

PHẦN 4. TRẮC ĐỊA TRONG XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH

CHƯƠNG 8. TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH

PHẦN A. BỐ TRÍ CÔNG TRÌNH

8.1. Khái quát công tác bố trí công trình

8.1.1. Khái niệm

Bố trí công trình là công tác trắc địa thực hiện trên mặt đất nhằm xác định vị trí mặt bằng và độ cao của các điểm, các đường thẳng, các mặt phẳng đặc trưng của công trình xây dựng theo thiết kế.

Nội dung công tác bố trí công trình ngược lại so với công tác đo vẽ bản đồ. Khi đo vẽ bản đồ, ngoài thực địa người ta đo đạc mặt đất, sau đó tiến hành xử lý số liệu đo đạc để vẽ lên bản đồ. Còn khi bố trí công trình, ở trong phòng căn cứ vào bản thiết kế tính toán các số liệu bố trí cần thiết, sau đó dùng máy móc và các dụng cụ trắc địa định vị công trình trên mặt đất theo đúng thiết kế.

Độ chính xác đo vẽ bình đồ phụ thuộc vào tỷ lệ bản đồ, còn độ chính xác bố trí công trình thuộc vào tài liệu thiết kế. Độ chính xác công tác bố trí công trình thường yêu cầu cao hơn độ chính xác đo góc, đo dài giữa các điểm đánh dấu ngoài thực địa. Trong công tác bố trí công trình thường cho trước một hướng hoặc một điểm, hướng và điểm khác tìm bằng cách đặt góc và khoảng cách thiết kế. Vì vậy trong bố trí công trình thường khó áp dụng phương pháp đo nhiều lần.

8.1.2. Cơ sở để thực hiện công tác bố trí công trình

Cơ sở hình học để thực hiện việc bố trí công trình là các trục dọc, ngang của công trình bao gồm:

- Trục chính (4-4) là đối xứng của công trình. Ví dụ: Trục chính của nhà là trục đối xứng của nó, còn trục chính của các công trình dạng tuyến là trục dọc của công trình đó.

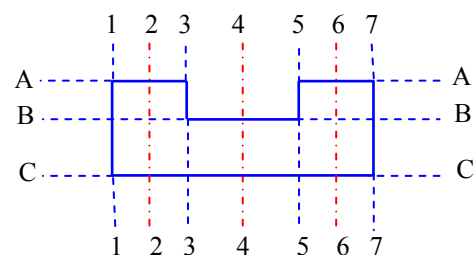
- Trục phụ (2-2, 6-6) là trục đối xứng của các phần, các bộ phận riêng biệt của công trình. Chỉ có các công trình lớn, hình dáng phức tạp mới có trục phụ.

- Trục cơ bản là trục bao quanh hình dạng tổng quát của công trình.

- Trục dọc là trục nằm theo chiều dọc của công trình, thường ký hiệu bằng những chữ cái Latinh in hoa (A-A, B-B...).

- Trục ngang là trục nằm theo chiều ngang của công trình, thường được ký hiệu bằng chữ số Ả Rập (1-1, 2-2...).

- Điểm đóng là các điểm nằm trên các trục nhưng thường là các điểm nằm ngoài phạm vi công trình, chúng dùng để cố định các trục ở trên mặt đất. Cột 0 là độ cao mặt bằng gốc thường được chọn là mặt nền tầng một.



Hình 8.1

8.1.3. Trình tự công tác bố trí công trình

8.1.3.1. Bố trí cơ bản

Căn cứ vào điểm khống chế trắc địa, theo các số liệu đo nối giải tích, người ta bố trí trên thực địa vị trí các trục chính. Khi bố trí các trục chính, chỉ xác định vị trí tổng quát của công trình trên khu vực và định hướng nó với các vật kiến trúc và địa vật xung quanh.

8.1.3.2. Bố trí chi tiết

Căn cứ vào trục chính, tùy theo các giai đoạn thi công mà bố trí các trục dọc, trục ngang của các khối, các chi tiết, các bộ phận chôn lấp. Xác định vị trí mặt bằng và độ cao của tất cả các điểm đặc trưng, các mặt cắt ngang, các cấu kiện. Bố trí trong giai đoạn này nhằm xác định vị trí tương hỗ giữa các yếu tố của công trình và tiến hành chính xác hơn công tác bố trí trục chính.

8.1.3.3. Bố trí trục công nghệ

Khi kết thúc thi công máy và lắp ráp các cấu kiện, ta tiến hành bố trí và chọn mốc các trục lắp ráp và đặt các thiết bị công nghệ vào vị trí thiết kế. Giai đoạn này công tác trắc địa đòi hỏi độ chính xác cao nhất.

8.1.4. Cơ sở độ chính xác công tác bố trí công trình

Độ chính xác bố trí công trình phụ thuộc vào tính chất phức tạp của công trình, quy mô công trình, vật liệu xây dựng công trình và phương pháp thi công....

Để thực hiện công tác bố trí trước hết phải thành lập độ chính xác, trong đó phân thành hai loại :

8.1.4.1. Độ chính xác của công tác bố trí các trục chính trên thực địa

Công tác bố trí trục chính thường yêu cầu không cao. Nếu công trình nằm giữa các vật kiến trúc địa phương thì độ chính xác yêu cầu so với sai số $\pm(0,5m \div 1m)$. Nếu công trình nằm giữa các công trình hiện có thì nâng cao lên 0,1m và cao hơn nữa.

8.1.4.2. Độ chính xác bố trí chi tiết

Độ chính xác công tác bố trí chi tiết thường yêu cầu cao hơn độ chính xác công tác bố trí trục chính và phụ thuộc vào các yếu tố:

+ Độ chính xác xác định các yếu tố riêng biệt của công trình trong quá trình thiết kế ; thiết kế bằng phương pháp giải tích độ chính xác cao hơn phương pháp đồ giải.

+ Môi liên hệ giữa các bộ phận sản xuất: các công trình có các dây chuyền sản xuất tự động, các máy liên hợp đòi hỏi độ chính xác đến 0,1mm. Còn các công trình có các biện pháp sản xuất độc lập đòi hỏi độ chính xác thấp hơn.

+ Quy mô công trình: công trình có qui mô, kích thước, chiều cao càng lớn thì độ chính xác công tác bố trí đòi hỏi càng cao.

+ Thời gian sử dụng: công trình xây dựng vĩnh cửu độ chính xác công tác bố trí cao hơn công trình xây dựng tạm thời.

+ Thi công đồng loạt yêu cầu độ chính xác bố trí cao hơn thi công tuần tự.

Độ chính xác bố trí công trình thường cho trong các tiêu chuẩn xây dựng. Tuy nhiên không ít trường hợp phải tự tính toán để phù hợp với đặc thù của công trình. Cũng như công tác đo vẽ bản đồ, công tác bố trí công trình được xây dựng từ toàn thể đến từng phần,

nhưng độ chính xác trong các giai đoạn bố trí lại tăng dần để đảm bảo tính chặt chẽ của kích thước công trình.

8.1.5. Đặc điểm khống chế lưới trắc địa công trình

8.1.5.1. Lưới khống chế mặt bằng trắc địa công trình

Lưới khống chế mặt bằng trắc địa công trình là cơ sở trắc địa quan trọng cho cả ba giai đoạn xây dựng công trình: giai đoạn khảo sát-thiết kế, giai đoạn thi công và giai đoạn sử dụng công trình.

Trong giai đoạn khảo sát - thiết kế, lưới trắc địa là cơ sở phục vụ cho công tác đo vẽ bản đồ, bình đồ và mặt cắt địa hình. Đó là tài liệu trắc địa không thể thiếu được trong việc chọn vị trí xây dựng công trình, viết phương án tiền khả thi, phương án khả thi và thiết kế kỹ thuật công trình.

Trong giai đoạn thi công, lưới trắc địa công trình là cơ sở trắc địa phục vụ cho thi công xây dựng công trình như bố trí công trình ngoài thực địa theo đúng thiết kế, kiểm tra - theo dõi quá trình thi công, đo biến dạng và đo vẽ hoàn công công trình.

Trong giai đoạn quản lý và khai thác sử dụng công trình, lưới khống chế trắc địa công trình là cơ sở trắc địa quan trọng nhằm xác định biến dạng công trình như độ trôi lún, độ nghiêng và độ chuyển dịch ngang công trình. Từ các thông số biến dạng này người kiểm chứng công tác khảo sát - thiết kế, đánh giá mức độ ổn định và chất lượng thi công công trình.

Lưới trắc địa công trình có thể được thành lập ở những khu vực đầu mối của các công trình điện-thủy lợi; đường giao thông, hầm đèo, cầu vượt; khu vực thành phố, khu công nghiệp; sân bay, bến cảng...Tùy thuộc vào yêu cầu nhiệm vụ đặt ra trong từng giai đoạn xây dựng công trình mà yêu cầu độ chính xác của lưới khống chế có khác nhau, giai đoạn sau cao hơn giai đoạn trước.

Đối với việc đo vẽ bản đồ, cơ sở để ước tính độ chính xác cần thiết của lưới khống chế mặt bằng là yêu cầu về độ chính xác của lưới đo vẽ. Yêu cầu đó là sai số giới hạn vị trí điểm của lưới đo vẽ so với điểm của lưới nhà nước và lưới tầng dày không được vượt quá 0.2mm trên bản đồ ở khu vực chưa xây dựng. Đối với khu vực đã xây dựng rồi thì sai số này không được vượt quá giới hạn tùy theo tỷ lệ bản đồ.

Lưới khống chế mặt bằng trắc địa công trình còn phải đảm bảo độ chính xác để bố trí công trình và quan trắc biến dạng công trình. Tùy theo yêu cầu độ chính xác của lưới bố trí công trình mà lưới trắc địa công trình cần phát triển cho phù hợp. Khi yêu cầu về độ chính xác của lưới bố trí công trình tương đương độ chính xác của lưới đo vẽ thì lưới trắc địa công trình có thể dựa vào các điểm của lưới nhà nước đã có trên khu vực xây dựng công trình để phát triển, nguyên tắc phát triển lưới cũng giống như lưới nhà nước.

Khi yêu cầu về độ chính xác của lưới bố trí công trình cao hơn hẳn độ chính xác của lưới đo vẽ, thì lưới trắc địa công trình cần phải thành lập chuyên dùng riêng cho công trình. Trong trường hợp này yêu cầu độ chính xác lưới tăng dần theo từng giai đoạn xây dựng công trình và phụ thuộc vào đặc điểm công trình xây dựng. Các điểm của lưới khống chế nhà nước ở đây chỉ có ý nghĩa là số liệu gốc tối thiểu để thống nhất lưới trắc địa công trình trong hệ thống toạ độ nhà nước.

8.1.5.2. Lưới khống chế độ cao trong trắc địa công trình

Lưới khống chế độ cao trắc địa công trình là cơ sở trắc địa quan trọng phục vụ cho khảo sát - thiết kế công trình, bố trí độ cao các hạng mục và quan trắc độ lún công trình. Lưới độ cao trắc địa công trình được thành lập ở những khu vực đầu mối của các công trình điện - thủy lợi; đường giao thông, hầm đèo, cầu vượt; khu vực thành phố, khu công nghiệp; sân bay, bến cảng...

