



**DỰ ÁN XÂY DỰNG NÚT GIAO THÔNG KHÁC MỨC
TẠI NÚT GIAO THÔNG NGÃ BA HUẾ - TP. ĐÀ NẴNG**
🚦🚦🚦

SỔ TAY TRẮC ĐẠC THI CÔNG CÔNG TRÌNH



CÔNG TY CỔ PHẦN TƯ VẤN VÀ ĐẦU TƯ XÂY DỰNG ECC

BK ENGINEERING AND CONSTRUCTION COMPANY

Địa chỉ: 257 Nguyễn Văn Linh – TP Đà Nẵng

TEL: 0511.3656388 – FAX: 0511.3656691

Email: inbox@bk-ecc.com.vn – Website: www.bk-ecc.com.vn

Đà Nẵng, Tháng 10 Năm 2013



**DỰ ÁN XÂY DỰNG NÚT GIAO THÔNG KHÁC MỨC
TẠI NÚT GIAO THÔNG NGÃ BA HUẾ - TP. ĐÀ NẴNG**


SỔ TAY TRẮC ĐẠC

THI CÔNG CÔNG TRÌNH

**Thực hiện: Phạm Hồng Nhân
Bùi Văn Điềm
Huỳnh Minh Đức**

CÔNG TY CỔ PHẦN TƯ VẤN VÀ ĐẦU TƯ XÂY DỰNG ECC

Đà Nẵng, Tháng 10 Năm 2013

MỤC LỤC

I.	Tổng quan về công tác trắc đạc công trình.....	2
1.	Khái niệm về bố trí công trình và lưới khống chế thi công.....	2
a)	Khái niệm chung:.....	2
b)	Lưới khống chế:.....	2
c)	Trình tự và độ chính xác của công tác bố trí công trình:.....	4
2.	Các phương pháp bố trí cơ bản:.....	4
a)	Các phương pháp chuyển một điểm chi tiết ra thực địa từ bản thiết kế:.....	4
b)	Chuyển một đoạn thẳng ra thực địa:.....	7
c)	Chuyển một góc bằng ra thực địa:.....	7
d)	Chuyển độ cao ra thực địa:.....	8
e)	Chuyển một đường thẳng nghiêng ra thực địa:.....	9
f)	Chuyển một mặt phẳng ra thực địa:.....	9
II.	Công tác đo đạc trong công trình cầu đường.....	10
1.	Đo đạc trong xây dựng đường ô tô:.....	10
a)	Vạch tuyến đường trên bản đồ.....	10
b)	Cắm đường cong:.....	11
c)	Bố trí đường cong chuyển tiếp:.....	13
2.	Đo đạc trong xây dựng cầu:.....	15
a)	Bố trí tâm móng và trụ cầu:.....	15
b)	Công tác đo đạc khi đào hố và móng:.....	16
c)	Đo vẽ hiện trạng trụ cầu:.....	18
d)	Bố trí lắp ghép dầm, giàn cầu:.....	18
e)	Đo biến dạng của cầu:.....	19
III.	Giám sát công tác trắc địa trong xây dựng công trình.....	20
1.	Những vấn đề cơ bản trong công tác giám sát trắc địa.....	20
a)	Góc phương vị & pp định hướng đường thẳng.....	20
b)	Khái niệm về sai số.....	22
c)	Những nguyên nhân sinh ra sai số và cách phân loại sai số.....	23
d)	Tiêu chuẩn đánh giá độ chính xác các đại lượng đo trực tiếp.....	24
2.	Yêu cầu về độ chính xác của công tác trắc địa trong xây dựng cầu đường.....	25
a)	Yêu cầu về độ chính xác trong xác định chiều dài cầu.....	25
b)	Yêu cầu về độ chính xác xây dựng lưới tọa độ cơ sở thi công cầu.....	26
c)	Yêu cầu về độ chính xác góc giao hội khi bố trí tâm móng trụ.....	26
d)	Yêu cầu về độ chính xác đo đạc tuyến đường.....	27
3.	Công tác tư vấn giám sát trắc địa thi công công trình.....	27

I. Tổng quan về công tác trắc đạc công trình.

1. Khái niệm về bố trí công trình và lưới khống chế thi công

a) Khái niệm chung:

Việc xây dựng thi công các công trình, nói chung đều dựa trên các bản vẽ thiết kế. Việc chuyển các công trình trên bản vẽ thiết kế ra thực địa, gọi là công tác bố trí công trình. Công tác bố trí công trình ngược với công tác đo vẽ bản đồ, nhiệm vụ của đo vẽ là biểu diễn địa hình, địa vật ở ngoài thực địa lên bản vẽ theo một tỷ lệ qui định.

Những tài liệu cơ bản dùng cho công tác bố trí là:

- Bình đồ tổng thể (quy hoạch tổng thể) của công trình, tỷ lệ 1:500 - 1:2000.
- Các bản vẽ thi công ở tỷ lệ lớn.
- Thiết kế quy hoạch độ cao, tỷ lệ 1:1000 - 1:2000.
- Sơ đồ lưới khống chế trắc địa của khu vực xây dựng. Trong bản thiết kế các trục chính (trục gốc) đều được đo nối trực tiếp vào các điểm khống chế trắc địa. Còn về mặt độ cao, thường lấy một mặt phẳng nào đó làm mặt phẳng chuẩn quy ước rồi từ đó mà đo độ cao của các mặt phẳng hoặc của các điểm đặc biệt trong thiết kế.

Để chuyển thiết kế ra thực địa phải tiến hành công tác chuẩn bị về mặt đo đạc:

- ✓ Lập các bản vẽ bố trí cùng với các số liệu đo nối các trục chính vào các điểm khống chế đo đạc, tiến hành tính toán chi tiết cho thiết kế.
- ✓ Xây dựng bản thiết kế để dựa vào đó mà bố trí cắm công trình. Trong bản thiết kế này phải giải quyết các vấn đề cơ bản sau:
 - Phát triển lưới khống chế để bố trí công trình. Sơ đồ lưới độ chính xác và các phương pháp đo. Bình sai lưới, các qui cách mốc và dấu mốc.
 - Đề án kiểm tra độ ổn định của lưới khống chế mặt bằng và độ cao.
 - Chuyển các trục chính của công trình ra thực địa, độ chính xác, các phương pháp đo kiểm tra, chôn mốc và đánh dấu điểm.
 - Bố trí chi tiết công trình. Độ chính xác các phương pháp bố trí chi tiết và cách chôn mốc, đánh dấu điểm.
 - Các công tác đo đạc phục vụ lắp ráp.
 - Đo đạc biến dạng công trình. Độ chính xác cần thiết, phương pháp đo đạc biến dạng và khống chế đo đạc.

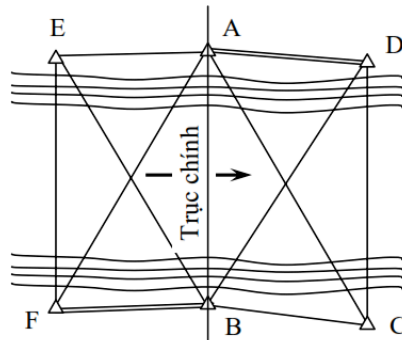
b) Lưới khống chế:

Khi đo vẽ bình đồ, ta thu các kích thước đo ở thực tế ngoài mặt đất theo tỷ lệ 1/M rồi vẽ lên giấy. Ngược lại, khi ta bố trí công trình ta phải đưa kích thước trên bình đồ đã phóng to M lần bố trí ra ngoài thực địa để được kích thước thực của công trình sẽ xây dựng. Bởi vậy không thể dùng các điểm khống chế địa hình vẫn còn lưu giữ trên công trường mà phải xây dựng lưới mới có độ chính xác cao hơn, để đảm bảo kích thước sau khi bố trí đạt độ

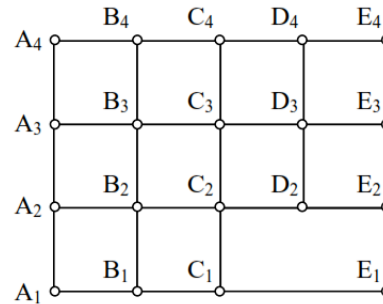
chính xác yêu cầu của thiết kế. Lưới đó gọi là lưới khống chế thi công và chia ra làm lưới khống chế mặt bằng thi công và lưới khống chế độ cao thi công.

Lưới khống chế mặt bằng thi công: lưới này có dạng như lưới khống chế địa hình.

- ❖ Lưới tam giác: là lưới có điều kiện hình học chặt chẽ, đảm bảo độ chính xác cao thích hợp ở vùng đồi núi, thành phố, là những nơi đo chiều dài khó khăn. Lưới tam giác thường được ứng dụng nhiều trong các công trình xây dựng thành phố. Cầu hầm, đập nước .v.v... Lưới tam giác có nhiều dạng; đối với công trình cầu lớn, lưới được thành lập ở dạng tứ giác trắc địa (hình X-1).



