

BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI
TRƯỜNG CAO ĐẲNG GIAO THÔNG VẬN TẢI TRUNG ƯƠNG I

GIÁO TRÌNH

Môn học: Trắc địa

NGHỀ: XÂY DỰNG CẦU ĐƯỜNG

TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

LỜI NÓI ĐẦU

Trắc địa là môn học bắt buộc trong chương trình dạy nghề dài hạn, nhằm trang bị cho người học nghề một số kiến thức, kỹ năng cơ bản trong công tác máy xây dựng trong thi công công trình.

Hiện nay các cơ sở dạy nghề đều đang sử dụng tài liệu giảng dạy theo nội dung tự biên soạn, chưa được có giáo trình giảng dạy chuẩn ban hành thống nhất, vì vậy các giáo viên và sinh viên đang thiếu tài liệu để giảng dạy và tham khảo.

Nhằm đáp ứng yêu cầu giảng dạy và học tập trong giai đoạn mới của nhà trường, tập thể giáo viên khoa Công trình đã biên soạn giáo trình môn học Trắc địa hệ trung cấp.

Trong quá trình biên soạn chúng tôi đã tham khảo các nguồn tài liệu sẵn có trong nước và với kinh nghiệm giảng dạy thực tế. Mặc dù đã có nhiều nỗ lực, tuy nhiên không tránh khỏi thiếu sót.

Chúng tôi rất trân trọng và cảm ơn những ý kiến đóng góp của đồng nghiệp và các nhà chuyên môn để giáo trình Trắc địa đạt được sự hoàn thiện trong những lần biên soạn sau này.

MỤC LỤC

TÊN BÀI	TRANG
Bài 1 : Kiến thức chung về trắc địa	04
Bài 2: Bản đồ địa hình	05
Bài 3: Tính toán trắc địa	15
Bài 4: Đo góc	17
Bài 5: Đo dài	27
Bài 6: Đo cao	34
Bài 7: Đo vẽ bình đồ	39
Bài 8: Đo vẽ mặt cắt địa hình	48
Bài 9: Quan trắc biến dạng công trình	55

BÀI 1: KIẾN THỨC CHUNG VỀ TRẮC ĐỊA

1. Khái niệm về trắc địa:

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

2. Các chuyên môn trắc địa:

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

- *Trắc địa địa chính – địa hình*: Nghiên cứu quá trình công nghệ thành lập bản đồ địa hình địa chính bằng phương pháp đo vẽ trực tiếp hoặc chụp ảnh.

- *Trắc địa công trình*: Nghiên cứu các phương pháp trắc địa trong khảo sát địa hình phục vụ thiết kế công trình, chuyên thiết kế ra ngoài thực địa, theo dõi thi công, kiểm tra kết cấu và đo biến dạng công trình xây dựng.

- *Trắc địa ảnh*: Nghiên cứu các phương pháp chụp ảnh bề mặt trái đất và công nghệ đo ảnh để thành lập bản đồ.

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

- *Trắc địa mỏ*: Nghiên cứu chế tạo các loại máy đo ngoại nghiệp, nội nghiệp, xây dựng công trình.

BÀI 2: BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH

Mặt ngoài của quả đất là một mặt cầu rất phức tạp, có diện tích bề mặt khoảng 510.10^6 km^2 trong đó 71.8% là đại dương và 28.2% là lục địa.

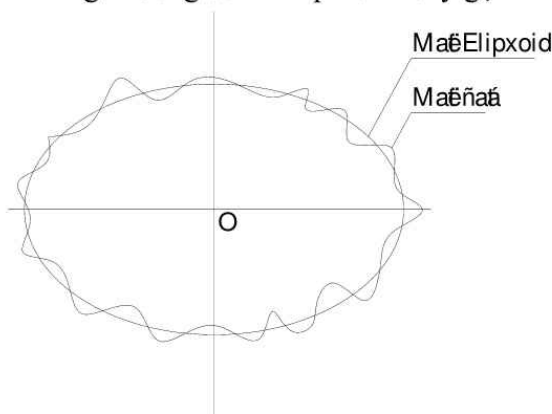
Độ cao trung bình của lục địa so với mực nước đại dương khoảng +875m, còn độ sâu trung bình của đại dương khoảng -3800m. Chênh cao giữa điểm cao nhất (đỉnh Chomolungma trong dãy Himalaya cao 8882m) và điểm sâu nhất (hố Marian ở Thái Bình Dương - gần Philipin sâu 11.032m) xấp xỉ 20km.

Bán kính trung bình của quả đất là 6371km

1. Mặt thủy chuẩn và hệ độ cao:

1.1. Mặt Elipsoid quả đất

Mặt Geoid không thể là một mặt có phương trình toán học, trong khi đó các số liệu trắc địa phải được tính toán xử lý tính toán. Vì lý do đó người ta thay thế mặt Geoid bằng một hình gần đúng đó là Elíp tròn xoay gọi là Elipsoid quả đất.



Mặt Elipsoid quả đất có các tính chất sau:

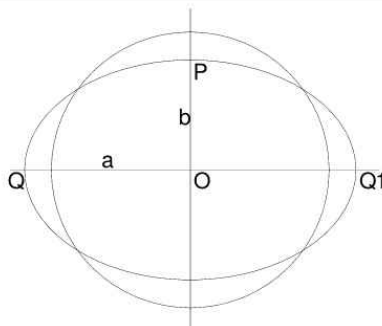
- Tâm của mặt Elipsoid trùng với tâm của quả đất;
- Mặt phẳng xích đạo của Elipsoid trùng với mặt phẳng xích đạo của quả đất;
- Thể tích của Elipsoid bằng thể tích của Geoid;
- Tổng bình phương chênh cao giữa mặt Elipsoid và mặt Geoid là nhỏ nhất ($[h^2] = \min$);

- Mặt Elipsoid quả đất có phương trình toán học
- Tại mọi điểm trên mặt Elipsoid quả đất thì phương pháp tuyến không trùng với phương đường dây dọi mà lệch một góc e (gọi là góc lệch dây dọi).

