

Ghi chú : Phần I,II,III do GV-KS Nguyễn Tấn Lộc biên soạn.

Phần IV do GV-KS Trần Thúc Tài bổ sung

Phần I

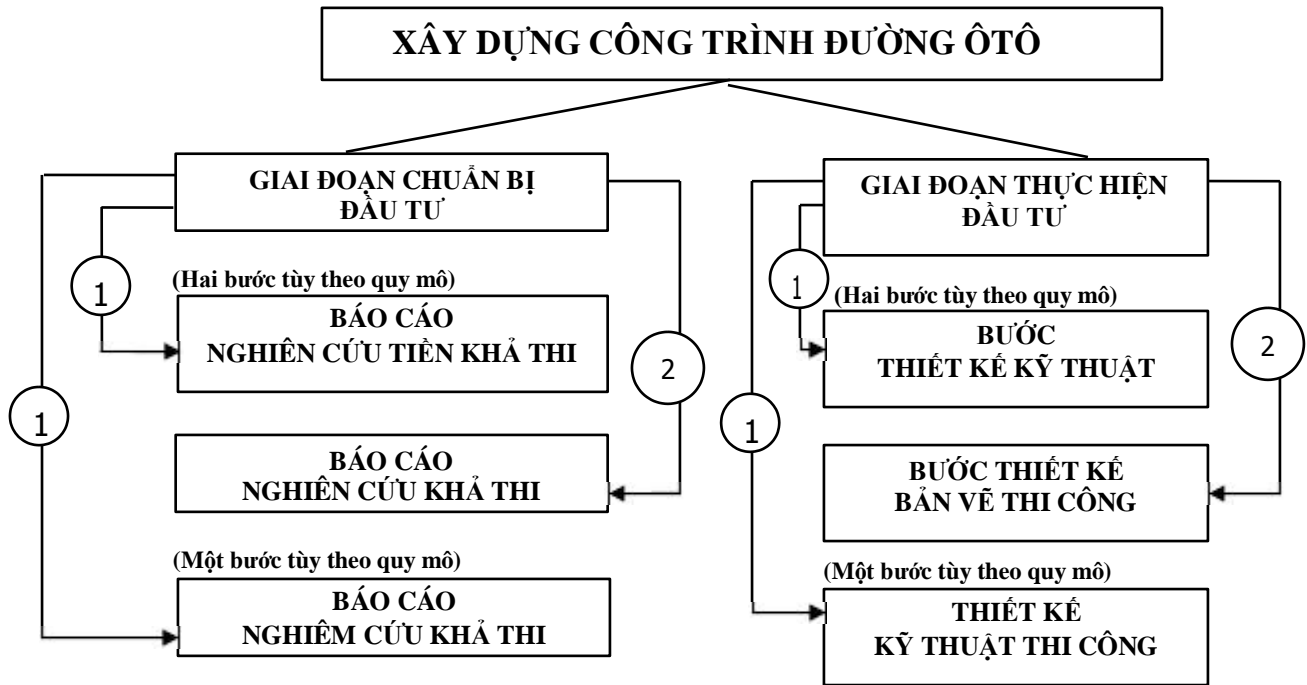
TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Giáo trình Trắc địa ứng dụng – ĐHBK TPHCM
2. Tiêu chuẩn ngành 22TCN 263-2000 – Quy trình khảo sát đường Ô tô
3. Tiêu chuẩn ngành TCN 20-84 – Quy trình khảo sát, thiết kế, sửa chữa, cải thiện, nâng cấp đường Ô tô. Chương II. Công tác khảo sát tuyến.
4. Tiêu chuẩn ngành TCN 262-2000 – Quy trình khảo sát nền đường Ô tô đắp trên đất yếu.
 - II.2.5 Yêu cầu về quan trắc dự báo lún
 - II.3 Các yêu cầu về thiết kế và bố trí hệ thống quan trắc trong quá trình thi công nền đắp trên đất yếu.
5. Tiêu chuẩn ngành số 166-QĐ – Quy trình thi công và nghiệm thu cầu công. Chương II. Công tác đo đạc và định vị
6. Sách Trắc Địa NXB GD (tác giả Đỗ Hữu Hình, Đào Duy Liêm, Lê Duy Ngụ, Nguyễn Trọng San)

Phần II

**GIÁM SÁT CÔNG TÁC TRẮC ĐỊA
X.D CÔNG TRÌNH ĐƯỜNG**

§ 2-1 NHIỆM VỤ CỦA CÁC GIAI ĐOẠN KHẢO SÁT ĐƯỜNG ÔTÔ



(Theo tiêu chuẩn khảo sát đường ô tô 22TCN 262-2000
22TCN263-2000)

1. Khảo sát để lập báo cáo nghiên cứu tiền khả thi :

Thu thập những tài liệu cần thiết để sơ bộ đánh giá về sự cần thiết phải đầu tư công trình, các thuận lợi khó khăn, sơ bộ xác định vị trí quy mô công trình, ước đoán tổng mức đầu tư, chọn hình thức đầu tư, sơ bộ đánh giá hiệu quả đầu tư về mặt kinh tế, xã hội của dự án.

2. Khảo sát để lập báo cáo nghiên cứu khả thi :

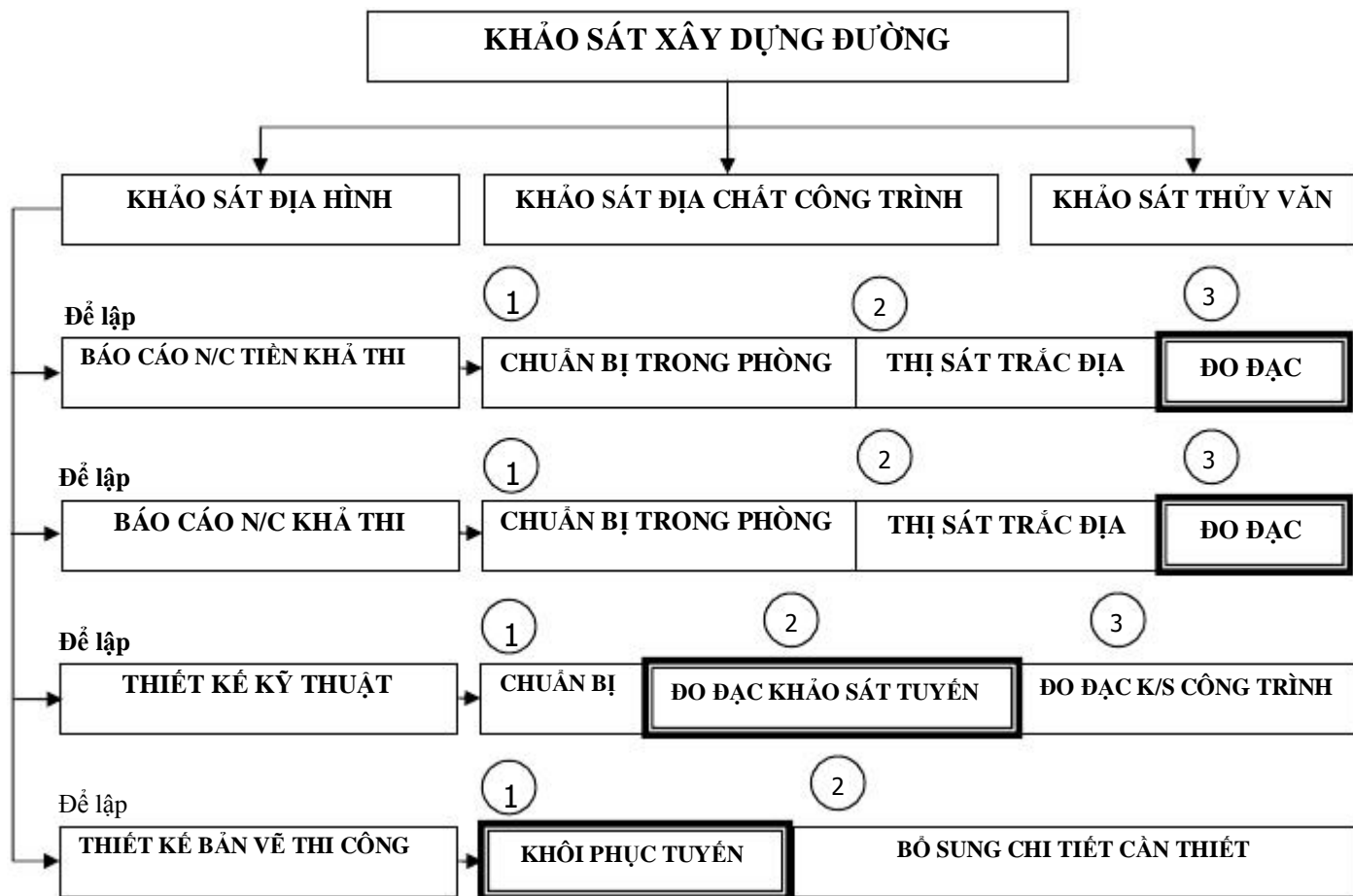
Thu thập tài liệu xác định sự cần thiết phải đầu tư công trình, lựa chọn hình thức đầu tư, xác định vị trí cụ thể, quy mô công trình, lựa chọn phương án tối ưu, đề xuất giải pháp hợp lý, tính tổng mức đầu tư, đánh giá hiệu quả đầu tư về mặt kinh tế và xã hội của dự án.

3. Khảo sát để lập thiết kế kỹ thuật :

Thu thập tài liệu cần thiết cho phương án công trình đã được cấp có thẩm quyền phê duyệt để lập hồ sơ thiết kế kỹ thuật và dự toán công trình, lập hồ sơ đấu thầu phục vụ cho công tác mời thầu hoặc chỉ định thầu.

4. Khảo sát để lập thiết kế bản vẽ thi công :

Được thực hiện để phục vụ cho thi công cầu, đường của đường ô tô theo các phương án đã được duyệt (Khi thiết kế kỹ thuật và đấu thầu xây dựng)



Nhận xét: Trong giai đoạn nào cũng phải tiến hành đo đạc ở thực địa.

§ 2-2 NỘI DUNG CÔNG TÁC VÀ TIÊU CHUẨN KỸ THUẬT ĐO ĐẠC TRẮC ĐỊA TRONG CÁC GIAI ĐOẠN THIẾT KẾ.

A. Giai đoạn báo cáo nghiên cứu tiền khả thi:

1. Lập bình đồ địa hình 1:5000, mặt cắt dọc các phương án tuyến tỉ lệ 1:5000 – 1:10000, mặt cắt ngang cho từng đoạn tỉ lệ đứng và ngang 1:5000. (Nếu trong khu vực tuyến khảo sát có bản đồ tỉ lệ 1:5000 – 1:10000 thì sử dụng nó để thiết kế, không cần tiến hành đo mới.)

2. Dụng cụ, độ chính xác đo và trình tự đo:

- Đo độ dốc tuyến bằng dụng cụ đo dốc đơn giản có độ chính xác thấp.
- Đo góc bằng địa bàn hoặc Păngtômét.
- Đo dài bằng thước dây vải 1 lần đo.
- Đo cao bằng máy đo dốc đơn giản (2 lần thuận nghịch).
- Đo mặt cắt ngang bằng thước chữ A hoặc máy đo dốc đơn giản.