Hình X-1



Hình X-2

- ❖ Lưới đường chuyền: Độ chính xác các điểm trong lưới tương đối đồng đều, song công tác đo chiều dài khá lớn nên khả năng ứng dụng còn bị hạn chế, thời gian gần đây nhờ kỹ thuật đo chiều dài bằng máy điện quang phát triển nên lưới đường chuyền được áp dụng khá rộng rãi trên các công trình xây dựng.
- ❖ Lưới ô vuông là lưới khống chế gồm nhiều hình vuông hay hình chữ nhật nhỏ kế tiếp nhau hợp thành (hình X-2). Khi lập lưới, căn cứ vào yêu cầu thi công công trình, bố trí sẵn một số điểm ô vuông. Dùng phương pháp đường chuyền để xác định tọa độ các đỉnh ô vuông. Điều chỉnh đưa các điểm này vào vị trí chính xác để mỗi cạnh của lưới ô vuông đều bằng một số chẵn 100m hoặc 200m... thuận tiện cho việc bố trí công trình theo phương pháp tọa độ vuông góc.

Lưới ô vuông được sử dụng khi bố trí các công trình nhà ga, sân bay và các công trình công nghiệp.

Tùy theo yêu cầu độ chính xác bố trí mà qui định độ chính xác của lưới khống chế thi công, nghĩa là dùng máy, phương pháp đo và tính cần thiết để thi công lưới. Điều quan trọng là lưới khống chế thi công nhất thiết phải được đo nối vào lưới khống chế địa hình đã có trước để cho tọa độ các điểm khống chế thi công thống nhất với các hệ tọa độ đo vẽ trước. Sau khi tính xong lưới phải triển các điểm lưới khống chế thi công lên bản đồ thiết kế công trình và đó mới là cơ sở để chuyền các điểm chính và chi tiết của công trình từ thiết kế ra ngoài thực địa.

Lưới khống chế độ cao thi công: Đó là lưới độ cao hình học tương đương với lưới thủy chuẩn hạng IV nhà nước, nhưng có mật độ điểm phụ thuộc vào qui mô và tính chất của loại công trình.

Các điểm khống chế phải bố trí ở nơi ổn định. Sau khi hoàn thành xong lưới khống chế độ cao cơ bản, cần dẫn độ cao lên các điểm khống chế mặt bằng và các điểm khống chế độ cao khác trên công trường. Những điểm này gọi là những điểm khống chế độ cao xây dựng. Khi bố trí các điểm chi tiết của công trình phải dẫn độ cao trực tiếp từ các điểm khống chế độ cao xây dựng tới.

c) Trình tự và độ chính xác của công tác bố trí công trình:

Về mặt nội dung, các công tác bố trí công trình là quá trình ngược lại công tác đo vẽ. Khi đo vẽ bản đồ, các đại lượng đo trên thực địa được chuyển lên trên các bản vẽ như bình đồ và mặt cắt, thì ngược lại khi bố trí công trình lại dựa vào các bình đồ và các mặt cắt thiết kế để tiến hành thi công.

Nói chung, trình tự bố trí công trình như sau:

- ✓ Giai đoạn đầu: dựa vào các điểm khống chế đo đạc và các số liệu đo nối đã tính toán sẵn để tìm và chôn mốc vị trí các trục chính, trục cơ bản của công trình. Giai đoạn này gọi là giai đoạn bố trí cơ bản.
- ✓ Giai đoạn thứ hai: là giai đoạn bố trí chi tiết công trình dựa vào các trục chính đã bố trí xong trong giai đoạn đầu. Tùy theo trình tự thi công mà bố trí các trục dọc và trục ngang của các khối, các chi tiết.v.v... xác định vị trí mặt bằng và độ cao của tất cả các điểm đặc trưng, các mặt cắt, các kết cấu. Bố trí chi tiết cũng có nghĩa là xác định vị trí tương quan giữa các yếu tố, các bộ phận chi tiết của công trình, vì vậy có khi độ chính xác yêu cầu cao hơn so với giai đoạn bố trí các trục chính.
- ✓ Giai đoạn thứ ba: Bố trí đánh dấu các trục lắp ráp và đặt các thiết bị đúng vị trí thiết kế. Giai đoạn này đòi hỏi độ chính xác đo đạc phải đạt yêu cầu cao nhất.

2. Các phương pháp bố trí cơ bản:

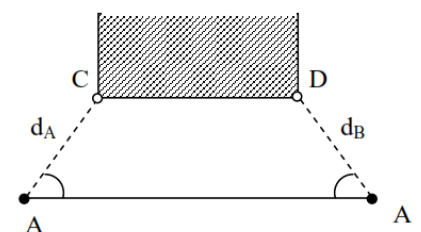
Muốn đưa kích thước, vị trí, tọa độ, độ cao của một công trình từ thiết kế ra ngoài thực địa cần nắm vững các phương pháp bố trí.

a) Các phương pháp chuyển một điểm chi tiết ra thực địa từ bản thiết kế:

❖ Phương pháp tọa độ:

Tọa độ một cực

Phương pháp tọa độ cực được sử dụng trên các khu vực xây dựng chưa có mạng lưới ô vuông. Phương pháp này dùng để tìm vị trí của một điểm nằm trên một hướng đã biết, xuất phát từ một điểm cần xác định vị trí trên thực địa của các điểm C và D xuất phát từ 2 điểm A và B của mạng lưới trắc địa hiện có (hình X-3).



Hình X-3

Vị trí của các điểm C và D cần tìm đã được xác định trong thiết kế bằng các tọa độ x_C , y_C và x_D , y_D , còn trắc địa các điểm khống chế A và B đã được cho trong bảng trắc địa.

Để xác định vị trí thực của các điểm C và D cần căn cứ vào trắc địa của cả 4 điểm A, B, C và D từ đó tính được khoảng cách AC, BD và phương hướng của các khoản cách đo

(góc định hướng). Dựa theo hiệu số góc định hướng của cạnh, xuất phát AB và của các cạnh AC và BD mà tính ra các góc α_A và α_B sau đó bố trí các điểm C và D.

Từ A mở góc α_A và bố trí đoạn thẳng $d_A = AC$ xác định được điểm C. Từ B mở góc α_B và bố trí đoạn thẳng $d_B = BD$ xác định được điểm D.

Tọa độ vuông góc:

Muốn bố trí trắc địa bằng phương pháp trắc địa vuông góc ở trên thực địa, thông thường người ta sử dụng mạng lưới ô vuông. Ví dụ trên hình X-4, giả sử A_1A_2 và A_1B_1 là 2 cạnh của lưới ô vuông, yêu cầu phải bố trí điểm C.

Trước hết, đặt máy tại A_1 ngắm hướng A_1A_2 , bố trí độ dài $a = \Delta x = x_C - x_{A_1}$ được điểm C' . Sau đó, đặt máy kinh vĩ tại C' mở góc 90° bố trí độ dài $b = \Delta y = y_C - y_{A_1}$ được điểm C, cuối cùng đánh dấu điểm C cần tìm.

Để kiểm tra lại có thể bố trí điểm C một lần nữa, phải xuất phát từ cạnh A_1B_1 của lưới ô vuông xây dựng.

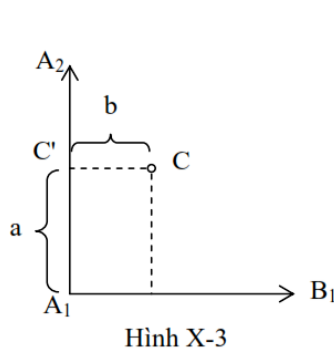
❖ **Phương pháp giao hội:**

Giao hội phía trước:

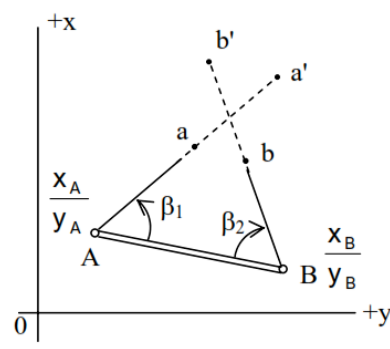
Khi bố trí các điểm cách xa điểm khống chế trắc địa và không thể bố trí khoảng cách từ các điểm khống chế đến điểm cần bố trí hoặc các điểm cần bố trí lại nằm ở những mặt phẳng có độ cao khác nhau và cách xa điểm khống chế. Chẳng hạn như khi bố trí các điểm trên công trình xây dựng đập nước hoặc các cầu lớn.

Khi bố trí điểm bằng phương pháp này, phải đặt máy kinh vĩ ở 2 điểm đã biết A và B (hình X-4) bố trí hai góc β_1 và β_2 . Các hướng sẽ giao nhau tại C. Muốn xác định vị trí thì trên hai hướng đó, ở gần vị trí giao điểm trên mỗi hướng ta đánh dấu bằng hai điểm a, a' và b, b'. Giữa các điểm a, a' và b, b' căng các sợi dây nhỏ và điểm giao nhau giữa hai sợi dây chính là vị trí điểm C.

Chú ý các góc β_1, β_2 cần được xác định bằng hai lần đo tức là bằng bàn độ trái và phải.



Hình X-3



Hình X-4

Giao hội phía sau:

Trong thực tế khi đã biết vị trí sơ bộ của điểm cần bố trí và có thể đặt được máy thì người ta dùng phương pháp giao hội phía sau để bố trí điểm (hình X-5).