Độ chính xác và mật độ điểm của lưới độ cao phụ thuộc vào yêu cầu độ chính xác của công tác đo vẽ, công tác bố trí công trình và độ lớn của diện tích khu xây dựng.

Lưới độ cao hạng III được tăng dày từ các điểm hạng II, được thành lập lưới dạng tuyến, vòng khép kín hoặc lưới có điểm nút. Còn lưới độ cao hạng IV được tăng dày từ lưới độ cao hạng III và đồ hình lưới cũng được phát triển như lưới hạng III.

Yêu cầu cao nhất về độ chính xác đo cao là công tác bố trí các hệ thống tự chảy và bố trí cơ bản đường xe điện ngầm. Để đào thông hầm đối hướng thì cần phải lập lưới độ cao hạng II, hạng III. Trong xây dựng các công trình đầu mối thủy lợi - thủy điện, các tuyến kênh, hệ thống tưới tiêu cần phải lập lưới độ cao hạng II, III, IV.

Hệ thống đường ống tự chảy có kích thước lớn thường có độ dốc thiết kế là 0,00005. Yêu cầu độ chính xác đặt ống phụ thuộc độ dốc thiết kế, khoảng cách giữa các giếng ga và kích thước của hệ thống ống ngầm. Từ những yếu tố đó thường phải lập lưới độ cao hạng II, hoặc hạng III. Trong xây dựng các công trình đầu mối thủy lợi - thủy điện, các tuyến kênh, hệ thống tưới tiêu ... cần lập lưới độ cao hạng II, III, IV.

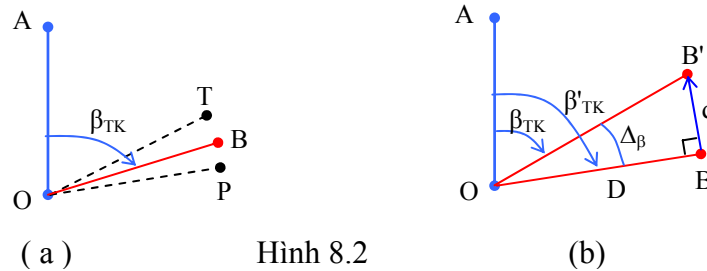
Đặc điểm của lưới độ cao trong trắc địa công trình là khoảng cách giữa các mốc và chiều dài tuyến được rút ngắn, còn phương pháp đo vẫn như lưới độ cao nhà nước.

Phương pháp xây dựng và phát triển lưới khống chế trắc địa công trình về cơ bản giống như lưới khống chế trắc địa như đã trình bày ở chương 6.

8.2. Bố trí các yếu tố cơ bản

8.2.1. Bố trí góc bằng theo thiết kế.

Việc xác định trên mặt đất một góc có trị số cho trước xuất phát từ hướng đã biết gọi là bố trí góc. Giả sử cần bố trí góc AOB có giá trị β_{TK} ngoài thực địa từ hướng AO cho trước. Thông thường người dùng máy kinh vĩ mở góc β_{TK} ở hai vị trí bàn độ được hai hướng OT và OP. Hướng OB là hướng trung bình giữa hướng OT và OP. Góc AOB chính là góc cần bố trí (hình 8.2a).



Để kiểm tra và nâng cao độ chính xác ta đo lại góc vừa bố trí nhiều vòng đo được β'_{tk} , so sánh với β_{TK} tìm độ lệch $\Delta\beta = \beta'_{tk} - \beta_{TK}$ từ đây tính được đại lượng d (8.2b):

$$d = \frac{\Delta\beta}{\rho} \cdot D \quad (8.1)$$

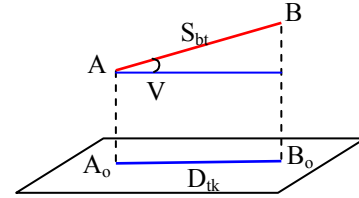
Để tìm hướng thiết kế ta đặt trên đường vòng góc với OB về hướng cần thiết đoạn d vừa tính, ta sẽ được góc bố trí với độ chính xác rất cao hơn.

Trị số của góc cần bố trí không ảnh hưởng của sai số định tâm máy và tiêu ngắm. Các nguồn sai số chủ yếu là: sai số do máy (m_1) sai số do điều kiện ngoại cảnh (m_2), sai số do đạc (m_3).

8.2.2. Bố trí đoạn thẳng theo thiết kế

Tùy theo yêu cầu độ chính xác bố trí mà ta có thể dùng thước thép hoặc máy đo dài có độ chính xác tương đương để thực hiện công tác bố trí. Trên bản thiết kế, lấy độ dài D_{tk} của đoạn thẳng cần bố trí (hình 8.3), nếu dùng thước thép để bố trí thì cần đưa vào chiều dài thiết kế các số hiệu chỉnh:

- Số hiệu chỉnh sai số chiều dài thước dùng để bố trí Δl_0
- Số hiệu chỉnh độ nghiêng mặt đất tại nơi bố trí Δl_V
- Số hiệu chỉnh do nhiệt độ khi bố trí khác với nhiệt độ lúc kiểm nghiệm Δl_t .



Hình 8.3

Từ chiều dài thiết kế của đoạn thẳng và các số hiệu chỉnh ta có chiều dài bố trí của nó trên mặt đất:

$$S_{bt} = D_{tk} + \Delta l_0 + \Delta l_V + \Delta l_t \quad (8.2)$$

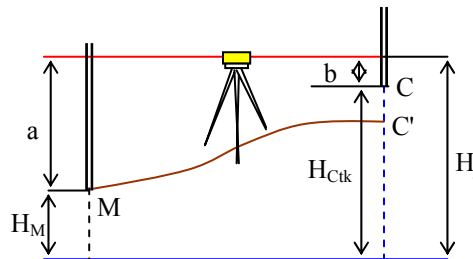
Để bố trí đoạn thẳng ta dùng máy kinh vĩ định hướng theo hướng đã biết, dùng thước thép đặt từ điểm đầu trên hướng này đoạn S_{bt} như đã tính ở trên được điểm thứ hai hợp với điểm đầu đoạn thẳng cần bố trí D_{tk} .

Sai số bố trí đoạn thẳng theo thiết kế ảnh hưởng bởi các nguồn sai số: sai số kiểm nghiệm thước, sai số do đo nhiệt độ, sai số do lực kéo lúc đo khác lúc kiểm nghiệm, sai số do đo độ dốc mặt đất, sai số do thước võng, sai số do đọc số trên thước. Trong các sai số đó có sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên (m_λ , m_μ)

$$M = \sqrt{m_\lambda^2 + m_\mu^2} \quad (8.3)$$

8.2.3. bố trí điểm vào độ cao thiết kế

Giả sử M là mốc độ cao khống chế (hoặc điểm gửi độ cao) có độ cao H_M nằm gần công trình; điểm công trình C cần bố trí vào đúng độ cao H_{Ctk} của nó (hình 8.4).



Hình 8.4

Để bố trí, máy thủy chuẩn đặt giữa MC, mia đặt tại M. Sau khi cân máy cân thận ngắm mia tại mốc M đọc số chỉ giữa được trị số ký hiệu là a. Từ số đọc này và độ cao mốc M ta tìm được độ cao trực ngắm H_j .

$$H_j = H_M + a \quad (8.4)$$

Từ độ cao trực ngắm và độ cao thiết kế H_{Ctk} của điểm C ta tìm được số đọc cần thiết trên mia tại điểm C.

$$b = H_j - H_{Ctk} \quad (8.5)$$

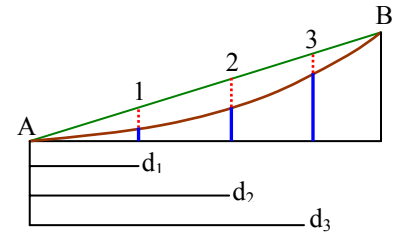
Khi bố trí, tại C người giữ mia nâng hạ mia theo sự điều khiển của người đứng máy, khi số đọc chỉ giữa trên mia đúng bằng b thì để mia có độ cao đúng bằng độ cao thiết kế của điểm C.

Các nguồn sai số trong bố trí độ cao về cơ bản giống như các nguồn sai số trong đo cao hình học, ngoài ra còn có sai số cố định điểm.

8.2.4. Bố trí đường thẳng thiết kế

Giả sử cần bố trí trên mặt đất đoạn AB có chiều dài ngang là D và có độ dốc là i. Ta có thực hiện bố trí theo tình tự như sau:

- Chia D thành n đoạn bằng nhau và đóng cọc cố định đầu mút các đoạn (hình 8.5). Dùng máy thủy chuẩn đo độ cao các đầu cọc, ta được độ cao đen của chúng ký hiệu là $H_{i_đen}$



Hình 8.5

- Tính độ cao thiết kế của các điểm ($H_{i_đỏ}$):

$$H_{1_đỏ} = H_A + i \cdot d_1$$

$$H_{2_đỏ} = H_A + i \cdot d_2$$

.....

$$H_{n_đỏ} = H_A + i \cdot d_n$$

- Tính chiều cao công tác h_i tại các cọc:

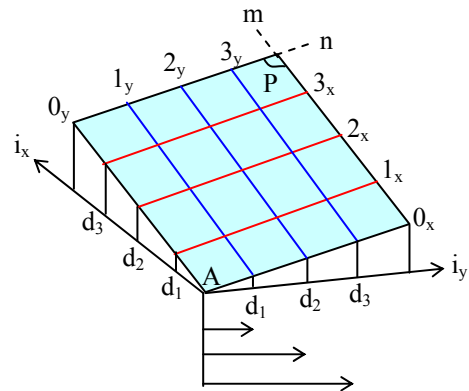
$$h_i = H_{i_đỏ} - H_{i_đen}$$

Nếu $h_i > 0$ thì từ đầu cọc i phải đo lên cao một đoạn bằng h_i sẽ cho điểm i trên đường AB; ngược lại nếu $h_i < 0$ cần phải đo xuống thấp một đoạn bằng h_i sẽ được điểm thiết kế trên đường AB.

8.2.5. Bố trí mặt phẳng thiết kế

Giả sử cần bố trí trên mặt đất mặt phẳng P có độ dốc theo phương X là i_x và theo phương Y là i_y . Ta thực hiện bố trí theo trình tự sau:

- Chia mặt phẳng P thành n ô vuông cạnh d, đóng cọc cố định các đỉnh ô vuông (hình 8.6). Dùng máy thủy chuẩn đo độ cao các đầu cọc, ta được độ cao đen của chúng ký hiệu là $H_{đen}$



Hình 8.6

- Tính độ cao thiết kế của các điểm ($H_{đỏ}$):

$$H_{nm_đỏ} = H_A + d_n \cdot i_x + d_m \cdot i_y$$

- Tính chiều cao công tác h_i tại các cọc:

$$h = H_{đỏ} - H_{đen}$$

Nếu $h > 0$ thì từ đầu cọc phải đo lên cao một đoạn bằng h_i sẽ cho điểm i trên mặt phẳng P; ngược lại nếu $h_i < 0$ cần phải đo xuống thấp một đoạn bằng h sẽ được điểm thiết kế trên mặt phẳng P.