Nhận xét: Dụng cụ đơn giản, độ chính xác thấp
Các cọc tuyến là cọc tạm bằng tre, cừ tràm... không cần bảo vệ

B. Giai đoạn báo cáo nghiên cứu khả thi:

1. Lập bình đồ khu vực dự định đặt tuyến (của phương án đã chọn vạch trên bản đồ) tỉ lệ 1:2000 (vùng núi), 1:5000 (vùng đồi), 1:10000 (vùng đồng bằng)

2. Công việc bao gồm: định đỉnh, đo góc, rải cọc chi tiết, đo dài, đo cao, đo mặt cắt ngang.

a./ Đối với đường có cấp kỹ thuật 20-40-60 (cấp quản lý IV, V theo bảng phân loại cấp đường trong TCVN 4054-98)

- Đo góc tại các đỉnh chuyển với độ chính xác $\pm 30''$ bằng máy kinh vĩ Theo 020 (hoặc máy có độ chính xác tương đương)
- Đo cao tổng quát (các điểm tiêu chuẩn kỹ thuật, các cọc đỉnh chuyển, hố khoan địa chất) 2 lần đo đi, đo về có sai số khép độ cao nhỏ hơn sai số cho phép

$$f_h = \pm 30 \sqrt{L_{km}} \quad (mm) \quad (2-1)$$

- Đo cao cấp thủy chuẩn kỹ thuật các cọc chi tiết (cọc lộ trình, cọc phụ, các cọc trắc ngang), một lần đo và khép vào mốc với sai số khép độ cao < sai số cho phép

$$f_h = \pm 50 \sqrt{L_{km}} \quad (mm) \quad (2-2)$$

- Các mốc thủy chuẩn kỹ thuật cách nhau 2-4Km
- Nếu tuyến đường dài hơn 50Km phải xây dựng lưới khống chế tọa độ hạng IV dọc theo tuyến có các mốc cách nhau 2-6Km (Để đo nối và đưa tuyến đường mới lên bản đồ giao thông và địa hình)

b./ Đối với đường có cấp kỹ thuật 60-80 hoặc đường cao tốc

Để đảm bảo bình đồ cao độ dọc tuyến tính theo hệ thống tọa độ và cao độ quốc gia ta phải xây hệ thống lưới khống chế tọa độ và cao độ trên toàn tuyến:

- Lưới khống chế tọa độ hạng IV bằng công nghệ GPS.
- Lưới đường chuyển cấp II bằng máy toàn đạc điện tử:

$$* \text{ Sai số đo góc } m_{\odot} = \pm 10'' \quad (2-3)$$

$$* \text{ Sai số đo dài } \frac{m_s}{S} = 1:5000 \quad (2-4)$$

$$* \text{ Sai số khép tương đối đường chuyển } \frac{f_h}{[S]} \delta \frac{1}{5000} \quad (2-5)$$

$$* \text{ Sai số khép góc } f_{\odot} \delta \pm 20'' n \sqrt{(n-\text{số góc trong tuyến})} \quad (2-6)$$

$$* \text{ Sai số vị trí điểm } \delta \pm 50 \text{ mm} \quad (2-7)$$

- Lưới khống chế độ cao hạng IV với sai số khép độ cao

$$f_h \delta \pm 20 \sqrt{L_{km}} \quad (mm) \quad (2-8)$$

- Lưới độ cao cấp kỹ thuật có sai số khép độ cao thỏa mãn yêu cầu

$$f_h \delta \pm 30 \sqrt{L_{Km}} \quad (\text{ở vùng đồng bằng}) \quad (2-9)$$

$$f_h \delta \pm 50 \sqrt{L_{Km}} \quad (\text{ở vùng núi}) \quad (2-10)$$

Nhận xét: Độ chính xác của công tác trắc địa trong giai đoạn này cao nhất

C. Giai đoạn thiết kế kỹ thuật thi công:

1. Thu thập các số liệu cần thiết để lập thiết kế kỹ thuật và dự toán (trên cơ sở báo cáo nghiên cứu khả thi đã được duyệt) gồm:

- Bình đồ cao độ tuyến 1:1000 – 1:2000
- Bình đồ cao độ tỉ lệ 1:500 – 1:1000 các công trình trên tuyến, những đoạn khó khăn phức tạp, chỗ giao với đường ô tô, đường sắt hiện hữu v.v...
- Mặt cắt dọc tuyến

♠ 1:1000		♣ 1:2000
♦	hoặc	♦
▼ 1:100		▼ 1:200
- Mặt cắt ngang tỉ lệ 1:200

2. Công việc cụ thể:

- **Cố định cọc đỉnh** đã định vị ở bước nghiên cứu khả thi, đóng cọc dấu cọc đỉnh (nằm ngoài phạm vi thi công)
- Nếu tuyến có lập lưới khống chế tọa độ và độ cao thì **lập đường chuyển kinh vĩ có sai số khép tương đối 1:2000** đi qua các đỉnh chuyển, lấy 2 cạnh đường chuyển ở 2 đầu làm cạnh góc. Chiều dài đường chuyển này < 3Km khi đo vẽ bản đồ dọc tuyến tỉ lệ 1:2000 và < 4Km khi đo vẽ bản đồ dọc tuyến tỉ lệ 1:5000.

- Sai số khép góc cho phép $f_{\text{góc}} = \pm 45'' \sqrt{n}$ (n-số góc đo) (2-11)

- Sai số trung phương đo góc $m_{\text{góc}} = \pm 30''$ (2-12)

- **Bố trí các điểm chính** của đường cong tròn và đường cong chuyển tiếp.
- Nếu thực hiện “thiết kế kỹ thuật thi công” phải **bố trí tiếp các cọc chi tiết** của đường cong.
- **Cắm thêm các cọc chi tiết** (để rõ thêm địa hình và tính khối lượng nền đường) với khoảng

cách giữa các cọc:

* 40m ở đồng bằng và đồi

* 20m ở vùng núi

* 40m ở đồng bằng và đồi

* 20m ở vùng núi

↔

←

↑

Khi lập thiết kế kỹ thuật

↔

←

↑

Khi lập thiết kế kỹ thuật thi công

- **Đo cao tổng quát**

$$f_h = \pm 30 \sqrt{L_{Km}} \quad (mm) \quad (2-13)$$

và **đo cao chi tiết kỹ thuật**

$$f_h = \pm 50 \sqrt{L_{Km}} \quad (mm)$$

- **Chêm dày mốc đo cao kỹ thuật** ở bước báo cáo nghiên cứu khả thi (2-4Km) đảm bảo 1-2Km có 1 mốc.
- **Đo dài bằng thước thép hoặc máy toàn đạc điện tử bố trí các cọc lộ trình, cọc km 2 lần đi về** với sai số giữa 2 lần đo < 1:1000

- Đo dài bố trí các cọc chi tiết 1 lần đo đi, khép vào cọc lộ trình hoặc cọc Km với

$$\frac{f_h}{[S]} \delta \frac{1}{500} \text{---} \quad (2-15)$$

- Đo mặt cắt ngang bằng máy kinh vĩ, ni vô, thước thép.

D. Giai đoạn thiết kế bản vẽ thi công:

1. Khôi phục tuyến đường trên thực địa

- Đảm bảo vị trí tuyến khôi phục đúng đồ án đã được duyệt trong bước thiết kế kỹ thuật.

2. Công việc cụ thể:

- Khôi phục và cố định các cọc đỉnh đã đóng ở bước thiết kế kỹ thuật, đóng cọc dấu.
- Đo góc tại các cọc đỉnh với $m_{\odot} = \pm 30''$
- Bố trí các điểm chính và các điểm chi tiết đường cong tròn và đường cong chuyển tiếp.
- Khôi phục các cọc lộ trình và các cọc chi tiết trên đường thẳng và đường cong. Tiến hành đồng thời với đo dài với đo dài khoảng cách giữa 2 đỉnh chuyển.
- Chỉ đo cao chi tiết (cọc lộ trình, cọc chi tiết) khép vào các mốc thủy chuẩn đã đặt trong bước khảo sát kỹ thuật. Cấp kỹ thuật $f_h = \pm 50 \sqrt{L_{km}} \text{ (mm)}$
- Đo mặt cắt ngang tại các cọc bổ sung, chỗ địa hình phức tạp (sườn dốc, đầm lầy, khu dân cư).

§ 2-3 CÔNG TÁC TRẮC ĐỊA ĐỊNH TUYẾN Ở THỰC ĐỊA

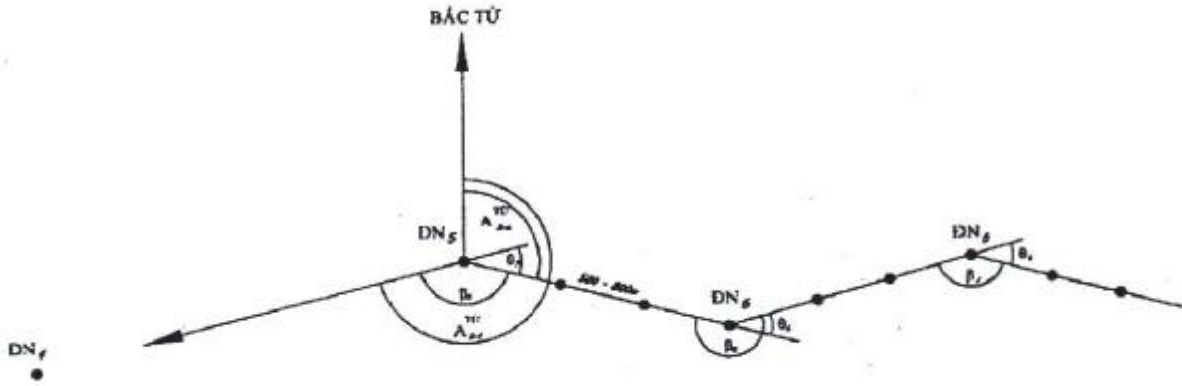
A. Bố trí các đỉnh chuyển và khảo sát hướng tuyến

- Bằng phương pháp tọa độ cực, sử dụng máy toàn đạc điện tử, dựa vào các điểm trắc địa (2 điểm trắc địa cho một đỉnh)
- Bằng phương pháp tọa độ vuông góc dựa vào địa vật rõ, gần (tọa độ của đỉnh chuyển và địa vật xác định trên bản đồ)
- Để khảo sát tuyến, ta cắm một số tiêu trên tuyến giữa 2 đỉnh chuyển, đặc biệt ở các chỗ vượt sông, nương xói, chỗ giao với đường lớn, chỗ địa hình phức tạp.

Nếu thấy hướng tuyến không tốt, khối lượng đào đắp lớn thì xê định tiêu thay đổi hướng và xác định lại đỉnh chuyển và thay cọc gỗ bằng mốc bê tông,

B. Đo góc giữa các đỉnh

- Đo góc bên phải $\textcircled{R}_1, \textcircled{R}_2, \dots, \textcircled{R}_n$ bằng máy kinh vĩ kỹ thuật độ chính xác $m_{\textcircled{R}} = \pm 30''$



- Tính các góc ngoặt theo công thức:

$$\text{Khi đường ngoặt sang phải} \quad \beta_5 = 180^\circ - \textcircled{R}_5 \quad (2-16)$$

$$\text{Khi đường ngoặt sang trái} \quad \beta_6 = \textcircled{R}_6 + 180^\circ \quad (2-17)$$

- Đo góc phương vị từ thuận, nghịch của tất cả các cạnh bằng la bàn.
- Bố trí các điểm thẳng hàng nằm trên đường nối các đỉnh chuyển cách nhau 500-800m bằng cách bố trí các góc 180° theo 2 vị trí ống kính.