Muốn bố trí được nhanh thì trước hết phải tìm vị trí sơ bộ C' của điểm C để đặt máy. Sau đó, chọn 3 điểm khống chế đã biết A, B, D để xác định trắc địa điểm C. Cũng cần lưu ý rằng không nên để C' rơi vào vòng tròn nguy hiểm của các điểm A, B, D. Từ trắc địa điểm C đã biết trong thiết kế và trắc địa điểm C' vừa tính được có thể tính số gia trắc địa như sau:

$$\Delta x = x_C - x'_C$$

$$\Delta y = y_C - y'_C$$

Dựa vào trị số tính được của Δx , Δy đưa vị trí điểm C' dời về điểm C.

Giao hội đường trực

Trong trường điểm định bố trí C nằm trên đường AB (hình X-6) đã bố trí sẵn trên thực địa, đồng thời tại C có thể đặt được máy kinh vĩ đo góc, thì có thể dùng phương pháp giao hội theo đường trực (gọi tắt là giao hội đường trực) để bố trí điểm.

Muốn vậy, trước hết đặt máy gần nơi điểm bố trí rồi dùng phương pháp nhích dần về để đưa máy vào đường trực AB, ví dụ tại điểm C'. sau đó tìm một điểm khống chế D ngoài đường trực. Đo góc $BC'D = \gamma$.

Trắc địa điểm C' được tính theo công thức

$$x'_C = x_D + \Delta x_{DC}$$

$$y'_C = y_A = y_B$$

trong đó:

$$x_{DC} = \Delta y_{DC} \cdot \cot \gamma$$

$$\Delta y_{DC} = y_D - y'_C$$

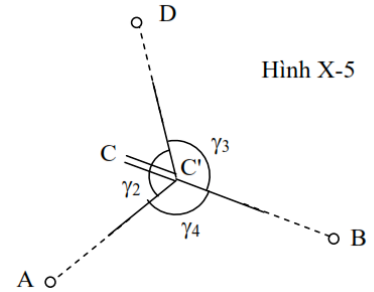
Sau khi được trắc địa điểm C' có thể so sánh với trắc địa điểm C định bố trí:

$$\Delta x = x_C - x'_C; \Delta x \text{ dùng để đưa điểm C' về vị trí chính xác của điểm C.}$$

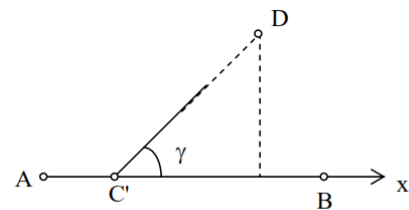
❖ Phương pháp tam giác đơn:

Phương pháp đo tam giác đơn khác phương pháp giao hội góc phía trước ở chỗ là sau khi dùng phương pháp giao hội góc phía trước bố trí điểm gần C' và góc α , β chỉ được đo với độ chính xác nhất định. Sau đó, dời máy đến điểm C', đo góc thứ ba γ với độ chính xác tương tự (hình X-7). Tìm sai số khép trong tam giác ABC', rồi phân phối đều cho 3 góc và sử dụng các góc đã hiệu chỉnh để tính trắc địa điểm C'. Sau đó tính số chênh lệch Δx và Δy về trắc địa và đưa điểm C' về vị trí đúng C cần bố trí.

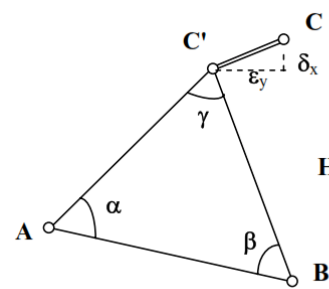
Vì được đo thêm góc γ nên phương pháp tam giác đơn chính xác hơn phương pháp giao hội phía trước. Song trên thực tế không phải lúc nào cũng cho phép đặt máy tại điểm cần bố trí, nên phương pháp này sử dụng rất hạn chế.



Hình X-5



Hình X-6



Hình X-7

Khi chọn các phương pháp bố trí, ngoài việc bảo đảm yêu cầu về kỹ thuật và độ chính xác, còn phải lưu ý đến một số điểm sau:

- Điều kiện của khu đo công trình.
- Hình dạng, kích thước và loại công trình.
- Phương pháp và tốc độ thi công.
- Giai đoạn thi công.
- Năng lực của cán bộ thi công và điều kiện máy móc hiện có.

b) Chuyển một đoạn thẳng ra thực địa:

Trước khi bố trí đoạn thẳng cần chuẩn bị các dụng cụ cần thiết như máy kinh vĩ, thước thép.

Cách tiến hành như sau:

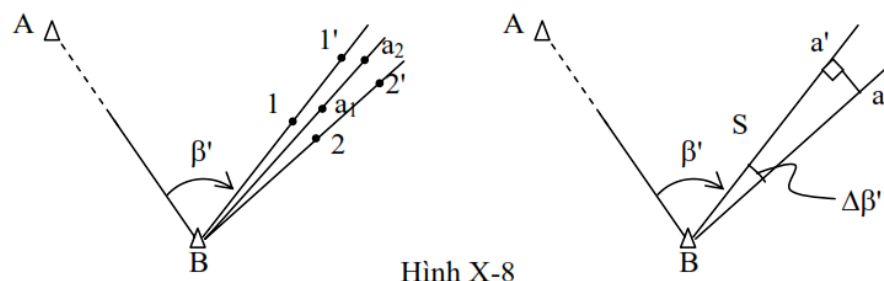
- Dựa vào thiết kế lưới không chế thi công đã triển lên bản đồ thiết kế, đo và tính chiều dài đoạn thẳng cần bố trí, ký hiệu là S' . Tính các số hiệu chỉnh chiều dài đoạn thẳng gồm có số hiệu chỉnh chiều dài thước, số hiệu chỉnh do độ dốc địa hình, số hiệu chỉnh do sự chênh lệch nhiệt độ giữa lúc bố trí và lúc kiểm nghiệm thước. Tổng các số hiệu chỉnh đó là ΔS . Vậy chiều dài cần bố trí ra ngoài đất là:

$$S = S' + \Delta S$$

- Máy kinh vĩ tại điểm đầu đoạn thẳng, dời điểm, cân bằng, định hướng theo hướng cho trước, xác định đường thẳng nếu đoạn bố trí dài hơn chiều dài thước. Đo chiều dài S theo hướng đã định trong máy. Tùy theo độ chính xác cần bố trí mà ta chọn dụng cụ, phương pháp đo đoạn thẳng S ở ngoài thực địa phải đánh dấu điểm cuối đoạn thẳng đã đóng cọc khi đoạn S .

c) Chuyển một góc bằng ra thực địa:

Muốn bố trí một góc bằng đã biết từ thiết kế ra ngoài thực địa theo một hướng cho trước, cần có máy kinh vĩ không có sai số $2c$ và độ chính xác số đọc trên du xích là $1''$ hay $2''$. Khi không có được máy có điều kiện như trên, thì tiến hành như sau:



Giả sử ngoài thực địa đã có 2 điểm A và B cần bố trí góc $\beta = \angle ABA$ (hình X-8).

- Đặt máy kinh vĩ tại B, dọi điểm, cân bằng máy, để máy ở bàn độ trái, ngắm điểm A, quay máy theo chiều kim đồng hồ, mở 1 góc đúng bằng β , (nếu có độ chính xác thấp thì góc mở được sẽ gần bằng β). Đánh dấu hướng đã mở bằng 2 điểm trên 2 cọc 1 và 1'.

- Đảo kính để máy ở vị trí bàn độ phải, ngắm điểm A, quay máy theo chiều kim đồng hồ mở 1 góc bằng góc lần trước. Nếu máy không có sai số 2c và thao tác chính xác thì trong máy phải ngắm đúng điểm 1 và 1'. Nhưng thường không được như thế. Khi đó cũng đánh dấu hướng mở lần này bằng 2 điểm là 2 và 2'.

- Chia đôi đoạn nhỏ 1, 2 và 1', 2' ta được 2 điểm là a_1 và a_2 .

