình học: hạng I,

II, III, IV và V (kỹ thuật). Trong xây dựng cơ bản thường đo hạng IV và hạng V (kỹ thuật).

#### 2.3.4.2. Công tác chuẩn bị tại một trạm đo cao hình học

- Cân bằng máy:

Đối với máy có ốc kích nâng (và ống thủy dài):

Cân bằng sơ bộ máy: Dựa vào ống thủy tròn (vặn 3 ốc cân máy).

Cân bằng chính xác: Dựa vào ống thủy dài (vặn ốc kích nâng).

Đối với máy thủy chuẩn tự động: Chỉ cần cân bằng ống thủy tròn là được.

- Tìm vòng dây chữ thập rõ nét: ngắm điểm bắt mục tiêu hoàn toàn giống ở máy kinh vĩ.

#### 2.3.4.3. Phương pháp đo cao hình học hạng IV

Phương pháp này dùng máy có độ phóng đại  $V^x > 25^x$  độ nhạy ống thủy dài  $\tau \leq 25''/2\text{mm}$  và mia 2 mặt có gắn ống thủy tròn, giá mia.

Trình tự thao tác tại mỗi trạm đo như sau:

- Ngắm mặt đen mia sau, cân bằng máy, đọc số trên mia theo chỉ giữa, đọc

khoảng cách.

- Ngắm mặt đen mia trước, cân bằng máy, đọc số trên mia theo chỉ giữa, đọc khoảng cách.

- Ngắm mặt đỏ mia trước, cân bằng máy, đọc số trên mia theo chỉ giữa.

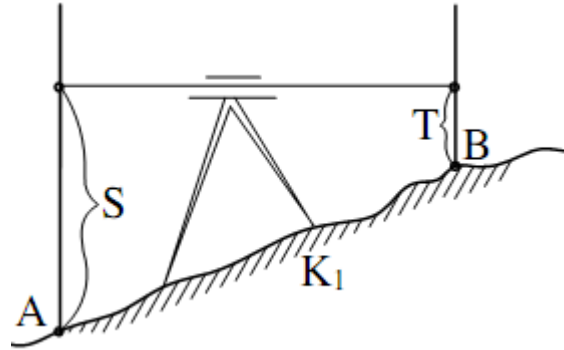
- Ngắm mặt đỏ mia sau, cân bằng máy, đọc số trên mia theo chỉ giữa.

Giả sử cần tìm độ cao điểm B là  $H_B$  khi biết độ cao của điểm A là  $H_A$ .

Ta tiến hành như sau:

- Trường hợp A và B ở gần nhau đặt một trạm máy nhìn thấy A và B:

Đặt máy thủy chuẩn tại trạm  $K_1$  tự chọn sao cho khoảng cách từ máy đến mia sau và khoảng cách từ máy đến mia trước gần bằng nhau ( $K_1A \approx K_1B$ )



Hình 2.38: Đo cao hạng IV

Dựng mia thẳng đứng tại A đọc số theo chỉ giữa được giá trị a. Theo chỉ giữa đọc trên mia dựng tại B được giá trị b.

Vậy chênh cao giữa A và B là:

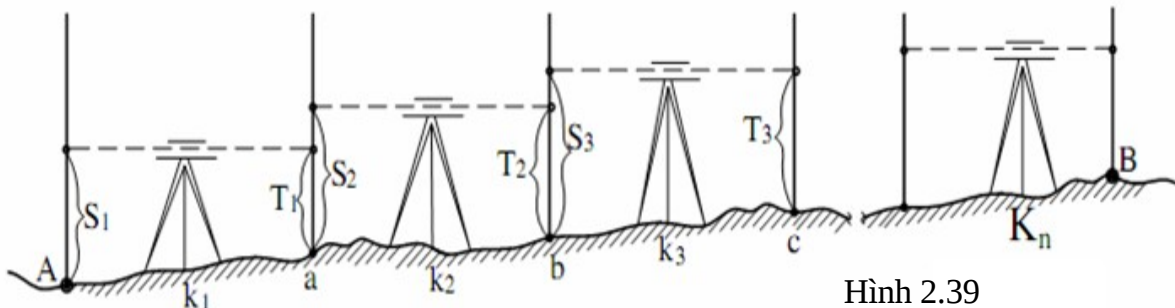
$$h_{AB} = a - b$$

Độ cao của điểm B cần tìm là:

$$H_B = H_A + h_{AB}$$

- Trường hợp A và B ở xa nhau:

Khi A và B ở xa nhau thì ta lấy thêm một số điểm phụ a, b, c, ... và đặt nhiều trạm máy  $k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$ . Tiến hành thao tác tại mỗi trạm đo như đã trình bày ở trên (hình 2.39):



Hình 2.39

Tại trạm  $k_1$ : số đọc trên mia dựng ở điểm A là điểm đã biết độ cao nên cho trị

số đọc sau ( $S_1$ ). Còn số đọc trên mia dựng ở điểm a là điểm chưa biết độ cao nên cho trị số đọc trước ( $T_1$ ).

Sang trạm k2: mia dựng tại điểm a trở thành mia sau nên cho trị số đọc sau ( $S_2$ ), số đọc trên mia dựng tại điểm b cho trị số đọc trước ( $T_2$ )...

Theo hình vẽ ta có.

Trạm  $k_1$  có  $\Delta h_1 = S_1 - T_1$ .

Trạm  $k_2$  có  $\Delta h_2 = S_2 - T_2$ .

Trạm  $k_3$  có  $\Delta h_3 = S_3 - T_3$ .

.....

Trạm  $k_n$  có  $\Delta h_n = S_n - T_n$

$$h_{AB} = \sum_1^n h_i = \sum_1^n S_i - \sum_1^n T_i$$

suy ra  $H_B = H_A + \Delta h_{AB}$

\* Một số quy định trong đo cao hạng IV: (bảng 2,4)

- Đặt máy ở giữa 2 mia. Tầm ngắm từ máy đến mia không lớn hơn 100m.
- Khoảng cách từ máy đến mia trước và từ máy đến mia sau không được chênh nhau quá 3 mét. Tích lũy toàn tuyến không quá 10 mét.
- Chiều cao tia ngắm tối thiểu cách mặt đất 0,3 mét.
- Sự khác nhau về độ chênh cao ( $\Delta h$ ) tính theo 2 mặt đỏ và đen ở mỗi trạm không vượt quá  $\pm 3\text{mm}$ .

**Bảng 2.4:** Một số tiêu chuẩn kỹ thuật trong đo cao hạng IV và kỹ thuật

Các tiêu chuẩn kỹ thuật	Hạng IV	Kỹ thuật
1. Chiều cao tia ngắm	0.3m	0.2m
2. Độ lệch khoảng cách từ máy tới hai hai mia		
- Ở một trạm	3m	5m
- Trên một tuyến	10m	20m
3. Độ lệch giữa chênh cao mặt đen và đỏ	3mm	5mm
4. Sai số hằng số K	3mm	5mm
5. Sai số khép cho phép	$20.(L_{km})^{1/2}\text{mm}$	$50.(L_{km})^{1/2}\text{mm}$
6. khoảng cách từ máy tới mia	không quá 100m	không quá 120m



Sau khi tính toán sơ bộ, kiểm tra trạm xong nếu đạt những yêu cầu trên mới được chuyển máy sang trạm khác ( $k_1 \rightarrow k_2 \dots$ ).

#### 2.3.4.4. Phương pháp đo cao hình học hạng kỹ thuật (hạng V).

Phương pháp này dùng máy có độ phóng đại  $V^x > 20^x$ . Độ nhạy của ống thủy dài  $\tau < 45''/2\text{mm}$ . Trình tự thao tác tại mỗi trạm đo như sau:

- Khi dùng mìa 2 mặt:

Đọc số theo chỉ giữa mặt đen, rồi mặt đỏ mìa sau.

Đọc số theo chỉ giữa mặt đen, rồi mặt đỏ mìa trước.

- Khi dùng mìa 1 mặt:

Đọc số theo chỉ giữa mìa sau.

Đọc số theo chỉ giữa mìa trước.

- Thay đổi chiều cao máy từ 5 – 10cm:

Đọc số theo chỉ giữa mìa trước.

Đọc số theo chỉ giữa mìa sau.

\* Một số quy định trong đo cao hạng kỹ thuật: (bảng 2.4)

- Tầm ngắm từ máy đến mìa xác định sơ bộ bằng bước chân không quá 120 mét, máy đặt giữa 2 mìa.

- Sự khác nhau về độ chênh cao ( $\Delta h$ ) tính theo 2 mặt đen, đỏ (khi dùng mìa 2 mặt) hay giữa 2 lần thay đổi độ cao máy (khi dùng mìa một mặt) không quá  $\pm 5\text{mm}$ .

Ví dụ: Cho mẫu số dùng cho đo thủy chuẩn hạng IV, hạng V.

Hãy dùng máy thủy chuẩn HB - 1, một cặp mìa 2 mặt (gồm mìa A và B) để tiến hành đo thủy chuẩn hạng IV giữa 2 mốc  $N_I$  và  $N_{II}$ .

Tên điểm	Tên trạm	Tầm ngắm	Chênh lệch cự li ( $\delta$ )	Mặt mìa	Số đọc trên mìa		Chênh lệch độ cao $\Delta_h$ (m)	$\Delta_{hTB}$ (m)	
Số mìa	Máy	- mìa sau - mìa trước	Chênh lệch cự li cộng dồn $\Sigma\delta$		Sau (S)	Trước (T)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
$N_I$ A - B	$K_1$	62.5	+ 2.5	Đỏ Đen	5211 (4)	5897 (3)	-0686 (7)	-0586 (10)	
		60.0			0738 (1)	1325 (2)	-0587 (8)		
			+ 2.5		4473 (5)	4575 (6)	+099 (9)		
a B-A	$K_2$	71.0	-1.5	Đỏ Đen	6264	5699	+565	+0.464	
		72.5			1691	1227	+464		
					4573	4472	-101		
Kiểm tra cuối trang					81	32253(11)	30416(12)	1837 (13)	+0.42014

Trạm K1:

- Dụng mĩa A có “hàng số 4475” lên mốc  $N_I$ . Dụng mĩa B có “hàng số 4575” lên một điểm tự chọn (điểm a chẳng hạn) theo hướng tuyến đo  $N_{II}$ . (ghi chữ A – B vào cột (1)).