C. Đo dài

1. Đo dài giữa các đỉnh chuyển và các điểm thẳng hàng

- Chủ yếu đo bằng máy đo dài điện quang
- Tiến hành song song với công tác đo góc
- Hiệu chỉnh độ dốc khi góc nghiêng $> 2^\circ$.
- Độ chính xác yêu cầu đo cạnh 1:1000-1:2000 tùy theo điều kiện địa hình
- Dựa vào kết quả đo dài, đo góc, đo góc nối với các điểm tọa độ cơ sở tiến hành bình sai tính tọa độ các đỉnh chuyển.

2. Đo dài bố trí các cọc lộ trình và các điểm trên mặt cắt ngang

- Chủ yếu dùng thước thép, có thể đo bằng máy đo dài điện quang để bố trí các cọc lộ trình cách nhau 100m
- Bằng thước thép đo khoảng cách từ cọc lộ trình đến điểm phụ (điểm đặc trưng địa hình) và các điểm trên mặt cắt ngang.
- Khoảng cách 100m giữa các cọc lộ trình là khoảng cách ngang nên khi bố trí phải đo độ dốc mặt đất để hiệu chỉnh.
- Khi sử dụng máy đo dài điện quang định tuyến ngoài thực địa, thường không bố trí các cọc lộ trình 100m mà đo khoảng cách giữa các cọc phụ. Khi đó lý trình (số hiệu cọc) của các cọc phụ được xác định bằng cách cộng dồn các khoảng cách giữa chúng.

Sau khi vẽ các cọc phụ lên mặt cắt, ta xác định các cọc lộ trình bằng cách bố trí trên mặt cắt các khoảng cách 100m, còn cao độ đen của các cọc này được xác định bằng cách nội suy đồ thị

Khi thi công tuyến đường ta sẽ bố trí các cọc lộ trình ra thực địa trong quá trình khôi phục tuyến đường.

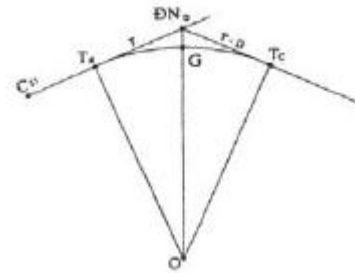
D. Bố trí các điểm chính của đường cong chuyển cộc lộ trình và cộc phụ sang đường cong.

I. Bố trí các điểm chính của đường cong

Đường cong có thể là đường cong tròn hoặc đường cong tổng hợp (đường cong chuyển tiếp + đường cong tròn). Để đơn giản ta chỉ đề cập tới đường cong tròn

1. Ký hiệu số hiệu cộc (lý trình) của

- Đỉnh ngoặt $C_{ĐN}$
- Điểm đầu C_{Td}
- Điểm giữa C_G
- Điểm cuối C_{Tc}



2. Tính lý trình các điểm chính

Nếu biết lý trình $C_{ĐN}$ của đỉnh ngoặt ta tính lý trình của các điểm khác như sau:

$$C_{Td} = C_{ĐN} - T \quad (2-18)$$

$$C_{Tc} = C_{Td} + K \text{ hoặc } C_{Tc} = C_{ĐN} + (T - D) \quad (2-19)$$

$$C_G = C_{Td} + \frac{1}{2}K \text{ hoặc } C_G = C_{Tc} - \frac{1}{2}K \quad (2-20)$$

Trong đó: $T = R \tan \frac{\alpha}{2}$ và $K = \frac{R\alpha}{180}$ (2-21)

T - tiếp cự, K - chiều dài đường cong tròn,
 R - bán kính đường cong tròn, α - góc chuyển.

3. Cách bố trí

- Bố trí điểm đầu T_d từ cộc lộ trình phía trước gần nhất
- Bố trí các cộc lộ trình trên hướng mới $ĐN - T_c$ kéo dài bằng cách:
 Từ đỉnh ngoặt $ĐN$ bố trí đoạn $D = 2T - K$, coi cộc mút cuối của đoạn đo dư D có lý trình là $C_{ĐN}$, tiếp tục bố trí điểm cuối đường cong và các cộc lộ trình theo lý trình của nó.
- Bố trí điểm giữa đường cong bằng cách đặt máy kinh vĩ tại $ĐN$, ngắm chuẩn đến T_d , mở một góc bằng $\frac{\alpha}{2}$, trên hướng mới bằng thước thép đo đoạn phân cự ® .
- Kiểm tra khoảng cách giữa 2 đỉnh chuyển (đỉnh ngoặt) bằng công thức:

$$S = C_{ĐN_{n-1}} + C_{ĐN_n} + D_n \quad (2-22)$$

II. Chuyển các cộc lộ trình và cộc phụ lên đường cong.

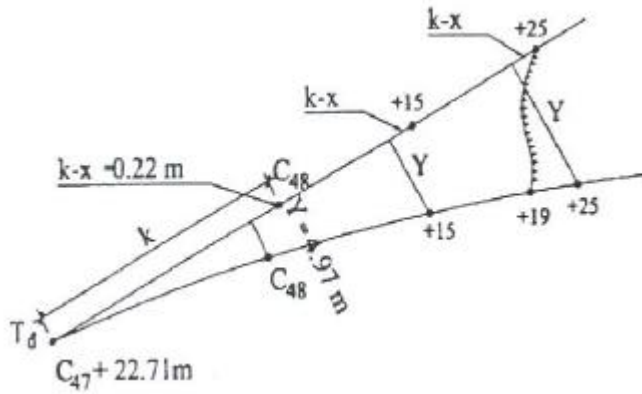
- Các cộc lộ trình và các cộc phụ trên tiếp cự phải được chuyển lên đường cong bằng phương pháp tọa độ vuông góc sử dụng các công thức:

$$X = R \sin \varphi \quad (2-23)$$

$$Y = 2R \sin^2 \frac{\varphi}{2} \quad (2-24)$$

Trong đó: $\varphi = \frac{k\rho}{R}$ (2-25)

k : là cung tròn được tính từ điểm đầu đường cong T_d đến cộc lộ trình hoặc cộc phụ cần chuyển (theo lý trình của chúng).



Ví dụ: Chuyển C_{48} từ tiếp cự lên đường cong có $R = 600\text{m}$

$$k = C_{48} - C_{47+22.71} = 77.29 \text{ m}$$

$$\parallel = \frac{77.29 \cdot 57.3}{600} = 7.038$$

$$\cdot = 600 \sin 7.038 = 77.07 \text{ m}$$

$$\parallel = 2 \cdot 600 \cdot \sin^2 \frac{7.038}{2} = 4.97 \text{ m}$$

$$k - x = 77.29 - 77.07 = 0.22 \text{ m}$$

- Điểm phụ $C_{48+25\text{m}}$ là điểm đặc trưng địa hình trên tiếp tuyến nên không chuyển lên đường cong mà phải xác định điểm đặc trưng địa hình (điểm phụ) trên đường cong.
- Để làm việc này ngoài việc chuyển lên đường cong cọc $C_{48+25\text{m}}$ ta chuyển thêm cọc $C_{48+15\text{m}}$ (chọn). Sau đó xác định điểm phụ trên đường chuyển $C_{48+15+4} = C_{48+19\text{m}}$ nằm giữa A.

E. Đo cao tuyến đường

1. Bố trí, chôn các mốc thủy chuẩn nằm cách tim đường 20-30m

- Mốc cố định bằng bê tông chôn cách nhau 20-30km và một số chỗ đặc biệt (chỗ giao với đường ô tô, khe lở, gần cầu lớn, tại các điểm dân cư).
- Mốc tạm thời đóng bằng cọc gỗ hoặc gắn trên địa vật ổn định (nền nhà, chân cột điện, hố ga, mồ mã...) cách nhau 2-3km.

2. Phương pháp, độ chính xác.

- Đo cao hình học kỹ thuật, tầm ngắm 150-200m, sai số khép độ cao cho phép:

$$f_{hsh} = \pm 50 \sqrt[4]{km} \text{ (mm)}$$

- Đo bằng 2 máy Nivô (đối với tuyến đường dài > 50km)
 - + Máy Nivô 1: (máy chính) Đo các cọc trình, các cọc phụ, các mốc tiêu chuẩn cố định, tạm thời và các hố khoan địa chất.
 - + Máy Nivô 2: Đo các điểm thủy chuẩn cố định, tạm thời và các cọc trên mặt cắt ngang.
- Đo bằng 1 máy Nivô mia hai mặt (đối với tuyến < 50km) đo cao các điểm nói trên.

F. Đo nối tuyến đường vào các mốc tọa độ và cao độ quốc gia.

1. Mục đích:

- Kiểm tra đánh giá độ chính xác kết quả đo trên tuyến.
- Tăng cường độ chính xác xác định tọa độ và độ cao các điểm.
- Lập bình đồ và mặt cắt trong hệ thống tọa độ và độ cao quốc gia.

2. Đo nối với các điểm khống chế tọa độ quốc gia.

- Thường qui định:
 - Nếu điểm trắc địa cơ sở nằm cách tuyến < 3km L δ 25km
 - Nếu điểm trắc địa cơ sở nằm cách tuyến 3-10km L δ 50km

- Nếu không có hoặc các điểm trắc địa cơ sở nằm cách xa tuyến đường thì cứ cách 32 cạnh hay 16-25km (với s = 500 | 800m) phải đo 2 điểm thiên văn ở mỗi đầu.
- Ngày nay có thể sử dụng kỹ thuật GPS thay thế cho kỹ thuật đo thiên văn.

3. Đo nối tuyến với các điểm khống chế độ cao quốc gia.

Từ qui định “Sai số khép giới hạn của tuyến đo cao không được vượt quá $\pm 20cm$ ” nếu tiến hành đo cao kỹ thuật trên tuyến đường ta có:

$$f_h = \pm 50 \sqrt{L_{Km}} = \pm 200 \text{ mm} \quad (2-26)$$

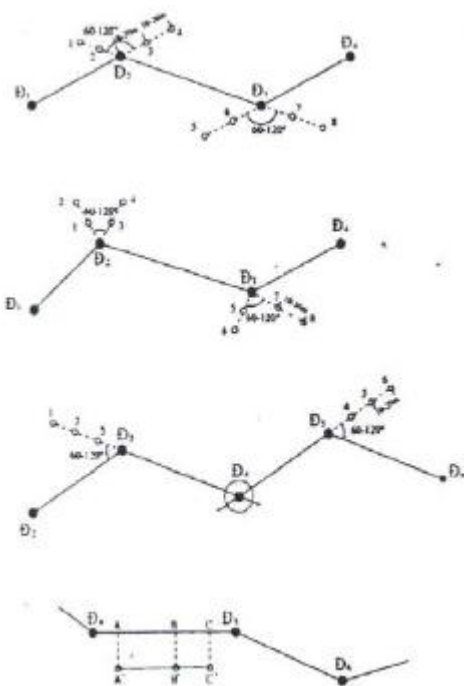
thì chiều dài của tuyến giữa hai điểm đo nối là $L = \frac{200^2}{50} = 16 \text{ km} \quad (2-27)$

§ 2-4 ĐÁNH DẤU CÁC TUYẾN ĐƯỜNG VÀ CẤU TẠO CÁC LOẠI CỌC

A. Đánh dấu tuyến đường

- Tuyến đường đã chọn trên thực địa phải được đánh dấu để khi cần dễ tìm hoặc khôi phục khi bị phá hủy.