1.2. Kích thước quả đất

Trong tính toán các kết quả đo đạc ta coi quả đất là Elipsoid có kích thước được đặc trưng bằng 3 yếu tố:

- Bán kính trục lớn: $a = OQ$
- Bán kính trục nhỏ: $b = OP$
- Độ dẹt: $a = (a-b)/a$



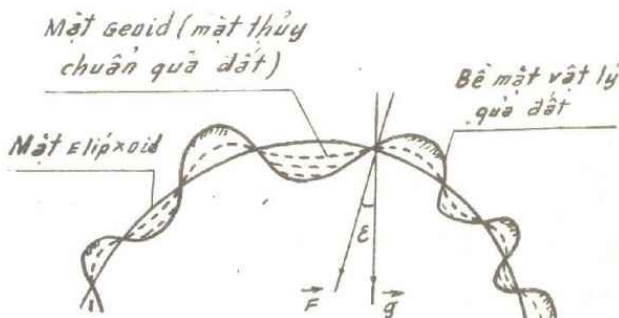
Hình 2.3:

Các kết quả mà trong công tác xử lý số liệu ở nước ta đã sử dụng:

Tên Elipxoid	Năm	Bán kính trục lớn a (m)	Độ dẹt a
Everest	1830	6.377.296	1/300.8
Krakovski	1940	6.378.245	1/298.3
WGS	1984	6.378.137	1/298.2

Ta thấy: Độ dẹt rất bé nên khi đo đạc vùng đất bé so với mặt quả đất thì người ta bỏ qua độ dẹt và coi quả đất là một khối cầu có bán kính $R=6371$ km.

1.3. Mặt thủy chuẩn



Mặt Geoid hay còn gọi là mặt thủy chuẩn quả đất là mặt nước biển trung bình ở trạng thái yên tĩnh kéo dài xuyên qua các lục địa và hải đảo tạo thành một mặt cong khép kín. Mặt Geoid có các tính chất sau:

- Mặt Geoid không phải là mặt toán học;
- Tại mọi điểm trên mặt Geoid thì phương của đường dây dọi trùng với với phương pháp tuyến tại điểm đó.

Trong trắc địa mặt mặt thủy chuẩn được dùng làm mặt chiếu khi đo lập bản đồ, đồng thời cũng được dùng làm mặt so sánh độ cao của các điểm trên mặt đất.

Mỗi quốc gia qui ước mặt thủy chuẩn có độ cao là 0m của nước đó và được gọi là mặt thủy chuẩn đại địa (mặt thủy chuẩn gốc hay mặt thủy chuẩn quả đất).

- Liên xô: Mặt thủy chuẩn Cronstat
- Việt Nam: Hòn Dấu (Hải Phòng); Mũi Nai (Hà Tiên). Mũi Nai cao hơn Hòn Dấu 0.167m.

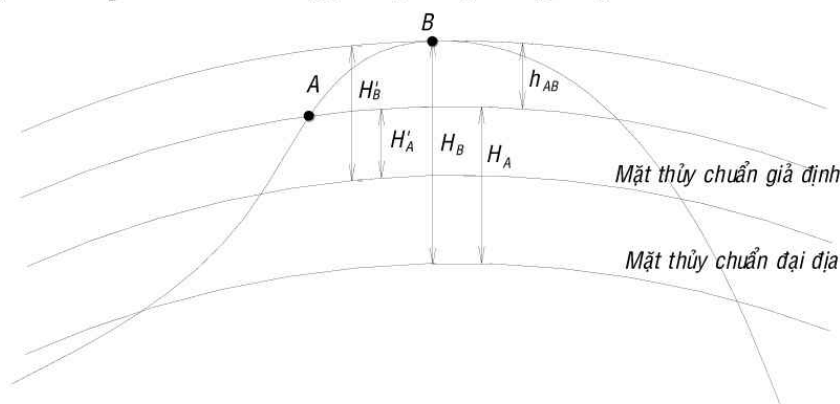
1.4. Khái niệm độ cao của một điểm:

Độ cao của một điểm là khoảng cách từ điểm đó theo hướng đường dây dọi đến mặt thủy chuẩn được chọn làm gốc.

- Nếu mặt thủy chuẩn chọn làm gốc là mặt thủy chuẩn quả đất thì cao độ đó là cao độ tuyệt đối (Ký hiệu H_A, H_B). Nếu mặt thủy chuẩn đó là mặt thủy chuẩn giả định thì cao độ đó gọi là cao độ tương đối (Ký hiệu H'_A, H'_B).

- Các điểm nằm phía trên mặt thủy chuẩn quả đất thì có cao độ dương (+), Các điểm nằm phía dưới mặt thủy chuẩn quả đất thì có cao độ âm (-),

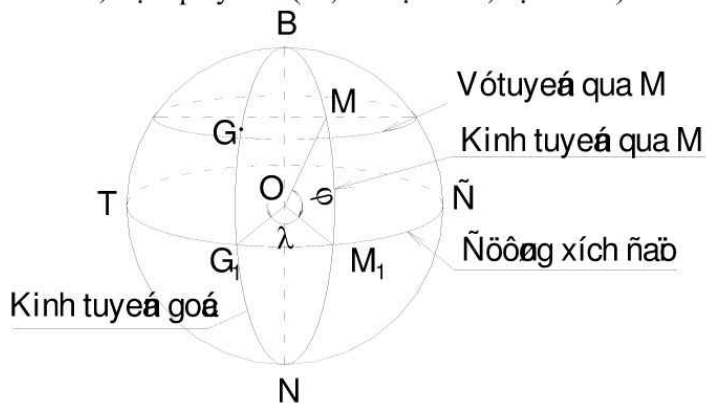
- Hiệu độ cao của một điểm là khoảng cách theo phương đường dây dọi giữa 2 mặt thủy chuẩn qua 2 điểm đó: $h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A$



Hình 2.2:

2. Hệ tọa độ địa lý:

Để xác định tọa độ địa lý của một điểm trên bề mặt quả đất chúng ta coi quả đất là hình cầu tâm O, trục quay BN (B, N: cực Bắc, cực Nam).



Hình 2.6:

2.1. Các khái niệm:

a. *Mặt phẳng kinh tuyến*: Là mặt phẳng chứa trục quay của quả đất.

b. *Đường kinh tuyến*: Là giao tuyến giữa mặt phẳng chứa trục quay quả đất với mặt cầu.

c. *Mặt phẳng kinh tuyến gốc*: Là mặt phẳng kinh tuyến đi qua đài thiên văn Gonnuyt (G) gần Thủ đô Luân Đôn.

e. *Mặt phẳng vĩ tuyến*: Là mặt phẳng vuông góc với trục quay của quả đất.

d. *Đường vĩ tuyến*: Là giao tuyến giữa mặt phẳng vuông góc với trục quay quả đất với mặt cầu.

f. *Mặt phẳng xích đạo*: Là mặt phẳng vĩ tuyến đi qua tâm quả đất.

2.2. Tọa độ địa lý của một điểm:

- Tọa độ địa lý của một điểm M xác định bởi:
 - + Kinh độ: λ .
 - + Vĩ độ: φ .
- Kinh độ địa lý (λ) của một điểm M là góc nhị diện hợp bởi mặt phẳng kinh tuyến qua điểm đó với mặt phẳng kinh tuyến gốc. Kinh độ được tính từ kinh tuyến gốc về phía Đông gọi là kinh độ Đông, tính về phía Tây gọi là kinh độ Tây và độ biến thiên từ $0^\circ \div 180^\circ$.
- Vĩ độ địa lý (φ) của một điểm M là góc hợp giữa mặt phẳng đường xích đạo và phương đường dây dọi qua điểm đó. Vĩ độ được tính từ mặt phẳng xích đạo về phía Bắc bán cầu gọi là vĩ độ Bắc, về phía Nam gọi là vĩ độ Nam và có độ biến thiên $0^\circ \div 90^\circ$.