8.3. Bố trí chi tiết công trình

Để bố trí các điểm đặc trưng của công trình, tùy theo điều kiện cụ thể có thể sử dụng một trong các phương pháp sau: phương pháp tọa độ cực, phương pháp tọa độ vuông góc, phương pháp giao hội.

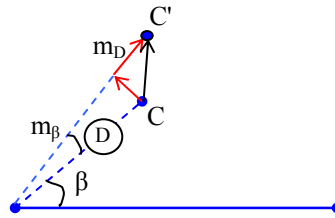
8.3.1. Phương pháp tọa độ cực

Phương pháp được ứng dụng tương đối phổ biến, thích hợp khi khu vực xây dựng quang đãng, bằng phẳng và khoảng cách bố trí nhỏ hơn chiều dài thước. Điểm công trình C được định vị trên mặt đất thông qua hai thành phần cực là góc cực β và khoảng cách cực D (hình 8.7), gọi là số liệu bố trí theo phương pháp tọa độ cực.

Để tính số liệu bố trí có thể dùng phương pháp đồ giải hoặc giải tích:

- Phương pháp giải tích là phương pháp tính toán, dựa vào tọa độ hai điểm khống chế I, II và tọa độ thiết kế của điểm công trình C, áp dụng bài toán trắc địa ngược có: α_{I-II} , $D_{I-C} \Rightarrow \beta = \alpha_{I-II} - \alpha_{I-C}$. Phương pháp này cho độ chính xác cao.

- Phương pháp đồ giải là đo trực tiếp số liệu bố trí trên bình đồ thiết kế công trình. Độ chính xác phương pháp này không cao nếu bình đồ trên giấy và tỷ lệ nhỏ.



Hình 8.7

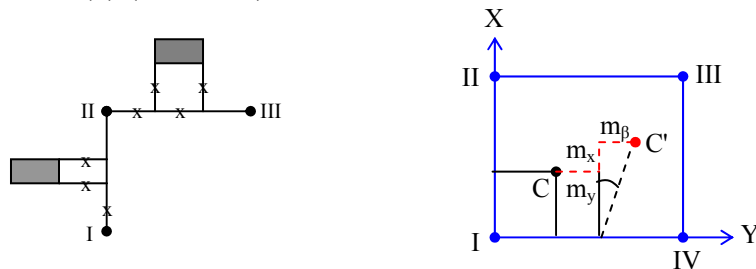
Độ chính xác phương pháp được xác định bởi công thức (8.6).

$$m_C^2 = m_g^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho} D\right)^2 + m_D^2 + m_{cr}^2 + m_f^2 \quad (8.6)$$

Trong đó: m_g - sai số liệu gốc; m_β - sai số bố trí góc β ; m_D - sai số bố trí cạnh D; $m_{c,r}$ - sai số quy tâm trạm đo và điểm ngắm; m_f - sai số cố định điểm.

8.3.2. Phương pháp tọa độ vuông góc

Nếu bố trí những công trình công trình dân dụng và công nghiệp quy mô nhỏ, đơn giản ta có thể dựa vào cạnh của lưới đường chuyên hoặc lưới tam giác để bố trí. Số liệu bố trí là các đoạn đánh dấu (x) (hình 8.7a).



(a)

Hình 8.8

(b)

Những công trình quy mô lớn, phức tạp phải dùng lưới ô vuông xây dựng để bố trí. Khi xây dựng lưới vuông thì một trục của lưới phải song song hoặc trùng với trục chính công trình. Vị trí các điểm công trình và đỉnh ô vuông phải được xác định trong hệ này. Từ tọa độ các điểm đỉnh ô vuông và tọa độ các điểm đặc trưng của công trình ta tính được các số liệu bố trí gồm các giá số tọa độ Δ_{xi} , Δ_{yi} của chúng. Vị trí các điểm công trình được xác định ngoài thực địa qua việc bố trí góc vuông và các đoạn Δ_{xi} , Δ_{yi} bằng máy kinh vĩ và thước thép (hình 8.7b). Độ chính xác của phương pháp xác định bởi công thức (8.7), (8.8):

$$\text{Nếu bố trí } \Delta_y \text{ trước: } m_C^2 = m_g^2 + m_{\Delta_x}^2 + m_{\Delta_y}^2 + \left(\frac{m\beta}{\rho}\Delta_x\right)^2 + m_{cr}^2 + m_f^2 \quad (8.7)$$

$$\text{Nếu bố trí } \Delta_x \text{ trước: } m_C^2 = m_g^2 + m_{\Delta_x}^2 + m_{\Delta_y}^2 + \left(\frac{m\beta}{\rho}\Delta_y\right)^2 + m_{cr}^2 + m_f^2 \quad (8.8)$$

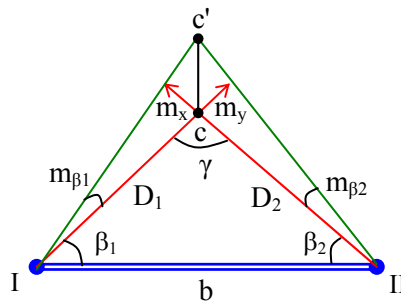
Trong đó : m_g - sai số liệu gốc ; m_β - sai số bố trí góc vuông ; m_{Δ_x} , m_{Δ_y} - sai số bố trí thành phần giá số tọa độ Δ_x và Δ_y ; $m_{c.r}$ - Sai số quy tâm trạm đo và điểm ngắm; m_f - sai số cố định điểm.

8.3.3. Phương pháp giao hội

8.3.3.1. Phương pháp giao hội góc

Số liệu bố trí là góc giao hội β_1 , β_2 , số liệu này được tính từ tọa độ các điểm khống chế I, II và điểm công trình C theo bài toán trắc địa ngược. Vị trí điểm công trình C là giao của hai hướng IC và IIC khi bố trí góc giao hội β_1 , β_2 từ cạnh đáy giao hội I-II.

Để có điều kiện kiểm tra và tăng độ chính xác công tác bố trí người ta còn thực hiện giao hội thêm hướng trục chính của công trình. Kết quả giao hội là tam giác sai số hợp bởi ba hướng giao hội, vị trí điểm giao hội là trọng tâm của tam giác sai số (hình 8.8). Phương pháp này ứng dụng phổ biến trong việc bố trí công trình cầu, đập thủy điện - thủy lợi.



Hình 8.9

Độ chính xác :

$$m_c = \frac{m_\beta}{\rho \cdot \sin \gamma} \sqrt{D_1^2 + D_2^2} \quad \text{hoặc} \quad m_c = \frac{b \cdot m_\beta}{\rho \cdot \sin^2 \gamma} \sqrt{\sin \beta_1^2 + \sin \beta_2^2} \quad (8.9)$$

8.3.3.2. Phương pháp giao hội cạnh

Khi khoảng cách từ điểm công trình đến điểm khống chế nhỏ hơn chiều dài thước, thì ta có thể dùng phương pháp giao hội cạnh. Vị trí điểm công trình C là giao đầu mút của hai cạnh s_1 và s_2 từ hai đầu cạnh đáy giao hội I-II.

PHẦN B. TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH CẦU ĐƯỜNG

8.4. Khái niệm về tuyến đường và định tuyến đường

8.4.1. Các yếu tố của tuyến

Tuyến đường là trục thiết kế của công trình đường được đánh dấu ngoài thực địa, trên bản đồ bình đồ, cho trước bởi toạ độ các điểm cơ bản trên mô hình số của bề mặt thực địa.

Tuyến đường nhìn chung là một đường cong không gian phức tạp. Trong mặt phẳng, tuyến gồm các đoạn thẳng có hướng khác nhau và chêm giữa chúng là các đường cong có bán kính cố định hoặc thay đổi. Trong mặt cắt dọc tuyến bao gồm các đoạn thẳng có độ dốc khác nhau và nối giữa chúng là những đường cong đứng có bán kính không đổi.

Các tài liệu trắc địa cơ bản của tuyến gồm bình đồ tuyến, mặt cắt dọc và mặt cắt ngang tuyến (xem phần 7.7).

8.4.2. Các thông số của việc định tuyến

Tập hợp tất cả các công tác khảo sát, xây dựng theo tuyến được chọn, đáp ứng những yêu cầu của các điều kiện kỹ thuật về độ dốc, bán kính cong và đòi hỏi chi phí cho việc xây dựng tuyến thấp nhất gọi là công tác định tuyến đường. Trong việc định tuyến bao gồm các thông số sau đây:

- Thông số mặt phẳng: Góc ngoặt, bán kính cong phẳng, chiều dài các đường cong, các đoạn thẳng chêm.

- Thông số độ cao: các độ dốc dọc, chiều dài các đoạn trong mặt cắt và bán kính cong đứng.

8.4.3. Định tuyến đường ở miền núi và đồng bằng

Ở đồng bằng vì độ dốc trung bình của mặt đất vùng đồng bằng thường nhỏ hơn độ dốc thiết kế cho phép cho nên công tác định tuyến chủ yếu dựa vào địa vật.

Ở miền núi do độ dốc lớn hơn đáng kể so với độ dốc thiết kế của tuyến đường, cho nên việc định tuyến được chọn chủ yếu dựa vào địa hình trên cơ sở độ dốc giới hạn của từng đoạn tuyến. Để đảm bảo độ dốc đó người ta buộc phải kéo dài tuyến bằng cách làm lệch tuyến đường đi những góc khá lớn so với đường thẳng.

8.4.4. Khái quát các công tác trắc địa trong khảo sát thiết kế tuyến đường

8.4.4.1. Khảo Sát Sơ Bộ

Trên bản đồ tỷ lệ nhỏ và trung bình, đánh dấu những điểm khống chế tuyến bao gồm điểm đầu, điểm cuối, những điểm trung gian theo ý đồ thiết kế. Các đường thẳng nối những điểm khống chế tuyến cho ta đường gần nhất.

Dựa vào đường gần nhất, trên cơ sở phân tích địa hình địa vật, địa chất công trình, địa chất thuỷ văn, kết hợp thăm quan ngoài thực địa đề xuất các phương án tuyến, không bỏ qua một phương án nào. Đối với mỗi phương án phải đánh dấu những điểm cố định tuyến.

Trong từng phương án tuyến, trên bản đồ địa hình thành lập trắc dọc, xác định chiều dài tuyến, đếm số lượng các điểm cố định tuyến.... Từ đó ước tính khối lượng công tác, hoạch toán kinh tế sơ bộ, đề ra các biện pháp đặc tuyến, các biện pháp kỹ thuật cho từng phương án. Từ các số liệu đó, so sánh giữa các phương án, chọn ra phương án tối ưu.