- Đọc số khoảng cách từ máy đến mĩa sau là 62,5m và từ máy đến mĩa trước là 60,0m, ghi vào cột 3.

- Tính  $62,5 - 60,0 = +2,5m$  (ghi vào cột 4).

- Tính  $\Sigma\delta = 0 + (+ 2.5) = + 2.5$ .

- Đọc số theo chỉ giữa mặt đen mĩa sau là (1) ghi vào cột 6.

- Đọc số theo chỉ giữa mặt đen mĩa trước là (2) ghi vào cột 7.

- Đọc số theo chỉ giữa mặt đỏ mĩa trước là (3) ghi vào cột 7.

- Đọc số theo chỉ giữa mặt đỏ mĩa sau là (4) ghi vào cột 6.

Kiểm tra hàng số mĩa 2 mặt:  $(4) - (1) = (5)$  và  $(3) - (2) = (6)$

Chỉ cho phép (5) và (6) chênh lệch với 4475 và 4575 là 3mm. Sau khi kiểm tra chênh lệch tầm ngắm, hàng số mĩa, nếu đạt yêu cầu thì chuyển máy sang trạm K2.

Trạm K2:

- Mĩa B vẫn đặt chỗ cũ, nhưng bây giờ trở thành mĩa sau.

- Mĩa A tiến về phía  $N_{II}$  (dụng ở điểm b) và trở thành mĩa trước.

- Tiến hành đo tương tự như trạm K1.

- Tính toán:

+ Cột 8 ghi hiệu độ cao, tính theo:  $(7) = (4) - (3)$  và  $(8) = (1) - (2)$

Kiểm tra  $(8) - (7) = (6) - (5) = (9)$ . Trị số (9) cho phép trong phạm vi  $100 \pm 5mm$ .

+ Cột 9 : Ghi hiệu độ cao trung bình  $(10) = \frac{1}{2} [(8) + (7) \pm 100]$ .

Dấu  $\pm 100$  lấy dấu của (9).

Kiểm tra cuối mỗi trang số:

Lấy  $\Sigma S$  ở cột 6 được (11); Lấy  $\Sigma T$  ở cột 7 được (12).

Yêu cầu  $(11) - (12) = (13)$

Lấy  $\Sigma\Delta_h$  ở cột 8 được (13); Lấy  $\Sigma\Delta_h$  tb ở cột 9 được (14).

Yêu cầu : Khi số trạm lẻ (1, 3, 5, 7,.....) phải có  $2 \times (14) = (13) \pm 100$ .

Dấu  $\pm 100$  là dấu của (9) trạm lẻ. Khi số trạm chẵn (2, 4, 6, 8,.....) phải có 2 x (14) = (13)

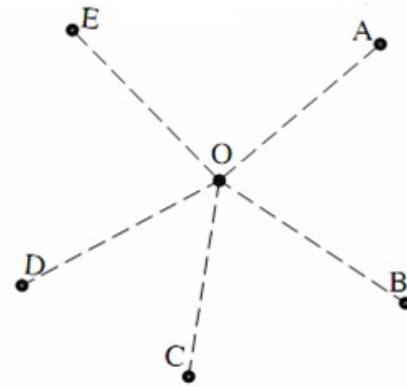
+ Cột 10 : Ghi độ cao của mốc  $HN_{II}$   
 =  $HN_I + \Sigma \Delta_h$

2.3.4.5. Phương pháp đo tọa.

Giả sử đã biết độ cao của điểm A là  $H_A$ .

Cần tìm độ cao của các điểm B, C, D, E

... khi yêu cầu độ chính xác không cao thì ta đặt máy tại điểm 0 ở giữa các điểm cần tìm độ cao B, C, D, E ... (hình 5-8)



**Hình 2.40:** phương pháp đo tọa

Như vậy chỉ có một trị số đọc sau (S) ứng với điểm mốc A đã biết độ cao  $H_A$ . Còn lại là các trị số đọc trước (T) ứng với các điểm cần tìm độ cao B, C, D, E, ...

Đối với phương pháp này không cần tính chênh cao ( $\Delta h$ ) mà chỉ cần tính độ cao tia ngắm  $H_i$  là đủ.

$$H_x = H_i - T$$

$H_x$  : độ cao của điểm cần tìm.  $H_i = H_A + S$

Ví dụ:

**Kết quả đo bằng phương pháp đo tọa**

Tên điểm	Số đọc trên mia (mm)		Độ cao tia ngắm $H_i$ (m)	Độ cao các điểm (m)
	Sau (S)	Trước (T)		
A	1250		11.250	10,000
B		1625		9.625
C		1700		9.550
D		1467		9.783
E		1050		10.200

2.3.4.6. Độ chính xác đo cao hình học

Trong kết quả đo cao hình học có chứa những sai số. Cần phải xác định nguyên nhân và đưa ra biện pháp hạn chế, khắc phục những sai số đó.

a. Sai số do môi trường

Hiện tượng khúc xạ đứng là yếu tố quan trọng nhất. Cần đo vào lúc đẹp trời, phải dùng ô che nắng cho máy. đảm bảo tia ngắm cao hơn mặt đất 0,2m.

b. Sai số do dụng cụ đo

- Sai số do điều kiện cơ bản của máy thủy chuẩn không được đảm bảo (trục ngắm không song song với trục ống thủy dài). Để hạn chế nó, khi đo phải hạn chế tầm ngắm từ máy đến mia, hạn chế độ chênh lệch tầm ngắm trước, sau (đặt máy cách đều hai mia).

- Do khoảng chia trên mia không chính xác.

c. Sai số do người đo

- Sai số do cân bọt nước không thật chính xác. Để hạn chế sai số này dùng máy có τ càng nhạy càng tốt.

- Sai số ngắm sinh ra do khả năng phân biệt của mắt người có hạn. Để hạn chế nó cần dùng máy có độ phóng đại ống kính lớn.

- Sai số do dựng mia nghiêng. Để hạn chế nó phải dùng mia có gắn ống thủy tròn để làm căn cứ dựng mia thẳng đứng.

- Sai số do làm tròn số đọc. Khi đọc số người ta thường có xu hướng làm tròn số.

d. Ảnh hưởng của độ cong trái đất

Người ta chứng minh được biểu thức

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

$\Delta h$  : Là sai số do ảnh hưởng độ cong trái đất

$t$  : Là khoảng cách nằm ngang giữa 2 điểm đang xét

$R$  : Là bán kính trái đất

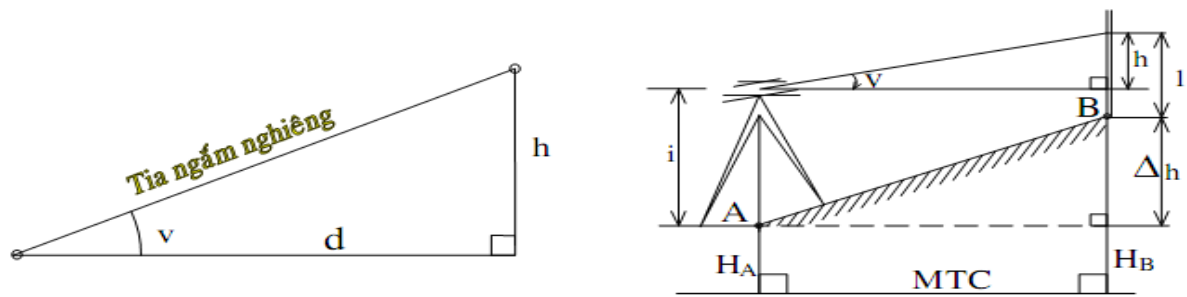
Nếu  $t = 50m$  thì  $\Delta h = 0,2mm$ . Bởi vậy chúng ta có thể bỏ qua giá trị này

Như vậy trong đo cao hình học việc hạn chế tầm ngắm từ máy đến mia là có ý nghĩa nhất.

2.3.5. Đo cao lượng giác

Dựa trên cơ sở giải tam giác vuông có cạnh huyền là tia ngắm nghiêng để tính ra độ chênh cao giữa 2 điểm (hình

$$h = d \cdot \operatorname{tg} v$$



Đo cao lượng giác được áp dụng khi đo vẽ chi tiết bản đồ. Đo cao lượng giác kém chính xác hơn đo cao hình học. Nhưng khi cần phải đo nhiều và nhanh, yêu cầu độ chính xác không cao ta sẽ áp dụng phương pháp đo cao lượng giác.

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

$$h_{AB} = D \cdot \text{tg}V + i - l_v$$

Trong đó: D - khoảng cách ngang từ máy tới mia; V - góc nghiêng của trục ngắm ứng với độ cao điểm ngắm  $l_v$ , i - chiều cao máy.

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

$$h_{AB} = D \cdot \text{tg}V + i - l_v + 0.43 \frac{D^2}{R}$$

Độ chính xác đo cao lượng giác thường thấp, nếu không có biện pháp nâng cao độ chính xác đo đạc thì phương pháp này có sai số  $\pm 1\text{cm}/100\text{m}$ .

### Chương III. ĐO VẼ BẢN ĐỒ VÀ MẶT CẮT ĐỊA HÌNH

#### 3.1 Khái niệm

Trong đo đạc để tránh tích lũy sai số, thường áp dụng nguyên tắc từ tổng quát đến chi tiết, từ độ chính xác cao đến độ chính xác thấp. Nghĩa là dùng máy và phương pháp đo có độ chính xác tương đối cao để xác định tọa độ và độ cao một số điểm. Các điểm đó gọi là điểm khống chế và liên kết lại thành lưới khống chế.

Căn cứ vào các điểm này để đo các điểm khác ở xung quanh, những điểm đó gọi là điểm chi tiết

Có 2 loại lưới khống chế trắc địa:

- Lưới khống chế mặt bằng nếu chỉ biết  $(X, Y)$ , dùng làm cơ sở xác định vị trí mặt bằng của các điểm.