***Ví dụ:** Tọa độ địa lý Hà Nội: $\varphi: 21^\circ$ vĩ độ Bắc.

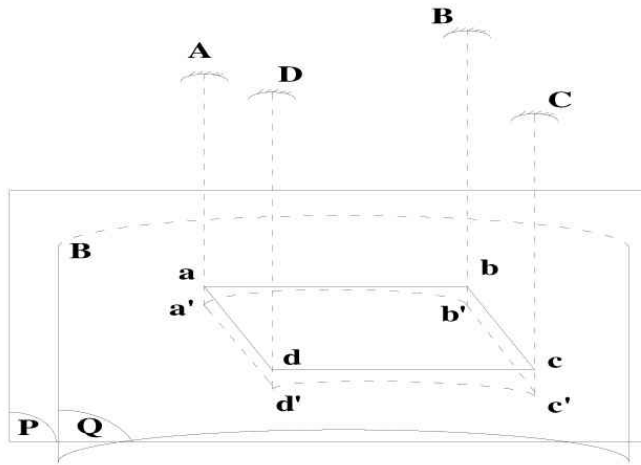
$\lambda: 107^\circ$ kinh độ Đông.

4. Phép chiếu bản đồ và hệ tọa độ vuông góc phẳng.

- Để thuận tiện trong công tác thiết kế kỹ thuật, trong trắc địa người ta đã nghiên cứu các phương pháp biểu diễn bề mặt quả đất lên mặt phẳng.
- Bề mặt tự nhiên của quả đất cầu tạo rất phức tạp, vì vậy để biểu diễn nó lên mặt phẳng, người ta chiếu bề mặt quả đất lên mặt cầu rồi thu nhỏ mặt cầu theo tỷ lệ yêu cầu.
- Bằng phương pháp chiếu xuyên tâm ta tiếp tục chiếu hình cầu quả đất lên mặt trụ hoặc mặt nón rồi cắt nó theo một đường sinh chọn trước rồi trải ra mặt phẳng.
- Các phương pháp chiếu này đều làm cho bề mặt quả đất biến dạng:

4.1. Phép chiếu bằng:

- Giả sử ta có 4 điểm A, B, C, D nằm trên mặt đất tự nhiên để biểu diễn chúng lên mặt cầu, chúng ta dùng phương pháp xuyên tâm theo phương đường dây dọi.
- a', b', c', d' là hình chiếu A, B, C, D trên mặt cầu Q.
- Nếu thay mặt cầu Q bằng mặt phẳng P ta có a, b, c, d là hình chiếu của A, B, C, D.
- Ta có hình chiếu abcd bị biến dạng so với $a'b'c'd'$ về cả chiều dài và góc, độ biến dạng này phụ thuộc vào diện tích đo vẽ ABCD.
- Với ABCD có diện tích nhỏ ta chiếu trực tiếp trên mặt phẳng mà vẫn đảm bảo.



Hình 2.7:

4.2. Phương pháp chiếu Gauss (Phép chiếu hình trụ ngang):

4.2.1. Nội dung:

- Chia quả đất hình cầu theo các đường kinh tuyến ra từng múi 6^0 hoặc 3^0 và được đánh số thứ tự từ $1 \div 60$ hoặc $1 \div 120$, bắt đầu từ kinh tuyến gốc có kinh độ $\lambda = 0^0$ qua Đông sang Tây.

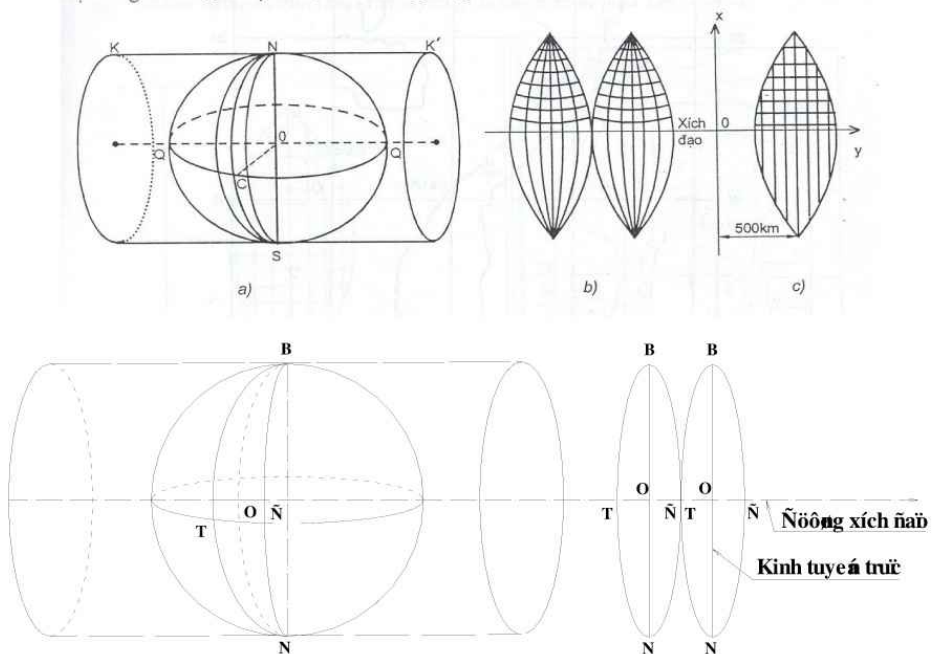
- Kinh tuyến giữa của mỗi múi gọi là kinh tuyến trục có kinh độ được tính theo công thức:

$$\text{Đối với múi } 6^0: \lambda_{\text{trục}} = (n - 1).6^0 + 3^0$$

$$\text{Đối với múi } 3^0: \lambda_{\text{trục}} = (n - 1).3^0 + 1.5^0$$

Trong đó: n là số thứ tự của múi.

- Sau khi chia múi và xác định được kinh tuyến trục của mỗi múi cho quả cầu tiếp xúc với mặt trong hình trụ nằm ngang.



Hình 2.8:

- Lấy tâm quả đất làm tâm chiếu lần lượt chiếu từng múi một, bắt đầu từ múi thứ nhất sau đó vừa xoay vừa tịnh tiến hình cầu đến múi thứ hai tại vị trí kinh tuyến trực tiếp xúc với mặt trục và tiếp tục chiếu.