1. Đánh dấu đỉnh chuyển và hướng tuyến.



a. Đánh dấu đỉnh chuyển kết hợp với đánh dấu hướng tuyến:

Bằng 4 điểm tại mỗi đỉnh trên hai hướng tuyến kéo dài.

b. Đánh dấu đỉnh chuyển:

Bằng 4 điểm tại mỗi đỉnh không nằm trên tuyến kéo dài (vì không thể). Góc giữa hai hướng: 60-120°.

c. Đánh dấu đỉnh chuyển tại vị trí có địa hình phức tạp (vách đá, vực sâu)

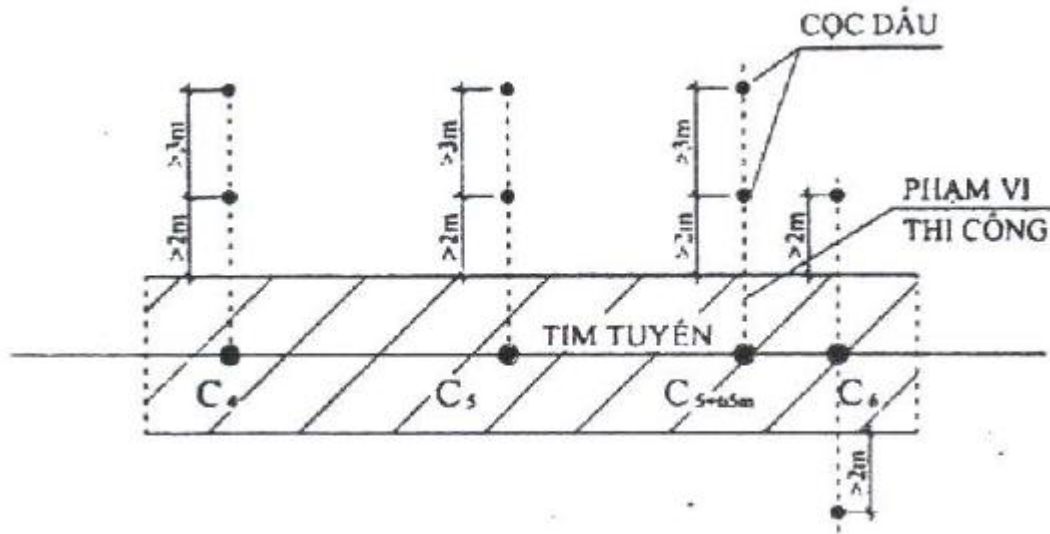
Đề đánh dấu đỉnh D4 ta chôn 3 cọc 1,2,3 trên hướng D4D3 kéo dài và 4,5,6 trên hướng D4D5 kéo dài.

d. Đánh dấu hướng tuyến: Chôn 3 cọc A', B', C' tạo thành đường song song với tuyến D4D5 thỏa mãn điều kiện

$$\begin{aligned} AB > BC, & \quad \leftrightarrow \\ AB < 2BC, & \quad \blacktriangle \\ AC > \frac{2}{3} D4D5, & \quad \blacktriangle \end{aligned} \quad (2-28)$$

Các cọc đầu cố định đỉnh chuyên và hướng tuyến phải cách phạm vi thi công ít nhất 5m, cách cọc đỉnh và cách nhau 10-20m, được xác định bằng máy kinh vĩ và thước thép.

2. Đánh dấu cọc chi tiết (cọc 100m và cọc phụ)



- Nếu thi công cơ giới: Đánh dấu cọc 100m và cọc phụ bằng 2 cọc đầu ∞ hướng tuyến một bên hoặc hai bên, cách nhau > 3m và cách phạm vi thi công > 2m
- Nếu thi công thủ công : Không cần đánh dấu cọc chi tiết, chỉ cần để lại ụ đất xung quanh cọc (đường kính ε 0.5m, mái dốc < 1:0.5)

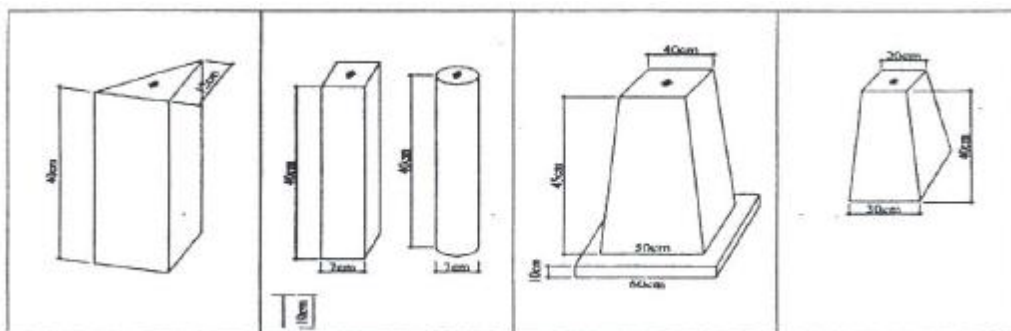
B. Cấu tạo các loại cọc

1. Trong bước khảo sát lập báo cáo nghiên cứu tiền khả thi và báo cáo nghiên cứu khả thi :

Đóng các cọc bằng gỗ hoặc cừ tràm.

2. Trong bước khảo sát lập thiết kế kỹ thuật và bản vẽ thi công :

- Cọc đỉnh, cọc đầu đỉnh, cọc móc cao độ : làm bằng bê tông, mặt cắt hình tam giác cạnh 12cm, dài 40cm (hình 1)



- **Cọc tim tuyến** (cọc 100m, cọc phụ) :
 - Cho đường mới : cọc vuông bê tông 7cm x 7cm x 70cm
cọc tròn bê tông $\varnothing = 7\text{cm}$, dài 40cm (hình 2)
 - Cho đường hiện hữu : Đinh sắt $\varnothing = 1,5\text{cm}$, dài 10cm đóng chìm xuống đường có “cọc báo” như cọc tim đường mới.
- **Mốc toa đô và cao độ hạng IV (GPS hạng IV)** : Mốc bê tông mặt 40cm x 40cm, đáy 50cm x 50cm, cao 45cm. Đặt trên bệ mốc 60cm x 60cm x 10cm (hạng 3)
- **Mốc đường chuyên cấp 2 (Mốc độ cao cấp kỹ thuật)**: Mốc bê tông, mặt 20cm x 20cm, đáy 30cm x 30cm, cao 40cm, không có bệ mốc (hình 4).

§ 2-5 KHÔI PHỤC TUYẾN ĐƯỜNG

A. Lý do

Khoảng thời gian giữa khảo sát thiết kế tuyến và bắt đầu xây dựng tuyến ngoài thực địa khá dài nên một số cọc chuyển, các cọc 100m và cọc phụ có thể bị hư hỏng mất mát trước khi thi công phải khôi phục tuyến đường.

B. Nội dung công tác

1. Khôi phục các cọc 100m, đo kiểm tra chiều dài giữa các đỉnh chuyển, góc chuyển hướng và cắm chi tiết các đường cong.
2. Đo kiểm tra cao độ các mốc cơ sở độ cao và các điểm cọc 100m, tăng dày các mốc thủy chuẩn thi công.
3. Đánh dấu tuyến và chuyển những mốc đánh dấu ra ngoài khu vực đào đất.
4. Sửa đổi và hoàn chỉnh vị trí tuyến.

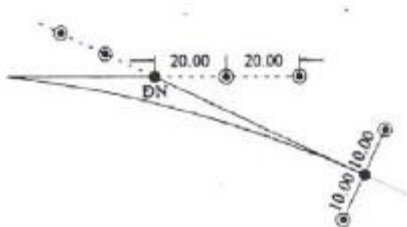
C. Cơ sở khôi phục tuyến đường

1. Tuyến đã chọn và đánh dấu trên thực địa trong giai đoạn khảo sát chi tiết.
2. Các tài liệu thiết kế thi công bao gồm bình đồ, mặt cắt tuyến, các số liệu về đường thẳng và đường cong, sơ đồ đánh dấu tuyến.

D. Quá trình tiến hành

1. Tìm và khôi phục các đỉnh chuyển

- Nếu đỉnh chuyển bị mất và các điểm đánh dấu cũng không còn thì khôi phục đỉnh chuyển bằng cách sau đây :



*Đo khoảng cách từ các địa vật cố định (ghi trong sơ đồ đánh dấu mốc)

*Giao hội góc thuận từ 2 đỉnh lân cận (theo trị số góc thiết kế)

- Nếu các mốc chuyển (và các mốc đánh dấu) bị mất đầu hàng loạt liên tiếp không khôi phục được thì phải định tuyến lại theo trị số góc và khoảng cách thiết kế.
 - Đồng thời với việc khôi phục đỉnh chuyển, xác định lại các góc chuyển và so với góc thiết kế.
- #### 2. Đo kiểm tra khoảng cách của các cọc 100m và cọc phụ

Nếu phát hiện sai lầm (sai 1 lần thước) hoặc sai số tích lũy lớn trong kết quả đo dài bố trí các cọc 100m và cọc phụ khi định tuyến ngoài trời thì không đóng lại (nhưng cần ghi chú lại số hiệu cọc, khoảng cách cần hiệu chỉnh cọc) và sẽ coi cọc sai là cọc phụ để chuyển độ cao thi công trong bản thiết kế tương ứng với độ cao thực địa.

3. Cắm chi tiết các đường cong chuyển tiếp và đường cong tròn

Các điểm chi tiết cách nhau $20m$ nếu $R \geq 500m$
 $10m$ nếu $R < 500m$

4. Đánh dấu tuyến đường

Sau khi đã khôi phục các điểm chuyển, các cọc 100m và các cọc phụ tiến hành đánh dấu tuyến đường.

- Định chuyển, chỗ vượt sông, chỗ giao với đường ô tô hoặc xe lửa đóng bằng cột bê tông dài 40cm, mặt tam giác đều cách 12cm (xem § 2-7)
- Các cọc 100m, cọc phụ, các điểm chính và điểm chi tiết đường cọc đóng bằng cọc bê tông 7cm x 7cm x 40cm.

Các cọc phải được đóng ngoài vùng đào đắp đất để tồn tại trong suốt thời gian thi công.

5. Đo kiểm tra độ cao các cọc mốc và bố trí thêm (tăng dày) các mốc độ cao thi công

- Đo kiểm tra các độ cao các mốc cố định (20-30Km), các mốc tạm thời (2-3Km) tất cả các cọc 100m và cọc phụ.
- Tăng dày các mốc độ cao thi công (cách 4-5 cọc 100m – khoảng 400-500m 1 điểm)
- Cắm bổ các trắc ngang tại vị trí có độ dốc ngang $i > 10\%$ (6_0) để tính khối lượng đào đất chính xác hơn.