- Đo lại góc $\angle ABA_2$ theo phương pháp lặp. Số lần lặp phụ thuộc vào độ chính xác của máy và độ chính xác của góc cần bố trí. Ví dụ trường hợp dùng máy có độ chính xác $t=30''$ để bố trí góc không được sai so với giá trị cần bố trí là $t'=10''$, thì số lần phải lớn hơn hay bằng:

$$n = t/t' = 30''/10'' = 3$$

- Tính số hiệu chỉnh:

$$\Delta\beta = \beta' - \beta$$

Trong đoạn $Ba' = S$; từ a' kẻ đường vuông góc với Ba' , từ a' lấy một đoạn $d=S.tg\Delta\beta=S.\beta/\rho$ về bên trái hay bên phải hướng Ba' - tùy theo dấu của $\Delta\beta$, sẽ xác định được điểm a ở bên phải hay bên trái hướng Ba' . Hướng Ba chính là hướng cần xác định của góc β cho trước (hình X-8).

d) Chuyển độ cao ra thực địa:

Giả sử A là một mốc có độ cao đã biết ngoài mặt đất, độ cao HA. Cần bố trí một độ cao H_{tk} tại điểm gần đó. Thứ tự tiến hành công tác bố trí độ cao H_{tk} như sau:

Chọn vị trí đặt máy thủy bình cách đều A và B (hình X-9). Sau khi cân bằng máy, đọc số trên mia dựng trên mốc A là a; vậy độ cao trực ngắm - hay độ cao máy là: H_{máy} = HA + a

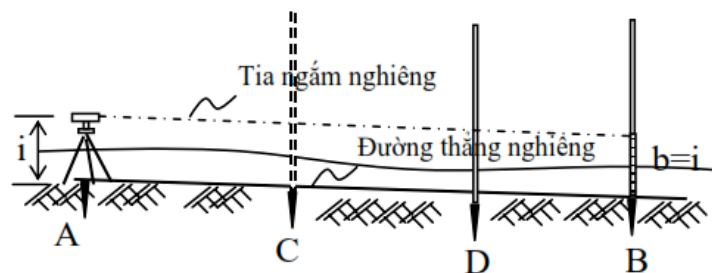
Để cọc B có độ cao bằng độ cao thiết kế H_{tk} thì số đọc mia dựng trên cọc B phải là:

$$B = H_{máy} = H_{tk}$$

Vì cọc B là một cọc đóng ở độ cao bất kỳ, nên số đọc mia dựng trên cọc B là b'; ta tính:

$$\Delta b = b' - b$$

Nếu $\Delta b > 0$ (dấu +) thì độ cao cần bố trí H_{tk} cao hơn đỉnh cọc tạm B, phải đắp thêm;



Hình X-9

nếu $\Delta b < 0$ (dấu -) thì Htk thấp hơn đỉnh cọc tạm B, phải bào bớt đi. Người ta ghi Δb (mang cả dấu) ngay lên thân cọc B để thuận lợi cho công tác thi công.

e) Chuyển một đường thẳng nghiêng ra thực địa:

Khi xây dựng nền đất của đường ô tô, đường sắt, khi đào rãnh giao thông ngầm... ta cần bố trí các đường thẳng nghiêng. Việc bố trí các đường thẳng nghiêng chính là việc chuyển đường có độ nghiêng nhất định ra thực địa.

Các điểm chính của đường thẳng nghiêng thường được bố trí ở thực địa bằng phương pháp đo cao hình học. Mật độ các điểm trên đường thẳng phải nằm trong phạm vi chiều dài tia ngắm từ 150m đến 200m. Việc chuyển các điểm trung của đường nghiêng được tiến hành bằng tia ngắm nghiêng của máy đo cao đến số đọc trên mia ở điểm B bằng chiều cao máy đặt ở điểm A (hình X-9). Khi đó đường ngắm sẽ song song độ nghiêng thiết kế, tiếp tục đóng các cọc C, D ở các điểm trung gian sao cho số đọc trên mia bằng chiều cao máy i.

f) Chuyển một mặt phẳng ra thực địa:

Các mặt phẳng trên công trường như nền đất, mặt nhà thông thường có độ dốc nhất định, chên nền trong mục này chỉ trình bày phương pháp bố trí mặt phẳng dốc, còn mặt phẳng nằm ngang, hoặc gọi là mặt bằng, chỉ là trường hợp đặc biệt của ặt phẳng. Có thể suy ra từ phương pháp bố trí mặt phẳng.

Thực chất của công tác bố trí mặt phẳng là bố trí độ cao của một số điểm nằm trên mặt phẳng, cho nên có thể xem đây chỉ là một trường hợp mở rộng khái niệm công tác bố trí độ cao mà thôi.

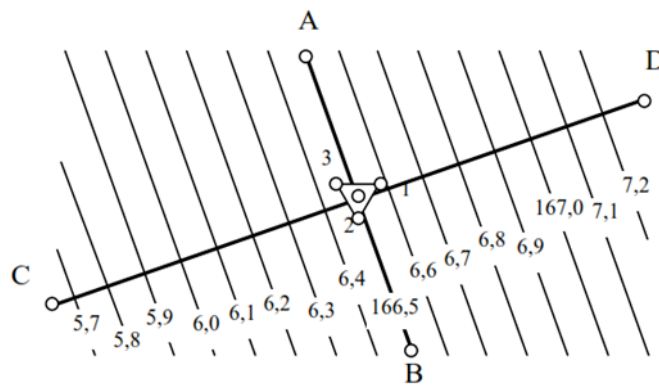
Trong thực tế ta thường dùng 2 phương pháp bố trí mặt phẳng đã biết độ dốc như sau:

❖ Phương pháp đo cao ô vuông:

Khi độ dốc mặt phẳng tương đối lớn thì người ta dùng phương pháp đo cao ô vuông để bố trí mặt phẳng dốc. Muốn bố trí lưới ô vuông trên mặt đất, thì để trục lưới ô vuông phải song song với đường dốc thiết kế. Sau đó dùng máy thăng bằng (thủy chuẩn) để xác định độ cao đỉnh cọc và xác định mắt lưới ô vuông. Nếu đỉnh cọc đóng sát mặt đất tự nhiên, thì độ cao đó gọi là độ cao đen. Còn độ cao thiết kế gọi là độ cao đỏ. Viết trị số và dấu của hiệu độ cao nói trên lên trên cọc.

❖ Phương pháp tia ngắm nghiêng:

Khi bố trí mặt phẳng có độ dốc không lớn thì người ta dùng phương pháp tia ngắm nghiêng của máy thăng bằng. Phương pháp này dựa trên nguyên tắc đưa trục quay của máy thăng bằng vào vị trí vuông góc với mặt phẳng bố trí, để khi quay ống kính, trục ngắm có thể quét thành một mặt phẳng không gian song song với mặt phẳng nghiêng định bố trí (hình X-10). Muốn đưa máy về vị trí cần thiết thì trước hết phải bố trí trên thực địa hai đường AB và DC vuông góc với nhau, DC nằm theo hướng dốc lớn nhất của mặt phẳng. độ cao đỉnh cọc ABDC bằng độ cao tại điểm đó của mặt phẳng định bố trí. Tiếp theo đặt máy trên D cho 2 ốc cân của máy nằm song song với cạnh AB và quay ống về song song với 2 ốc cân, điều chỉnh ốc cân và đưa bọt nước của ống thăng bằng về vị trí điểm 0. Quay ống kính về hướng DC, điều chỉnh ốc cân thứ 3 để có số đọc trên mia bằng chiều cao máy. Cuối cùng kiểm tra đặt máy thăng bằng, thì máy đã đặt xong. Có thể quay máy thăng bằng bố trí những điểm khác trên mặt phẳng dốc thiết kế.



X-10

II. Công tác đo đạc trong công trình cầu đường.

1. Đo đạc trong xây dựng đường ô tô:

a) Vạch tuyến đường trên bản đồ

Dựa vào các bản đồ địa hình tỷ lệ 1:100000 ÷ 1:500000 người ta có thể vạch các tuyến đường bằng các đoạn thẳng nối liền các điểm không chế và các điểm chính của tuyến.

Theo các tuyến đường đã được vạch sơ bộ đó, người ta khảo sát địa hình dọc tuyến bằng các dụng cụ và phương pháp đo đạc đơn giản như: Địa bàn, đồng hồ đo và dụng cụ đo độ dốc. Tuyến đường này được vạch cụ thể hơn trong bản đồ địa hình bổ sung và chỉnh lý ở các tỷ lệ 1:25000 ÷ 1:10000 với đường ô tô nói chung và 1:5000 ÷ 1:10000 với đường phố nói riêng theo độ dốc đã quy định....

Để thiết kế chính thức đường, ta cần tiến hành đo vẽ kỹ thuật. Công tác này gồm có: vạch tuyến chọn điểm ở thực địa theo tuyến đường đã vạch trên bản đồ, đo lưới không chế mặt bằng và độ cao dẫn tuyến, đo vẽ bình đồ tuyến đường với tỷ lệ 1:5000 đến 1:1000.

Để thi công xây dựng đường phải bố trí cụ thể các tuyến đường và các công trình trên tuyến theo phương án chính thức đã được duyệt ra ở thực địa. Trong đó bao gồm việc bố trí đường cong các nút giao thông, các cầu công trên dọc đường, các bến ô tô, nhà ga, đường sắt.

b) Cắm đường cong:

Việc xác định cụ thể vị trí tuyến đường ngoài thực địa với các cọc tiêu cần thiết để cố định đường gọi là cắm tuyến. Công việc cắm tuyến đường được tiến hành theo các bước sau:

- Đo góc
- Đo chiều dài cạnh

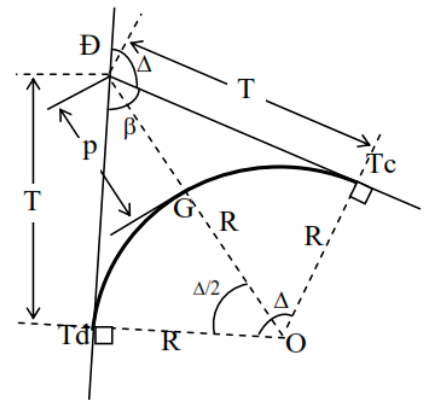
❖ Tính và cắm đường cong tròn:

Đường cong tròn có bán kính R không đổi là đường cong đơn giản (hình XII-1). Các yếu tố đường cong tròn và những phương pháp bố trí như sau:

❖ Các yếu tố đường cong tròn:

Đường cong tròn có các yếu tố sau (hình XII-1):

- Δ : góc ngoặt đường cong (lập bởi đường kéo dài của đường tiếp đầu và đường tiếp cuối);
- R : bán kính đường cong;
- T : chiều dài tiếp tuyến (khoảng cách từ đỉnh góc ngoặt Đ đến điểm tiếp đầu T_d hoặc điểm tiếp cuối T_c);
- K : Chiều dài đường cong (cung T_dGT_c);
- P : chiều dài phân giác (đoạn DG);
- D : đoạn thêm.