- Cắt mặt trục theo hai đường sinh B, N và trải ra mặt phẳng.

4.2.2. Đặc điểm: (Hệ tọa độ vuông góc phẳng Gauss-Knuger)

- Chiều dài của kinh tuyến trục và đường xích đạo không thay đổi, còn các kinh tuyến khác thay đổi.

- Chiều dài các đoạn thẳng nằm càng xa kinh tuyến trục bị biến dạng càng nhiều.

- Xích đạo được chiếu thành đường thẳng và được chọn làm trục hoành (y-y) của hệ tọa độ vuông góc phẳng Gauss-Knuger.

- Kinh tuyến trục của mỗi múi được chiếu thành đường thẳng và chọn làm trục tung (x-x).

- O: gốc tọa độ.

- Nửa bên trái của mỗi múi có hoành độ y mang dấu “âm”.

- Để tiện cho tính toán người ta chuyển trục (x-x) sang trái 500km (Vì chiều rộng của múi 6^0 xấp xỉ 330km).

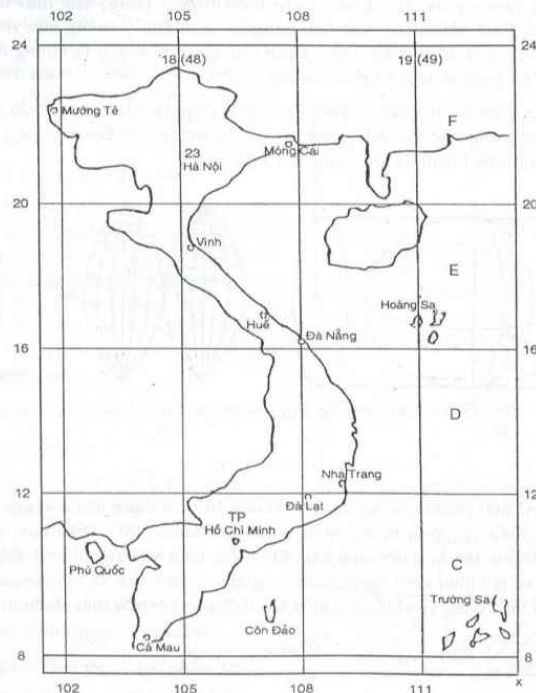
VD: Tọa độ vuông góc của 1 điểm được viết như sau:

$$M = x = 2209\text{km}$$

$$y = 18.446\text{km}$$

- Nghĩa là điểm M ở phía bắc bán cầu cách xích đạo 2209km, và ở múi thứ 18 cách gốc tọa độ đã dịch chuyển 446km.

- Hay cách kinh tuyến giữa về phía tây $500-446=54\text{km}$.



5. Hệ định vị toàn cầu GPS.

5.1. Nguyên lý định vị GPS

Các điểm mặt đất được định vị GPS trong hệ tọa độ địa tâm xây dựng trên

Elipxoid WGS-84. Hệ tọa độ có gốc tọa độ O là tâm trái đất, trục OX là đường thẳng nối tâm trái đất với giao điểm kinh tuyến gốc cắt đường xích đạo; trục OY vuông góc với OX, trục OZ trùng với trục quay trái đất và vuông góc với mặt phẳng xoy .

Từ hình trên ta có mối quan hệ: $S = [|r - R|]$ (1.1)

vector R - là vector vị trí (X_N, Y_N, Z_N) các điểm căn định vị trên mặt đất tại thời điểm “t” nào đó, đây chính là bốn ẩn số cần xác định đối với vị trí một điểm.

vector r - là vector vị trí (X_v, Y_v, Z_v) các vệ tinh trên quỹ đạo tại thời điểm “t” đã biết từ thông tin đạo hàng mà máy định vị thu được từ vệ tinh.

S - là khoảng cách giả từ điểm định vị đến vệ tinh mà máy định vị GPS đo được.

Như vậy để định vị một điểm ta cần lập và giải hệ phương trình tối thiểu phải có bốn phương trình dạng (1.1). Số phương trình lớn hơn bốn sẽ được giải theo nguyên lý số bình phương nhỏ nhất, vì vậy càng thu được tín hiệu của nhiều vệ tinh thì độ chính xác định vị càng cao.

5.2. Cấu trúc của hệ thống định vị toàn cầu GPS

Hệ thống định vị toàn cầu GPS gồm ba bộ phận: đoạn không gian, đoạn điều khiển và

đoạn sử dụng.

5.2.1. Đoạn không gian(space segment)

Đoạn không gian gồm 24 vệ tinh phân bố trên 6 quỹ đạo gần tròn, trên mỗi quỹ đạo có 4 vệ tinh, mặt phẳng quỹ đạo nghiêng với mặt phẳng xích đạo 55°. Các vệ tinh bay trên các quỹ đạo cách mặt đất cỡ 20200km. Chu kỳ chuyển động của vệ tinh trên quỹ đạo là 718 phút (12giờ). Số lượng vệ tinh có thể quan sát được tùy thuộc vào thời gian và vị trí quan sát trên mặt đất, nhưng có thể nói rằng ở bất kỳ thời điểm và vị trí nào trên trái đất cũng có thể quan trắc được tối thiểu 4 vệ tinh và tối đa 11 vệ tinh.

Mỗi vệ tinh đều có đồng hồ nguyên tử có độ ổn định tần số 10-12, tạo ra tín hiệu với tần số cơ sở $f_0 = 10,23\text{Mhz}$, từ đó tạo ra sóng tải $L1 = 154 \cdot f_0 = 1575,42\text{Mhz}$ ($\lambda = 19\text{cm}$) và $L2 = 120 \cdot f_0 = 1227.60\text{Mhz}$ ($\lambda = 24\text{cm}$). Các sóng tải được điều biến bởi hai loại code khác nhau:

C/A-code (Coarse/Accquisition code), dùng cho mục đích dân sự với độ chính xác không cao và chỉ điều biến sóng tải $L1$. Chu kỳ lặp lại của C/A-code là 1 miligiây và mỗi vệ tinh được gán một C/A code riêng biệt.

P-code(presice code), được dùng cho quân đội Mỹ với độ chính xác cao, điều biến cả sóng tải $L1$ và $L2$. Mỗi vệ tinh chỉ được gán một đoạn code loại này, do đó P-code rất khó bị giải mã để sử dụng nếu không được phép.

Ngoài ra cả hai sóng tải $L1$ và $L2$ còn được điều biến bởi các thông tin đạo hàng về: vị trí vệ tinh, thời gian của hệ thống, số hiệu chỉnh đồng hồ vệ tinh, quang cảnh phân bố vệ tinh trên bầu trời và tình trạng của hệ thống.