6. Độ chính xác đo đạc khôi phục tuyến đường

Tương tự như định tuyến trong giai đoạn khảo sát thiết kế chi tiết.

Tất cả những thay đổi của tuyến khi khôi phục tuyến trước khi thi công phải chuyển đến đơn vị thiết kế xem xét giải quyết.

Phần III

**GIÁM SÁT CÔNG TÁC TRẮC ĐỊA
XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH CẦU**

§ 3-1 NHIỆM VỤ CỦA CÔNG TÁC TRẮC ĐỊA XÂY DỰNG CẦU

Nhiệm vụ:

- Cung cấp tài liệu đo đạc địa hình và thủy văn cho thiết kế.
- Chuyển thiết kế ra hiện trường.
- Đo vẽ hoàn công.
- Đo biến dạng công trình.

A. Công tác trắc địa trong giai đoạn thiết kế cầu

1. Trong giai đoạn lập báo cáo nghiên cứu tiền khả nghi

- Cung cấp bản đồ địa hình khu vực tuyến đường có cầu cho thiết kế tỉ lệ 1: 50000 – 1: 25000 (hoặc 1: 10000)

2. Trong giai đoạn báo cáo nghiên cứu khả thi và thiết kế kỹ thuật

- Cung cấp bản đồ khu vực cầu TL 1:10000 hoặc 1: 5000 cho thiết kế.
- Đo đạc thủy văn cung cấp cho thiết kế các tài liệu : độ dốc mặt nước hướng và tốc độ dòng chảy, bản đồ địa hình đáy sông, mặt cắt thủy văn khu vực xây dựng cầu.

3. Trong giai đoạn thiết kế thi công

- Đo vẽ cung cấp cho thiết kế bản đồ địa hình TL 1: 2000 hoặc 1: 1000, 1: 500 địa điểm xây dựng cầu.
- Xác định độ dài cầu chính, bổ sung các tài liệu về đo đạc thủy văn, xác định vị trí các hố khoan địa chất công trình thể hiện trên bản đồ.

B. Công tác trắc địa trong giai đoạn thi công cầu

1. Lập lưới cơ sở tọa độ và độ cao thi công cầu

- Để bố trí tâm móng và tâm trụ cầu
- Lưới tọa độ độc lập, lưới độ cao móc nối vào lưới quốc gia.

2. Bố trí tâm móng và tâm trụ cầu, đo vẽ hoàn công các móng và trụ cầu

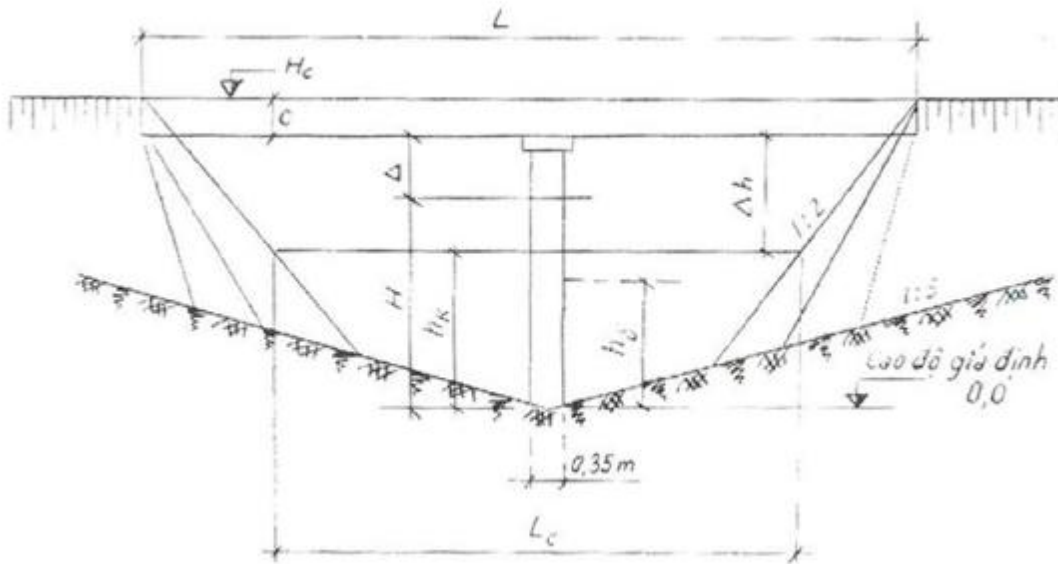
- #### **3. Theo dõi công tác lắp ráp cầu và giàn cầu :** kiểm tra vị trí gối cầu, độ thẳng hàng của các thanh dầm cọc, độ nghiêng của các thanh dầm đứng, độ cong thi công của giàn cầu và độ lệch của trục hình học giàn cầu so với trục chính của trụ cầu.

C. Công tác trắc địa trong giai đoạn sử dụng cầu

1. Xác định độ lún của các trụ cầu

- #### **2. Xác định độ chuyển dịch của cầu theo 2 hướng dọc và ngang cầu (theo hướng dòng nước).**

§ 3-2 KHẢO SÁT VỊ TRÍ XÂY DỰNG CẦU VƯỢT SÔNG



A. Các công tác khảo sát

1. Khảo sát địa hình

- Vạch phương án tuyến đường đến bờ sông kết hợp với việc chọn chỗ vượt sông (đóng cọc đánh dấu).
- Xác định độ dài chỗ vượt sông, đo nối điểm đánh dấu chỗ cầu vượt sông vào các cọc lộ trình.
- Xây dựng lưới khống chế tọa độ cơ sở phục vụ đo vẽ bản đồ
- Lập lưới khống chế độ cao (chuyên độ cao qua sông)
- Đo vẽ bình đồ trên bờ và dưới đáy sông

2. Khảo sát thủy văn công trình

- Xác định cao độ các mực nước sông đặc trưng (thấp nhất, mực nước lũ cao nhất trong lịch sử và trong thời gian khảo sát)
- Đo lưu tốc, lưu hướng của dòng chảy
- Xác định tiết diện ướt, tính lưu lượng

3. Khảo sát địa chất công trình

- Đo vẽ địa chất diện rộng vùng vượt sông
- Thăm dò chi tiết địa chất chỗ vượt sông, lập mặt cắt địa hình (trên bờ, dưới sông)
- Thăm dò chỗ khai thác vật liệu xây dựng (đất, đá, cát)

B. Chọn vị trí chỗ vượt sông

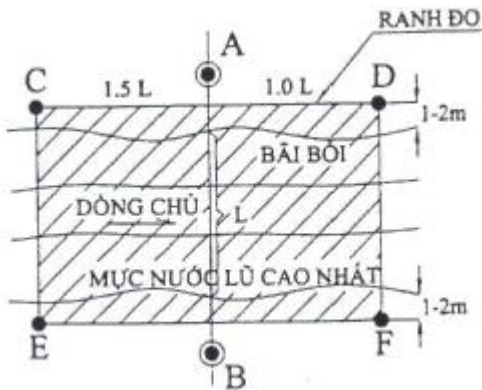
1. Đoạn sông thẳng, dòng chảy chính và bãi bồi song song nhau, bãi hẹp đất, không có sông nhánh, không có bãi cạn hoặc đảo, tránh chỗ lòng sông ngoặt đột ngột.
2. Tim cầu phải vuông góc dòng chảy, có thể lệch $<10^\circ$ trong trường hợp đặc biệt, lệch 5° ở sông có nhiều tàu bè qua lại.
3. Nơi có điều kiện địa chất thuận lợi, có lớp đá gốc gần mặt đất, lòng sông ổn định, tránh nơi trượt lở.

4. Vị trí cầu và đường lên cầu đã chọn phải được cố định bằng mốc bê tông và xác định lý trình.

C. Đo vẽ chỗ cầu vượt sông

1. Đo vẽ bình đồ vùng vượt sông

- Phạm vi đo vẽ (xem hình vẽ)



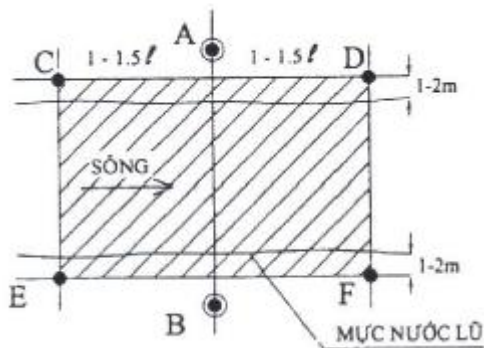
L : Chiều rộng sông lúc nước lũ cao nhất

- Ti lệ đo vẽ: 1:5000 sông rộng < 50m
1:10000 sông rộng > 500m
- Hệ thống toạ độ giả định (lấy trục AB làm trục YZ), hệ thống cao độ quốc gia (nhất thiết)
- Nội dung bình đồ: địa vật, dáng đất (đặc trưng: vị trí sụt lở, vực bãi bồi, mũi đất, công trình trên sông, bến tàu, bến phà...), các trạm thủy văn, các phương án chỗ vượt sông, ranh nước lũ cao nhất trong lịch sử và ranh nước lũ trong thời gian khảo sát, hướng dòng chảy.
- Bình đồ vùng vượt sông được sử dụng để thiết kế kỹ thuật, thiết kế tổ chức thi công, thiết kế lưới tọa độ cơ sở thi công

2. Đo vẽ bình đồ khu vực xây dựng cầu

- Phạm vi đo vẽ (xem hình vẽ)

l : Khẩu độ thoát nước của cầu (tổng chiều dài các nhịp tính)



- Ti lệ đo vẽ:
1:500 (h = 0,5m) Sông nhỏ, cầu ngắn
DT < 10ha
1:1000 (h = 0,5m) Cầu dài 300-500m
DT < 50ha

1:2000 (h = 1,0m)

Cầu dài > 500m

DT > 50ha

- Sử dụng hệ thống toạ độ và cao độ khi đo vẽ vùng vượt sông
- Dùng để thiết kế chi tiết lập bản vẽ thi công cầu và đường lên cầu.