Giai đoạn này, khối lượng công việc tương đối lớn. Số liệu yêu cầu độ chính xác không cao nhưng đòi hỏi phải đầy đủ và nhanh chóng.

8.4.4.2. Khảo Sát chi tiết

Giai đoạn này về cơ bản là công tác khảo sát ngoài thực địa theo phương án đã chọn, các nhiệm vụ chủ yếu:

- Định vị tuyến tối ưu đã được phê duyệt trên mặt đất.

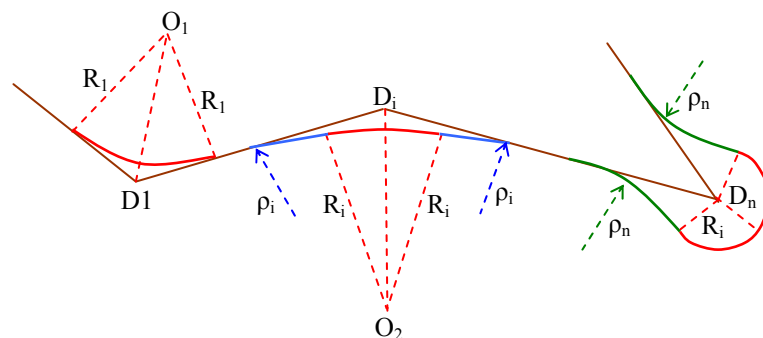
- Trên hướng tuyến đã định vị tiến hành đo đạc và thu thập các số liệu phục vụ cho công tác thiết kế kỹ thuật theo tuyến gồm: đo trắc dọc theo tim tuyến và trắc ngang tuyến đường (xem mục 7.7); đo bình đồ tuyến (xem mục 7.3); điều tra và đo nối những vùng có liên quan vào tuyến. Trong giai đoạn này yêu cầu số liệu phải chính xác và đầy đủ.

8.5. Các dạng đường cong bố trí

8.5.1. Khái niệm

Các tuyến đường do địa hình địa vật cản trở nên tuyến phải đổi hướng ở nhiều đoạn. Để đảm bảo an toàn cho các phương tiện giao thông di chuyển trên các đoạn đó, tại vị trí tuyến đổi hướng (các đỉnh) người ta phải bố trí các đường cong nối giữa các đoạn thẳng khác hướng.

Trong các loại đường cong, đơn giản nhất là đường cong tròn có bán kính R không đổi. Để tránh điểm gãy giữa đường cong tròn và đường thẳng người ta bố trí các đường cong chuyển tiếp có bán kính thay đổi từ vô cùng tới R . Ở những khu vực có địa hình chênh cao lớn tại đỉnh hai đoạn thẳng nối với nhau tạo thành góc nhọn người ta dùng đường cong quay đầu (hình 8.10). Trong mặt phẳng thẳng đứng dùng đường cong đứng. Trong phạm vi giáo trình này chỉ nghiên cứu việc bố trí đường cong tròn.

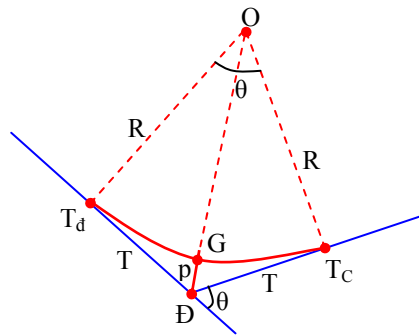


Hình 8.10

8.5.2. Bố trí đường cong tròn trong mặt phẳng ngang

8.5.2.1. Bố trí những điểm chính trên đường cong tròn

Các điểm chính của đường cong tròn gồm điểm đầu (T_d), điểm phân cự (G) và điểm cuối (T_c). Khi bố trí các điểm chính trên đường cong ta mới chỉ xác định được vị trí tổng quát của đường cong đó trên mặt đất (hình 8.11). Các số liệu bố trí đường cong bao gồm: đoạn tiếp tuyến T , đoạn phân cự p , chiều dài đường cong S và độ chênh hai lần tiếp tuyến với chiều dài đường cong Δ_d .



Hình 8.11

$$T = R \cdot \text{tg} \frac{\theta}{2}$$

$$p = R \cdot (\sec \frac{\theta}{2} - 1) \tag{8.10}$$

$$S = \theta \cdot \frac{\pi R}{180}$$

$$\Delta_d = 2.T - S$$

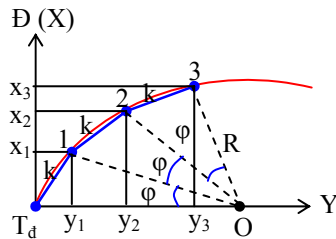
Trong đó: θ - góc chuyển hướng; R - bán kính đường cong tròn.

Để bố trí các điểm chính đường cong trên mặt đất, tại đỉnh Đ ta đặt mắt kinh vĩ. Định hướng về đỉnh phía sau, dùng thước thép bố trí đoạn T ta được điểm T_d ; định hướng về đỉnh phía trước bố trí đoạn T ta được điểm T_c ; xác định hướng đường phân giác của góc $T_d \hat{Đ} T_c$, trên đường này từ đỉnh Đ bố trí đoạn p ta có điểm G .

8.5.2.2. bố trí các điểm chi tiết trên đường cong tròn

Để cụ thể đường cong tròn trên mặt đất thì cứ cách một đoạn k nào đó (5m hoặc 10m hoặc 15m...) người ta phải bố trí một cọc trên đường cong tròn, các cọc này gọi là cọc chi tiết. Để bố trí các điểm chi tiết có thể dùng một trong các phương pháp sau:

a. Phương pháp tọa độ vuông góc



Hình 8.12

Hệ tọa độ vuông góc lấy T_d hoặc T_c làm góc tọa độ. Tiếp tuyến với đường cong tròn nối góc tọa độ với đỉnh làm trục X và bán kính đường cong tròn nối góc tọa độ làm trục y (hình 8.12).

Tọa độ x_i và y_i của các điểm chi tiết được tính như sau:

$$\varphi = k \cdot \frac{180}{\pi R}; X_i = R \cdot \sin(i \cdot \varphi); Y_i = R - R \cdot \cos(i \cdot \varphi) \tag{8.11}$$

Công tác bố trí các điểm chi tiết trên mặt đất được thực hiện tương tự như phần (8.3.2).

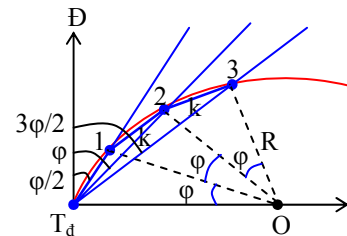
b. Phương pháp tọa độ cực mở rộng

Hệ tọa độ cực lấy tâm cực là điểm T_d hoặc T_c , trục cực là đường tiếp tuyến nối tâm cực với đỉnh (hình 8.13).

Số liệu bố trí theo phương pháp tọa độ cực mở rộng là các đoạn k giao với hướng của các góc cực của các điểm chi tiết và được tính như sau:

$$\varphi = k \cdot \frac{180}{\pi R}$$

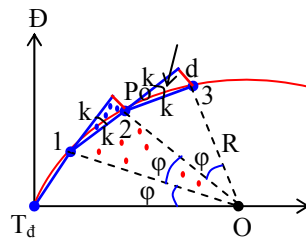
Góc cực của các điểm chi tiết 1, 2, 3...n tương ứng là $\varphi/2, 2\varphi/2, 3\varphi/2 \dots n\varphi/2$.



Hình 8.13

c. Phương pháp dây cung kéo dài

Khi bố trí bằng phương pháp này thì điểm 1 được bố trí theo một trong hai phương pháp như đã trình bày ở trên. Từ điểm thứ hai trở đi, ta kéo dài dây cung k của điểm sau về phía trước một đoạn bằng k , lấy đầu mút của đoạn kéo dài này là tâm quay một cung có bán kính bằng d , lấy điểm phía sau quay một cung có bán kính bằng k , hai cung cắt nhau cho vị trí của điểm chi tiết trên đường cong tròn (hình 8.14). Từ hai tam giác đồng dạng trên hình 8.14 ta tính được đoạn d :



Hình 8.14

$$\frac{d}{k} = \frac{k}{R} \rightarrow d = \frac{k^2}{R} \quad (8.12)$$

8.5.3. Bố trí đường cong đứng

Trên mặt cắt dọc, để tránh những điểm gãy khúc ở đỉnh dốc hay chân dốc người ta phải bố trí đường cong đứng. đường cong đứng thường là đường cong tròn do đó tính toán đường cong đứng cũng tương tự như đường cong tròn. Tuy nhiên do góc chuyển hướng của đường cong tròn nhỏ nên có thể tính đơn giản hơn bằng công thức gần đúng.

- Tính số liệu bố trí các điểm chính trên đường cong đứng

$$T = R \frac{i_1 - i_2}{2}; \quad P = \frac{T_2}{2R}; \quad S = 2T \quad (8.13)$$

- Tính số liệu bố trí các điểm chi tiết trên đường cong đứng

Để bố trí chi tiết đường cong đứng người ta áp dụng phương pháp tọa độ vuông góc. Hệ tọa độ vuông góc lấy điểm gốc là điểm đầu T_d hoặc điểm cuối T_c làm gốc. Trục x là đoạn tiếp tuyến nối gốc với đỉnh đường cong, trục y vuông góc với trục x .

Thành phần tọa độ x_i của các điểm chi tiết tính tương tự như đường cong tròn theo công thức (8.11), còn y_i được tính gần đúng bởi công thức 8.13.

$$y = \frac{x^2}{2.R} \quad (8.14)$$

Độ cao thi công của các điểm chi tiết trên đường cong đứng:

$$\begin{aligned} h_i &= H_{ido} - y \quad (\text{đường cong lồi}) \\ h_i &= H_{itk} + y \quad (\text{đường cong lõm}) \end{aligned} \quad (8.15)$$

Trong đó H_{id} là độ cao đo thiết kế của điểm i trên đường dốc tương ứng.

Dụng cụ dùng để bố trí chi tiết đường cong đứng là máy thủy chuẩn và thước thép.

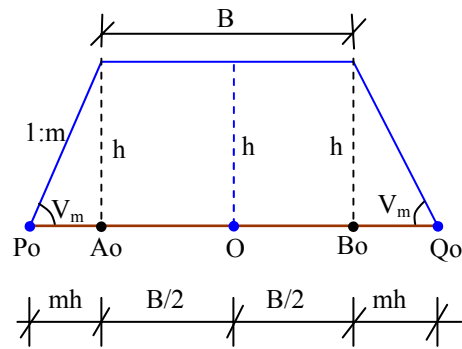
8.6. Bố trí các mặt cắt ngang thi công

Để tiến hành công tác đào đắp cần phải bố trí mặt cắt ngang thi công mà nội dung là đánh dấu trên thực địa vị trí mặt bằng và độ cao các điểm đặc trưng của mặt cắt như : tìm đường, mép đường, rãnh thoát nước, chân nề đắp. Trên các đoạn thẳng khoảng cách giữa các mặt cắt ngang từ 20 ~ 40m, các đoạn cong từ 10-20m theo hướng bán kính của đường cong.