5.2.2. Đoạn điều khiển(control segment)

Gồm một trạm điều khiển trung tâm đặt tại căn cứ không quân Mỹ gần Colorado Spring và bốn trạm quan sát đặt tại: Hawai(Thái bình dương), Assention Island(Đại tây dương), Diego Garcia(Ấn độ dương) và Kwajalein(Tây Thái bình dương).

Các trạm quan sát đều có máy thu GPS để theo dõi liên tục các vệ tinh, đo các số liệu khí tượng và gửi số liệu này về trạm trung tâm. Số liệu các trạm quan

sát được trạm trung tâm xử lý cùng với số liệu đo được của bản thân nó cho thông tin chính xác về vệ tinh, số hiệu chỉnh đồng hồ. Các số liệu này được phát trở lại các vệ tinh, công việc chính xác hóa thông tin được thực hiện 3 lần trong một ngày.

5.2.3. Đoạn sử dụng (User segment)

Đoạn này gồm các máy móc thiết bị thu nhận thông tin từ vệ tinh để khai thác sử dụng. Đó có thể là máy thu riêng biệt, hoạt động độc lập (định vị tuyệt đối) hay một nhóm từ hai máy trở lên hoạt động đồng thời (định vị tương đối) hoặc hoạt động theo chế độ một máy thu đóng vai trò máy chủ phát tín hiệu hiệu chỉnh cho các máy thu khác (định vị vi phân).

5.2.4. Các phương pháp định vị GPS

- Định vị tuyệt đối

Định vị tuyệt đối là dựa vào trị đo khoảng cách từ vệ tinh đến máy thu GPS để xác định trực tiếp vị trí tuyệt đối của Anten máy thu trong hệ tọa độ WGS-84. Độ chính xác của định vị tuyệt đối khoảng 10m đến 40m.

Định vị tuyệt đối chia thành định vị tuyệt đối tĩnh và định vị tuyệt đối động, "tĩnh" hay "động" là nói trạng thái của Anten máy thu trong quá trình định vị.

- Định vị tương đối

Định vị tương đối là trường hợp dùng hai máy thu GPS đặt ở hai điểm khác nhau, quan trắc đồng bộ các vệ tinh để xác định vị trí tương đối giữa chúng ($\#x$, $\#y$, $\#z$) trong hệ WGS-84, nếu biết tọa độ một điểm thì sẽ tính được tọa độ điểm kia. Độ chính xác định vị tương đối cao hơn rất nhiều so với định vị tuyệt đối.

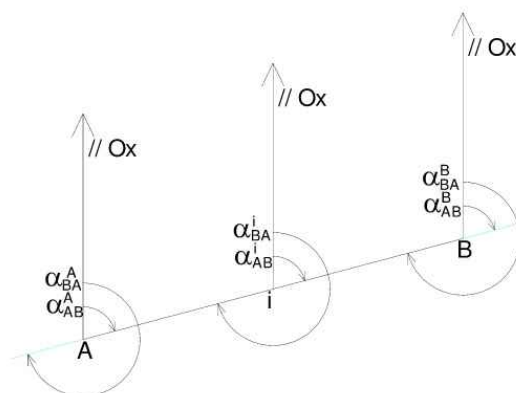
- Định vị vi phân

Trong định vị vi phân, một máy đặt tại một điểm đã biết tọa độ (trạm gốc), các máy thu khác đặt tại các điểm cần xác định tọa độ (trạm đo). Dựa vào độ chính xác đã biết của trạm gốc, tính số hiệu chỉnh khoảng cách từ trạm gốc đến vệ tinh và hiệu chỉnh này được máy GPS ở trạm gốc phát đi. Máy trạm đo trong khi đo đồng thời vừa thu được tín hiệu vệ tinh và số hiệu chỉnh của trạm gốc và tiến hành hiệu chỉnh kết quả định vị, chính vì thế nâng cao được độ chính xác định vị.

6. Định hướng đường thẳng:

6.1. Khái niệm góc định hướng.

Định hướng một đường thẳng ngoài thực địa là xác định góc mà đường thẳng đó hợp với hướng được chọn làm gốc. Trong trắc địa hướng gốc được chọn là kinh tuyến trục.



Hình 5.1: Định hướng đường thẳng

Tại một điểm trên đường thẳng, góc định hướng là góc hợp bởi đường song song với trục Ox và đường thẳng đó.

Góc định hướng tính từ đường song song với trục Ox, thuận chiều kim đồng hồ và có giá trị từ 0° đến 360°

Góc định hướng của đường thẳng AB không thay đổi ở các điểm khác nhau trên đường thẳng đó: $a_{AB}^A = a_{AB}^B = a_{AB}^B$

Góc định hướng của đường thẳng AB và đường thẳng BA chênh nhau 180° : $a_{AB} = a_{BA} \pm 180^\circ$

6.2 Góc phương vị.

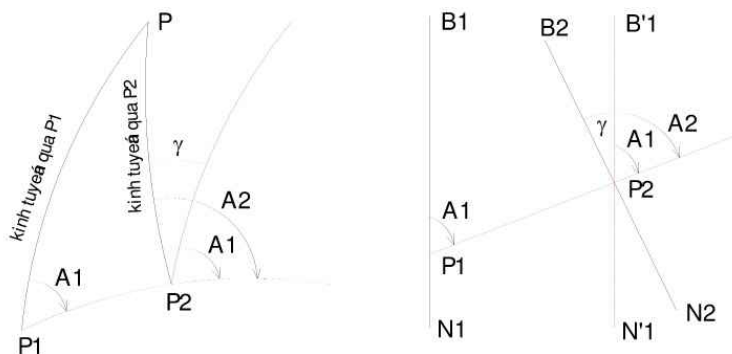
6.2.1. Góc phương vị thực

Góc phương vị thực của một đường thẳng tại một điểm là góc bằng hợp bởi hướng Bắc của kinh tuyến thực đi qua điểm đó quay thuận chiều kim đồng hồ đến hướng của đường thẳng. Góc phương vị thực có độ biến thiên từ $0^\circ \div 360^\circ$. Ký hiệu là A. Hướng Bắc được xác định thông qua đo thiên văn.

Góc phương vị của đường thẳng theo hướng định trước gọi là góc phương vị thuận, theo hướng ngược lại gọi là góc phương vị nghịch. Góc phương vị thuận và góc phương vị nghịch chênh nhau 180° .

Do các kinh tuyến tại các điểm khác nhau trên cùng một đường thẳng không song song với nhau, cho nên góc phương vị tại các điểm đó của đường thẳng cũng khác nhau. Góc hợp bởi hai hướng của hai kinh tuyến ở hai điểm trên cùng một vĩ độ gọi là độ hội tụ kinh tuyến. Ký hiệu là g.

$$A_2 = A_1 \pm g$$



Hình 5.2: Sơ đồ biểu thị góc phương vị

6.2.2 Góc phương vị từ

Góc phương vị từ của một đường thẳng là góc bằng, được tính từ hướng Bắc của đường kinh tuyến từ đi qua điểm đó quay thuận chiều kim đồng hồ đến hướng đường thẳng. Có trị số biến thiên từ $0^\circ \div 360^\circ$.