§ 3-3 XÁC ĐỊNH ĐỘ DÀI CHỖ CẦU VƯỢT SÔNG

A. Khái niệm chung

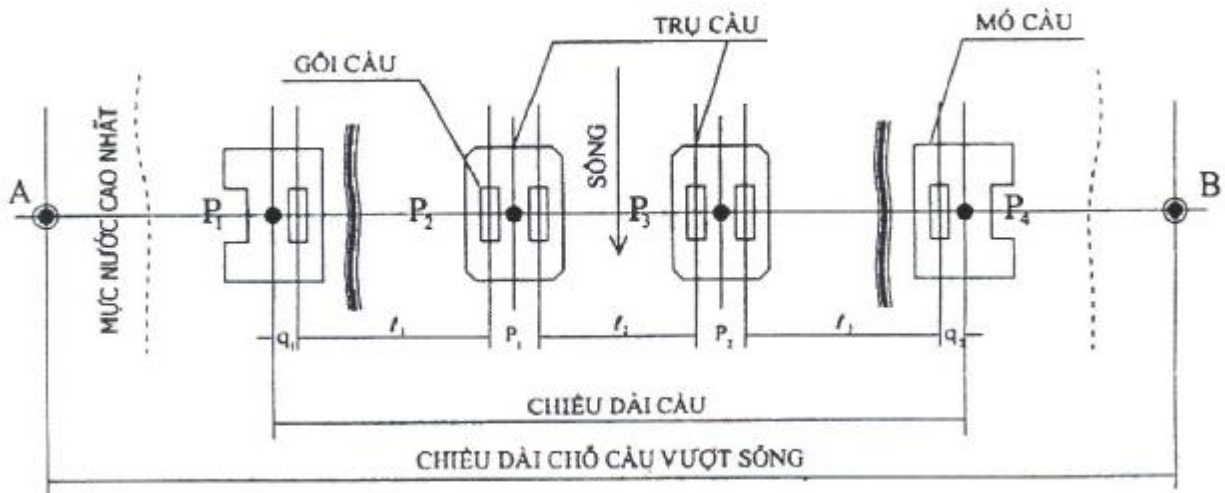
- **Định nghĩa** : Độ dài chỗ cầu vượt sông là khoảng cách giữa 2 điểm cố định nằm ở hai bên bờ sông, ngoài vùng ngập, đánh dấu vị trí tìm cầu tương lai (Điểm A và B ở hình vẽ trước)
- Hai điểm này được đo nối với các điểm tọa độ cơ sở và các cọc lộ trình của tuyến đường để xác định vị trí tương đối của cầu tương lai với địa hình địa vật và với tuyến đường.

B. Trong giai đoạn khảo sát

- Yêu cầu các định độ dài chỗ cầu vượt sông với độ chính xác không quá 1:5000
- Trước đây sử dụng các phương pháp đo dài gián tiếp: thị sai Đanhilốp, thị sai đáy ngắn sử dụng mia Bala. Ngày nay: đo dài điện quang.

C. Trong giai đoạn xây dựng cầu

Độ chính xác định độ dài chỗ cầu vượt sông phụ thuộc vào độ chính xác xây dựng cầu (sai số chế tạo và lắp ráp các kết cấu nhịp)



- Chiều dài cầu được tính theo công thức (xem hình)

$$L = \sum_{i=1}^n l_i + \sum_{i=1}^{n-1} p_i + (q_1 + q_2) \quad (3-1)$$

l_i : Chiều dài tính toán từng kết cấu nhịp

p_i : Khoảng cách giữa 2 trụ gối

q : Khoảng cách giữa trục gối và tim mố cầu
 n : Số nhịp cầu

- Sai số trung phương xác định chiều dài cầu
- Từ (3-1) ta có:

$$m_{L2} = \sqrt{\sum_{l=1}^n m_{l2}^2 + (n-1)m_{2p}^2 + 2m_{q2}^2} \quad (3-2)$$

$m_{li} = \frac{l_i}{T}$ - Sai số trung phương chế tạo và lắp ráp các kết cấu nhịp

Đối với cầu có kết cấu phức tạp $T = 10000$

Đối với cầu có kết cấu đơn giản $T = 6000$

m_p - SSTP vị trí tương hỗ theo hướng dọc giữa 2 tim gối kế nhau trên 1 trụ.

$$m_p = 0,5\sqrt{2} \text{ cm}$$

(vì các gối cầu được bố trí từ tâm trụ cầu về 2 phía và sai số lắp đặt gối cầu là 0,5cm)

m_q - Sai số trung phương bố trí gối cầu từ tâm mố cầu bằng 0,5cm.

Thay các trị số m_{li} , m_p , m_q vào công thức (3-2) ta được:

$$m_L = \sqrt{\sum_{l=1}^n \left(\frac{l_i}{T} \right)^2 + (n-1) \left(0,5\sqrt{2} \right)^2 + 2(0,5)^2}$$

$$m_L = \sqrt{\sum_{l=1}^n \left(\frac{l_i}{T} \right)^2 + (n-1)0,5 + 0,5}$$

$$m_L = \sqrt{\sum_{l=1}^n \left(\frac{l_i}{T} \right)^2 + 0,5n} \quad (3-3)$$

Ví dụ: Cầu có 12 nhịp ($n = 12$), chiều dài trung bình của nhịp là 100m, thuộc loại có kết cấu phức tạp

$$m_L = \sqrt{12 \left(\frac{10000}{10000} \right)^2 + 0,5 \cdot 12} = 4,2 \text{ cm}$$

Độ chính xác xác định chiều dài cầu cũng là độ chính xác xác định chỗ cầu vượt sông
Sai số tương đối sẽ là:

$$\frac{m_L}{L} = \frac{4,2 \text{ cm}}{120000} = \frac{1}{28571} \quad (3-4)$$

Đo bằng máy đo dài điện quang

§ 3-4 LƯỚI TỌA ĐỘ CƠ SỞ THI CÔNG CẦU

A. Độ chính xác

- Sai số trung phương vị trí điểm tâm trụ cầu được xác định từ các điểm trắc địa cơ sở

$$m_{tc} \delta \pm 20mm \quad (3-5)$$

- Từ đó, sai số trung phương vị trí điểm lưới tọa độ cơ sở

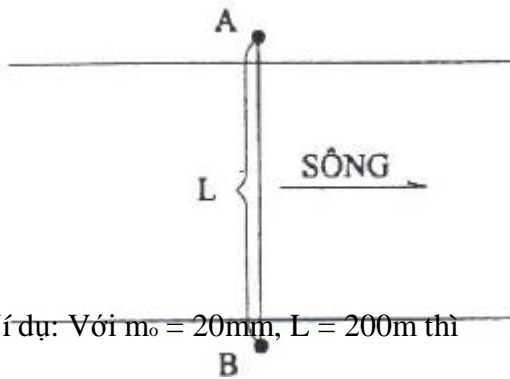
$$M = \frac{m_{tc}}{2} \cdot \frac{\pm 20mm}{2} = \pm 10 mm \quad (3-6)$$

- Suy ra sai số trung phương thành phần $m_x = m_y = \frac{10}{\sqrt{2}} = \pm 7 mm \quad (3-7)$

B. Hình thức lưới

1. Đo khoảng cách giữa hai điểm đánh dấu tim cầu.

Khi xây dựng cầu cỡ trung bình và nhỏ để làm cơ sở thi công cần đo chính xác khoảng cách giữa hai điểm đánh dấu tim cầu ở hai bên bờ sông với độ chính xác được tính theo:



$$\frac{l}{l'} = \frac{m_0}{\sqrt{2}L} \quad (3-8)$$

m_0 – SSTP xác định tâm trụ cầu
L – Chiều dài chỗ cầu vượt sông

Ví dụ: Với $m_0 = 20mm$, $L = 200m$ thì

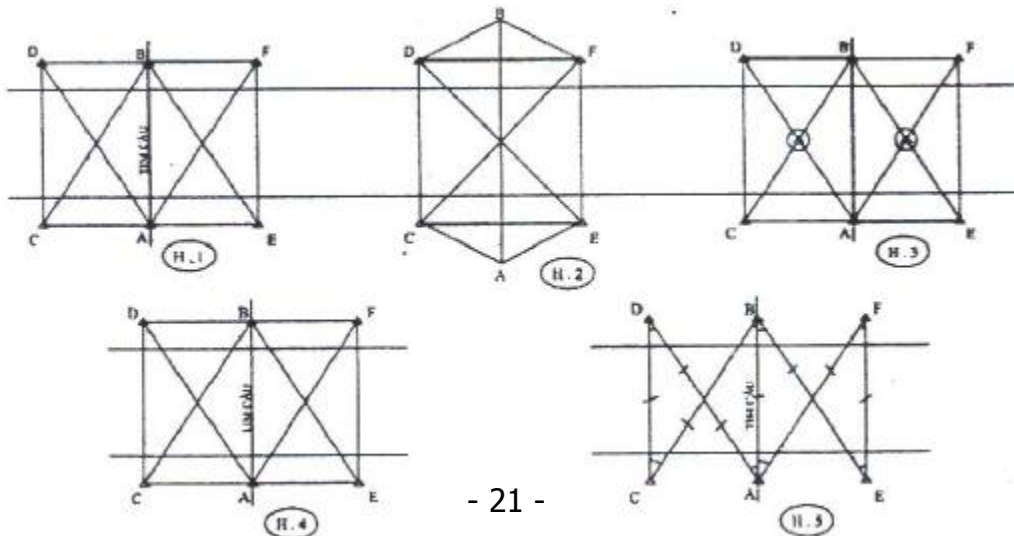
$$\frac{l}{l'} = \frac{20}{\sqrt{2} \cdot 200000} = \frac{1}{14000} \quad (3-9)$$

Đo bằng máy đo dài điện quang

2. Lưới tam giác thi công cầu:

a. Các dạng lưới:

- Lưới đo góc:
 - Lưới tứ giác trắc địa kép (H.1)
 - Lưới tứ giác trắc địa + 2 lưới tam giác (H.2)
 - Lưới trung tâm kép (H.3)
- Lưới tứ giác trắc địa đo cạnh kép (H.4)
- Lưới tứ giác chéo đo góc cạnh (H.5)



- Việc chọn dạng lưới tam giác thi công cầu xuất phát từ yêu cầu bố trí tâm các trụ cầu từ các điểm của nó bằng phương pháp giao hội góc thuận đảm bảo độ chính xác $m_0 = 20\text{mm}$
- Dù ở dạng nào các góc trong tam giác nên $> 27^\circ$.
- Tỷ số giữa cạnh trên bờ (ví dụ AE) với cạnh qua sông AB được gọi là độ dẹt l và tốt nhất là bằng 0,5:

$$l = \frac{AE}{AB} = 0,5 \quad (3-10)$$

b. Độ chính xác đo góc, cạnh trong lưới tam giác đo góc

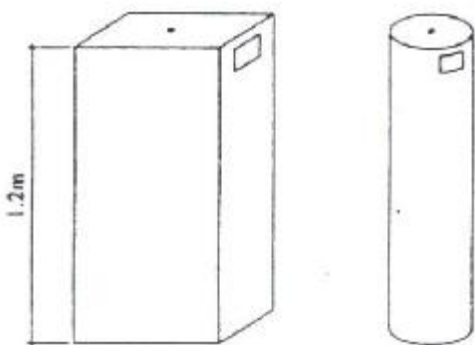
* $m_{\odot} = 1'' \mid 2''$ (Độ chính xác cao, cạnh ngắn, có cạnh đo dọc sông)

$$\dagger \frac{m_b}{b} : \frac{1}{200000} \mid \frac{1}{300000}$$

Trước đây đo bằng dây Inva, bây giờ đo bằng đo dài điện quang

C. Một số đặc điểm cần lưu ý:

1. Đo yêu cầu độ chính xác đo góc cao ($1'' \mid 2''$), cạnh lại ngắn nên phải lưu ý đến sai số định tâm máy và định tâm bản ngắm T_M làm mốc định tâm trực tiếp bằng bê tông hoặc ống thép.