Hình XII-1

Các yếu tố trên được tính theo công thức sau:

$$T = R \tan(\Delta/2)$$

$$K = \Delta \cdot R \cdot (\pi/180)$$

$$P = R \cdot \text{SEC}(\Delta/2 - 1)$$

$$D = 2T - K$$

$$\text{SEC} = 1/\cos$$

❖ Bố trí các điểm chính đường cong tròn:

Giả sử ta có các yếu tố của đường cong tròn là: T=84,55m; K=159,99m; D=9,12m; P=17,14m.

Cách bố trí các điểm chính đường cong tròn này như sau:

Đặt máy kinh vĩ tại điểm góc ngoặt Đ, ngắm về đầu T_d, đo một đoạn T=84,55m và trên hướng đó, ta sẽ tìm được điểm tiếp đầu T_d. Sau đó quay máy theo hướng phải một góc bằng $\beta/2$, rồi đo từ Đ theo hướng đó một đoạn P=17,14m, ta sẽ được điểm giữa G. Cuối cùng quay tiếp máy một góc bằng $\beta/2$ về hướng cuối T_c, rồi đo từ Đ ra theo hướng đó một đoạn T=84,55m, ta sẽ tìm được điểm tiếp cuối T_c. Nếu đỉnh góc ngoặt Đ ở vị trí C₇+50,00m thì giá trị các cọc ở những điểm chính của đường cong như sau:

Bảng tính giá trị cọc (bảng XII-2)

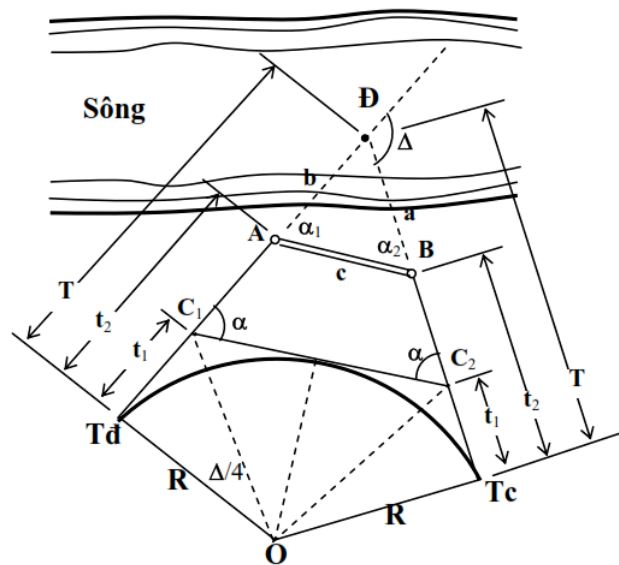
Đ	C ₇ +50,00
-T	84,55
Tđ	C ₆ +65,45
+K	159,99
Tc	C ₈ +25,44
-K/2	79,99
G	C ₇ +45,45
+D/2	4,56
Đ	C ₇ +50,01



B

ố trí các điểm chính đường cong tròn khi không đến được điểm ngoặt:

Như ta đã biết, để bố trí các điểm chính đường cong tròn được tốt, thì trước hết người ta đo góc ngoặt Δ . Nhưng trên thực tế có lúc đỉnh góc ngoặt lại nằm trong vị trí khó đặt máy (ví dụ như vách đứng, khe sâu, sông suối...như đỉnh Đ trong hình XII-2).



Hình XII-2

Vì vậy, phải tính các yếu tố liên hệ giữa điểm ngoặt và các điểm chính đường cong, sau đó dựa vào các yếu tố này người ta bố trí các điểm chính. Các yếu tố có liên quan như sau:

- Tìm góc ngoặt Δ .
- Tính các yếu tố đường cong.
- Tính chiều dài t_1 và t_2 .

Sau đó tiến hành bố trí các điểm Tđ, Tc và các điểm giữa đường cong.



B

ố trí điểm chi tiết đường cong tròn:

Để xác định hình dáng mặt bằng của đường cong, trước hết cần bố trí các điểm chi tiết của đường cong. Đường cong có bán kính càng nhỏ thì khoảng cách giữa 2 điểm càng ngắn.

Thông thường với bán kính hơn 500m thì khoảng cách giữa 2 điểm là 20m; bán kính từ 100m đến 500m - khoảng cách giữa các điểm là 5m.

Người ta bố trí các điểm chi tiết của đường cong theo như sau:

Người ta lấy hướng tiếp tuyến làm trục x, bán kính qua điểm tiếp đầu làm trục y (hình XII-3). Mặt khác tương ứng với các cung TđP1, TđP2, TđPn có các góc ở tâm là $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$. Theo hình vẽ ta có:

$$P_1 = X_1 = R \sin \alpha_1, Y_1 = R(1 - \cos \alpha_1)$$

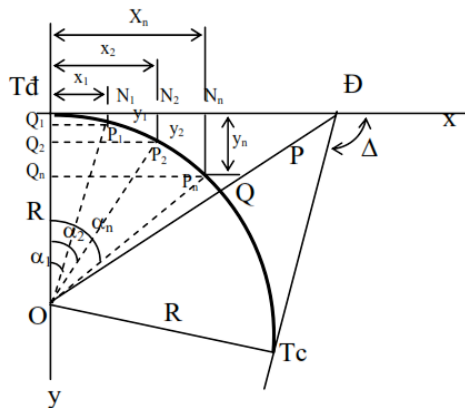
$$P_2 = X_2 = R \sin \alpha_2, Y_2 = R(1 - \cos \alpha_2)$$

.....

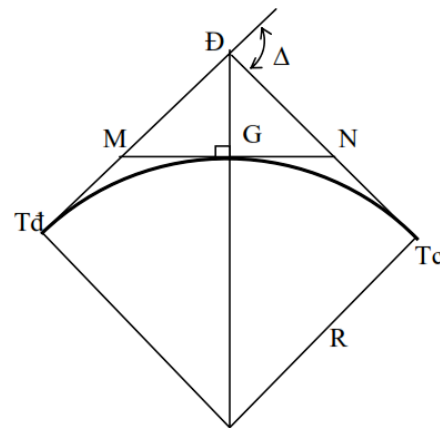
$$P_n = X_n = R \sin \alpha_n, Y_n = R(1 - \cos \alpha_n)$$

Dựa vào công thức này, người ta thành lập bảng tính sẵn các trị x, y.

Muốn bố trí điểm P₂ trên hướng tiếp đầu kể từ điểm Tđ, tiếp đó trên đường vuông góc với đường tiếp đầu kể từ đầu mút đoạn x₂ đặt đoạn x₂, sẽ được điểm P₂. Nếu bán kính R và góc ngoặt quá lớn thì có thể chia đường cong thành 2 phần bằng nhau (hình XII-4) rồi bố trí điểm cho từng phần theo phương pháp trên.



Hình XII-3



Hình XII-4

c) Bố trí đường cong chuyển tiếp:



ô trí các điểm chính đường cong chuyển tiếp:

Đường cong chuyển tiếp với việc rụ ngắn bán kính:

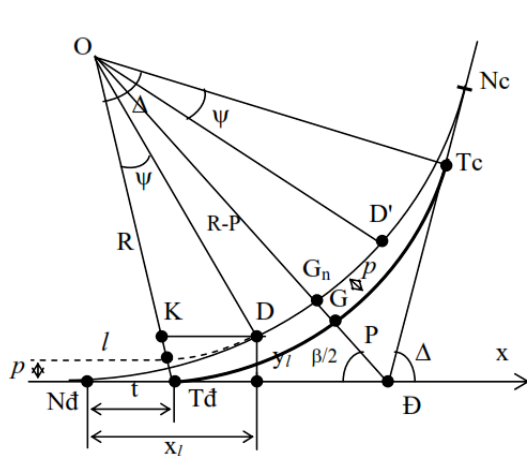
Để xác định điểm đầu đường cong chuyển tiếp Nđ và điểm cuối đường cong chuyển tiếp Nước, ta phải đặt trên hướng kéo dài của ĐTđ, ĐTc một đoạn t (hình XII-5). Giá trị của đoạn được tính theo công thức:

$$t = 0.5(1 - l^2 / (120 + R) + \dots)$$

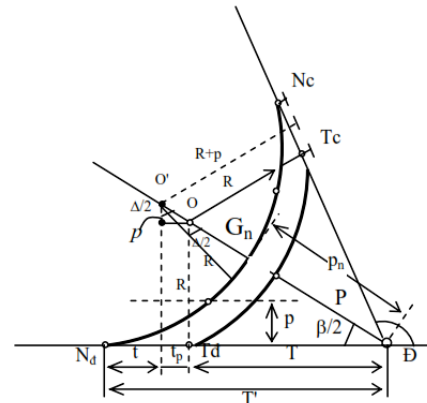
nếu lấy gần đúng thì ta có thể viết: $t = 1/2$

Ở đây l là chiều dài đoạn đường cong chuyển tiếp. Tùy theo cấp đường mà chiều dài l có thể lấy từ 20m đến 200m, nhưng phải ngắn hơn chiều dài của toàn đường cong tròn.