- Lưới khống chế độ cao nếu chỉ biết  $(H)$ , sử dụng làm cơ sở xác định độ cao của các điểm trên mặt đất.

#### 3.2 Lưới khống chế mặt bằng (tọa độ)

##### 1. Định nghĩa

Lưới khống chế mặt bằng là tập hợp các điểm được xác định nhờ các phép đo (góc và độ dài) được tiến hành trên mặt đất rồi tính toán các tọa độ  $X, Y$  trong một hệ thống nhất.

##### 2. Phân cấp

Về tổng thể lưới khống chế trắc địa được phân thành 3 cấp chính:

- Lưới khống chế tam giác Nhà nước
- Lưới khống chế trắc địa khu vực
- Lưới cơ sở đo vẽ

Trong mỗi cấp lại được phân thành các hạng theo nguyên tắc từ tổng quát đến chi tiết với độ chính xác giảm dần, lưới cấp sau phát triển dựa vào lưới cấp trước và được tính toán trong cùng một hệ tọa độ thống nhất.

##### a. Cấp lưới khống chế tam giác Nhà nước

Lưới khống chế tam giác Nhà nước có 4 hạng: I, II, III, IV

### Các chỉ tiêu kỹ thuật lưới khống chế tam giác Nhà nước

Chỉ tiêu kỹ thuật	Hạng I	Hạng II	Hạng III	Hạng IV
Chiều dài cạnh tam giác (km)	20-30	7-20	5-10	2-6
Sai số tương đối đo cạnh đáy	$\frac{1}{400.000}$	$\frac{1}{300.000}$	$\frac{1}{200.000}$	$\frac{1}{200.000}$
Sai số trung phương đo góc	$\pm 0''7$	$\pm 1''0$	$\pm 1''8$	$\pm 2''5$
Góc nhỏ nhất trong tam giác	$40^0$	$30^0$	$30^0$	$30^0$

b. Lưới khống chế trắc địa khu vực

Có thể xây dựng theo lưới giải tích cấp I, lưới giải tích cấp II hoặc đường chuyển đa giác cấp I, II.

### Các chỉ tiêu kỹ thuật lưới giải tích

Chỉ tiêu kỹ thuật	Cấp I	Cấp II
Số lượng tam giác giữa các cạnh đáy (km)	10	10
Chiều dài cạnh tam giác	(1-5) km	(1-3) km
Góc nhỏ nhất trong tam giác	$20^0$	$20^0$
Sai số trung phương đo góc	$\pm 5''$	$\pm 10''$
Sai số trung phương đo cạnh	1:50.000	1:20.000

c. Lưới cơ sở đo vẽ:

Được xây dựng dưới dạng

- Đường chuyển kinh vĩ.
- Đường chuyển bàn đạc.
- Chuỗi tam giác.
- Giao hội.

#### 3.3 Đường chuyển kinh vĩ

##### 3.3.1. Khái niệm

Đường chuyển (đường sườn) kinh vĩ thuộc lưới khống chế đo vẽ là một đường nối các điểm đo, được đánh dấu bằng cọc mốc ở mặt đất thành đường gãy khúc liên tục.

\* Ưu: Các điểm bố trí linh hoạt, chỉ cần thông 2 hướng. Có thể bố trí nhiều dạng đồ hình

\* Nhược: Diện tích khống chế tương đối hẹp. Khối lượng đo đạc khá lớn.

##### 3.3.2. Phân loại

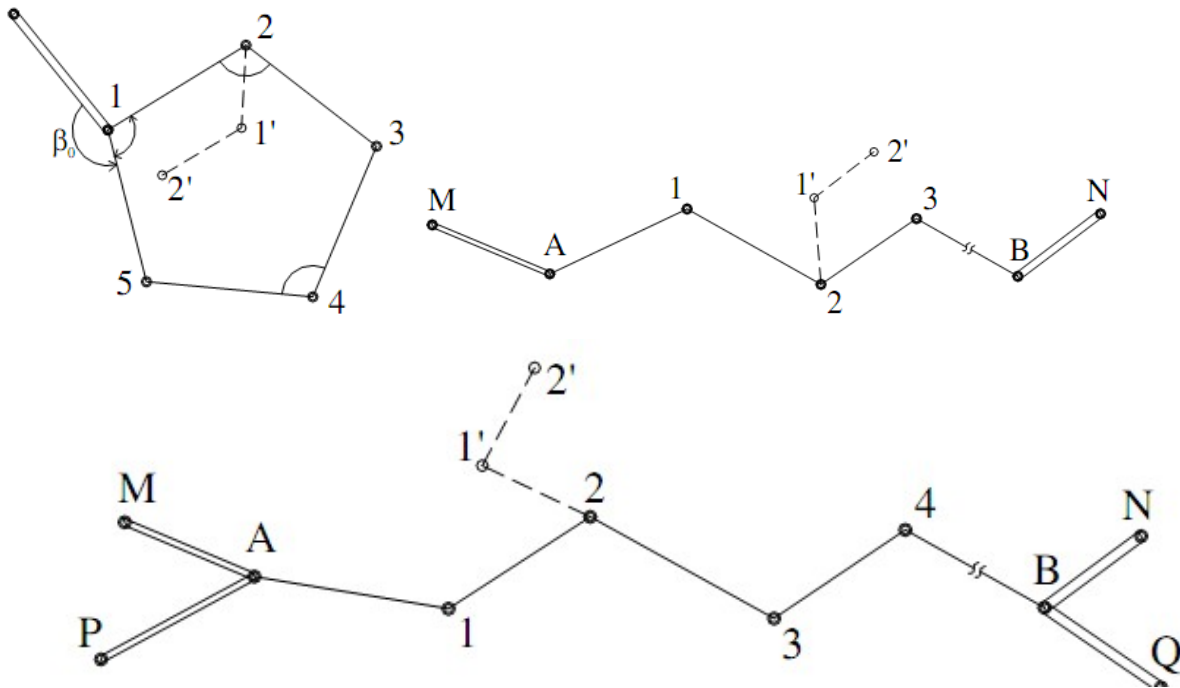
a. Phân theo tác dụng: Có 2 loại là đường chuyển chính và đường chuyển phụ.

- Đường chuyển chính: Được nối với các điểm cơ sở của lưới khống chế cấp cao hơn (hoặc độc lập) có tác dụng khống chế toàn bộ khu vực và có độ chính xác cao hơn đường chuyển phụ.

- Đường chuyển phụ: Được nối vào các đỉnh của đường chuyển chính có tác dụng khống chế từng bộ phận, nhất là những chỗ đường chuyển chính không đi tới.

#### b. Phân theo hình dạng

- Đường chuyển khép kín (hình 6-1a): Đường chuyển này được xây dựng xuất phát từ một điểm và khép về điểm đó. Đây là một dạng đường chuyển hay được sử dụng, nhất là trong xây dựng khi khu vực đo vẽ không có nhiều điểm khống chế đã biết tọa độ. Tuy nhiên dạng đường chuyển này có nhiều điểm yếu và do vậy ta nên lưu ý chỉ sử dụng khi khu vực đo vẽ không lớn lắm.

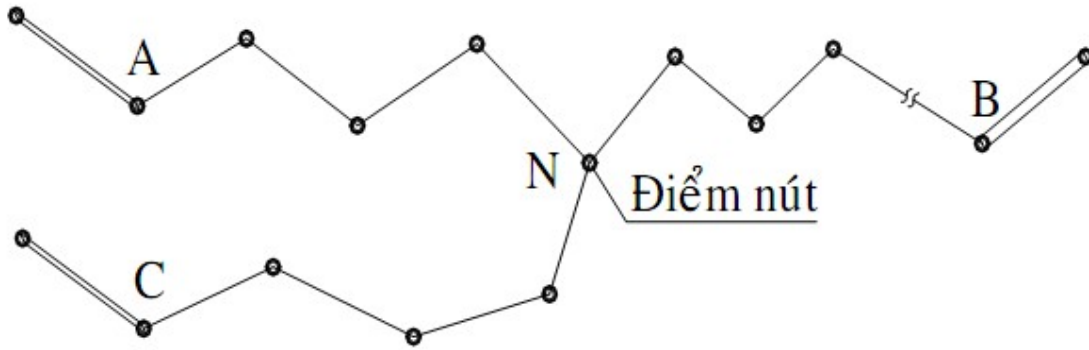


- Đường chuyển phù hợp (hở) (hình 6-1b): Đây là một đường chuyển nối giữa hai điểm đã biết tọa độ. Dạng này là dạng tốt nhất của lưới đường chuyển.

- Đường chuyển nhánh (treo) 2-1'-2' (hình 6-1c) Đường chuyển này phát triển chỉ từ một điểm đã biết tọa độ, đầu kia tự do. Đây là một dạng nên tránh hoặc phải đo 2 lần đi về.

- Hệ thống đường chuyển kinh vĩ có điểm nút





Điểm nút có thể xem là điểm hội tụ của các đường chuyển treo hoặc cũng có thể xem là điểm nút của các đường chuyển phù hợp. Đây là một dạng lưới đường chuyển tốt vì nó cho kết quả rất đồng đều về độ chính xác.

### c. Xây dựng đường chuyển kinh vĩ

Việc thiết kế tiến hành trên bản đồ tỷ lệ lớn nhất hiện có. Sau khi thiết kế xong tiến hành khảo sát trên thực địa với mục đích làm sáng tỏ bản thiết kế và quyết định cuối cùng vị trí các đỉnh đường chuyển. Trường hợp không có bản đồ thì việc thiết kế và khảo sát được tiến hành đồng thời trên thực địa. Yêu cầu vị trí các điểm:

- Đặt ở nơi chắc chắn, ổn định, bảo vệ dễ dàng và lâu dài, thuận tiện cho việc đặt máy đo góc, đo dài, đo cao và đo vẽ chi tiết.

- Các điểm phải phân bố đều và khống chế toàn bộ khu vực đo vẽ.

Khi làm cơ sở để khảo sát, xây dựng các công trình dạng thẳng thì các điểm đường chuyển đặt theo hướng trục công trình. Các điểm đường chuyển kinh vĩ được đóng bằng cọc gỗ, ống thép, mốc gắn tường.