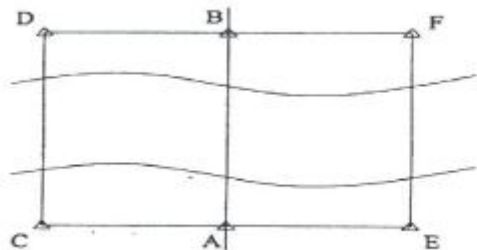


2. Lưới được sử dụng để bố trí công trình tính theo hệ tọa độ giả định lấy tim cầu làm trục X và điểm A đầu tim cầu làm gốc tọa độ.

3. Hạn chế ảnh hưởng của chiết quang ngang bằng cách:

- Nâng tia ngắm lên khỏi mặt đất $> 2\text{m}$
- Thay đổi thời gian đo góc: Ban ngày, ban đêm, lúc trời râm mát, gió nhẹ.

4. Lưới tam giác thi công cầu được bình sai chặt chẽ và tính toán theo lưới độc lập lấy tim cầu làm trục X và điểm A của tim cầu làm gốc tọa độ.



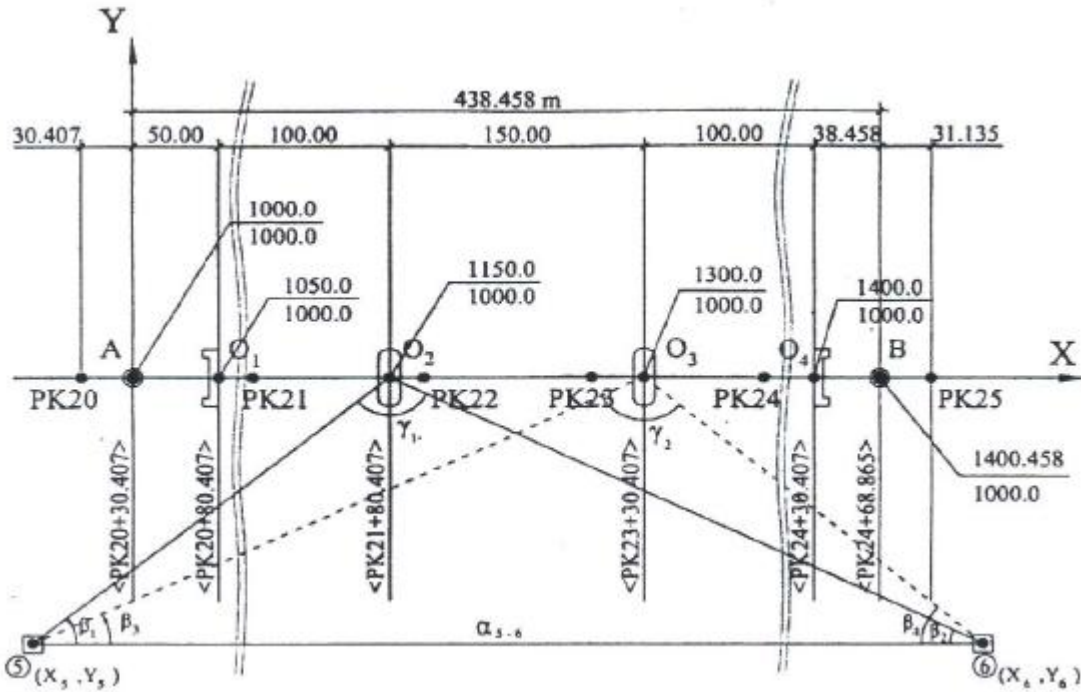
Lưu ý:

Ngày nay sử dụng kỹ thuật GPS (hệ thống định vị toàn cầu) để lập lưới cơ sở thi công cầu khá thuận lợi, đơn giản và chính xác.

§ 3-5 BỐ TRÍ TÂM MỐC CẦU VÀ TÂM TRỤ CẦU

A. Phương pháp giao hội góc thuận

1. Lập bản vẽ thi công

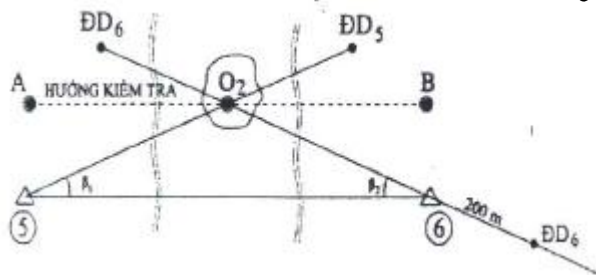


Bản vẽ thể hiện:

- Điểm khởi đầu A, B có đo nối với các cọc lộ trình.
- Các cọc lộ trình
- Lý trình của các mố cầu, trụ cầu
- Tọa độ các điểm A, B, O₁, O₂... O₄ và khoảng cách giữa chúng
- Các điểm tam giác thi công cầu
- Từ điểm tam giác nào bố trí trụ cầu nào với trị số các góc giao hội ít nhất từ 3 điểm trong đó có 2 điểm tam giác và 1 điểm A hoặc B.

2. Tiến hành bố trí

a. Trường hợp sông cạn, hẹp



- **Bố trí:**

- Bố trí sơ bộ O₂ để đắp thành đảo nhỏ.
- Bố trí chính xác tâm trụ cầu O₂ bằng phương pháp giao hội góc thuận, xác định để đánh dấu điểm bằng bảng ngắm cố định tâm quang học.
- Giao hội bằng hai vị trí ống kính, dời xuống đất được 2 điểm, xác định điểm giữa O₂.

Kiểm tra bằng máy kinh vĩ xem O₂ đã bố trí có nằm trên hướng AB ?

- Nếu độ lệch < 1,5 – 2,0cm ⇒ dời lên xuống AB
- Nếu độ lệch > 1,5 – 2,0cm ⇒ Chính xác hóa bằng phương pháp tam giác

• Đánh dấu hướng giao hội:

Để tiện khôi phục tâm O_2 khi cần thiết, ta đánh dấu các hướng giao hội bằng cách: Đóng thêm điểm (ĐD6) bên kia bờ hoặc cùng bờ với điểm đứng máy (6)

• Ước tính độ chính xác góc giao hội

Sử dụng công thức:

$$M_{gh2} = \frac{m_{\odot}^2 (l_1 + l_2)}{2} + m_{\square 6}^2 \left(\frac{1}{1 + l_{22}} \square \frac{1}{l_1 l_2 \cos \odot} \right) \quad (3-11)$$

Trong đó:

l_1, l_2 : Chiều dài cạnh giao hội

m_{\odot} : Sai số trung phương bố trí góc giao hội

\odot : Góc giao hội

$m_{\square 6}$: Sai số trung phương vị trí tương hỗ giữa 2 điểm góc 5 và 6:

Bằng sai số trung phương vị trí một điểm 5 hoặc 6.

Nếu: $\odot = 90^\circ$, $l_1 = l_2 = l$ và $b_2 = 2l_2$, $l_{12} + l_{22} \square l_1 l_2 \cos \odot = l_2$, $\cos \odot = 1$ thì công thức (A) sẽ có dạng:

$$M_{gh2} = \frac{m_{\odot}^2}{2} b_2 + \frac{1}{2} m_{\square 6}^2 \quad (3-12)$$

Từ (3-12) ta được công thức tính sai số trung phương bố trí góc giao hội:

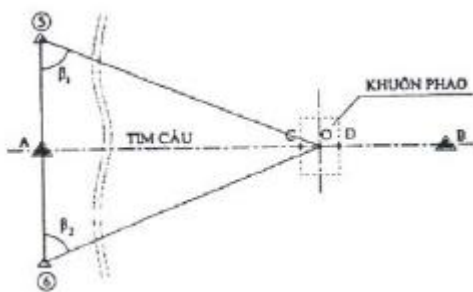
$$m_{\odot} = \frac{b_2}{b} \sqrt{M_{gh2} \square \frac{1}{2} m_{\square 6}^2} \quad (3-13)$$

Ví dụ:

$b = 1200m$, $m_{\square 6} = 10mm$, $M_{gh} = 20mm$ TM $m_{\odot} = 3''$,2

TM Để đảm bảo bố trí tâm trụ cầu với độ chính xác 20mm ta phải bố trí góc giao hội với $m_{\odot} = \pm 3''$

b. Trường hợp sông rộng và sâu:



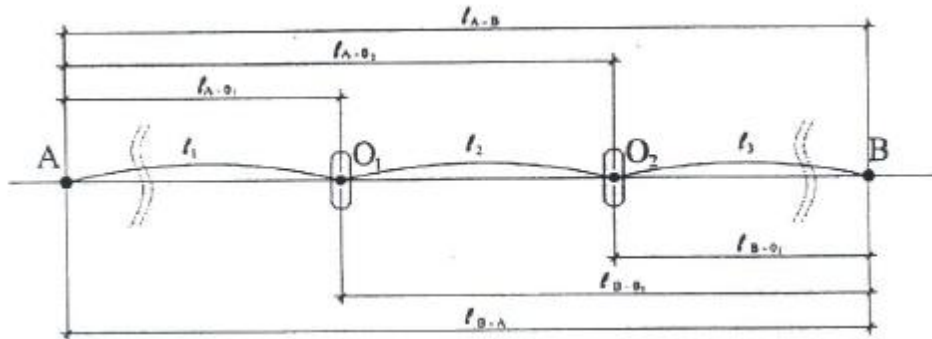
- Đầu tiên khuôn phao được kéo đến vị trí thi công.
- Hai máy kinh vĩ đặt tại hai điểm toạ độ cơ sở 5,6. Bằng hai vị trí ống kính mở các góc giao hội $\odot K \odot_2$, điều khiển cho tâm O của khuôn phao vào đúng vị trí tâm trụ thiết kế (sử dụng bộ đàm).
- Máy kinh vĩ thứ 3 đặt tại A ngắm chuẩn về B điều khiển đưa trục ngang CD của khuôn phao trùng hướng tim cầu AB.
Trong thời gian thi công cầu công việc trên cần thường xuyên lặp lại để hướng dẫn và kiểm tra quá trình thi công.

B. Phương pháp bố trí trực tiếp

1. Bằng thước thép chính xác

Khi bố trí cầu trên can sử dụng thước thép chính xác (kiểm nghiệm thước, đo nhiệt độ, căng thước bằng lực kế, đo trên sàn công tác nằm ngang...) bố trí các khoảng cách thiết kế giữa các tâm trụ cầu từ điểm khởi đầu A theo tim cầu.

3. Bằng máy đo dài điện quang.



Đầu tiên trên hướng AB bố trí sơ bộ tâm các trụ cầu để đắp đảo nhỏ hoặc đóng cọc bê tông. Sau đó bố trí chính xác khoảng cách nằm ngang lần lượt từ A đến các điểm O_1, O_2 và B. Để kiểm tra đem máy sang B lần lượt đo các khoảng cách nằm ngang đến các điểm O_1, O_2, A . Theo hiệu số các khoảng cách đo được tính độ dài các nhịp cầu, so sánh với độ dài thiết kế, nếu không vượt quá trị số cho phép thì cố định tâm mố, trụ cầu chính thức để chuyển sang bố trí chi tiết mố trụ cầu.