B



Hình XII-5



Hình XII-6

Cọc Nd sẽ có trị số bằng trị số cọc Tđ trừ đi trị số t, còn cọc Nước có trị số bằng trị số cọc Tc cộng với trị số t. Để bố trí điểm giữa đường cong Gn, phải đặt máy kinh vĩ tại Đ sau đó ngắm về Nd, mở góc $\beta/2$ rồi theo hướng đó đặt đoạn P+p ta sẽ được điểm Gn. Trong đó p là trị số dịch chuyển về tâm và được tính theo công thức:

$$p = l^2/24R$$

còn P là khoảng cách phân giác

Đường cong chuyển tiếp với việc dịch chuyển tâm:

Để xác định điểm đầu đường cong Nd (hình 12-6) trước hết người ta đặt máy kinh vĩ tại Đ và định hướng tiếp đầu, sau đó từ Đ đặt đoạn T' theo công thức:

$$T' = T + t_p + t$$

ở đây:

$$t_p = ptg(\Delta/2)$$

$$T = Rtg(\Delta/2)$$

$$t = 0.5(1-l^2/(120+R)+...)$$

$$p = l^2/24R$$

Nếu mở một góc $\beta/2$ từ hướng tiếp đầu tại Đ và đặt trên hướng mới một đoạn Pn và giá trị của đoạn đó bằng:

$$P_n = P + p \cdot SEC(\Delta/2)$$

sẽ được điểm giữa đường cong Gn.

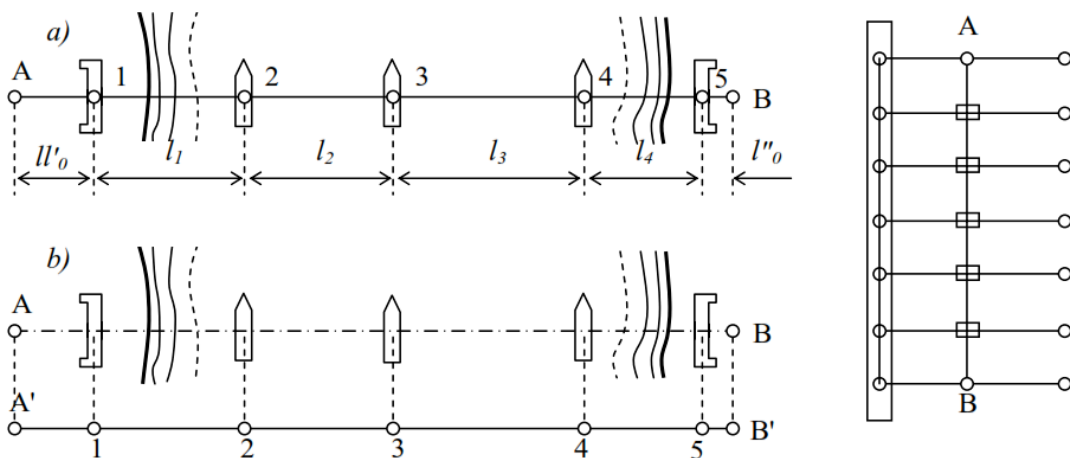
2. Đo đạc trong xây dựng cầu:

a) Bố trí tâm mố và trụ cầu:

Việc bố trí tâm mố cầu và trụ cầu trên hướng trục chính của cầu không được sai quá $\pm 2\text{cm}$. Nó có thể được tiến hành theo dọc trục cầu, hoặc theo hướng song song với trục chính của cầu.

Đường hướng này cần đặt trong phạm vi thi công cầu. Cụ thể ta có thể dùng thước thép hoặc máy đo xa quang học để xác định trực tiếp các khoảng cách thiết kế từ điểm gốc đến các tâm mố và trụ cầu (hình XII-7a) hoặc theo hướng song song với trục chính của cầu (hình XII-7b).

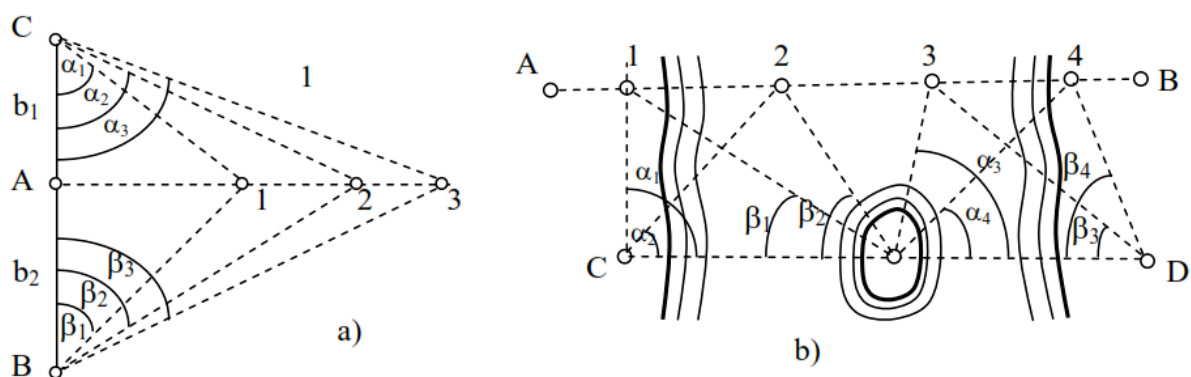
Việc bố trí tâm các trụ từ các điểm trục song song với trục chính của cầu được tiến



Hình XII-7

hành bằng phương pháp đóng vuông góc (hình XII-8).

Các điểm trụ cầu còn có thể được xác định bằng phương pháp giao hội phía trước từ các điểm của đường đáy (hình XII-9a) hoặc từ các điểm của tam giác cầu (hình XII-9b).



Hình XII-9

Để bố trí tâm trụ bằng giao hội góc, ta phải tính trước các góc bố trí giao hội. Các góc này tính được theo các góc định hướng (do giải bài toán trắc đạc nghịch từ các tọa độ tam giác cầu và tọa độ thiết kế của tâm trụ cầu mà có) hoặc từ việc giải tam giác theo hai cạnh và một góc kề giữa chúng. Các kết quả tính được ghi vào bản vẽ bố trí tâm cầu (hình XII-11).

Tâm của trụ cầu cần được giao hội từ 3 điểm (từ 2 điểm sườn và 1 điểm trực). Để phục hồi các điểm tâm trụ trong quá trình xây dựng, phải cố định các hướng giao hội của mỗi trụ bằng các mốc ngắm riêng trên bờ sông đối diện.

Do tiêu ngắm trên sông thường không ổn định nên trụ cầu cần được xác định thường xuyên theo tiến độ thi công theo độ chính xác cao.

Khi thi công, giếng chìm hoặc cọc ống có thể lún không không theo đúng vị trí thiết kế. Do đó ta phải đo kiểm tra độ cao và độ nghiêng của chúng để từ đó ra độ dịch chuyển của đáy giếng hoặc của cọc ống và điều chỉnh kịp thời cho đúng vị trí thiết kế.

b) Công tác đo đạc khi đào hố và móng:

Trước khi đào hố móng người ta phải bố trí các trục cơ bản của các nhà và của các công trình có trong bản thiết kế cũng như các mép ngoài, mép trong của các móng. Đồng thời bố trí xong các mốc độ cao công trình. Sơ đồ bố trí mép móng, bằng giá định vị.

Công tác đo đạc khi đào hố móng:

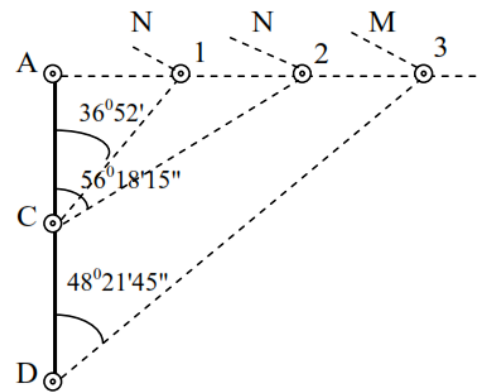
- Chuyển độ cao xuống đáy hố móng
- Chuyển các trục công trình xuống đáy hố móng
- Đo vẽ hiện trạng hố móng và lập biên bản bàn giao cho bộ phận xây móng.



huyền độ cao xuống đáy móng:

Muốn chuyển độ cao xuống đáy hố móng thì trước hết người ta phải đào hố móng. Sau đó chuyển độ cao xuống với các điểm mìa trên đáy hố. Nếu hố móng nông thì ta truyền độ cao trực tiếp từ mốc độ cao công trường xuống đáy hố móng bằng máy đo cao và mìa đo cao (hình XI-5a).