8.6.1. Bố trí mặt cắt ngang ở chỗ đắp nền đất đắp

- Khi góc nghiêng địa hình $V \leq 4^\circ$:

Nếu góc dốc mặt đất $V \leq 4^\circ$ có thể coi mặt đất là mặt phẳng, khi đó từ tim đường ta đặt về hai bên một đoạn bằng nửa độ rộng mặt đường (B/2) ta sẽ được hai mép đường A_o và B_o; đặt kế tiếp với hai mép đường một đoạn (m.h) là hai chân mái dốc P_o và Q_o (hình 8.15).



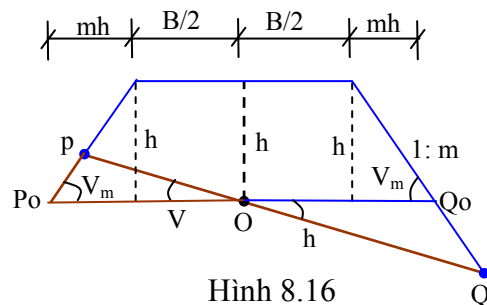
Hình 8.15

Trong hình 8.14: h - chiều cao đất đắp; $i_m = 1 : m$ độ dốc mái dốc; V_m góc nghiêng mái dốc.

- Khi góc nghiêng địa hình $V > 4^\circ$

$$op = \left(mh + \frac{B}{2} \right) \frac{\sin V_m}{\sin(V_m + V)} \quad (8.16)$$

$$oQ = \left(mh + \frac{B}{2} \right) \frac{\sin V_m}{\sin(V_m - V)}$$



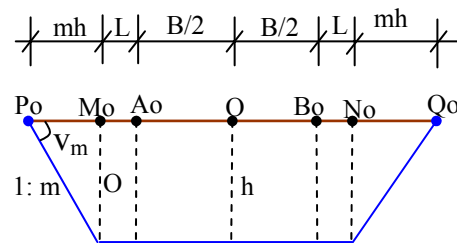
Hình 8.16

8.6.2. Bố trí mặt cắt ngang ở chỗ đắp nền đất đào

- Khi góc nghiêng địa hình $\beta \leq 4^\circ$

Trong hình 8.16: B - độ rộng mặt đường; h - chiều cao đất đào; 1 : m độ dốc mái dốc; V_m - góc nghiêng mái dốc; L - chiều rộng rãnh thoát nước.

$$Op_o = OQ_o = mh + L + B/2$$

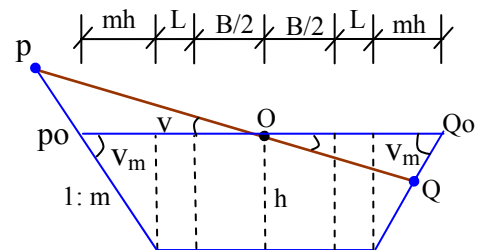


Hình 8.17

- Khi góc nghiêng địa hình $\beta > 4^\circ$

$$op = \left(mh + \frac{B}{2} + L \right) \frac{\sin V_m}{\sin(V_m - V)} \quad (8.17)$$

$$oQ = \left(mh + \frac{B}{2} + L \right) \frac{\sin V_m}{\sin(V_m + V)}$$



Hình 8.18

8.7. Công tác trắc địa trong xây dựng các công trình cầu vượt

Lưới khống chế trắc địa trong xây dựng các công trình cầu vượt phải đảm bảo độ chính xác và mật độ phục vụ cho việc khảo sát thiết kế, thi công và quan trắc biến dạng công trình cầu. Lưới thường thiết kế dạng tứ giác trắc địa đơn hoặc kép gọi là lưới tam giác cầu. Khi thiết kế một cạnh của lưới trùng với tim cầu để xác định chính xác khoảng vượt. Công tác đo đạc, tính toán bình sai lưới đã trình bày ở phần 2 và phần 3.

Nội dung công tác trắc địa khi xây dựng công trình cầu vượt gồm có:

- Xác định khoảng vượt, đo vẽ bình đồ địa hình nơi xây dựng cầu, đo vẽ trắc dọc - trắc ngang địa hình theo hướng tim cầu (xem phần 2 và phần 3).
- Bố trí trục dọc cầu (tim)
- Bố trí các mố ở trên bờ và trụ cầu.
- Bố trí các nhịp cầu (dầm, dàn).
- Kiểm tra vị trí, kích thước, khoảng cách, độ cao của các bộ phận cầu và đo vẽ hoàn công.

PHẦN C. TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH DÂN DỤNG VÀ CÔNG NGHIỆP

8.4. Lưới ô vuông xây dựng

8.4.1. Đặc điểm

Các công trình công nghiệp và dân dụng thường có dạng dày đặc và phức tạp, để đơn giản trong việc bố trí và đảm bảo độ chính xác đồng đều trên toàn bộ công trình người ta xây dựng lưới ô vuông.

Lưới ô vuông xây dựng là hệ thống các điểm phủ trùm trên mặt bằng xây dựng, giữa các điểm liên kết với nhau bởi các hình vuông, một cạnh lưới trùng hoặc song song với trục chính công trình. Chiều dài cạnh ô vuông phụ thuộc vào tính chất, độ chính xác công trình và diện tích khu xây dựng.

Ưu điểm lưới ô vuông xây dựng là đo đạc, tính toán bình sai đơn giản. Có điều kiện kiểm tra và phát hiện sai sót trong quá trình đo. Ít sử dụng máy móc khi thi công. Có thể bố trí công trình đồng thời từ mọi hướng.

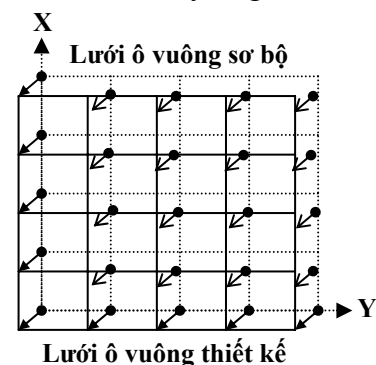
8.4.2. Trình tự xây dựng lưới ô vuông

- Thiết kế lưới ô vuông trên bình đồ, tính tọa độ thiết kế các đỉnh lưới ô vuông.
- Dựa vào mốc trắc địa đã có hoặc các điểm địa vật rõ nét, chuyển gốc tọa độ và một trục tọa độ ra thực địa.

- Từ trục tọa độ, dùng dụng cụ và máy trắc địa có độ chính xác thấp, bố trí sơ bộ các đỉnh lưới ô vuông. Đóng cọc cố định các đỉnh của lưới ô vuông sơ bộ này.

- Dùng phương pháp trắc địa chính xác, đo đạc lưới ô vuông sơ bộ. Tính toán bình sai xác định tọa độ các đỉnh ô vuông; tính số liệu hoàn nguyên dựa vào tọa độ đỉnh lưới ô vuông thiết kế và sơ bộ (hình 8.10).

- Hoàn nguyên và cố định lưới chính thức.



Hình 8.10

8.5. Đo và tính khối lượng san nền

Mặt đất tự nhiên gồ ghề và có độ dốc khác với độ dốc thiết kế, để xây dựng phải tiến hành công tác san nền. Nội dung của công tác san nền:

Bố trí mạng lưới ô vuông cạnh (a) phủ trùm lên khu vực xây dựng, đóng cọc sát mặt đất tại các đỉnh ô vuông. Dùng máy thủy chuẩn đo độ cao các đầu cọc của các đỉnh ô vuông (hoặc có thể xác định trên bản đồ địa hình), độ cao này là độ cao mặt đất tự nhiên và được ký hiệu là H_{den} . Cao độ thiết kế của các đỉnh ô vuông theo quy hoạch gọi là độ cao đồ, ký hiệu là H_{do} . Từ các số liệu trên ta có:

- Chiều cao công tác ở từng đỉnh ô vuông:

$$h_i = H_i^{den} - H_i^{do} \quad (8.10)$$

Khi $h_i > 0$ công tác đào, $h_i < 0$ công tác đắp.

- Chiều cao công tác trung bình ở một khối ô vuông:

$$h_{i-tb} = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} \quad (8.11)$$

- Thể tích gần đúng của mỗi khối ô vuông:

$$V_i = a^2 h_{i-tb} \quad (8.12)$$

- Thể tích công tác đất trong toàn khu vực:

$$V = \sum_1^n V_i = a^2 \cdot \sum_1^n h_{i-tb} = a^2 \frac{(\sum h^I + \sum h^{II} + \sum h^{III} + \sum h^{IV})}{4} \quad (8.13)$$

Trong đó: $h^I, h^{II}, h^{III}, h^{IV}$ tương ứng là chiều cao công tác ở đỉnh chỉ thuộc về một ô vuông, hai ô vuông, ba ô vuông và bốn ô vuông. Từ thể tích V, căn cứ vào hệ số đầm chặt ... sẽ tính được khối lượng đất đào, đắp trên khu vực xây dựng.

Độ chính xác công tác san nền phụ thuộc chủ yếu vào cạnh ô vuông (a) và độ chính xác xác định chiều cao công tác h. Cụ thể:

- Cạnh lưới ô vuông (a) càng nhỏ thì mặt cong giới hạn bởi 4 đỉnh ô vuông càng gần mặt phẳng. Thể tích các khối ô vuông càng gần với thể tích khối lăng trụ mà ta đã tính ở trên. Thông thường (a) thường lấy bằng 2cm trên bản đồ.

- Độ chính xác của việc xác định chiều cao công tác "h". Trước hết phụ thuộc vào việc xác định độ cao H_{den} ; Khi dùng phương pháp đo cao hình học hạng IV để xác định thì độ chính xác đo cao là $\pm 5\sqrt{n}(mm)$, còn khi đo cao bằng thủy chuẩn kỹ thuật thì độ chính xác là $\pm 10\sqrt{n}(mm)$. Độ chính xác xác định "h" còn phụ thuộc vào việc đặt mia đo cao, vị trí đặt mia ảnh hưởng tương đối lớn đến độ chính xác xác định khối lượng công tác san nền.

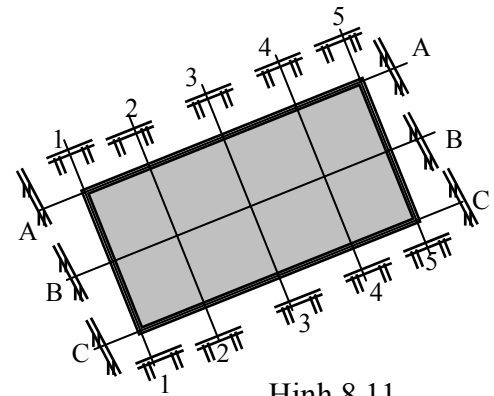
8.6. Công tác trắc địa trong xây dựng nhà dân dụng và công nghiệp

8.6.1. Định vị công trình

Công tác định vị móng nhà thực chất là bố trí trên thực địa các hệ trục của nhà; trong đó trục chính, trục phụ, trục cơ bản, trục ngang và trục dọc là cơ sở để tiến hành bố trí chi tiết công trình. Đầu tiên dựa vào điểm khống chế trắc địa hoặc các địa vật rõ nét tiến hành bố trí trục chính, trục phụ và trục cơ bản của nhà; sau đó từ các trục này bố trí các trục dọc, trục ngang để định vị các điểm chi tiết công trình. Phương pháp bố trí chi tiết đơn

giản nhất là đặt khoảng cách thiết kế theo hướng chuẩn của trục cơ bản. Các trục đều phải được đánh dấu ra ngoài khu vực đào móng bằng các điểm đóng.