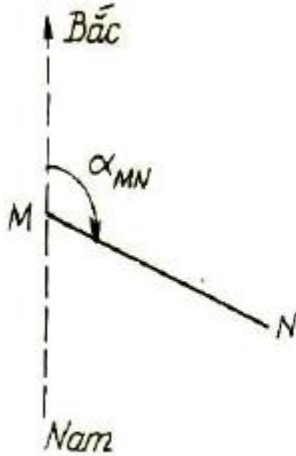
Phần IV

**NHỮNG VẤN ĐỀ CƠ BẢN TRONG CÔNG TÁC
GIÁM SÁT TRẮC ĐỊA**

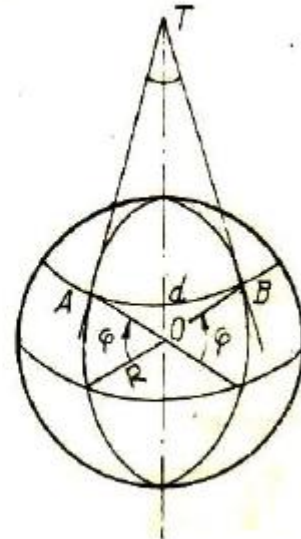
§ 4-1 GÓC PHƯƠNG VỊ & PP ĐỊNH HƯỚNG ĐƯỜNG THẲNG

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

1. **Góc phương vị của một đường thẳng:** là góc kể từ hướng Bắc của đường kinh tuyến tính thuận chiều kim đồng hồ tới đường thẳng đó.



HÌNH 2 - 5



HÌNH 2 - 6

Trên hình 2 – 5, góc phương vị của đường MN là α_{MN} . Góc phương vị biến thiên từ 0° tới 360° .

2. **Góc thu hẹp kinh tuyến γ :** Xét 2 điểm A và B trên mặt đất có cùng vĩ độ φ vì các đường kinh tuyến gặp nhau ở 2 cực của quả đất nên các kinh tuyến qua A và B không song song với nhau mà hợp với nhau một góc γ (hình 2 – 6). Góc γ được gọi là góc thu hẹp kinh tuyến.

Vì $AB = d$ là một cung rất nhỏ so với kích thước của quả đất nên có thể coi AB là một cung của vòng tròn tâm T bán kính AT, vì thế:

$$\gamma = \frac{d}{AT}$$

Xét tam giác vuông góc ATO vuông tại A, ta có:

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

Vậy $\gamma = \frac{1}{R} \cdot \operatorname{tg} \varphi$

Tại vùng Hà Nội ($\varphi = 21^\circ$), với $d = 1 \text{ km}$ thì

$$\gamma'' = \frac{1}{6371} \cdot \operatorname{tg} 21^\circ \cdot 206265'' = 12''/\text{km}$$

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

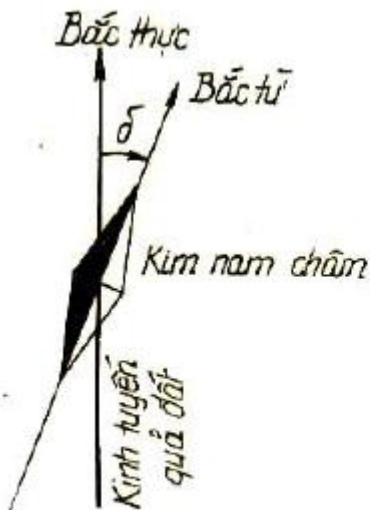
3. Góc phương vị thực và góc phương vị từ :

Góc phương vị lấy kinh tuyến của quả đất là căn cứ gọi là **góc phương vị thực**. Muốn có góc phương vị thực của một đường thẳng phải tiến hành đo đạc thiên văn.

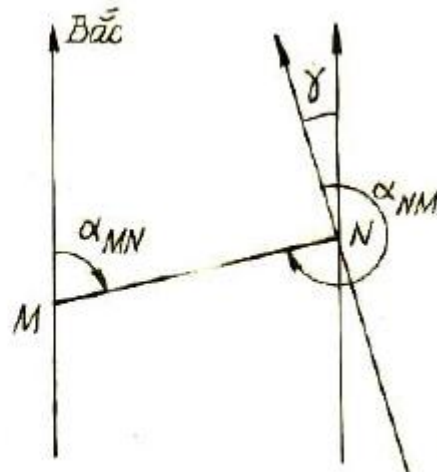
Qua nghiên cứu về tính chất của một kim nam châm mỏng, nhẹ dao động tự do trên một trục thẳng đứng, người ta thấy rằng khi kim đứng im, trục kim nằm theo một hướng cố định; phương của trục kim gọi là phương của đường kinh tuyến từ (hình 2 – 7). Vậy **Góc phương vị từ của một đường thẳng** là góc kể từ hướng Bắc của đường kinh tuyến từ, tính thuận chiều kim đồng hồ tới đường thẳng đó.

Kinh tuyến từ và kinh tuyến thực không trùng nhau mà tạo với nhau thành một góc δ , góc lệch δ gọi là độ từ thiên. Nếu kim nam châm lệch sang phía đông của kinh tuyến thực, δ có tên gọi là “**góc từ thiên đông**”; nếu lệch sang phía tây, δ có tên gọi “**góc từ thiên tây**”.

Độ từ thiên δ biến động theo vị trí địa lý của điểm mặt đất, theo tình hình hoạt động của núi lửa, động đất, tình hình xuất hiện các vết đen trên mặt trời. Giá trị và dấu của δ thường được ghi chú vào dưới mỗi tấm bản đồ: đó là giá trị trung bình của δ trong vùng nằm trong giới hạn tờ bản đồ.



HÌNH 2 - 7



HÌNH 2 - 8

§ 4-2 KHÁI NIỆM VỀ SAI SỐ

Các dạng đo và sai số đo

Muốn biết giá trị một đại lượng nào đó như chiều dài một đoạn thẳng hay độ lớn của một góc, phải tiến hành đo, đó chính là quá trình so sánh đại lượng.

Trong thực tế có khi không thể hay không tiện so sánh trực tiếp đại lượng cần đo với đơn vị cùng loại. Khi đó người ta đo trực tiếp những đại lượng liên quan rồi tính ra đại lượng cần tìm. Chính vì thế mà trong trắc địa người ta chia làm hai dạng đo.

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

Kết quả mỗi lần đo một đại lượng chỉ là giá trị gần đúng của nó. Độ lệch của giá trị đo được và giá trị đúng của chính đại lượng đó gọi là sai số đo. Nếu gọi X là giá trị thực (giá trị đúng) và l là giá trị đo thì $\Delta = l - X$ sẽ là sai số thực của kết quả đo l của đại lượng đó.

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

Nếu đường kính d có sai số là ΔD thì chu vi vòng tròn L sẽ có sai số là ΔL , cụ thể là

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

Do đó $\Delta L = \pi \Delta D$

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

§ 4-3 NHỮNG NGUYÊN NHÂN SINH RA SAI SỐ VÀ CÁCH PHÂN LOẠI SAI SỐ

1. Nguyên nhân sinh ra sai số

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

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

b. Do người đo. Nguyên nhân này chủ yếu là do giác quan của người đo gây nên.

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

2. Phân loại sai số

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

Theo tính chất của sai số đo, ta có thể chia sai số ra làm 3 loại:

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

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

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

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

$$\Delta l = \alpha l (25^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})$$

trong đó α là hệ số nở dài của thước và l là chiều dài của thước.

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

c. *Sai số ngẫu nhiên* – Sai số này sinh ra do những nguyên nhân khác nhau tác động đến kết quả đo theo những chiều hướng và độ lớn khác nhau. Vì thế sai số ngẫu nhiên xuất hiện không có qui luật nhất định. Ví dụ khi đo chiều dài bằng thước thép thì ngoài nguyên nhân do thước sai hay kém chính xác, nhiệt độ lúc đo khác lúc kiểm nghiệm còn có thể có nguyên nhân khác nữa là lực kéo thước không đều hay không đúng với lực cân và đủ để làm căng thước, thước được kéo trên đất bằng phẳng hay gồ ghề, gió thổi mạnh hay yếu, người đọc số đo ở 2 đầu thước có kịp thời và chính xác hay không v.v... Tất cả những nguyên nhân đó tác động đồng thời trong khoảnh khắc lên số đọc ở 2 đầu thước theo những chiều hướng và độ lớn khác nhau. Chính vì thế mà ta không thể biết được sai số ngẫu nhiên sẽ xuất hiện như thế nào, nên không thể có biện pháp loại trừ sai số ngẫu nhiên. Như vậy sai số ngẫu nhiên là sai số không thể tránh được trong kết quả đo. Nó đóng vai trò quyết định độ chính xác của kết quả đo. Sai số tuy xuất hiện trong các kết quả không có qui luật nhưng khi nghiên cứu nhiều dãy kết quả đo có số lần đo khá lớn thì thường có sai số ngẫu nhiên tuân theo luật thống kê và có những tính chất đặc biệt là:

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

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

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

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

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

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

Trong sai số thường dùng dấu tổng trị số là $[\Delta]$ thay dấu Σ

§ 4-4 TIÊU CHUẨN ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐO TRỰC TIẾP

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

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

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

hay là

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

2. Sai số trung phương ta có bình phương sai số trung phương là trị trung bình của bình phương các sai số thực trong dãy đo, nghĩa là

$$m_2 = \frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}$$

hay là

$$m_2 = \frac{[\Delta^2]}{n}$$

Do đó

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

Sai số trung phương cũng như sai số trung bình đều là sai số đại diện cho mỗi lần đo. Thực tế, trong một dãy đo thì kết quả đo thứ nhất có sai số là Δ_1 , kết quả thứ hai $-\Delta_2$, v.v... nhưng nhìn chung thì mỗi kết quả đo đều có sai số là m hay θ . Vì thế khi so sánh kết quả đo của đại lượng này với kết quả đo của một đại lượng khác hay so sánh kết quả của nhóm này với kết quả đo cũng đại lượng đó nhưng của nhóm khác, chúng ta không thể so sánh kết quả của từng lần đo cụ thể với nhau mà chỉ có thể so sánh các đại diện của chúng với nhau mà thôi.

Sai số trung bình và sai số trung phương đều là tiêu chuẩn đánh giá độ chính xác của một dãy đo nhưng sai số trung phương làm nổi bật những sai số có trị số lớn, nghĩa là làm nổi bật được tính tản mạn của kết quả đo hơn, nên được dùng nhiều hơn.

---o0o---

Thay Lời Kết :

Những sai sót trong công tác trắc địa thường dẫn đến những hậu quả nghiêm trọng, những sai lệch về tọa độ dẫn đến việc định vị sai hố móng, sai tim, những sai lệch về cao độ dẫn đến việc lệch lạc không gian kiến trúc, ảnh hưởng đến công tác đào đắp nền hoặc thi công lao lắp cấu kiện...Do đó giám sát công tác trắc địa nói riêng cũng như công tác giám sát thi công nói chung trong xây dựng công trình là một công tác khó khăn và phức tạp đòi hỏi người tư vấn giám sát phải nắm vững kiến thức, có kinh nghiệm thực tế, có đức tính kiên trì và cẩn trọng, có tinh thần trách nhiệm cao trong công việc, để công trình luôn thi công đúng quy trình quy phạm, hoàn thành với chất lượng cao, đáp ứng tốt công năng sử dụng và đạt tuổi thọ lâu bền !

---o0o---