Cụ thể là dựng mìa ở mốc độ cao A và ở dưới đáy hố móng B. Sau đó đặt máy đo cao ở giữa A và B, ngắm về mìa ở A được số đọc a, khi đó độ cao H_{máy} của máy tính theo độ cao H_{mốc} của mốc độ cao sẽ là:



Hình XII-11

C

$H_{\text{móng}}$ - là độ cao thiết kế của đáy hố móng.

Theo điều khiển của người ngắm máy đặt tại F, người cầm mia nâng hoặc hạ mia ở B sao cho người ngắm máy đọc được số đọc b trên mia thì đánh dấu độ cao của đáy mia. Đó chính là độ cao của đáy hố móng.

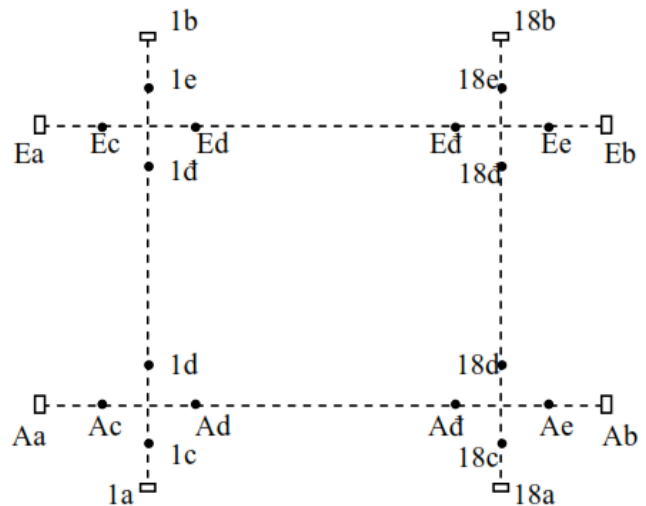


huyền các trục nhà xuống hố móng:

Khi không có giá định vị, người ta chuyển các trục công trình xuống đáy hố móng như sau:

Theo trục AA, trước hết người ta đặt máy kinh vĩ tại điểm đóng Aa, ngắm tới điểm đóng Ab, sau đó cố định du xích và bàn độ ngang (hình XI-6).

Nếu tại điểm Aa, ngắm thấy đáy hố móng, thì tại đáy hố móng bằng các đỉnh trên cọc gỗ ta xác định được các điểm đóng Ac, Ad, Ađ và Ae. Cũng tại điểm này, mà không ngắm thấy đáy hố móng thì theo sự điều khiển của người ngắm, ta chuyển dịch dây dọi sao cho chúng gần điểm trục và nằm trên hướng ngắm. Khi đó tại đáy hố móng vạch dấu và xác định được điểm đóng. Bằng cách này ta xác định được các điểm 1c, 1d, 1đ và 1e và giao điểm của 2 đường nối Ac - Ad và 1c - 1d chính là điểm trục A/1. Các trục cơ bản khác cũng được xác định tương tự. Còn các trục trung gian được xác định bằng cách đo thước thép đã được kiểm nghiệm theo các khoảng cách trong thiết kế.



Hình XI-6

c) Đo vẽ hiện trạng trụ cầu:

Sau khi bố trí xong tâm trụ cầu và xà mũ trụ cầu, trước khi lắp ghép dầm, giàn cầu, ta cần đo vẽ hiện trạng cầu để xác định tọa độ thực tế của các điểm đặc trưng trên xà mũ trụ cầu.

d) Bố trí lắp ghép dầm, giàn cầu:

Khi lắp ghép dầm, giàn cầu, ta cần đo ngắm để xác định trục hình học của dầm, giàn cầu, độ cong thi công của giàn, độ nghiêng của các thanh dầm đứng và vị trí đặt gối.

Trục chính hình học của giàn, dầm là đường qua điểm giữa các thanh dầm ngang trong giàn cầu. Nó phải trùng với trục chính của cầu với sai lệch không quá $\pm 5\text{mm}$. Để xác định độ sai lệch đó, ta đặt máy ở tâm trụ cầu. Sau khi đưa ống kính ngắm đúng hướng trục chính của trụ

cầu thì khóa ốc chuyển dịch ngang của ống kính rồi đưa ống kính dọc số trên mia đặt nằm có đáy trùng với điểm giữa thanh dầm ngang.

Đồng thời ta cần xác định vị trí mặt bằng của các khớp nối các thanh dầm dọc so với đường thẳng qua điểm giữa hai thanh dầm ngang đầu và cuối giàn với phương pháp đo ngắm tương tự như trên.

Độ cong thi công của giàn, dầm (giàn, dầm cầu thường hơi cong) được biểu thị bằng độ chênh cao lớn nhất trong số độ chênh cao của các khớp nối so với đường thẳng đi qua điểm đầu và cuối giàn. Nó được xác định bằng máy đo cao đặt trên trụ cầu với các mia đặt tại các khớp nối các thanh dầm dọc của giàn. Chênh lệch độ cao thực tế của các khớp nối dầm dọc so với thiết kế thường không được quá 8% độ cong thi công của giàn, dầm. Còn độ chênh cao thực tế thường không vượt quá $1:1000 \div 1:500$ chiều rộng của giàn, dầm.

Độ nghiêng của các thanh dầm đứng được biểu thị bằng khoảng cách từ đáy dầm đến đường thẳng đứng qua đỉnh dầm đứng đó. Nó được xác định bằng cách treo dọi và không được quá 1:700 chiều dài thanh dầm đứng.

Vị trí đặt gối cầu trên đá kê gối được xác định từ trục trụ cầu với sai số từ 2 ÷ 3mm và từ độ cao đá kê gối. Do đó cần kiểm tra cẩn thận đá kê gối trước khi đặt gối.

e) Đo biến dạng của cầu:

Ngay khi bắt đầu xây dựng cầu ta đã phải đo độ lún và chuyển dịch của trụ cầu.



Đ

ộ độ lún của trụ cầu:

Độ lún của trụ cầu được xác định bằng đường đo cao qua các trụ cầu và khép giữa hai mốc độ cao:

Điểm đo lún trên trụ cầu cần đặt nơi tiện dựng mia và thông hướng đo cao tới điểm đo lún lân cận (có thể dùng ngay mốc độ cao trụ cầu nếu nó thỏa mãn các điều kiện đó. Ở các cầu lớn, mỗi trụ phải có 2 điểm đo lún ở về hai phía thượng lưu và hạ lưu.



Đ

o độ chuyển dịch của trụ cầu:

Độ chuyển dịch của trụ cầu cần được đo theo hướng dọc và hướng ngang của cầu. Muốn vậy, ta phải đặt các mốc ở trên đỉnh trụ trong một mặt phẳng hướng. Sau đó cố định mặt phẳng hướng bằng hai mốc lâu dài ở nơi kiên cố.

Để xác định độ chuyển dịch ngang, ta cần đo chính xác khoảng cách giữa các tâm trụ hoặc các điểm được cố định riêng trên trụ. Theo hiệu số khoảng cách giữa các trụ lúc đó mà đánh giá độ chuyển dịch của các trụ trong thời gian giữa hai lần đo đó.

Chú ý rằng, độ chuyển nói trên là của đỉnh trụ cầu. Độ chuyển dịch của đáy trụ cầu được tính thông qua độ chênh cao giữa hai điểm đo lún gắn trên hai đỉnh trụ và có thể được tính theo công thức:

$$\Delta l = \Delta l_a + \Delta l_\alpha$$

trong đó: $\Delta l_\alpha = h \cdot \Delta h / d$

III. Giám sát công tác trắc địa trong xây dựng công trình

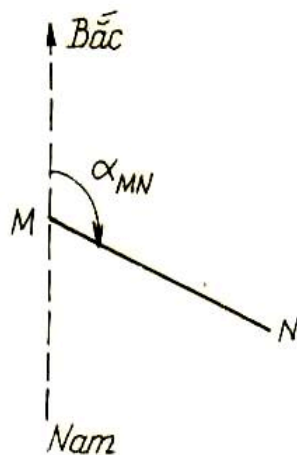
1. Những vấn đề cơ bản trong công tác giám sát trắc địa

a) Góc phương vị & pp định hướng đường thẳng

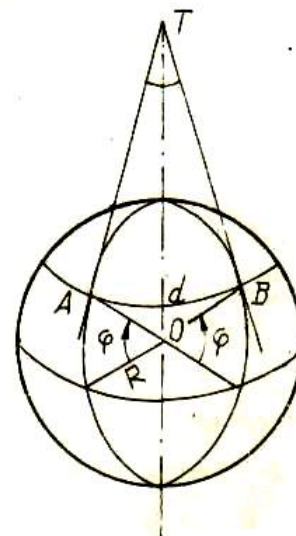
Một đường thẳng muốn được xác định lên bản đồ cần phải biết chiều dài và hướng của nó. Trong trắc địa, để định hướng một đường thẳng, người ta đã quy ước chọn một hướng làm chuẩn: đó là hướng Nam - Bắc của đường kinh tuyến quả đất. Dựa vào hướng chuẩn này để xác định hướng của một đường thẳng.



óc 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 0^0 tới 360^0 .