Để đánh dấu trục và sử dụng thuận lợi trong quá trình thi công, cần chuyển các điểm đóng trục lên khung định vị làm bằng gỗ gắn nằm ngang trên các cọc gỗ bao quanh công trình. Các cọc đóng cách mặt đất khoảng 40 đến 60cm. Đánh dấu các điểm đóng trục bằng các đinh nhỏ có ghi ký hiệu bằng sơn trên khung định vị (hình 8.11).

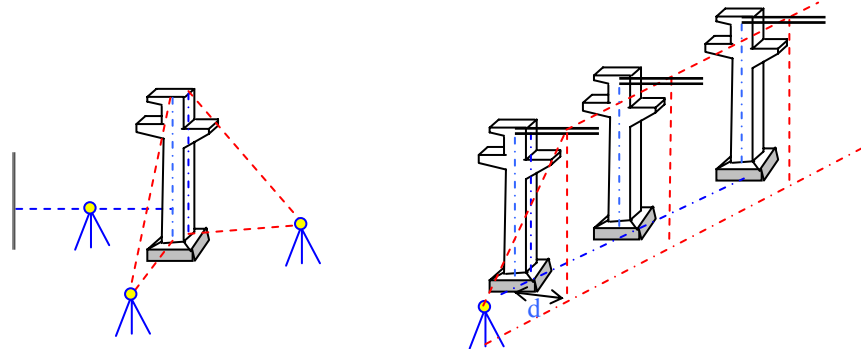


Hình 8.11

8.6.2. Công tác trắc địa khi dựng cột

Kiểm tra móng cột: dùng máy kinh vĩ kiểm tra các dấu trục ở mép trong móng, có thể dùng thước đo khoảng cách giữa các trục móng hoặc dùng dây chằng giữa các điểm đóng hai đầu trục tương ứng trên khung định vị. Dùng máy thủy chuẩn kiểm tra độ cao đáy móng.

Dựng cột thẳng đứng và đúng cao độ thiết kế: muốn đảm bảo cho cột thẳng đứng phải dùng hai máy kinh vĩ đặt ở hai hướng vuông góc với nhau để kiểm tra ở hai mặt cột. Khi kiểm tra độ thẳng đứng của dây cột ở một phía nào đó, người ta đặt máy kinh vĩ cách dây cột một đoạn bằng d , đọc số trên mia ngang gắn vào cột ta sẽ phát hiện ra cột bị nghiêng (hình 8.12). Dùng máy thủy bình để kiểm tra độ cao cột theo phương pháp bố trí độ cao.



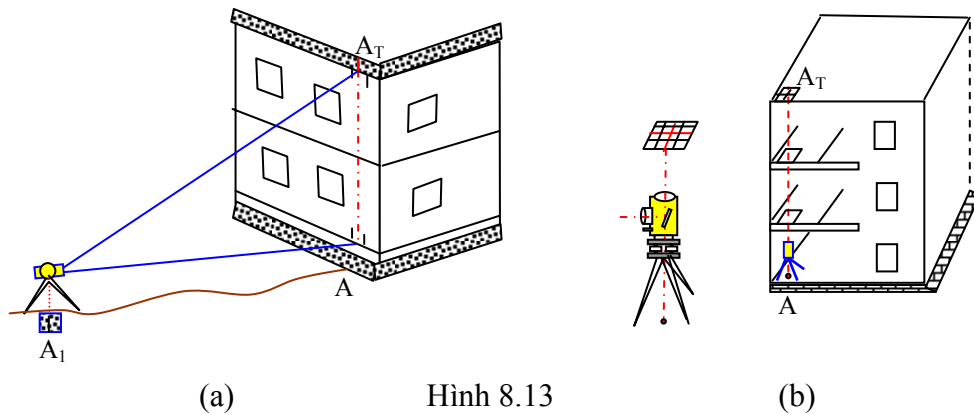
Hình 8.12

8.7. Công tác trắc địa trong xây dựng nhà cao tầng

8.7.1. Chuyển trục

Để tránh sai số tích lũy, trục dưới các đáy hố móng hoặc trên các tầng được chuyển từ dấu trục ở tầng 1. Tùy theo điều kiện thiết bị, cấu trúc công trình, số tầng mà chọn phương pháp cho thích hợp.

Giả sử phải chuyển điểm dấu trục A từ móng lên sàn tầng thứ T nào đó. Trên hướng trục đi qua A tại điểm đóng hướng A_1 đặt máy kinh vĩ; sau khi định tâm và cân máy tiến hành ngắm chuẩn điểm A, cố định vành độ ngang, ngóc ống kính ngắm sàn tầng T đánh dấu điểm A' ; đảo kính thực hiện tương tự được điểm A'' . Điểm giữa của A' và A'' là dấu trục A đã được chuyển lên tầng T (hình 8.13).



(a)

Hình 8.13

(b)

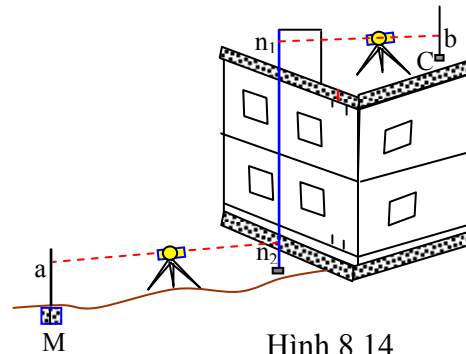
Dùng máy chiếu thẳng đứng đặt tại điểm trực A trên móng nhà tầng một. Trục ngắm thẳng đứng của máy sẽ chiếu tâm mốc A lên trên sàn nhà tầng T. Độ chính xác $\Delta_h = 0.001875 \times h + \sqrt{n}$. Trong đó: h - chiều cao một tầng, n - số tầng. Để thực hiện phương pháp này cần để những lỗ thông qua các sàn, lỗ này lên bố trí ở các góc nhà.

8.7.2. Chuyển độ cao lên tầng

Dùng hai máy thủy chuẩn, mìa và thước thép để truyền độ cao lên tầng. Sơ đồ bố trí như hình (hình 8.14).

$$H_C = M_A + a + (n_2 - n_1) - b \quad (8.14)$$

Trong đó: M_A - độ cao mốc cơ sở; a - số đọc trên mìa tại mốc M; n_1, n_2 - số đọc trên thước thép ứng với chiều cao tia ngắm của máy thủy chuẩn đặt tại móng và sàn tầng; b - số đọc trên mìa tại sàn tầng T. độ chính xác của phương pháp $m_h = 1.5 + 0.25 n$ (mm).



Hình 8.14

PHẦN D. TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH THỦY LỢI - THỦY ĐIỆN

8.4. Khái quát các công tác trắc địa trong xây dựng các công trình thủy lợi - thủy điện

Trong xây dựng các công trình thủy lợi thủy điện, công tác trắc địa cần thiết cho cả ba giai đoạn: khảo sát thiết kế, thi công, quản lý và khai thác sử dụng công trình.

- Trong giai đoạn khảo sát thiết kế, trắc địa cung cấp cho bộ phận chuyên môn bản đồ và mặt cắt địa hình tỷ lệ các loại theo từng giai đoạn.

+ Giai đoạn khảo sát chọn phương án, cung cấp các loại bản đồ tỷ lệ nhỏ từ 1/100.000 đến 1/10.000 ở vùng thung lũng, sông càng nhỏ yêu cầu bản đồ tỷ lệ phải càng lớn.

+ Giai đoạn thiết kế, cung cấp các loại bản đồ tỷ lệ 1/2000, 1/1000 ở khu vực xây dựng các công trình đầu mối và bản đồ tỷ lệ 1/25.000 ~ 1/5.000 ở toàn vùng xây dựng để xác định biên giới vùng ngập nước, các công trình giao thông thủy, các công trình phòng vệ, nuôi trồng thủy sản. Để phục vụ công tác lập bản vẽ thi công ở các công trình đầu mối như: đập ngăn nước, nhà máy thủy điện, cống dẫn nước, âu thuyền ... trắc địa cung cấp

các loại bản đồ địa hình 1/1.000, 1/500 và mặt cắt địa hình. Tiến hành thu thập các tài liệu liên quan như: nguồn nguyên vật liệu, nhu cầu trang thiết bị vật tư, nhân lực...

- Trong giai đoạn thi công, tương ứng với tiến độ xây dựng công trình, công tác trắc địa thực hiện việc tính toán số liệu và bố trí công trình trên mặt đất theo đúng thiết kế đã được phê duyệt (xem phần 8.2, 8.3). Kiểm tra, theo dõi quá trình thi công công trình về vị trí mặt bằng, độ cao, độ dốc. Đo vẽ bản đồ hoàn công 1/1.000 ~ 1/500 để kiểm tra, đánh giá chất lượng thi công và làm tài liệu gốc công trình. Trong giai đoạn này trắc địa còn phải tiến hành công tác đo biến dạng công trình để theo dõi độ trôi lún, độ nghiêng và độ dịch vị công trình.

- Trong giai đoạn quản lý và khai thác sử dụng, công tác trắc địa tiếp tục quan trắc biến dạng công trình cho đến khi công trình thực sự ổn định.

8.5. Công tác trắc địa vùng hồ chứa nước

Khi đắp đập ngăn dòng nước ở vị trí thích hợp sẽ tạo về phía thượng lưu một vùng ngập nước gọi là hồ chứa nước.

8.5.1. Đặc điểm lưới khống chế trắc ở vùng hồ chứa nước

Lưới trắc địa xây dựng trên phạm vi khu vực hồ chứa nước cần đảm bảo mật độ, độ chính xác cần thiết cho việc đo vẽ bản đồ hồ phục vụ tính dung tích hồ, xác định biên giới ngập nước, thiết kế công trình đầu mối thủy lợi - thủy điện. Tùy theo diện tích, quy mô và tính chất hồ chứa mà lưới khống chế có thể xây dựng theo các dạng đã học trong chương 6. Cơ sở độ cao được lập dưới dạng đường chuyền độ cao hạng III, hạng IV với mật độ các từ 1 ~ 3km, tăng dày bởi các đường chuyền độ cao kỹ thuật. Khi thiết kế mạng lưới mặt bằng và độ cao cần chú ý rằng chúng không chỉ là cơ sở để đo vẽ mà còn là cơ sở để chuyển ra thực địa biên giới ngập nước của hồ chứa tương lai. Bởi vậy cần chú ý sao cho các điểm lưới cơ sở bố trí ngoài vùng ngập nước và càng gần biên giới hồ chứa càng tốt.