### 3.4. Lưới tam giác nhỏ

#### 3.4.1. Khái quát chung về lưới tam giác nhỏ

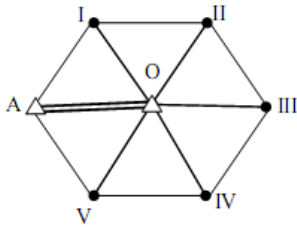
Tập hợp các điểm được cố định chắc chắn ngoài thực, giữa chúng lên kết với nhau bởi các hình tam giác và các điều kiện toán học chặt chẽ. Được xác định chung trong hệ thống toạ độ thống nhất, làm cơ sở phân bố chính xác các yếu tố nội dung bản đồ và hạn chế sai số tích lũy. Lưới tam giác là một dạng lưới khống chế đo vẽ mặt bằng, được áp dụng ở những khu vực quang đãng, có tầm nhìn tốt, địa hình đồi núi.

Các góc trong tam giác cần thiết kế và đo với:  $20^{\circ} \leq \beta \leq 140^{\circ}$ ;  $m_{\beta} \leq 30''$ ;

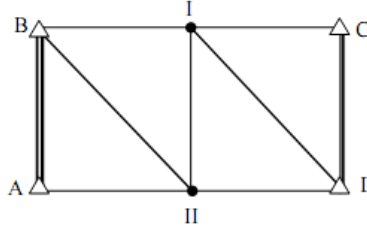
$f_i \leq 90''$  (so sánh khép góc). Chiều dài cạnh lưới tam giác nhỏ phải nằm trong khoảng  $150m \leq D_i \leq 800m$ ; trong lưới độc lập cần đo cạnh đáy với sai số trung phương

tương đối  $1/T = 1/5000$ . Số lượng tam giác giữa hai cạnh đáy qui định theo tỷ lệ bản đồ:  
 $1/5000 - 20\Delta$ ;  $1/2000 - 17\Delta$ ;  $1/1000 - 15\Delta$  và  $1/500$  là  $10\Delta$ .

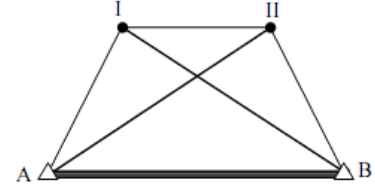
Các dạng đồ hình của lưới tam giác nhỏ



a. Đa giác trung tâm



b. Chuỗi tam giác



a. Tứ giác trắc địa

### 3.5. Lưới khống chế độ cao

#### 3.5.1. Định nghĩa.

Lưới khống chế độ cao là tập hợp các điểm (các mốc) mà độ cao của chúng được xác định bằng đo cao hình học hoặc lượng giác.

- Các điểm của lưới khống chế độ cao được cố định trên mặt đất bằng các cọc mốc Trắc địa đảm bảo sự ổn định

Lưới được xây dựng dưới dạng đường chuyền kín, đường chuyền nối hay điểm nút

#### 3.5.2. Phân cấp

Tùy theo quy mô và độ chính xác giảm dần, lưới khống chế độ cao được chia làm:

- Lưới khống chế độ cao Nhà nước
- Lưới độ cao kỹ thuật
- Lưới độ cao đo vẽ

##### a. Lưới khống chế độ cao Nhà nước

Lưới khống chế độ cao Nhà nước được xây dựng bằng phương pháp đo cao hình học và được chia làm 4 hạng : I, II, III, IV theo độ chính xác giảm dần.

Hạng I, II là cơ sở để xây dựng lưới hạng thấp hơn và phục vụ cho công tác nghiên cứu khoa học

Hạng III, IV được phát triển dựa vào hạng I, II làm cơ sở cho đo vẽ bản đồ địa hình các loại tỷ lệ và phục vụ cho xây dựng cơ bản.

Lưới khống chế độ cao Nhà nước được xây dựng độc lập với lưới khống chế mặt bằng Nhà nước.

### Các chỉ tiêu lưới khống chế độ cao Nhà nước

Các chỉ tiêu kỹ thuật	Cấp lưới khống chế				Kỹ thuật V
	I	II	III	IV	
Chiều dài tia ngắm	50m	65m	75m	100m	150
Sai số khép cho phép (mm)	$3\sqrt{L}$	$5\sqrt{L}$	$10\sqrt{L}$	$20\sqrt{L}$	$50\sqrt{L}$
Sai số trung phương trên 1 km đường đo (mm)	0.50	0.84	1.68	6.68	16.0
Sai số trung phương của 1 trạm đo (mm)	0.15	0.30	0.60	3.0	8.0

#### b. Lưới độ cao kỹ thuật

Lưới độ cao kỹ thuật là lưới làm cơ sở về độ cao cho lưới độ cao đo vẽ, cơ sở phát triển lưới độ cao kỹ thuật là các điểm độ cao Nhà nước hạng I, II, III, IV.

Tùy theo điều kiện địa hình, lưới độ cao kỹ thuật có thể bố trí dưới dạng đường đơn nối giữa 2 điểm cấp cao hoặc hệ thống có một hay nhiều điểm nút, chiều dài tuyến độ cao kỹ thuật được quy định ở bảng. Độ cao các điểm xác định bằng phương pháp đo cao hình học hạng IV, V.

#### Các chỉ tiêu kỹ thuật lưới độ cao kỹ thuật

Dạng đường đo cao	Khoảng cao đều (m)		
	0.25	0.5	1-2-5
1- Đường đơn	2 km	8 km	16 km
2- Tuyến giữa góc và điểm nút	1.5 km	6 km	12 km
3- Tuyến giữa hai điểm nút	1 km	4 km	8 km

#### c. Lưới độ cao đo vẽ

Lưới độ cao đo vẽ là cấp cuối cùng để chuyển độ cao cho điểm mia cơ sở để phát triển lưới độ cao đo vẽ là các mốc độ cao nhà nước và các mốc độ cao kỹ thuật.

Ở vùng đồng bằng hoặc khi đo vẽ bản đồ tỷ lệ 1:500 độ cao lưới đo vẽ có thể xác định bằng cách đo độ cao theo hướng nằm ngang của máy kinh vĩ (Thủy chuẩn kinh vĩ) hoặc dùng máy thủy chuẩn. Ở vùng núi khi đo vẽ bản đồ địa hình, với khoảng cao đều là 2m hoặc 5m cho phép xác định bằng đo cao lượng giác.

#### 3.6. Đo vẽ bản đồ địa hình.

##### 3.6.1. Khái niệm

Thực chất của đo vẽ bản đồ địa hình là xác định vị trí tương quan của các đối tượng đo vẽ (các điểm đặc trưng của địa hình, địa vật) trên thực địa rồi dùng các kí hiệu bản đồ để biểu diễn chúng lên mặt phẳng tờ giấy theo một tỷ lệ nào đó.

Như vậy khi đo vẽ bản đồ địa hình cần phải dựa vào các điểm khống chế mặt bằng và khống chế độ cao nhà nước để tăng dày mật độ điểm khống chế bằng cách xây dựng lưới đo vẽ.

Đo vẽ bản đồ địa hình có thể tiến hành theo một số phương pháp sau:

- Phương pháp đo vẽ toàn đạc.

+ Máy kinh vĩ

+ Máy toàn đạc quang học

+ Máy toàn đạc điện tử

- Phương pháp đo vẽ bàn đạc.

- Phương pháp đo vẽ bằng ảnh.

- Phương pháp đo vẽ tổng hợp.

Dù đo vẽ bằng phương pháp nào trên bản đồ địa hình (tỷ lệ lớn 1: 5000 ÷ 1:500) cũng cần đảm bảo thể hiện các nội dung sau:

- Các điểm khống chế trắc địa.

- Biểu diễn địa vật: phải tuân theo đúng những kí hiệu quy ước bản đồ đo đạc và bản đồ nhà nước quy định.

- Biểu diễn địa hình: dùng phương pháp đường đồng mức.

Có nhiều phương pháp đo vẽ chi tiết: tọa độ vuông góc, giao hội góc, giao hội cạnh, tọa độ cực. Nhưng ngày nay phương pháp tọa độ cực hay được dùng hơn cả.

3.6.2. Đo vẽ bản đồ theo phương pháp toàn đạc

Đo vẽ toàn đạc là đo vẽ địa hình bằng máy toàn đạc hay máy kinh vĩ theo phương pháp tọa độ cực.

Ưu điểm: Nhanh chóng, không phụ thuộc nhiều vào thời tiết và điều kiện địa hình.

Nhược điểm: Công tác nội nghiệp và ngoại nghiệp tách rời nhau nên không kịp thời phát hiện những sai sót, đo vẽ toàn đạc thường được ứng dụng ở nơi các phương pháp đo vẽ khác khó thực hiện.

3.6.2.1. Lưới khống chế đo vẽ

Là hệ thống các điểm được xác định tọa độ (mặt bằng) và độ cao, thông thường các điểm này đủ đảm bảo đo vẽ chi tiết.

Khi lập lưới khống chế đo vẽ bản đồ, phải căn cứ vào tỷ lệ đo vẽ để bố trí cho thích hợp.

Lưới tam giác nhỏ, đường chuyền kinh vĩ, giao hội bằng máy kinh vĩ dùng cho đo vẽ bản đồ tỷ lệ trung bình và lớn. Mỗi loại tỷ lệ bản đồ yêu cầu đo vẽ với độ chính xác khác nhau.

Yêu cầu đo vẽ bản đồ với các tỷ lệ khác nhau đều được quy định trong các quy phạm đo đạc.

#### 3.6.2.2. Đo vẽ chi tiết

Đặt máy tại điểm khống chế, đo đạc các điểm đặc trưng của địa hình, địa vật (như cột điện, góc nhà, tim đường,...) những điểm đó gọi là điểm chi tiết.

##### a. Công tác chuẩn bị một trạm đo chi tiết

- Đặt máy vào điểm trạm đo (là điểm khống chế đo vẽ). Sau khi định tâm, cân bằng máy, xác định giá trị MO.

- Đo chiều cao máy (i) bằng thước hoặc mia.