óc 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 đ ược 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:

$$\gamma = d/AT$$

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

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

$$\text{Vậy } \gamma = d \cdot \operatorname{tg} \varphi / R$$

Kết quả tính toán 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.



G

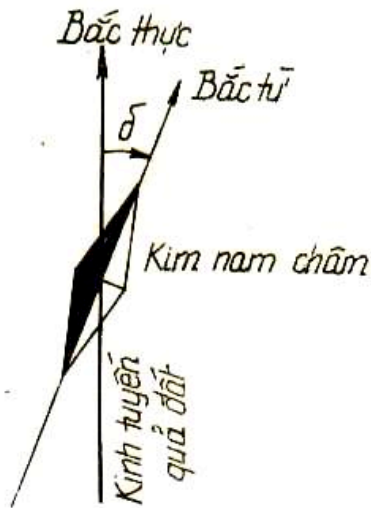
óc phương vị thực và góc phương vị từ :

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.

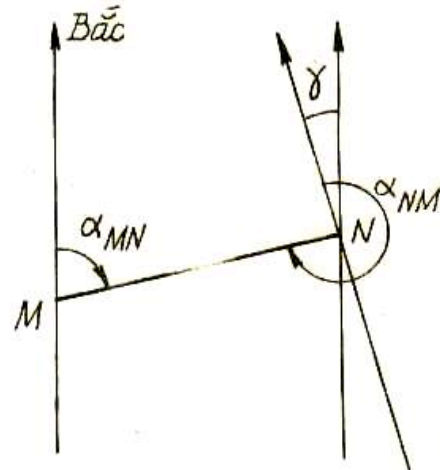
Qua nghiên cứu về tính chất của một kim nam châm mỏng, nhẹ dao động tự do trên một trục thẳng đứng, người ta thấy rằng khi kim đứng im, trục kim nằm theo một hướng cố định; phương của trục kim gọi là phương của đường kinh tuyến từ (hình 2 – 7). Vậy Góc phương vị từ của một đường thẳng là góc kể từ hướng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

b) 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.



Đ

o 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 rằng 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.

c) Những nguyên nhân sinh ra sai số và cách phân loại sai số



nguyên nhân sinh ra sai số

N

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:

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



phân loại sai số

P

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:

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

trong đó a 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.

- 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 cần 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 khoảng 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:

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.

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.

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.

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

d) Tiêu chuẩn đánh giá độ chính xác các đại lượng đo trực tiếp

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



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

$$\theta = (|\Delta 1| + |\Delta 2| + \dots + |\Delta n|)/n$$



S

S

ai 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

$$m^2 = (\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2) / n$$

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 – Δ_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.

2. Yêu cầu về độ chính xác của công tác trắc địa trong xây dựng cầu đường

a) Yêu cầu về độ chính xác trong xác định chiều dài cầu

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

Chiều dài cầu được xác định theo công thức:
$$L = \sum_1^n l_i + \sum_1^{n-1} p_i + (q_1 + q_2)$$

l_i : Chiều dài tính toán từng kết cấu nhịp

p_i : Khoảng cách giữa 2 trục gối

q : Khoảng cách giữa trục gối và tim mố cầu

n : Số nhịp cầu

Sai số trung phương $m_L^2 = \sum_1^n m_{li}^2 + (n-1)m_p^2 + 2m_q^2$ xác định chiều dài cầu

$m_{li} = l_i/T$: Sai số trung phương chế tạo và lắp ráp 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 giá trị vào ta được:

b) Yêu cầu về độ chính xác xây dựng lưới tọa độ cơ sở thi công cầu

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

$$m_{tc} \leq \pm 20\text{mm}$$

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

$$M = m_{tc} / 2 \leq$$

Suy ra sai số trung phương thành phần $m_x = m_y = 10/\sqrt{2} = \pm 7\text{mm}$

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

$$m_\beta = 1'' \div 2'' \text{ (Độ chính xác cao, cạnh ngắn, có cạnh đo dọc sông)}$$

c) Yêu cầu về độ chính xác góc giao hội khi bố trí tâm mố trụ

Ước tính độ chính xác theo công thức:

$$M_{gh}^2 = \frac{m_\beta'^2 (\ell_1^2 + \ell_2^2)}{\rho'^2 \sin \gamma} + \frac{m_{5-6}^2}{b^2} (\ell_1^2 + \ell_2^2 - \ell_1 \ell_2 \cos \gamma)$$

$\ell_1 \ell_2$: Chiều dài cạnh giao hội

m_β : Sai số trung phương bố trí góc giao hội

γ : Góc giao hội

m_{5-6} : 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: $\gamma = 90^\circ$, $\ell_1 = \ell_2 = 1$ và $b^2 = 2\ell^2$, $\ell_1^2 + \ell_2^2 - \ell_1 \ell_2 \cos \gamma = \ell^2$, $\cos \gamma = 1$

thì công thức (A) sẽ có dạng:

$$M_{gh}^2 = \frac{m_\beta^2}{\rho^2} b^2 + \frac{1}{2} m_{5-6}^2$$

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

$$m_\beta'' = \frac{\rho''}{b} \sqrt{M_{gh}^2 - \frac{1}{2} m_{5-6}^2}$$

d) Yêu cầu về độ chính xác đo đạc tuyến đường

Nếu tuyến có lập lưới khống chế tọa độ và độ cao thì lập đường chuyền kinh vĩ có sai số khép tương đối 1:2000 đi qua các đỉnh chuyên, lấy 2 cạnh đường chuyền ở 2 đầu làm cạnh góc. Chiều dài đường chuyền 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 $f_{\beta gh} = \pm 45'' \sqrt{n}$ với n là số lần đo

Sai số trung phương đo góc $m_{\beta} = \pm 30''$

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

$$f_{hgh} = \pm 50 \sqrt{L_{Km}}$$

3. Công tác tư vấn giám sát trắc địa thi công công trình

C

ông tác quản lý tọa độ, cao độ trên toàn công trường

Kiểm tra máy, dụng cụ trang thiết bị đo đạc, năng lực cán bộ đo đạc đúng với hồ sơ năng lực đã được chấp thuận, đáp ứng cho các hạng mục công trình.

Tư vấn cho nhà thầu làm tường chắn (nấp đập) để bảo vệ mốc.

Đo đạc kiểm tra độ chính xác tọa độ, cao độ của hệ thống mốc trắc địa trước khi vào thi công các hạng mục mới (hoặc có kế hoạch kiểm tra định kỳ, hoặc khi gặp tình huống có thể làm ảnh hưởng đến độ ổn định mốc).

Tư vấn và kiểm tra thành lập tầng dày các mốc tọa độ, cao độ để thuận tiện phù hợp với biện pháp thi công từng hạng mục công trình, đảm bảo độ chính xác cần thiết.

Trong trường hợp công trường có nhiều nhà thầu phụ thi công ở nhiều vị trí, hạng mục khác nhau. Cần tư vấn cho nhà thầu đo kiểm tra điểm khống chế của hạng mục gần bên để đảm bảo thống nhất độ chính xác về tọa độ, cao độ trên toàn công trường.

Trường hợp phát hiện mốc trắc địa hư hỏng, dịch lún cần tư vấn cho nhà thầu khôi phục kịp thời, đáp ứng mọi công tác thi công trên hiện trường, cho đến khi bàn giao công trình đưa vào sử dụng.



C

ông tác kiểm tra cao độ, tọa độ cho các hạng mục công trình:

Tư vấn cho nhà thầu trình bản tính tọa độ, cao độ chi tiết cho từng hạng mục công trình kèm theo biện pháp thi công. Kiểm tra số liệu này trước khi thi công để tránh nhầm lẫn sai sót.

Tư vấn cho tổ đo có phương pháp và sử dụng máy đo phù hợp. Đo kiểm tra tọa độ điểm đã biết để tránh nhầm lẫn số liệu mốc, và kiểm tra sai số bố trí điểm thực tế.

Trực tiếp kiểm tra việc bố trí tọa độ, cao độ tại hiện trường theo bản vẽ và số liệu đã duyệt.

Biên bản kiểm tra hiện trường phải ghi đầy đủ các số liệu đo kiểm tra đối chiếu với sai số giới hạn.

Ngoài ra để đảm bảo về tiến độ, chất lượng công trình còn phải chú ý đến các mặt bằng thi công như bãi đúc, khu vực chứa vật liệu trang thiết bị...đạt yêu cầu theo biện pháp thi công.



C

ông tác theo dõi độ biến dạng trong quá trình thi công :

Tư vấn cho nhà thầu thành lập qui trình, sơ đồ vị trí điểm đo biến dạng (lún, nghiêng, võng).

Xử lý kết quả đo kịp thời, trình các cấp lãnh đạo để có biện pháp phục vụ thi công các hạng mục tiếp theo.

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 hồ 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 !

Tài liệu tham khảo

1. Giám sát công tác trắc địa trong xây dựng công trình - *GV-KS Nguyễn Tấn Lộc, KS Trần Thúc Tài*;
2. Tiêu chuẩn ngành 22TCN 263-2000 – Quy trình khảo sát đường Ô tô;
3. Bài giảng Trắc đạc – Bùi Quang Tuyến;
4. Công tác trắc địa trong xây dựng công trình – TS Nguyễn Thạc Dũng – Trường Đại học Xây dựng