8.5.2. Một số công tác trắc địa ở vùng hồ chứa nước

- Đo vẽ bản đồ, bình đồ và mặt cắt địa hình tỷ lệ các loại phục vụ thiết kế hồ chứa. Công tác đo đạc trên cạn đã nghiên cứu ở phần 3 và phần 4. Đo vẽ bản đồ và mặt cắt dưới nước về cơ bản giống như đo trên cạn, tuy nhiên khi đo phần đất ngập nước được tiến hành với việc đo cao mặt nước và độ sâu từ mặt nước tới đáy; đo cao mặt nước thực hiện từng trạm đo vào những khoảng thời gian nhất định; đo độ sâu từ mặt nước tới đáy có thể thực hiện bằng bằng sào đo sâu, thả dọi hoặc đo bằng máy đo sâu hồi âm.

- Xác định biên giới ngập nước của hồ chứa. Từ các điểm của lưới khống chế độ cao khu vực hồ và cao độ thiết kế mặt nước hồ, áp dụng phương pháp bố trí độ cao để xác định biên giới ngập nước (xem phần 8.2.3 chương 8). Mật độ các điểm trên biên giới ngập nước là 20m ở những nơi địa hình phức tạp, vùng dân cư và 50m nơi quang. Chỉ rõ các điểm dân cư, các đường dây liên lạc, các tuyến dẫn điện và các công trình khác nằm trong vùng ngập. Tính toán tổn thất ngập. Đề xuất các điểm dân cư, các tuyến dẫn điện mới.

- Thiết kế các tuyến giao thông thủy trên hồ, nơi nuôi trồng thủy sản; chọn địa điểm xây dựng các cảng, bến tàu, nơi trú ẩn cho tàu bè.

- Xác định dung tích hồ chứa. Dung tích chung hồ chứa xác định bằng cách lấy tổng các dung tích con của hồ chứa giữa hai đường đồng mức kế tiếp, kể từ độ cao nhỏ nhất của hồ đến độ cao của bề mặt ngập lụt theo công thức:

$$V = \sum_{H_{\min}}^{H_{\max}} v_i \quad \text{với:} \quad v_i = \frac{s_i + s_{i+1}}{2} \Delta_H \quad (8.10)$$

Trong đó: s_i, s_{i+1} - diện tích giới hạn bởi hai đường đồng mức kế tiếp trên bản đồ;
 Δ_H - khoảng cao đều đường đồng mức.

8.6. Công tác trắc địa vùng đập ngăn nước

8.6.1. Đặc điểm lưới khống chế trắc địa vùng đập ngăn nước

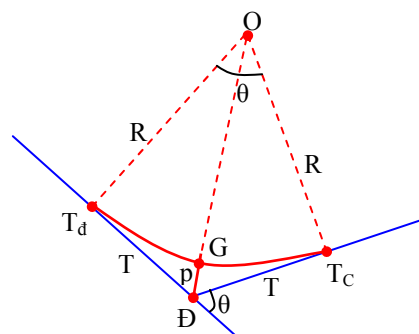
Lưới khống chế khu vực đập ngăn nước không những phục vụ đo vẽ bản đồ, bình đồ tỷ lệ lớn phục vụ thiết kế thi công đập mà còn đảm bảo để quan trắc biến dạng đập. Do vậy, lưới khống chế phải được đo đạc, tính toán bình sai chặt chẽ, mốc có cấu tạo đặc biệt và bố trí ở những nơi ổn định, bảo quản được lâu dài. Lưới được thành lập dưới dạng lưới tam giác đo góc và các cạnh đáy hoặc lưới đo góc - cạnh kết hợp gọi là lưới thủy công. Lưới được xây dựng như một mạng lưới độc lập và được tính toán bình sai trong hệ thống tọa độ của khu vực, thông thường lấy trục đập làm trục hoành.

Các điểm của lưới khống chế độ cao cần phải phân bố đều trên khu vực xây dựng, khoảng cách giữa chúng từ 100 - 300m để sao cho từ 2-3 trạm máy là có thể chuyển độ cao thiết kế tới công trình.

8.6.2. Một số công tác trắc địa vùng đập ngăn nước

Các trục chính, trục phụ và đường biên giới hạn các đoạn thân đập tạo thành một hệ thống phức tạp. Việc bố trí trục chính của đập trên thực địa được tiến hành bằng các phương pháp đã nghiên cứu ở phần 4 mục 8.3, trong đó phương pháp giao hội góc thường được dùng nhiều hơn cả. Nếu bố trí trục cong thì phải xác định các điểm chính và các điểm chi tiết trên đường cong.

Các điểm chính của đường cong tròn gồm điểm đầu (T_d), điểm phân cự (G) và điểm cuối (T_c). Khi bố trí các điểm chính trên đường cong ta mới chỉ xác định được vị trí tổng quát của đường cong đó trên mặt đất (hình 8.10). Các số liệu bố trí đường cong bao gồm: đoạn tiếp tuyến T , đoạn phân cự p , chiều dài đường cong S và độ chênh hai lần tiếp tuyến với chiều dài đường cong Δ_d .



Hình 8.10

$$\begin{aligned} T &= R \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \\ p &= R \cdot (\sec \frac{\theta}{2} - 1) \\ S &= \theta \cdot \frac{\pi R}{180} \\ \Delta_d &= 2 \cdot T - S \end{aligned} \quad (8.11)$$

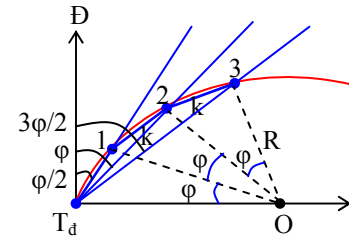
Trong đó: θ - góc chuyển hướng; R - bán kính đường cong tròn.

Để cụ thể đường cong tròn trên mặt đất thì cứ cách một đoạn k nào đó (5m hoặc 10m hoặc 15m...) người ta phải bố trí một cọc trên đường cong tròn, các cọc này gọi là cọc chi tiết. Để bố trí các điểm chi tiết có thể dùng phương pháp tọa độ cực mở rộng. Hệ tọa độ cực lấy tâm cực là điểm T_d hoặc T_c , trục cực là đường tiếp tuyến nối tâm cực với đỉnh (hình 8.11).

Số liệu bố trí theo phương pháp tọa độ cực mở rộng là các đoạn k giao với hướng của các góc cực của các điểm chi tiết và được tính như sau:

$$\varphi = k \cdot \frac{180}{\pi R} \quad (8.12)$$

Góc cực của các điểm chi tiết 1, 2, 3...n tương ứng là $\varphi/2, 2\varphi/2, 3\varphi/2 \dots n\varphi/2$.



Hình 8.11

Bố trí thân đập: từ trục chính, bố trí các trục phụ và căn cứ vào đường giới hạn thân đập để bố trí các điểm, các mặt cắt đặc trưng của đập thân đập.

Bố trí móng đập: Căn cứ vào trục chính của đập và bản vẽ thi công để bố trí mặt bằng móng đập, còn về độ cao xác định từ tầng đá gốc đến độ cao đập theo thiết kế.

8.7. Công tác trắc địa trong khảo sát đo đạc các tuyến kênh mương

8.7.1. Đặc điểm lưới khống chế trắc cho các tuyến kênh mương

Lưới khống chế cho các tuyến kênh mương thành lập để thực hiện các công tác đo vẽ và bố trí kênh mương. Vì các tuyến kênh mương phát triển theo một dải hẹp và tương đối dài, cho nên lưới khống chế mặt bằng tốt nhất là các đường chuyền đa giác điện quang. Phụ thuộc vào mật độ điểm của các lưới tam giác nhà nước trong khu vực xây dựng kênh mương mà các đường chuyền đa giác nói trên có thể là các đường đa giác hạng IV có chiều dài tới 30km hoặc các đường đa giác cấp 1 có chiều dài đến 15km. Từ các điểm của mạng lưới đa giác người ta chuyển ra thực địa các điểm góc ngoặt thiết kế của tuyến kênh mương bằng cách đặt các đa giác thiết kế có độ chính xác cấp đường chuyền kinh vĩ.

Lưới khống chế độ cao phải có đủ độ chính xác và mật độ điểm để tiến hành các công tác đo vẽ, chuyển bản thiết kế kênh mương bao gồm độ dốc đáy kênh, các mặt cắt ngang và thi công tuyến kênh mương. Việc lựa chọn cấp hạng của lưới độ cao phụ thuộc vào khoảng cách giữa các điểm thủy chuẩn gốc và độ dốc thiết kế đáy kênh; độ dốc của đáy kênh càng lớn thì độ chính xác của lưới khống chế độ cao càng thấp và ngược lại. Đối với những kênh lớn có thể đặt dọc theo tuyến kênh tuyến thủy chuẩn cơ sở hạng III được tăng dày từ các điểm hạng I, II nhà nước. Chêm dày bằng lưới thủy chuẩn hạng IV hoặc kỹ thuật.

8.7.2. Các tài liệu cần thiết phục vụ khảo sát thiết kế các tuyến kênh mương

Để lập báo cáo kinh tế kỹ thuật cần phải có bản đồ địa hình tỷ lệ 1/100.000 trên toàn bộ khu vực khảo sát và bản đồ tỷ lệ 1/25.000 trên một dải rộng từ 2-3km để cụ thể hóa tuyến đã đánh dấu sơ bộ.

Để thiết kế kỹ thuật các tuyến kênh mương cần phải có:

- Các bình đồ địa hình tỷ lệ 1/10.000 đến 1/5.000 với khoảng cao đều đường đồng mức 1-2m.

- Các bình đồ tỷ lệ 1/10.000 với khoảng cao đều 1m khu vực hồ chứa nước; đường biên hồ chứa ở độ cao trên mực nước chuẩn 2-3m.

- Các bình đồ tỷ lệ 1/2.000 với khoảng cao đều 0,5-1,0m khu vực xây dựng công trình thoát nước.
- Bình đồ tỷ lệ 1/5.000 hay 1/2.000 với khoảng cao đều 1m khu vực khai thác vật liệu xây dựng.
- Các mặt cắt dọc và ngang các trục kênh và công trình thiết kế.

Trong thời kỳ khảo sát thiết kế thi công, công tác trắc địa bao gồm các nội dung sau:

- Xây dựng lưới khống chế mặt bằng, độ cao cho các tuyến kênh mương.
- Định tuyến trên mặt đất tuyến kênh mương đã chọn. Đo vẽ mặt cắt dọc, ngang và đánh dấu các điểm cơ bản, các công trình trên kênh.
- Đo vẽ bình đồ địa hình tỷ lệ 1/1.000 - 1/2.000 với khoảng cao đều 0,5-1,0m ở những vùng tuyến có địa hình phức tạp, vùng sẽ xây dựng trạm cấp nước, đập và âu thuyền trên kênh, chỗ giao nhau, khu vực xây dựng điểm dân cư và cơ sở sản xuất.