Trong thực tế hướng kinh tuyến thực và kinh tuyến từ tại một điểm không trùng nhau mà lệch một góc d gọi là độ lệch từ. Góc d có thể lấy ở bản đồ hoặc ở số liệu thiên văn.

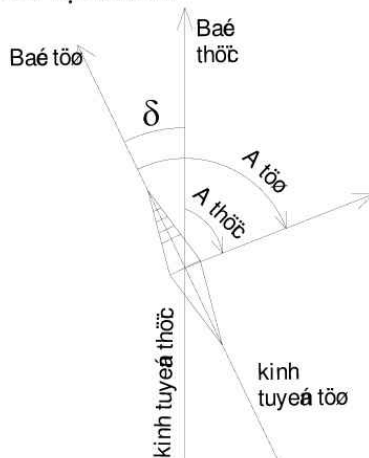
6.2.3. Quan hệ giữa góc phương vị thực và góc phương vị từ

$$A_{\text{thực}} = A_{\text{từ}} \pm \delta.$$

δ : Lấy dấu (+) khi đầu bắc từ lệch sang phía Đông của hướng Bắc thực.

δ : Lấy dấu (-) khi đầu bắc từ lệch sang phía Tây của hướng Bắc thực.

δ : Phụ thuộc vào vị trí địa lý của điểm trên mặt đất, theo tình hình hoạt động của núi lửa, động đất, sự phân bố vật chất...

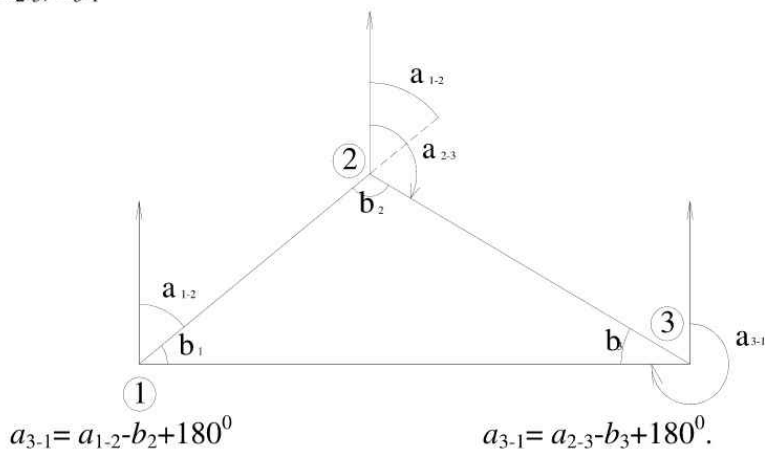


Hình 5.3: Quan hệ giữa góc phương vị thực và góc phương vị từ

6.2.4. Ứng dụng

- Góc định hướng dùng để tính toán góc định hướng của lưới khống chế mặt bằng phục vụ cho việc thành lập bản đồ và bình đồ.

- Ví dụ: (1), (2), (3) nối với nhau thành lưới khống chế. Biết a_{1-2} , b_1 , b_2 , b_3 xác định được a_{2-3} , a_{3-1}



$$a_{3-1} = a_{1-2} - b_2 + 180^\circ$$

$$a_{3-1} = a_{2-3} - b_3 + 180^\circ$$

BÀI 3: TÍNH TOÁN TRẮC ĐỊA

1. Khái niệm, phân loại sai số đo:

1.1. Khái niệm sai số đo:

Sai số đo là số chênh lệch giữa các giá trị đo và giá trị thực của nó. Ký hiệu giá trị thực của đại lượng cần đo là X giá trị đo là $l_1, l_2 \dots l_n$, sai số đó là: $D_i = X - l_i$

1.2. Phân loại sai số

1.2.1. Sai số sai lầm: (Sai số thô)

- Nguyên nhân: do con người thiếu cẩn thận khi đo đạc
- Khắc phục: Cẩn thận khi đo, thường xuyên kiểm tra kết quả đo.

Đại lượng đo thừa chính là một trong những phương pháp hữu hiệu để kiểm tra phát hiện sai số sai lầm.

1.2.2. Sai số hệ thống:

- Nguyên nhân: do máy móc, dụng cụ chưa hoàn chỉnh, do con người gây ra một cách một cách có hệ thống và chưa kiểm nghiệm tốt khi đo ví dụ như do khắc vạch ở bàn độ, trục máy, trục quay ống kính không chuẩn.

- Khắc phục: tiến hành kiểm nghiệm dụng cụ đo trước khi tiến hành đo.

1.2.3. Sai số ngẫu nhiên:

- Nguyên nhân: do máy móc dụng cụ, thiếu cẩn thận khi đo

- Khắc phục: Đa số sai số ngẫu nhiên không có cách loại trừ, nhưng trong một số trường hợp có thể chỉnh sửa được dựa vào các quy luật như: quy luật tập chung, quy luật đối xứng, quy luật triệt tiêu...

2. Các tiêu chuẩn đánh giá độ chính xác của kết quả đo:

2.1. Sai số trung bình

Sai số trung bình là giới hạn của số trung bình cộng các giá trị tuyệt đối của các sai số thực, độc lập, khi số lần đo tiến đến vô cùng.

$$\theta = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum |\Delta_i|}{n}$$

Khi n hữu hạn:

$$\theta = \frac{|\Delta_1| + |\Delta_2| + \dots + |\Delta_n|}{n}$$

2.2. Sai số trung phương

Sai số trung phương là giới hạn của căn bậc hai số trung bình cộng của bình phương các sai số thực, độc lập, khi số lần đo tiến đến vô cùng

$$m = \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{\frac{\sum \Delta_i^2}{n}}$$

2.3. Sai số giới hạn

Đặc tính thứ nhất của sai số ngẫu nhiên: Trong điều kiện đo nhất định trị số tuyệt đối của sai số ngẫu nhiên không vượt quá giới hạn nhất định. Như vậy trong một dãy kết quả đo những giá trị đo nào vượt quá giới hạn ấy thì chúng ta coi như nó không thỏa mãn với qui luật và coi kết quả đó không đảm bảo độ chính xác và loại ra.

Theo lý thuyết xác suất thì nếu dãy sai số phù hợp với qui luật phân bố chuẩn thì có 5% sai số ngẫu nhiên có giá trị lớn hơn 2 lần sai số trung phương ($>2m$) và 3% sai số ngẫu nhiên có giá trị lớn hơn 3 lần sai số trung phương ($>3m$).