- Định hướng ban đầu  $00^\circ$  về điểm khống chế lân cận (vị trí bàn độ trái).

##### b. Đo các yếu tố điểm chi tiết

- Người cầm mia: dựng mia lên điểm chi tiết cần đo

- Người đứng máy: quay máy đến ngắm mia đặt ở điểm chi tiết.

Dùng phương pháp tọa độ một cực để đo điểm chi tiết:

+ Đọc số trên mia theo dây đo khoảng cách (km).

+ Đọc số trên mia theo chỉ giữa (l).

+ Đọc số trên vành độ ngang.

+ Đọc số trên vành độ đứng.

- Báo cho người cầm mia đi sang điểm khác. Các số liệu đọc được phải ghi ngay vào sổ đo chi tiết.

Ngày đo :.....Người đo:.....  
 Thời tiết:.....Người ghi:.....  
 Máy : NE-20S Người tính:.....  
 Trạm đo: N<sub>I</sub> Định hướng: N<sub>II</sub>  
 Độ cao đặt điểm máy: 10<sup>m</sup>.000 Chiều cao máy: i = 1<sup>m</sup>,450  
 M0: 90<sup>0</sup>.00'.00"

Điểm ngắm	K <sub>n</sub> (m)	Số đọc trên bàn độ		l (mm)	S (m)	V	Δ <sub>h</sub> (m)	H (m)	Ghi chú
		Đứng	Ngang						
1	60.5	87 <sup>0</sup> 54'40"	10 <sup>0</sup> 20'20"	1450	0.420	+2 <sup>0</sup> 05'20"	+2.20	12.20	Cột điện
2	50.7	90.00.00	15.00.00	0925	50.700	0.00.00	+0.52	10.52	Địa hình
3	91.6	93.10.20	25.10.20	1142	91.319	-3.10.20	-4.76	5.24	Tim
4	88.5	89.20.00	27.00.00	1420	85.488	+0.40.00	+1.02	11.02	đường
5	87.0	91.00.20	30.20.00	1500	86.973	-1.00.20	-1.58	8.42	Góc nhà

Khoảng cách giữa các điểm mia không vượt quá quy định ở bảng sau.

Tỉ lệ đo vẽ	Khoảng cao đều (m)	Khoảng cách lớn nhất giữa các điểm mia (m)	Khoảng cách lớn nhất từ máy khi đo vẽ (m)	
			Địa hình	Địa vật
1:5000	0,5	60	250	150
	1,0	80	300	150
	2,0	100	350	150
	5,0	120	350	150
1:2000	0,5	40	200	100
	1,0	40	250	100
	2,0	50	250	100
1:1000	0,5	20	150	80
	1,0	30	200	80
1:500	0,5	15	100	60
	1,0	15	150	60

Để tránh trùng lặp hoặc bỏ sót cần phải phân vùng cho các trạm đo. Tuy nhiên giữa các trạm đo cần phải “đo chòm” để kiểm tra.

Cùng với công tác đọc số cần vẽ phác sơ đồ vị trí điểm khống chế, điểm chi tiết để tránh nhầm lẫn khi đo vẽ bản đồ.

Trước khi kết thúc trạm đo cần kiểm tra lại hướng ban đầu nếu lệch không quá 1/5 là đạt yêu cầu.

### 3.6.2.3. Tính toán

Tính tọa độ và độ cao các điểm khống chế.

Tính khoảng cách nằm ngang từ máy đến điểm chi tiết:  $d = kn \cos^2 v$

Tính độ chênh cao của các điểm chi tiết so với trạm máy.

$$\Delta_h = \frac{1}{2} kn \sin 2v + i - l$$

Tính độ cao các điểm chi tiết:  $H_{CT} = H_{TB} + \Delta_h$

#### 3.6.2.4. Vẽ bản đồ

- Vẽ lưới ô vuông: kẻ các ô vuông nhỏ kích thước 10cm x 10cm
- Chấm các điểm khống chế lên lưới ô vuông theo phương pháp tọa độ vuông góc.
- Chuyển các điểm chi tiết theo phương pháp tọa độ cực và vẽ đường đồng mức theo phương pháp ước lượng.
- Kiểm tra đánh giá độ chính xác bản đồ địa hình.
- + Sai số vị trí địa vật cố định biểu thị trên bản đồ so với điểm khống chế gần nhất không lớn hơn 0.5mm (vùng quang đảnh); 0.7mm (vùng rừng núi).
- + Sai số biểu diễn dáng đất không vượt quá 1/4 khoảng cao đều (vùng đồng bằng) và 1/3 khoảng cao đều (vùng rừng núi).
- + Số điểm chênh lệch không được lớn hơn 10% tổng số điểm kiểm tra.

#### 3.7. Đo vẽ mặt cắt địa hình

Để phục vụ cho thiết kế, thi công các công trình dạng tuyến: như đường sắt, đường ô tô, kênh mương, hệ thống đường dây tải điện, phải tiến hành đo vẽ mặt cắt địa hình.

Mặt cắt địa hình biểu diễn sự cao thấp của mặt đất tự nhiên dọc theo một tuyến nào đó.

Mặt cắt có 2 loại: mặt cắt dọc và mặt cắt ngang.

##### 3.7.1. Mặt cắt dọc

###### 3.7.1.1 Lập mặt cắt dọc

Để đo mặt cắt dọc trên mặt đất ta cần chọn một đường tim, sau này dùng để thiết kế tim công trình. Đường tim là một hệ thống đường gãy khúc có dạng như đường chuyển kinh vĩ nhưng những chỗ gãy khúc được bố trí những đoạn đường cong để phục vụ yêu cầu kỹ thuật.

Chọn đường tim rất quan trọng, nó ảnh hưởng đến độ chính xác và sự dễ dàng trong việc đo đạc cũng như việc bố trí công trình sau này. Bởi vậy khi lập đường tim phải tiến hành khảo sát từng phần, đặc biệt ở những nơi địa hình phức tạp.

Đường tim được lập như sau:

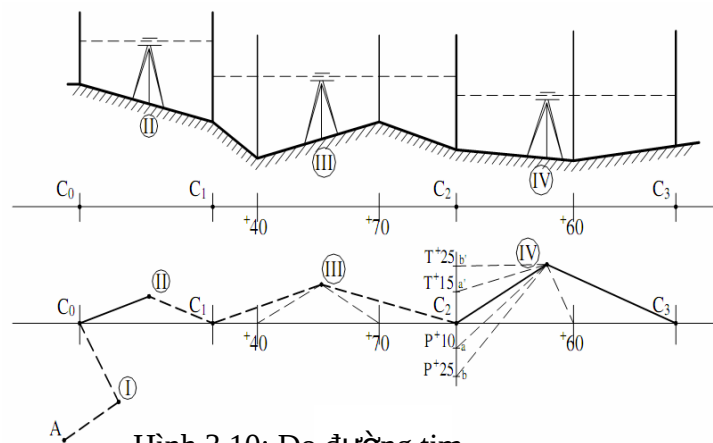
- Góc ngoặt được đo bằng máy kinh vĩ.
- Độ dài đo bằng thước thép.

Trên đường tim cứ cách 100m lại đóng một cọc chính ký hiệu là C (C<sub>0</sub>; C<sub>1</sub>; C<sub>2</sub>; C<sub>n</sub>) cách 1000m đóng một cọc ký hiệu là cọc K.

Dọc theo đường tim, nơi địa hình thay đổi, đóng cọc phụ (cọc cộng). Phải đo khoảng cách từ cọc phụ tới cọc chính, cũng như khoảng cách từ đỉnh góc ngoặt tới cọc chính

Khi bố trí cọc, cần có bản phác họa đường tim. Trên bản phác họa ghi chú đường giao thông, sông, suối, rừng ... hai bên đường tim.

### 3.7.1.2. Đo mặt cắt dọc.



Hình 3.10: Đo đường tim

Trên hình vẽ những điểm ghi số (không ghi kí hiệu) là những điểm cọc phụ, số ghi tại các vị trí cọc phụ là khoảng cách từ cọc chính đến cọc phụ đó.

Sau khi lập xong đường tim, dùng máy thủy chuẩn và mia, đo cao các cọc trên đường tim theo phương pháp đo cao từ giữa. Tùy theo yêu cầu có thể dùng độ cao nhà nước, có thể cho độ cao giả định của cọc đầu tiên trên đường tim (hình 3.10).

Cách tiến hành đo thủy chuẩn theo phương pháp từ giữa trên đường tim :

Đặt máy tại trạm I. Chuyển độ cao từ mốc A đến trạm C<sub>0</sub> là cọc đầu tiên của đường tim. Sau đó chuyển máy đến các vị trí II, III để đo độ cao các cọc trên đường tim,



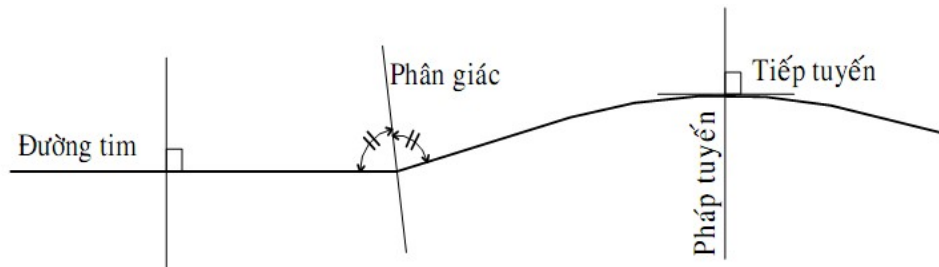
tại mỗi trạm đặt máy đo cọc chính xong tiến hành đo luôn cọc phụ nằm giữa 2 cọc chính gần nhất.

### 3.7.2. Mặt cắt ngang

#### 3.7.2.1. Lập mặt cắt ngang.

- Kết quả đo mặt cắt dọc không đủ đáp ứng yêu cầu thiết kế, để phục vụ công tác thiết kế cần đo mặt cắt ngang đường tim.

Mặt cắt ngang là mặt vuông góc với đường tim (khi đường tim là một đường thẳng) là đường phân giác (khi đường tim gãy khúc); là đường pháp tuyến (khi đường tim là đoạn cong ở địa hình cao)



Mặt cắt ngang cần chọn nơi mặt đất điển hình để biểu thị chung cho một đoạn đường tim nào đó, bởi vậy một đường tim có thể có rất nhiều mặt cắt ngang.

- Bề rộng mặt cắt ngang tùy theo yêu cầu mà đo vẽ. Thường mỗi bên rộng  $25^m.0$ . Theo hướng mặt cắt ngang, chọn nơi dáng đất thay đổi để đóng cọc và đo khoảng cách giữa 2 cọc đó.

#### 3.7.2.2. Mặt cắt ngang.

Dùng phương pháp đo tọa để đo và tìm độ cao các điểm trên mặt cắt ngang. Dựa vào độ cao các điểm C ( $C_0; C_1; C_2; C_n$ ) đã được đo trên mặt cắt dọc

Phương pháp vẽ mặt cắt dọc và mặt cắt ngang

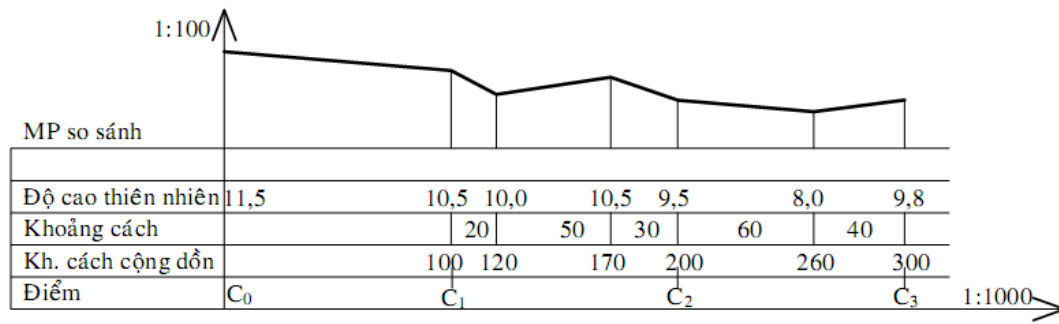
- Trên số liệu đo đạc ta tính độ cao các điểm xong, tiến hành đo vẽ mặt cắt (hình 3.11).

- Thường chọn tỷ lệ đứng lớn gấp 10 lần tỷ lệ ngang (chẳng hạn tỷ lệ ngang  $1/2000 \rightarrow$  tỷ lệ đứng  $1/200$ ).

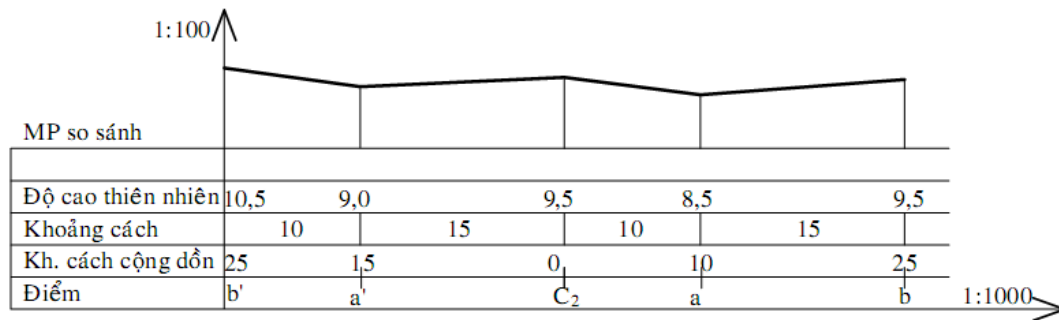
- Để thuận tiện sử dụng thường chọn độ cao quy ước của bản vẽ (mặt phẳng so sánh hay còn gọi đường chân trời) sao cho điểm thấp nhất trên mặt cắt cũng cao hơn nó  $8 \div 10$ cm.

- Ghi các số liệu lên dải tương ứng.

- Dụng lưới mặt cắt địa hình 3.11 vẽ mặt cắt.



MẶT CẮT DỌC



MẶT CẮT NGANG QUA C2

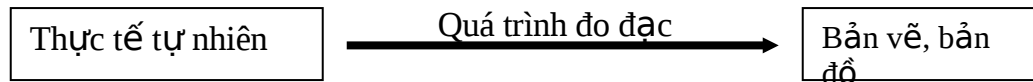
Hình 3.11: Vẽ mặt cắt dọc, ngang

## Chương 4 : CÔNG TÁC BỐ TRÍ CÔNG TRÌNH

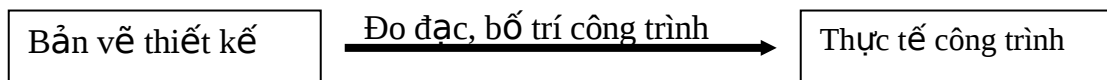
### 4.1. Khái niệm

Việc xác định vị trí mặt bằng và độ cao của từng phần hoặc toàn bộ công trình ở ngoài thực địa theo đúng thiết kế gọi là bố trí công trình. Công tác bố trí công trình ngược lại với công tác đo vẽ.

Công tác đo vẽ bản đồ, bình đồ



Công tác bố trí công trình :



Thực chất của công tác bố trí công trình là bố trí các điểm đặc trưng của công trình trong không gian. Do đó nội dung của công tác bố trí công trình cũng là bố trí các yếu tố cơ bản: bố trí góc bằng, bố trí đoạn thẳng, bố trí độ cao.

Bố trí công trình cũng tuân theo nguyên tắc từ tổng quát đến chi tiết và tiến hành theo trình tự:

- Lập mạng lưới thi công với độ chính xác thường yêu cầu cao hơn so với lưới khống chế đo vẽ.

- Bố trí các trục cơ bản của công trình.

- Dựa vào các trục cơ bản, bố trí các điểm chi tiết đặc trưng của công trình.

Trong bố trí công trình, độ chính xác yêu cầu tăng dần từ khống chế đến bố trí chi tiết.

### 4.2. Độ chính xác bố trí công trình

Độ chính xác bố trí công trình phụ thuộc vào tính chất phức tạp của công trình, quy mô công trình, vật liệu xây dựng công trình và phương pháp thi công...

Để thực hiện công tác bố trí trước hết phải thành lập độ chính xác.

Độ chính xác công tác bố trí chi tiết thường yêu cầu cao hơn độ chính xác công tác bố trí trục chính và phụ thuộc vào các yếu tố:

- + Độ chính xác xác định các yếu tố riêng biệt của công trình trong quá trình thiết kế; thiết kế bằng phương pháp giải tích độ chính xác cao hơn phương pháp đồ giải.

+ Mối liên hệ giữa các bộ phận sản xuất: các công trình có các dây chuyền sản xuất tự động, các máy liên hợp đòi hỏi độ chính xác đến 0,1mm. Còn các công trình có các biện pháp sản xuất độc lập đòi hỏi độ chính xác thấp hơn.

+ Quy mô công trình: công trình có qui mô, kích thước, chiều cao càng lớn thì độ chính xác công tác bố trí đòi hỏi càng cao.

+ Thời gian sử dụng: công trình xây dựng vĩnh cửu độ chính xác công tác bố trí cao hơn công trình xây dựng tạm thời.

+ Thi công đồng loạt yêu cầu độ chính xác bố trí cao hơn thi công tuần tự.

Độ chính xác bố trí công trình thường cho trong các tiêu chuẩn xây dựng. Tuy nhiên không ít trường hợp phải tự tính toán để phù hợp với đặc thù của công trình. Cũng như công tác đo vẽ bản đồ, công tác bố trí công trình được xây dựng từ toàn thể đến từng phần,

#### 4.3. Bố trí các yếu tố cơ bản.

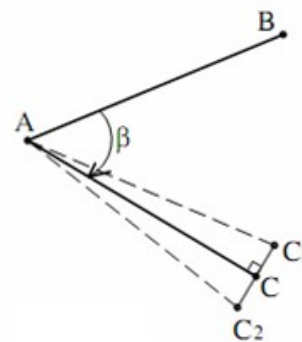
##### 4.3.1. Bố trí góc bằng.

Khi đo: góc  $\beta = \text{BAC}$  ở ngoài thực địa đã có 3 điểm B, A, C (một điểm A và 2 hướng AB, AC).

Khi bố trí: ở ngoài thực địa mới chỉ có 2 điểm A, B (một đỉnh A và một hướng AB).

Cho biết giá trị thiết kế là  $\beta_0$ . Hãy tìm vị trí C ở ngoài thực địa sao cho  $\text{BAC} = \beta_0$

Cách bố trí: Đặt máy kinh vĩ tại A. Định hướng theo AB mở 1 góc  $\beta_0$  về phía cần bố trí, theo hướng này cố định được hướng  $\text{AC}_1$  ngoài thực địa. Đảo kính thao tác tương tự như trên ta được hướng  $\text{AC}_2$  ở ngoài thực địa. Chọn và cố định điểm C sao cho AC là phân giác của góc  $\text{C}_1\text{AC}_2$  (C cách đều  $\text{C}_1$  và  $\text{C}_2$ ). Góc BAC là góc cần bố trí (hình 4.1).



Hình 4.1

##### 4.2.2. Bố trí đoạn thẳng.

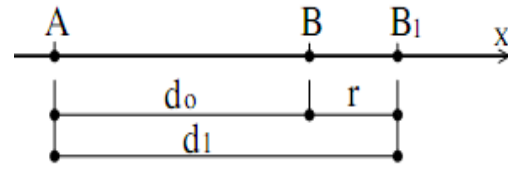
Khi đo: chiều dài đoạn thẳng AB ở ngoài thực địa đã biết 2 điểm A và B.

Khi bố trí đoạn thẳng AB có chiều dài nằm ngang thiết kế  $d_0$  thì ở ngoài thực địa mới có một điểm A và hướng Ax có chứa B. Cần xác định điểm B.

Cách bố trí:

- Kể từ A theo hướng Ax đo sơ bộ 1 đoạn  $AB_1 \approx d_0$ , cố định sơ bộ  $B_1$ .  
 - Đo đoạn thẳng  $AB_1$  với độ chính xác cần thiết (đưa số hiệu chỉnh vào kết quả đo), được  $d_1 = AB_1$  chính xác.

- Tính đoạn cần dịch chuyển  $r = d_0 - d_1$
- Từ  $B_1$  đặt một đoạn  $r$  về phía cần thiết ta



Hình 4.2

được điểm B cần tìm. Cố định điểm B ta được đoạn AB cần bố trí (hình 4.2).

#### 4.2.3. Bố trí độ cao.

Khi đo: độ cao của điểm B thì ở ngoài thực địa đã có điểm B. Dựa vào độ cao đã biết  $H_A$  của điểm A đã có ở ngoài thực địa, dùng máy đo để tìm chênh cao giữa 2 điểm đó là  $\Delta_{hAB} = S - T$ .

Tính được độ cao điểm B là  $H_B = H_A + \Delta_{hAB}$ .

Khi bố trí: độ cao ở ngoài thực địa mới chỉ có điểm A và độ cao của nó là  $H_A$ .

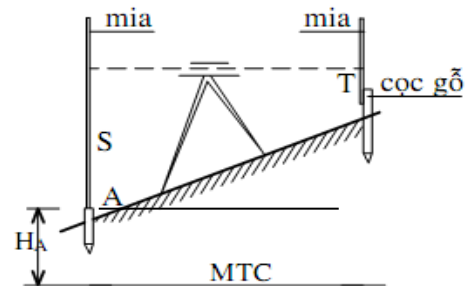
Biết độ cao của điểm B, thiết kế  $H_B = H_{TK}$  ( $H_{TK}$  là độ cao thiết kế). Hãy tìm điểm B ấy ở ngoài thực địa.

Cách bố trí: Đặt máy thủy chuẩn cách đều A và B, đọc số theo chỉ giữa trên mìa dựng ở A ta được giá trị S.

Tính độ cao tia ngắm:  $H_{máy} = H_A + S$

Tính số đọc cần thiết T của mìa dựng ở B: T

$$= H_{máy} - H_B = H_{máy} - H_{TK}$$



Hình. 4.3

Sau khi tính được giá trị T thì người đứng máy ra hiệu người dựng mìa ở B nâng mìa lên hay hạ mìa xuống đến khi nào thấy "chỉ giữa" cắt đúng giá trị T trên mìa. Khi đó ra hiệu đánh dấu điểm chân mìa, đó chính là  $H_B = H_{BTK}$  cần bố trí (hình 4.3).

### 3.3. Các phương pháp bố trí điểm mặt bằng.

Các điểm đặc trưng của công trình có thể được bố trí theo các phương pháp sau:

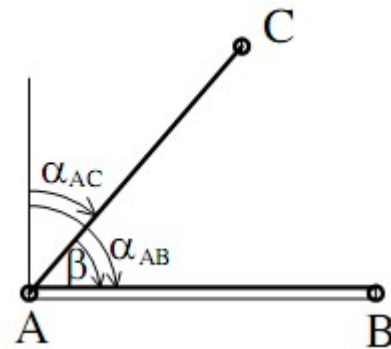
#### 3.3.1. Phương pháp tọa độ

##### a. Phương pháp tọa độ một cực.

Phương pháp này được áp dụng phổ biến, nhất là những chỗ quang đãng, tương đối bằng phẳng và khi khoảng cách cực (S) ngắn hơn chiều dài của thước.

- Biết tọa độ khống chế trắc địa A( $X_A, Y_A$ ); B( $X_B, Y_B$ ) và tọa độ thiết kế điểm C( $X_C, Y_C$ ) (hình 4.4).

- Trước hết phải tính những số liệu cần thiết cho bố trí là góc cực  $\beta$  và bán kính cực S.



Hình 4.4

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{AB} &= \operatorname{arctg} \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} \\ \alpha_{AC} &= \operatorname{arctg} \frac{Y_C - Y_A}{X_C - X_A} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \beta = \alpha_{AB} - \alpha_{AC}$$

$$S = \sqrt{(X_C - X_A)^2 + (Y_C - Y_A)^2}$$

Cách bố trí: Đặt máy kinh vĩ tại A. Định tâm, cân bằng, định hướng theo AB, mở 1 góc bằng  $\beta$  theo hướng cần bố trí. Trên hướng này dùng thước thép đo 1 đoạn thẳng S cố định được điểm C

Ví dụ 1: Biết tọa độ khống chế trắc địa:

A	$X_A = +12.583\text{m}$ $Y_A = -62.396\text{m}$	B	$X_B = +10.000\text{m}$ $Y_B = +20.000\text{m}$
---	--	---	--

và tọa điểm thiết kế là:

C	$X_C = +37.423\text{m}$ $Y_C = -56.229\text{m}$
---	--

Hãy tính toán số liệu cần thiết và trình bày cụ thể cách bố trí điểm C theo phương pháp tọa độ độc cực từ cực A và hướng gốc  $A_{AB}$  (hình 4.4).

Giải:

Tính toán số liệu cần thiết:

$$r_{AC} = \operatorname{arctg} \frac{|Y_C - Y_A|}{|X_C - X_A|} = \operatorname{arctg} \frac{|-56.229 - (-62.396)|}{|+37.423 - (+12.583)|}$$

$$r_{AC} = \operatorname{arctg} \frac{|+6.167|}{|+24.840|} = 13^{\circ}56'34''$$

Vì  $\Delta_Y$  dương,  $\Delta_X$  dương  $\Rightarrow \alpha_{AC} = r_{AC} = 13^{\circ}56'34''$

$$r_{AB} = \operatorname{arctg} \frac{|Y_B - Y_A|}{|X_B - X_A|} = \operatorname{arctg} \frac{|(+20.000 - (-62.396))|}{|(+10.000) - (12.283)|}$$

$$= \operatorname{arctg} \frac{|+82.396|}{|-2.583|} = 88^{\circ}12'16''$$

Vì  $\Delta_Y$  dương,  $\Delta_X$  âm  $\Rightarrow \alpha_{AB} = 180^{\circ} - 88^{\circ}12'16'' = 91^{\circ}47'44''$

$$\Rightarrow \beta_{\text{cực}} = \alpha_{AB} - \alpha_{AC} = 91^{\circ}47'44'' - 13^{\circ}56'34'' = 77^{\circ}51'10''$$

$$\begin{aligned} S_{\text{cực}} = S_{AC} &= \sqrt{(X_C - X_A)^2 + (Y_C - Y_A)^2} \\ &= \sqrt{(37.423 - 12.583)^2 + [(-56.229) - (-62.396)]^2} \\ &= \sqrt{24.840^2 + 6.167^2} = 25^{\text{m}}.594 \end{aligned}$$

Cách bố trí:

Đặt máy kinh vĩ tại A. Định tâm cân bằng.

Định hướng theo AB quay máy ngược chiều kim

đồng hồ mở 1 góc:

$$\beta_{\text{cực}} = 77^{\circ}51'10''$$

Trên hướng này dùng thước thép đo 1 khoảng  $S_{\text{cực}}$   $25^{\text{m}}.594$  ta được điểm C cần bố trí (hình 4.5a).

Nếu theo sơ đồ (hình 4.5b) ta có:

$$\beta_{\text{cực}} = \alpha_{AC} - \alpha_{AB} = (13^{\circ}56'34'' + 360^{\circ}) - 77^{\circ}51'10'' = 296^{\circ}05'24''$$

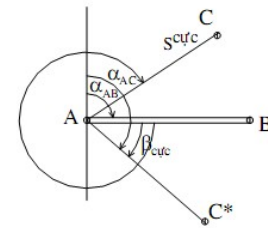
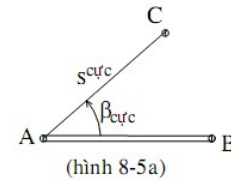
$$S_{\text{cực}} = 25^{\text{m}}294$$

Cách bố trí: Đặt máy kinh vĩ tại A định tâm cân bằng. Định hướng theo AB quay máy thuận chiều kim đồng hồ mở 1 góc  $\beta_{\text{cực}} = 296^{\circ}05'24''$

Trên hướng này dùng thước thép đo 1 khoảng  $S_{\text{cực}} = 25^{\text{m}}.594$  ta được điểm C cần bố trí (hình 4.5b).

b. Phương pháp tọa độ vuông góc.

Phương pháp này được áp dụng nhiều hơn cả trong khi bố trí các công trình công nghiệp và dân dụng. Từ các điểm khống chế của lưới ô vuông xây dựng (mạng lưới thi công) hay từ đường đo trên phố. Muốn vậy phải tính số gia tọa độ giữa các điểm đặc trưng của công trình với các đỉnh của lưới ô vuông  $\Delta_X$ ,  $\Delta_Y$  (hình 4.6).

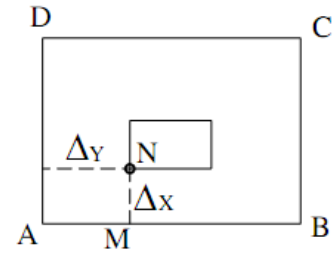


Hình 4. 5

$$\Delta_X = X_N - X_A$$

$$\Delta_Y = Y_N - Y_A$$

Cách bố trí : Phải luôn nhớ là đặt đoạn thẳng có gia số tọa độ lớn hơn dọc theo cạnh trục tọa độ của lưới ô vuông, còn số gia tọa độ nhỏ hơn được chiếu theo hướng vuông góc với nó.



Hình 4.6

Giả sử  $\Delta_Y > \Delta_X$ . Đặt máy kinh vĩ tại A. Định tâm, cân bằng, định hướng về B trên hướng này đặt một đoạn  $AM = \Delta_Y$ .

Chuyển máy kinh vĩ đến M. Định tâm, cân bằng, định hướng về A (hoặc B) mở một góc  $90^\circ$ . Trên hướng này đo một đoạn  $MN = \Delta_X$  ta có điểm N.

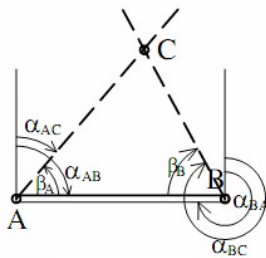
### 3.3.2. Phương pháp giao hội

#### a. Phương pháp giao hội góc

Phương pháp này thường được áp dụng để bố trí trụ cầu, công trình thủy lợi ... khi mà điểm cần bố trí ở xa điểm khống chế trắc địa và việc đo dài gặp khó khăn.

- Nội dung: Biết tọa độ khống chế trắc địa A ( $X_A, Y_A$ ) ; B ( $X_B, Y_B$ ) tọa độ điểm thiết kế là C ( $X_C, Y_C$ ) (hình 4.7).

- Tính toán: Tính những số liệu cần thiết cho bố trí là các góc bằng giao hội  $\beta_A, \beta_B$



Hình 4.7

$$\alpha_{AB} = \arctg \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}$$

$$\alpha_{AC} = \arctg \frac{Y_C - Y_A}{X_C - X_A}$$

$$\alpha_{BA} = \arctg \frac{Y_A - Y_B}{X_A - X_B}$$

$$\alpha_{BC} = \arctg \frac{Y_C - Y_B}{X_C - X_B}$$

$$\rightarrow \beta_A = \alpha_{AB} - \alpha_{AC}$$

$$\rightarrow \beta_B = \alpha_{BC} - \alpha_{BA}$$

- Cách bố trí: Đặt 2 máy kinh vĩ ở A và B định tâm, cân bằng, định hướng theo cạnh khống chế AB. Tương ứng đặt các góc  $\beta_A, \beta_B$ . Giao điểm của 2 hướng ngắm trên là điểm C cần tìm.

#### b. Phương pháp giao hội cạnh

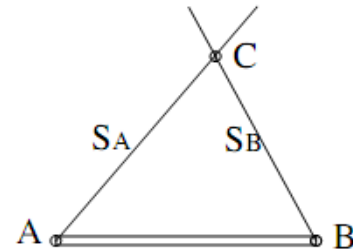
Phương pháp này thường được áp dụng khi điểm cần bố trí nằm gần điểm khống chế trắc địa, bán kính giao hội ngắn hơn chiều dài thước, địa hình bằng phẳng, quang đãng.



- Nội dung: Biết tọa độ khống chế trắc địa A ( $X_A, Y_A$ ); B ( $X_B, Y_B$ ) tọa độ điểm thiết kế C ( $X_C, Y_C$ ) (hình 4.8)

- Tính toán:

Tính những số liệu cần thiết cho bố trí là các bán kính giao hội  $S_A, S_B$ .



Hình 4.8

$$S_A = \sqrt{(X_C - X_A)^2 + (Y_C - Y_A)^2}$$

$$S_B = \sqrt{(X_C - X_B)^2 + (Y_C - Y_B)^2}$$

- Cách bố trí:

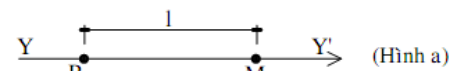
Dùng 2 thước thép đặt đầu “0” tại A và B, lấy A và B làm tâm theo thước thép quay các cung bán kính tương ứng là  $S_A$  và  $S_B$  chúng giao nhau tại C đó là điểm cần bố trí.

### 3.3.3. Phương pháp đơn giản

Trong những công trường nhỏ, có ít hạng mục công trình người ta không thiết lập “mạng lưới thi công” nữa. Người ta dựa vào những điểm cơ sở trắc địa, những điểm đặc biệt của địa hình, địa vật mà tìm và cho những mối quan hệ giữa điểm thiết kế và những điểm có sẵn ấy.

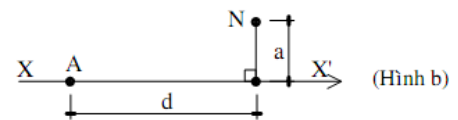
Mối quan hệ này được biểu thị bằng những cạnh.

Ví dụ: Tìm M thuộc  $yy'$  cách P thuộc  $yy'$  một đoạn  $= l$  (hình 4.9a)



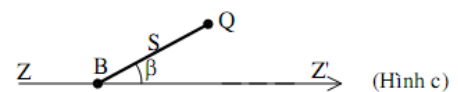
(Hình a)

Hoặc mối quan hệ này thể hiện bằng những đoạn thẳng vuông góc, điểm N cần xác định.



(Hình b)

A thuộc  $xx'$  đã biết.  $a, d$  là khoảng cách thiết kế đã có (hình 4.9b).



(Hình c)

Hình 4.9

Hoặc mối quan hệ này thể hiện bởi “góc bằng” và đoạn thẳng: điểm Q cần xác định. Điểm B thuộc  $zz'$  đã biết.

Góc bằng  $\beta$  và khoảng cách S thiết kế đã cho (hình 4.9c).

a. Xác định vị trí các điểm

- Vị trí mặt bằng: Dùng máy kinh vĩ để “bố trí góc bằng” và thước thép để “bố trí đoạn thẳng”. Để tránh bớt sai số tích lũy thì bố trí những điểm chính trước, từ các điểm chính phát triển điểm phụ nghĩa là đi từ đại cương đến chi tiết.

Các điểm xác định xong phải được kiểm tra lại tùy theo yêu cầu độ chính xác của công trình. Thông thường sai số về góc (nếu có)  $1' \div 2'$ , sai số về chiều dài (nếu có) 1-2cm.

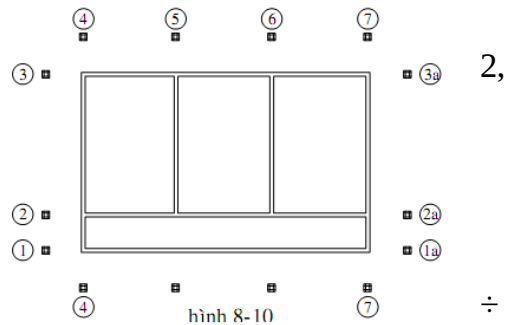
- Vị trí độ cao: Dùng máy và mia thủy chuẩn dựa vào mốc độ cao có sẵn gần khu vực xây dựng để dẫn độ cao đến một số mốc tạm thời theo phương pháp đo cao hình học. Mốc tạm thời phải đặt ngoài phạm vi công trình và phải được bảo vệ trong suốt quá trình xây dựng.

Dựa vào mốc tạm thời dùng phương pháp đo toả để “bố trí độ cao” cho các điểm.

Đối với công trình không có gì đặc biệt sai số về độ cao  $\leq \pm 3\text{mm}$ .

#### b. Công tác đóng cọc lên ngựa

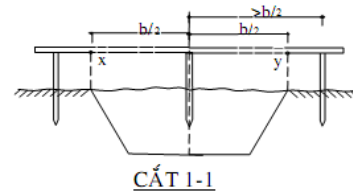
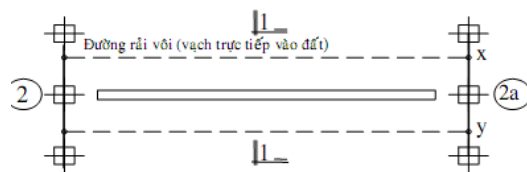
- Đóng cọc chính: Khi xác định vị trí mặt bằng ta đóng những cọc chính, các cọc này (1, 3, ...) phải thể hiện ra ngoài tạo thành một vành đai bao quanh công trình và cách tim móng một khoảng bằng bề rộng b của hố móng cần đào (đối với mặt đất rắn chắc) hoặc bằng (1,5 2) b đối với đất dễ sụt lở.



- Đóng cọc phụ: Móng đã giác xong, trước khi khởi công đào móng ta phải tiến hành công tác “lên ngựa”

Nghĩa là đóng thêm những cọc phụ và vạch lên mặt đất mép hố móng (vạch trực tiếp xuống đất hoặc rải vôi) để sau này theo hướng đó tiến hành đào móng.

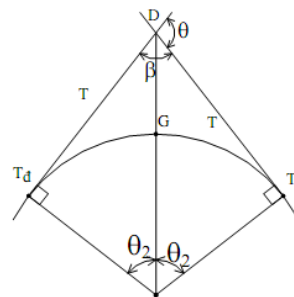
Công tác này tiến hành lần lượt cho từng tim trục.



### 3.4. Bố trí đường cong tròn.

- Khi xác định các công trình dạng tuyến (kênh mương, đường sá .....) ở những nơi tuyến đổi hướng cần bố trí đường cong để nối các đoạn thẳng của tuyến với nhau.

- Một đường tròn được xác định nếu biết điểm  $T_d$ ,  $G$ ,  $T_c$  ba điểm này gọi là 3 điểm chính của đường cong tròn.



Hình 4.11

- Để đảm bảo thi công đường cong tròn chính xác người ta bố trí một số điểm nằm trên đường cong đó. Các điểm này gọi là điểm phụ, khoảng cách giữa các điểm phụ tùy thuộc vào tính chất của công trình (5-20m).

#### 3.4.1. Bố trí các điểm chính của đường cong tròn.

##### a. Các tham số

- Bán kính  $R$  theo số liệu thiết kế.
- Góc ngoặt  $\theta$ . Đo trực tiếp ngoài thực địa
- Độ dài tiếp tuyến  $T = T_dD = T_cD = R \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}$
- Độ dài phân giác  $P = DG = R \left( \sec \frac{\theta}{2} - 1 \right)$

Trong đó: 
$$\sec \frac{\theta}{2} = \frac{1}{\cos \frac{\theta}{2}}$$

Độ dài đường cong tròn  $k = \frac{\pi R \theta}{180^\circ}$

##### b. Cách bố trí

Đặt máy kính vĩ tại  $D$ . định hướng về cạnh chứa điểm  $T_d$ . Theo hướng này bố trí đoạn thẳng  $T$ . đóng cọc mốc được  $T_d$ .

- Mở góc bằng  $\beta/2$  ( $\beta = 180^\circ - \theta$ ) theo hướng ống kính đặt đoạn thẳng  $P$ , đóng cọc mốc xác định được điểm  $P$ .

- Mở tiếp góc bằng  $\beta/2$ . Trên hướng này đặt đoạn thẳng  $T$  xác định được đoạn thẳng  $T_c$