PHẦN E. ĐO HOÀN CÔNG VÀ QUAN TRẮC BIẾN DẠNG CÔNG TRÌNH

8.8. Đo vẽ hoàn công

Mục đích của đo vẽ hoàn công là xác định độ chính xác chuyển thiết kế công trình ra thực địa và những độ lệch cho phép trong quá trình xây dựng. Muốn vậy, cần xác định tọa độ những điểm đặc trưng của công trình đã xây dựng, các kích thước hình học của chúng và các số liệu cần thiết khác.

Đo vẽ hoàn công được tiến hành trong từng giai đoạn xây dựng và kết thúc khi hoàn tất công trình. Đo vẽ hoàn công từng phần, từng hạng mục công trình từ hố móng đến sàn nhà, từng hạng mục trong công trình để cung cấp các số liệu cần thiết, kịp thời điều chỉnh quá trình xây lắp nhằm đảm bảo chất lượng thi công công trình. Ở đây, cần đặc biệt chú ý tới các chi tiết sẽ nằm ngầm trong móng hoặc sẽ bị lấp đất, vị trí lồi ra vào của công trình ngầm.

Khi đo vẽ hoàn công xây móng, cần chú ý đến vị trí mặt bằng, độ cao của các chi tiết móng. Khi lên tầng, cần chú ý vị trí và độ thẳng đứng của cột, kích thước bên trong và độ thẳng đứng của khoang thang máy. Đối với nhà công nghiệp cần chú ý tới các vị trí bu lông chờ, hệ thống cột và đường cần trục. Trong công trình cầu vượt, đo kích thước các nhịp; vị trí mặt bằng, độ cao các đế gối, bệ tựa; chiều dài các nhịp và chiều dài toàn bộ cầu; đo trắc dọc và ngang đặc trưng của cầu, độ võng của dầm, giàn...

Đo vẽ hoàn công khi kết thúc hoàn tất xây dựng thực hiện trên toàn phạm vi công trình; kết quả đo vẽ được sử dụng trong thời gian vận hành cũng như sửa chữa và mở rộng công trình. Đo vẽ kết thúc có thể sử dụng kết quả của đo vẽ từng phần trước đó.

Cơ sở để đo vẽ hoàn công là các điểm khống chế mặt bằng và độ cao sẵn có trên khu vực, vị trí các điểm trục, độ cao trên móng. Khi không đủ mật độ điểm khống chế cần phát triển bổ sung. Các phương pháp đo vẽ hoàn công giống như phương pháp đo vẽ thông thường. Kết quả đo vẽ được thể hiện trên bản vẽ hoàn công, trên đó chỉ rõ kích thước thực tế của các chi tiết, kết cấu xây dựng và giá trị độ lệch nếu có.

8.9. Quan trắc biến dạng công trình

8.9.1. Khái niệm

Trong quá trình thi công và sử dụng công trình, dưới tác động của tải trọng công trình và các ngoại lực khác công trình sẽ bị biến dạng so với trạng thái ban đầu. Biến dạng công trình gồm: trôi lún, nghiêng, dịch vị, võng, nứt rạn. Đo biến dạng công trình nhằm đánh giá chất lượng xây dựng công trình, theo dõi mức độ an toàn công trình, phát hiện những sự cố từ đó có biện pháp xử lý kịp thời.

Đặc điểm đo biến dạng: do các thông số biến dạng thường có trị số nhỏ nên để xác định được các trị số biến dạng thì máy móc, dụng cụ đo đòi hỏi phải có độ chính xác cao; mốc cơ sở quan trắc phải có cấu tạo đặc biệt, móng lớn, ổn định. Phương pháp đo và xử lý số liệu phải chặt chẽ, chính xác và đồng đều trong quá trình đo.

8.9.2. Đo độ trôi lún công trình

Dưới tác động của các tải trọng, sức nặng công trình; do hoạt động kiến tạo địa chất công trình, địa chất thủy văn đáy móng và do nhiều nguyên nhân khác về hóa học, thủy văn, tác động làm cho các công trình xây dựng có thể bị lún. Mục đích đo lún là để xác định độ lún của các lớp đất dưới đáy móng và tình hình cấu kết các vật liệu công trình, từ đó kiểm nghiệm và đánh giá độ bền vững công trình.

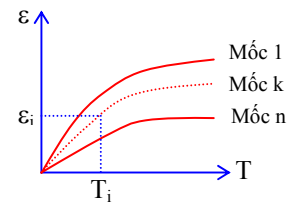
Thực chất đo lún công trình là xác định độ cao của các điểm kiểm tra qua các chu kỳ so với chu kỳ đầu. Nếu ký hiệu độ lún của mốc kiểm tra k nào đó ở chu kỳ thứ i là ϵ_i^k thì :

$$\epsilon_i^k = H_i^k - H_0^k \quad (8.18)$$

tốc độ lún trung bình của mốc k:

$$V_i^k = \frac{\epsilon_i^k}{T_i - T_0} \quad (8.19)$$

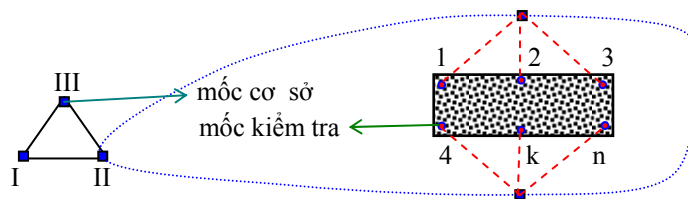
Trong đó: H_0^k , H_i^k là độ cao của mốc kiểm tra ở chu kỳ 0 và chu kỳ i.



Hình 8.19

Từ độ lún và thời gian quan trắc người ta vẽ được biểu đồ lún (hình 8.19) và bình đồ đường đẳng lún.

Để quan trắc lún, trước tiên người ta phải xây dựng các nhóm mốc cơ sở cực kỳ ổn định, nằm ngoài vùng biến dạng. Sau đó ở từng chu kỳ, tiến hành dẫn độ cao tới các mốc kiểm tra gắn vào thân công trình để xác định độ cao của chúng. Chu kỳ 0 tiến hành ngay sau khi thi công xong móng; các chu kỳ tiếp theo tùy thuộc vào đặc điểm của công trình, nói chung thời kỳ đầu các chu kỳ gần nhau, càng về sau các chu kỳ càng thưa. Ngoài các chu kỳ quan trắc định kỳ theo phương án, nếu có vấn đề nghi vấn cần tiến hành quan trắc đột xuất (hình 8.20).



Hình 8.20

Phương pháp quan trắc lún phổ biến hiện nay là phương pháp đo cao hình học tia ngắm ngắn. Máy thủy chuẩn phục vụ công tác đo lún có bộ phận trắc vi với chỉ hình nôm kẹp vạch trên mia. Mia Inva đo lún có hệ số nở vì nhiệt 1.5×10^{-6} , phía sau mia có gắn ống thủy tròn để dựng mia thẳng đứng. Độ chính xác đo lún phụ thuộc vào quy mô, tính chất công trình, tải trọng công trình, mức độ ổn định nền móng công trình...

8.9.3. Đo độ nghiêng công trình

Giả sử công trình bị nghiêng một góc v , độ nghiêng xác định bởi công thức :

$$i = \operatorname{tg} v = \frac{q}{h} \tag{8.20}$$

Trong đó: h - chiều cao công trình; q - Khoảng cách ngang giữa đáy và đỉnh

Nếu công trình không cao, có thể dùng thước thép đo trực tiếp. Muốn tăng độ chính xác thì áp dụng phương pháp chuyển độ cao lên tầng. Trường hợp tổng quát thường áp dụng nguyên lý đo cao lượng giác để xác định (hình 8.21).

$$h = h_1 + h_2 \tag{8.21}$$

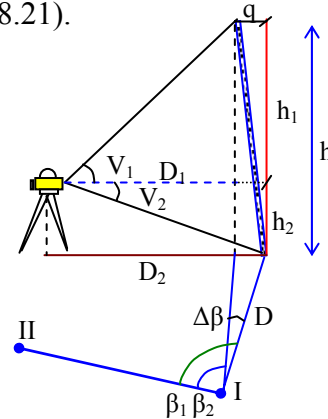
Trong đó:

$$h_1 = D_1 \operatorname{tg} v_1$$

$$h_2 = D_2 \operatorname{tg} |v_2|$$

V_1, V_2 - góc đứng của trục ngắm tới đỉnh và đáy công trình đo bằng máy kinh vĩ.

D_1, D_2 - khoảng cách ngang từ máy tới đường dóng thẳng đứng của đỉnh và chân công trình, đo trực tiếp bằng thước thép.



Hình 8.21

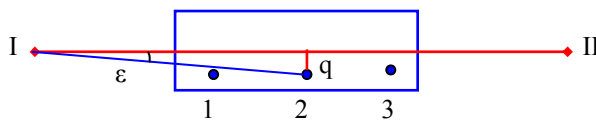
Để xác định đại lượng q có thể dùng phương pháp đo góc như hình 8.21. Khi thực hiện phương pháp này, ta phải cố định hướng chuẩn I-II. Tại I đo góc bằng β_1, β_2 và khoảng cách ngang D rồi tính q theo công thức :

$$q = \frac{\Delta_\beta}{\rho} D \tag{8.22}$$

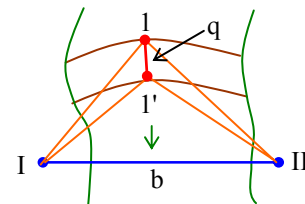
Trong đó : $\Delta_\beta = \beta_1 - \beta_2$; D - khoảng cách từ I tới chân công trình

8.9.4. Đo độ dịch vị công trình

Ta có thể dùng phương pháp hướng chuẩn. Khi thực hiện phương pháp này cần cố định hướng chuẩn trùng với trục dọc công trình. Ở các chu kỳ quan trắc xác định độ dịch vị ngang của các điểm kiểm tra gắn trên công trình so với hướng chuẩn này. Phương pháp hướng chuẩn được áp dụng phổ biến khi quan trắc độ chuyển vị cho những công trình dạng duỗi thẳng (đập, cầu đường). Trị số chuyển vị ngang q xác định theo hướng vuông góc với trục dọc công trình (hình 8.22a). Đại lượng q được đo bằng băng ngắm di động hoặc đo góc nhỏ ϵ .



Hình 8.22a



Hình 8.22b

Đối với các đập có trục là đường cong thì dùng phương pháp giao hội để xác định độ dịch vị. Để thực hiện phương pháp này phải cố định đường đáy giao hội b phía hạ lưu ở nơi ổn định, chắc chắn và ngoài vùng biến dạng. Từ cạnh đáy giao hội b, áp dụng phương pháp giao hội góc để xác định tọa độ các điểm kiểm tra gắn trên công trình ở chu kỳ (0) và các chu kỳ tiếp theo (hình 8.22b). Từ tọa độ này ta sẽ tính được độ chuyển vị tổng hợp .

$$q_x = X_i^1 - X_0^1; \quad q_y = Y_i^1 - Y_0^1; \quad q = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (8.23)$$