Trong thực tế số lần đo không nhiều lắm, chính vì vậy sai số ngẫu nhiên có giá trị lớn hơn $3m$ rất ít khi xuất hiện. Qui định giới hạn sai số ngẫu nhiên là $D_{gh}=3m$. Khi tăng độ chính xác thì lấy $D_{gh}=2m$

2.4. Sai số tương đối:

Trong một số trường hợp sai số trung phương và sai số trung bình thì vẫn chưa đánh giá kết quả một cách rõ ràng. Thí dụ: cùng điều kiện đo 2 đoạn thẳng 200m, 20 m, có $m=\pm 4^{mm}$ thì không thể nói rằng hai đoạn thẳng có độ chính xác giống nhau. Để đánh giá người ta dùng sai số tương đối như sau:

Sai số tương đối là tỷ số giữa trị số tuyệt đối của sai số trung phương với đại lượng đo. Kí hiệu: $\frac{1}{T}$

BÀI 4: ĐO GÓC

4.1. Nguyên lý đo góc

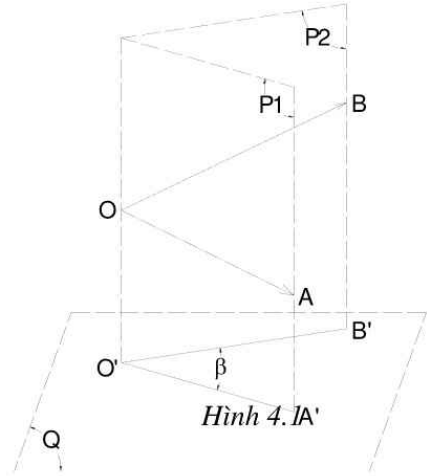
4.1.1. Nguyên lý đo góc bằng:

Góc bằng của hai hướng trong không gian là góc tạo bởi hình chiếu vuông góc của hai hướng đó trên mặt phẳng nằm ngang Q.

Thực chất của việc đo góc bằng là đo hình chiếu bằng của góc kẹp giữa hai hướng.

Bộ phận cơ bản của dụng cụ đo góc bằng:

- + Xác định tia ngắm và mặt phẳng thẳng đứng
- + Xác định giao tuyến của hai mặt phẳng thẳng đứng và chiếu điểm
- + Xác định mặt phẳng nằm ngang và hình chiếu của tia ngắm trên mặt phẳng nằm ngang
- + Vành chia độ ngang và thiết bị đọc số



4.2.2. Nguyên lý đo góc đứng:

Góc đứng hay còn gọi là góc nghiêng của một hướng ngắm nào đó là góc tạo bởi hướng ngắm và hình chiếu vuông góc của nó lên mặt phẳng nằm ngang P.

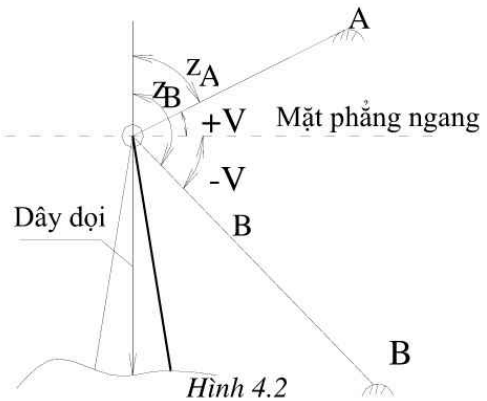
Nếu hướng ngắm nằm trên mặt phẳng nằm ngang thì +V và ngược lại.

Góc thiên đỉnh, là góc tạo bởi hướng thiên đỉnh của phương dây dọi với tia ngắm. Góc thiên đỉnh Z.

Ta có: $Z+V=90^0$

Bộ phận cơ bản của dụng cụ đo góc đứng:

- + Xác định tia ngắm và mặt phẳng thẳng đứng
- + Xác định mặt phẳng nằm ngang và giao tuyến của mặt phẳng thẳng đứng với mặt phẳng nằm ngang
- + Xác định giao điểm của tia ngắm với mặt phẳng nằm ngang và chiếu điểm
- + Vành chia độ đứng và thiết bị đọc số



4.2. Máy kinh vĩ

4.2.1. Nguyên lý cấu tạo máy kinh vĩ:

Để đo được giá trị góc bằng và góc đứng của các hướng trong không gian, người ta đã chế tạo máy kinh vĩ gồm các bộ phận chính như sau:

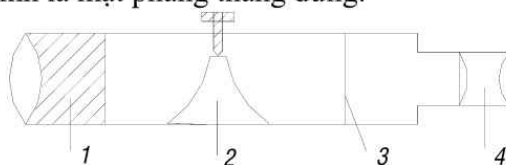
- + Ống kính: Bộ phận để xác định hướng và bắt mục tiêu.
- + Bàn độ ngang: Bộ phận đo góc bằng
- + Bàn độ đứng: Bộ phận để đo góc đứng
- + Đế máy, chân máy, bộ phận định tâm: Để đỡ, định tâm và cân bằng máy

4.2.2. Cấu tạo máy kinh vĩ:

* **Ống kính:**

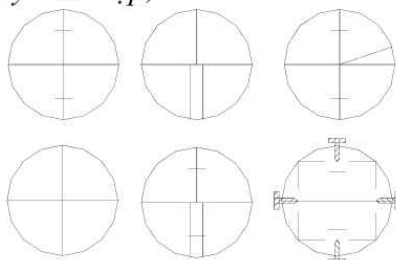
Là 1 hệ thống thấu kính gồm: kính mắt, kính vật, lưới chữ thập, kính điều quang.

Đối với máy kinh vĩ ống kính có thể quay quanh trục quay của nó, tức là mặt phẳng quét của ống kính là mặt phẳng thẳng đứng.



Hình 4.3: nguyên lý cấu tạo ống kính

1. Hệ kính vật: có tiêu cự bán kính tương đối lớn;
2. Kính điều quang: có vị trí thay đổi tùy loại máy;
3. Màn dây chữ thập;



Hình 4.4: Các dạng màn dây chữ thập

4. Hệ kính mắt: có tiêu cự và bán kính nhỏ

Khi ngắm mục tiêu phải dựa vào trục ngắm của ống kính. Trục ngắm là đường thẳng đi qua giao điểm dây chữ thập và quang tâm của kính vật.

Màn dây chữ thập được đặt trong mặt phẳng vuông góc với trục hình học của ống kính ở tiêu điểm của kính mắt. Và ảnh thật của vật qua kính vật cũng xuất hiện ở mặt phẳng này. Nhờ thế mà qua kính mắt ảnh của vật và màn dây chữ thập trùng nhau.

Nếu ảnh của vật và màn dây chữ thập không trùng nhau sẽ gây ra hiện tượng thị sai.

Tóm lại: Để ngắm mục tiêu chính xác ta phải điều chỉnh ảnh qua kính vật nằm trên màn dây chữ thập.

Độ phóng đại của ống kính:

Độ phóng đại của ống kính (V^x) là tỷ số giữa các góc α (góc nhìn ảnh của vật qua ống kính) và góc nhìn β (góc nhìn vật bằng mắt thường) khi ngắm cùng một mục tiêu: $V^x = \frac{\alpha}{\beta}$

Người ta chứng minh: $V^x = \frac{f_v}{f_m}$

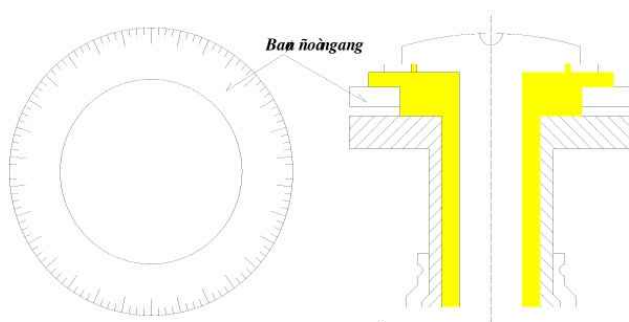
Trong đó: f_v : tiêu cự kính vật
 f_m : tiêu cự kính mắt

$V^x = 20-30$ lần

* Bàn độ ngang:

Có cấu tạo là một đĩa tròn có đường kính 60 – 250mm làm bằng thủy tinh hoặc pha lê trong suốt, trên đó có vạch chia theo độ từ $0^0 - 360^0$ hay 0 gr- 400 gr.

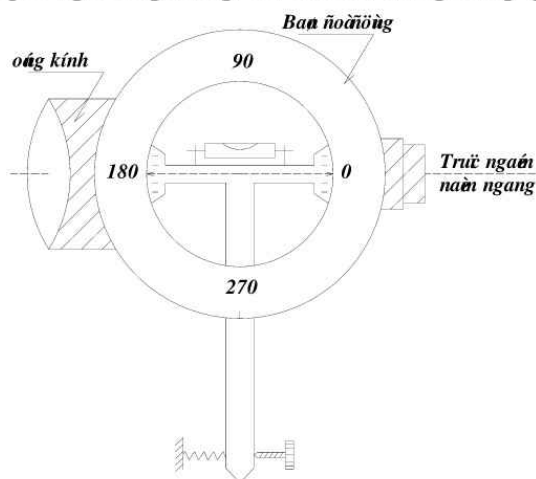
Vì chức năng của bàn độ ngang là đo góc bằng nên nó được liên kết với ống thủy dài.



Hình 4.5: Bàn độ ngang

*** Bàn độ đứng:**

Có dạng hình vành khăn trên có vạch chia độ, cách chia độ khác nhau tùy thuộc loại máy. Bàn độ đứng được gắn chặt vào trục đỡ ngang x-x. Tức khi ấy ống kính quay trong mặt phẳng thẳng đứng thì bàn độ đứng cũng quay theo.

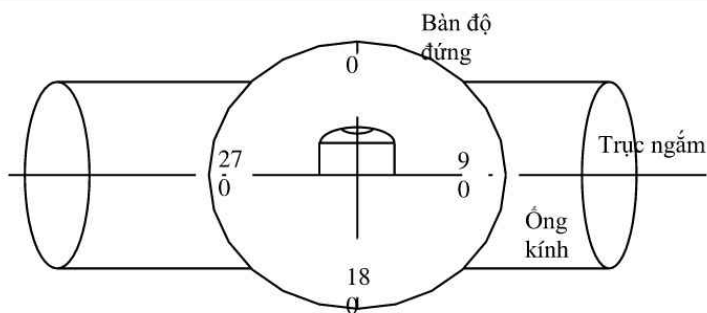


Hình 4.8: Bàn độ đứng và ốc điều chỉnh ống thủy

Cấu tạo bàn độ đứng cũng tương tự bàn độ ngang, nhưng có khác nhau ở 2 điểm sau:

- Trên bàn độ ngang có ghi liên tục từ $0 \div 360^0$ hoặc từ $0 \div 400$ gr theo chiều kim đồng hồ, còn trên bàn độ đứng thì có loại khắc liên tục thuận hay nghịch chiều kim đồng hồ, có loại khắc độ không liên tục mà đối xứng từ $0^0 \div 90^0$.

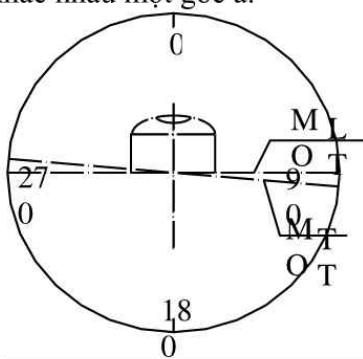
- Khi đo góc bằng thì phải khóa bàn độ ngang còn du xích quay theo ống kính. Ngược lại khi đo góc đứng, do cấu tạo bàn độ đứng gắn chặt với ống kính nên ống kính quay bàn độ đứng quay theo, còn du xích đứng yên.



Hình 4.9: Bàn độ đứng của máy Theo 030 (Đức)

- Cấu tạo bàn độ đứng và du xích chúng phải thỏa mãn điều kiện: Khi trục ngắm nằm ngang, bọt thủy dài trên du xích nằm ở giữa thì số đọc được trên bàn độ đứng là 90^0 hay 100gr (thuận kính) và 270^0 hay 300 gr (đảo kính). Các trị số này gọi là số đọc ban đầu lý thuyết, được ký hiệu là MO_{LT} .

- Thực tế bàn độ đứng và du xích không lúc nào cũng thỏa mãn điều kiện trên mà MO_{TT} và MO_{LT} khác nhau một góc α .



Hình 4.10: Sơ đồ biểu diễn sự sai lệch giữa MO_{TT} và MO_{LT}

* Ống thủy:

Trên máy kinh vĩ có hai loại ống thủy: tròn và dài, tác dụng của ống thủy là đưa một đường thẳng, một mặt phẳng về vị trí nằm ngang hoặc thẳng đứng theo phương dây dọi.

Ống thủy tròn:

Dùng để cân máy sơ bộ ở vị trí nằm ngang, bằng chân máy.



Hình 4.6: Ống thủy tròn

Cấu tạo mặt đáy phẳng, mặt trên là mặt cầu có bán kính 0.5-2m. Trên mặt cầu có 2 đường tròn đồng tâm tại điểm cao nhất của mặt cầu được gọi là điểm chuẩn.

Ống thủy dài: