

Trường Đại học xây dựng

Bài giảng - Bồi dưỡng nghiệp vụ giám sát thi công xây dựng
công trình

Công tác trắc địa trong xây dựng công trình

Giảng viên: TS. Nguyễn Thạc Dũng

Giám sát chất lượng thi công công trình

1. Tên bài : Giám sát công tác Trắc địa trong xây dựng

2. Giảng viên: TS. Nguyễn Thạc Dũng

3. Nội dung chi tiết

1. Mở đầu

1.1. Những qui định chung

Công tác Trắc địa là một bộ phận không thể thiếu được trong toàn bộ qui trình công nghệ trên mặt bằng xây dựng. Chúng phải được thực hiện theo một tiến độ thống nhất với tiến độ chung của các công tác khảo sát thiết kế xây lắp và các dạng công tác khác.

Nội dung công tác trắc địa trong xây dựng công trình bao gồm:

- **Khảo sát: Cung cấp số liệu về địa hình (hình dáng mặt đất và các địa vật trên đó) dưới dạng bản đồ hoặc mặt cắt địa hình.**
- **Thiết kế: Khai thác, sử dụng các số liệu địa hình được cung cấp và thiết kế công tác trắc địa.**
- **Thi công: Đảm bảo công trình và các chi tiết trên công trình được xây dựng theo đúng vị trí, đúng hình dáng, đúng kích thước như thiết kế.**
- **Khai thác: Quan trắc biến dạng**

Bốn công đoạn trên có liên quan mật thiết với nhau và cần phải được thực hiện theo một trình tự qui định.

- Việc xác định nội dung và qui mô công tác khảo sát đo đạc địa hình, yêu cầu độ chính xác thành lập lưới khống chế thi công và nội dung quan trắc biến dạng công trình là nhiệm vụ của tổ chức thiết kế.

- Việc tiến hành khảo sát đo đạc - địa hình, thành lập lưới khống chế phục vụ thi công và việc tổ chức quan trắc biến dạng công trình là nhiệm vụ của chủ đầu tư.

- Công tác đo đạc bố trí công trình kiểm tra chất lượng thi công xây lắp công trình và đo vẽ hoàn công là nhiệm vụ của đơn vị xây lắp.

Để giải quyết các vấn đề trên Trắc địa đi từ việc xác định vị trí điểm bao gồm:

Vị trí mặt bằng (toạ độ x, y) và vị trí độ cao (H)

Toạ độ và độ cao dùng để đo đạc khảo sát trắc địa - địa hình, thiết kế, thi công xây lắp công trình phải nằm trong cùng một hệ thống nhất. Nếu sử dụng hệ toạ độ giả định thì gốc toạ độ phải được chọn sao cho toạ độ tất cả các điểm trên mặt bằng xây dựng đều có dấu dương, nếu sử dụng toạ độ Quốc gia thì kinh tuyến trục phải được chọn sao cho biến dạng chiều dài của các cạnh không vượt quá 1/200 000, nếu vượt quá thì phải tính chuyển. Mặt chiếu được chọn trong đo đạc xây dựng công trình là mặt có độ cao trung bình của khu vực xây dựng. Khi

hiệu số độ cao mặt đất và mặt chiếu nhỏ hơn 32m thì có thể bỏ qua số hiệu chỉnh (Lh, nếu lớn hơn thì phải tính số hiệu chỉnh do độ cao.

Các hệ toạ độ và độ cao thường gặp:

- Hệ toạ độ Nhà nước HN-72: Ellipsoide Krasovsky + Phép chiếu Gauss
- Hệ toạ độ Nhà nước VN-2000: Ellipsoide WGS-84 + Phép chiếu UTM
- Hệ độ cao Nhà nước: Geoide Hòn Dấu
- Hệ độ cao trắc địa, cao độ hải đồ
- Hệ toạ độ và độ cao giả định (qui ước)

Những trục trắc thường gặp phải khi sử dụng hệ toạ độ Nhà nước trên các công trình xây dựng

Khi xây dựng các công trình có qui mô lớn bắt buộc phải sử dụng hệ toạ độ Nhà nước. Toạ độ này do Tổng cục Địa chính (nay thuộc Bộ Tài nguyên và môi trường) thống nhất quản lý và cấp cho các đơn vị sử dụng trong hệ HN-72 hoặc VN – 2000 với kinh tuyến trục 105⁰E (các tỉnh phía Bắc và Nam bộ) và kinh tuyến trục 108⁰E hoặc 111⁰E (các tỉnh miền Trung). Với số liệu toạ độ được cấp như vậy sẽ xảy ra hiện tượng biến dạng lớn về kích thước (bảng)

Giá trị biến dạng của một số công trình

TT	Tên công trình	HTĐ và kinh tuyến trục sử dụng	K.cách từ mặt bằng đến K.TT	Giá trị biến dạng chiều dài
1	NM lọc dầu Dung Quất	HN-72, 108 ⁰ E	102km	128mm/km
2	Cầu Bãi Cháy	HN-72, 105 ⁰ E	210km	540 mm/km
3	Cầu Tân Đệ	HN-72, 105 ⁰ E	150km	277 mm/km
4	Thủy điện A Vương	HN-72, 105 ⁰ E	280km	966 mm/km

Như vậy về tổng thể giá trị biến dạng phụ thuộc vào chiều dài và khoảng cách từ nó đến kinh tuyến trục của múi chiếu và công thức tính là:

$$\delta = y_{tb}^2 D / 2R^2$$

TCXDVN 309:2004 nêu rõ: Hệ toạ độ dùng trong xây dựng phải đảm bảo sao cho biến dạng chiều dài do lượn chiếu không vượt quá 1/200 000 (5mm/km)

Như vậy khi sử dụng hệ toạ độ Nhà nước để đảm bảo không có những trục trắc về biến dạng chiều dài cần lưu ý kiểm tra giá trị ytb của khu vực xây dựng. Nếu không thoả mãn thì phải tính chuyển toạ độ sao cho tại khu vực mặt bằng xây dựng biến dạng kích thước trên bản vẽ phải nằm trong giới hạn cho phép. Tuy nhiên việc chuyển toạ độ từ múi này sang múi khác là một vấn đề phức tạp.

Để hạn chế những trục trắc đáng tiếc xảy ra trong quá trình khảo sát và xây dựng các công trình có qui mô lớn có sử dụng hệ toạ độ Nhà nước cần nghiên cứu

kỹ thông tư 973 TT/TCĐC của Bộ Tài nguyên và Môi trường hướng dẫn sử dụng hệ toạ độ VN – 2000 trong đó có chỉ dẫn cụ thể kinh tuyến trực hợp lý cho tất cả các tỉnh, thành trong cả nước

Kinh tuyến trực khuyến cáo

TT	Tỉnh, Th.phố	K.tuyến trực	TT	Tỉnh, Th.phố	K.tuyến trực
1	Lai Châu	103 ⁰ 00	31	Long An	105 ⁰ 45
2	Sơn La	104 ⁰ 00	32	Tiền Giang	105 ⁰ 45
3	Kiên Giang	104 ⁰ 30	33	Bến Tre	105 ⁰ 45
4	Cà Mau	104 ⁰ 30	34	Hải Phòng	105 ⁰ 45
5	Lào Cai	104 ⁰ 45	35	Th.p. HCM	105 ⁰ 45
6	Yên Bái	104 ⁰ 45	36	Bình Dương	105 ⁰ 45
7	Nghệ An	104 ⁰ 45	37	Tuyên Quang	106 ⁰ 00
8	Phú Thọ	104 ⁰ 45	38	Hoà bình	106 ⁰ 00
9	An Giang	104 ⁰ 45	39	Quảng bình	106 ⁰ 00
10	Thanh Hoá	105 ⁰ 00	40	Quảng Trị	106 ⁰ 15
11	Vĩnh Phúc	105 ⁰ 00	41	Bình Phước	106 ⁰ 15
12	Hà Tây	105 ⁰ 00	42	Bắc Kạn	106 ⁰ 30
13	Đồng Tháp	105 ⁰ 00	43	Thái Nguyên	106 ⁰ 30
14	Cần Thơ	105 ⁰ 00	44	Bắc Giang	107 ⁰ 00
15	Bạc Liêu	105 ⁰ 00	45	Thừa Thiên-Huế	107 ⁰ 00
16	Hà Nội	105 ⁰ 00	46	Lạng Sơn	107 ⁰ 15
17	Ninh Bình	105 ⁰ 00	47	KonTum	107 ⁰ 30
18	Hà Nam	105 ⁰ 00	48	Quảng Ninh	107 ⁰ 45
25	Nam Định	105 ⁰ 30	55	Ninh Thuận	108 ⁰ 15
26	Tây Ninh	105 ⁰ 30	56	Khánh Hoà	108 ⁰ 15
27	Vĩnh Long	105 ⁰ 30	57	Bình Định	108 ⁰ 15
28	Sóc trăng	105 ⁰ 30	58	Đắc Lắc	108 ⁰ 30
29	Trà Vinh	105 ⁰ 30	59	Phú Yên	108 ⁰ 30
30	Cao Bằng	105 ⁰ 45	60	Gia Lai	108 ⁰ 30

Để phục vụ xây dựng các công trình lớn, phức tạp và các nhà cao tầng đơn vị thi công phải lập phương án kỹ thuật bao gồm các nội dung chính sau:

- Giới thiệu chung về công trình, yêu cầu độ chính xác của công tác trắc địa phục vụ thi công xây dựng công trình, các tài liệu trắc địa địa hình đã có trong khu vực.

- Thiết kế lưới khống chế mặt bằng và độ cao (đưa ra một số phương án và chọn phương án tối ưu)

- Tổ chức thực hiện đo đạc

- Phương án xử lý số liệu đo đạc
- Phương án xử lý các vấn đề phức tạp như căn chỉnh độ phẳng, độ thẳng đứng của các thiết bị, đo kiểm tra các khu vực quan trọng v.v..
- Sơ đồ bố trí các loại dấu mốc.

Trước khi tiến hành các công tác trắc địa trên mặt bằng xây dựng cần nghiên cứu tổng bình đồ công trình, kiểm tra các bản vẽ chi tiết sẽ sử dụng cho việc bố trí các công trình như : khoảng cách giữa các trục, khoảng cách tổng thể, toạ độ và độ cao của các điểm và được sự phê duyệt của bộ phận giám sát kỹ thuật của chủ đầu tư.

Đối với các công trình lớn có dây chuyền công nghệ phức tạp và công trình cao tầng cần phải sử dụng các máy móc thiết bị có độ chính xác cao như máy toàn đạc điện tử, thuỷ chuẩn tự động cân bằng có bộ đo cực nhỏ và mia invar, máy chiếu đứngng...Để thành lập lưới khống chế có thể sử dụng công nghệ GPS kết hợp với máy toàn đạc điện tử.

1.2. Một số khái niệm về đánh giá độ chính xác đo đạc

- Sai số trung phương một lần đo. Đây là tiêu chuẩn để đánh giá độ chính xác của công tác đo đạc đã tiến hành.

Công thức của Gauss (= \bar{G})

Công thức Bessel (= \bar{G})

Trong đó: $e_i = x_i - X$ $v_i = x_i - \bar{x}$

x_i - các giá trị đo; X - giá thực của đại lượng đo; \bar{G} - giá trị đo trung bình

- Sai số giới hạn $E_{gh} = (2 - 3) \bar{G}$.Đây chính là sai số cho phép được đưa ra trong các qui phạm. TCXDVN 309-2004 lấy bằng 2(\bar{G}).

- Sai số của giá trị trung bình $\bar{G} = \bar{G}$ nó đặc trưng độ chính xác của kết quả đo

- Sai số của hàm các đại lượng đo trực tiếp $y = f(t_1, t_2, \dots, t_n)$

trong đó t_i là các đại lượng đo trực tiếp có các sai số trung phương tương ứng là (σ_i sẽ là:

$$\sigma_y = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial t_1}\right)^2 \sigma_1^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial t_2}\right)^2 \sigma_2^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial t_n}\right)^2 \sigma_n^2}$$

- Sai số tương đối (thường sử dụng khi đo dài): Là tỷ số giữa sai số tuyệt đối và giá trị của đại lượng đo, chúng được biểu diễn dưới dạng phân số có tử số là 1 và mẫu số là các số chẵn trăm, nghìn .Ví dụ: 1: 500, 1: 2 000, 1: 10 000.. hoặc dưới dạng một phân số có mẫu số là 1 000 000 ký hiệu là p.p.m (ví dụ: 2p.p.m.)

Một số nguyên tắc chính kiểm tra công tác đo đạc và hạn chế các sai số:

- Luôn luôn đo có kiểm tra bằng cách đo nhiều lần hoặc đo một đại lượng bằng các phương pháp khác nhau sẽ tránh được nhầm lẫn.

- Với các sai số hệ thống có thể loại trừ bằng cách tính toán rồi điều chỉnh vào kết quả đo hoặc là dùng phương pháp đo thích hợp.

- Muốn giảm các sai số ngẫu nhiên phải tăng số lần đo.

- Luôn luôn tạo lượng đo dư để kiểm tra và nâng cao độ chính xác kết quả đo

- Nguyên tắc bình sai chặt chẽ và bình sai gần đúng

1.3. Phân loại máy trắc địa thường dùng trong xây dựng

Máy kinh vĩ có 3 loại: Kim loại, quang học, điện tử

Theo độ chính xác chúng được chia ra:

Chính xác cao: sai số trung phương đo góc nhỏ hơn hoặc bằng (1"

Chính xác : sai số trung phương đo góc từ (5" đến (10"

Kỹ thuật : sai số trung phương đo góc từ (15" đến (30"

Máy thủy bình có 2 loại: quang học và điện tử

Theo độ chính xác chúng được chia ra:

Chính xác cao: Sai số giới hạn đo chênh cao 3mm/ km

Chính xác : Sai số giới hạn đo chênh cao 13mm/ km

Kỹ thuật: Sai số giới hạn đo chênh cao 24mm/ km

Dụng cụ đo độ dài: Các loại thước: Vải 1: 1 000; Thép 1 : 2 000; Invar 1 : 1 000 000; Các loại máy đo độ dài bằng sóng radio và sóng ánh sáng có độ chính xác từ 3ppm đến 8ppm.

Toàn đạc điện tử: Đo kết hợp cả góc bằng góc nghiêng, độ dài và tính ra tọa độ x, y và độ cao H. Máy có thể phân loại như sau (Bảng 1):

Bảng 1: Phân loại toàn đạc điện tử

Loại máy	SSTP đo góc bằng/đứng	SSTP đo cạnh	Ghi chú
Chính xác trung bình (TC307 – Leica)	7"/7"	±2mm + 2ppm	Sử dụng để bố trí công trình, đo vẽ hoàn công
Chính xác (TC- 303 Leica)	3"/3"	±2mm + 2ppm	Để đo lưới khống chế mặt bằng
Chính xác cao (TCA-2003 Leica)	1"/1"	±1mm +1ppm	Để đo lưới khống chế mặt bằng, quan trắc biến dạng

2. Trắc địa phục vụ khảo sát, thiết kế

Tài liệu khảo sát địa hình là bản đồ địa hình và mặt cắt địa hình đối với các công trình dạng tuyến. Để sử dụng tốt bản đồ sao cho vừa đáp ứng được yêu cầu công tác, vừa tránh được lãng phí trong việc đo vẽ hay biên vẽ bản đồ chúng ta cần phải phân tích và đánh giá chất lượng bản đồ. Cơ sở để đánh giá là các qui phạm

đo vẽ bản đồ nói chung của Nhà nước hay của từng ngành, các văn bản qui định cụ thể biên tập bản đồ, sửa chữa bổ sung các địa vật và dáng đất.

2.1. Đặc điểm và yêu cầu chung về bản đồ tỷ lệ lớn

Trên khu vực xây dựng hoặc qui hoạch xây dựng thường đo vẽ bản đồ tỷ lệ từ 1: 200; 1: 500 đến 1: 5 000.

Dựa vào ý nghĩa và mục đích sử dụng bản đồ tỷ lệ lớn có thể phân thành 2 loại:

- Bản đồ địa hình tỷ lệ lớn cơ bản: thành lập theo các qui định chung của cơ quan quản lý Nhà nước để giải quyết những nhiệm vụ địa hình cơ bản. Nội dung thể hiện theo qui định của qui phạm hiện hành.

- Bản đồ địa hình chuyên ngành: chủ yếu là loại bản đồ địa hình công trình. Loại bản đồ này được thành lập dưới dạng bản đồ và mặt cắt có độ chi tiết cao, dùng làm tài liệu cơ sở về địa hình, địa vật phục vụ cho khảo sát, thiết kế, xây dựng và sử dụng công trình.

Các phương pháp chủ yếu được sử dụng để thành lập bản đồ địa hình:

- Đo vẽ lập thể và đo vẽ tổng hợp bằng ảnh
- Đo vẽ trực tiếp ngoài thực địa bằng phương pháp toàn đạc, toàn đạc điện tử hoặc kinh vĩ kết hợp đo cao bề mặt.

- Bản đồ địa hình có thể vẽ trên giấy hoặc thể hiện dưới dạng bản đồ số. Nội dung của bản đồ này được lưu giữ dưới dạng tệp dữ liệu về dáng đất, địa vật, toạ độ và độ cao.

Việc lựa chọn tỷ lệ bản đồ cần đo vẽ cho khu vực xây dựng được qui định tùy thuộc vào các yếu tố như : Nhiệm vụ thiết kế phải giải quyết trên bản đồ; giai đoạn thiết kế; mức độ phức tạp của địa vật địa hình; mật độ các đường cống ngầm, dây dẫn.. Trong đó có tính đến yêu cầu về độ chính xác, độ chi tiết và độ đầy đủ của bản đồ, các phương pháp thiết kế và bố trí công trình.

- Giai đoạn lập luận chứng kinh tế kỹ thuật và thiết kế sơ bộ cần có bản đồ tỷ lệ 1: 10 000 hoặc 1: 5 000.

- Giai đoạn thiết kế qui hoạch chi tiết, thiết kế kỹ thuật cần sử dụng các loại bản đồ tỷ lệ: + 1: 5 000, h = 0,5 - 1m để thành lập bản đồ cơ sở, tổng bình đồ khu vực thành phố, công nghiệp, thiết kế đồ án khu vực xây dựng;

+ 1: 2 000, h = 0,5 - 1m để thiết kế kỹ thuật công trình công nghiệp, dân dụng, thủy lợi, hệ thống ống dẫn, bản vẽ thi công các công trình thủy lợi;

- Giai đoạn thiết kế kỹ thuật thi công cần các loại bản đồ sau:

+ Bản đồ tỷ lệ 1: 1000, h = 0,5m được dùng để thiết kế thi công công trình ở khu vực chưa xây dựng, tổng bình đồ khu vực xây dựng thành phố, thiết kế chi tiết công trình ngầm, thiết kế qui hoạch đứng;

+ Bản đồ tỷ lệ 1: 500, h = 0,5m được dùng để thiết kế thi công công trình ở thành phố, khu công nghiệp, đo vẽ hoàn công các công trình.

+ Bản đồ tỷ lệ 1: 200, h = 0,2 - 0,5m được dùng để thiết kế thi công công trình có diện tích nhỏ nhưng đòi hỏi độ chính xác cao, đo vẽ hoàn công công trình.

2.2. Các bước đo vẽ bản đồ địa hình

1. Xây dựng lưới khống chế đo vẽ bản đồ tỷ lệ lớn

Cơ sở trắc địa để đo vẽ bản đồ tỷ lệ lớn là lưới trắc địa Nhà nước các cấp hạng và lưới khống chế đo vẽ về mặt bằng và độ cao.

Lưới khống chế trắc địa là tập hợp các điểm được cố định kiên cố trên mặt đất có tọa độ x, y (khống chế mặt bằng) và độ cao H (khống chế độ cao) được xác định trong một hệ thống nhất nhờ các phép đo (góc, độ dài, độ cao) được tiến hành trên mặt đất.

- Các phương pháp chính xây dựng lưới mặt bằng là: Đường chuyền, tam giác đo góc, tam giác đo cạnh, GPS, giao hội góc, giao hội cạnh, giao hội ngược.

-Lưới khống chế độ cao được xây dựng dưới dạng các đường chuyền độ cao.

- Lưới khống chế trắc địa được phân thành các cấp hạng theo nguyên tắc đi từ tổng quát đến chi tiết với độ chính xác giảm dần, lưới cấp dưới được phát triển dựa vào lưới cấp trên

Bảng2: Phân cấp lưới khống chế tọa độ (mặt bằng)

Các cấp Các chỉ tiêu	Lưới khống chế Trắc địa Nhà nước	Lưới khống chế khu vực	Lưới cơ sở đo vẽ
Mục đích xây dựng lưới	Xác định hình dạng và kích thước trái đất, NCKH, làm kh. chế đo vẽ tất cả các loại bản đồ	Tăng thêm số lượng điểm khống chế cho một khu vực	Tăng mật độ điểm được xác định tọa độ để trực tiếp đo vẽ bản đồ
Các phương pháp x.d. lưới	Đường chuyền, tam giác, GPS	Đường chuyền, tam giác, GPS	Tất cả các phương pháp trừ GPS
Số hạng	4	2	2
Kích thước (tương đối)	5 ÷ 20 km	0,5 ÷ 5 km	< 0,5 km

Các chỉ tiêu kỹ thuật lại được qui định chi tiết cho từng cấp hạng đối với từng phương pháp xây dựng lưới khác nhau và được ghi trong các quy phạm. ở đây chỉ trích để làm ví dụ cho các hạng lưới nhà nước và lưới khu vực.

Bảng 3: Các chỉ tiêu kỹ thuật của lưới TĐNN phương pháp tam giác đo góc

Các chỉ tiêu kỹ thuật	Hạng 1	Hạng 2	Hạng 3	Hạng 4
1. Chiều dài cạnh, km	20 - 30	07 - 20	5 - 10	2 - 6
2. Độ chính xác đo cạnh đáy	1:400 000	1:300 000	1:200 000	1:200 000

3. Sai số trung phương đo góc	0",7	1",0	1",8	2",5
4. Góc nhỏ nhất trong tam giác	40°	30°	30°	30°

Bảng4: Các chỉ tiêu kỹ thuật của lưới khu vực (tăng dày) p.p. tam giác đo góc

Các chỉ tiêu kỹ thuật	Cấp 1	Cấp 2
1.Số lượng tam giác giữa các cạnh đáy	10	10
2. Chiều dài cạnh tam giác, km	1 - 5	1 - 3
3. Góc giữa các hướng cùng cấp không nhỏ hơn	20°	20°
4. Sai số trung phương đo góc	5"	10"
5. Sai số đo cạnh đáy	1: 50 000	1: 20 000
6. Sai số cạnh yếu nhất	1: 20 000	1: 10 000

Lưới độ cao được xây dựng dưới dạng các đường chuyên: nối, khép kín, treo và tạo thành điểm nút .

- Lưới độ cao Nhà nước hạng I, II, III, IV được xây dựng trên toàn lãnh thổ Quốc gia bằng phương pháp đo cao hình học, bình sai chặt chẽ trong một hệ thống nhất.

- Lưới đo cao kỹ thuật được phát triển dựa vào độ cao Nhà nước hạng I đến IV với mục đích làm lưới cơ sở đo vẽ.

Bảng5: Một số chỉ tiêu kỹ thuật lưới khống chế độ cao

Hạng	sai số trung phương 1 trạm (mm)	Tầm ngắm lớn nhất (m)	Chênh lệch tầm ngắm (m)	Sai số khép (mm)	Diện tích đo vẽ (km ²)
I	0.15	50	0.5	$3\sqrt{L}$	
II	0.30	65	1.0	$5\sqrt{L}$	50 - 200
III	0.65	75	2.0	$10\sqrt{L}$	10 - 50
IV	3.0	100	5.0	$20\sqrt{L}$	1 - 10
Kỹ thuật	8.0	150	-	$50\sqrt{L}$	≤ 1

Lưới hạng II được thành lập ở khu vực rộng có chu vi hơn 40 km, chiều dài tuyến giữa các điểm nút không lớn hơn 10 km. Lưới được tăng dày bằng các tuyến độ cao hạng III. Chiều dài tuyến hạng III được bố trí giữa các điểm hạng II không được vượt quá 15 km; chiều dài giữa các điểm nút không được vượt quá 5 km. Lưới hạng III được tăng dày bằng các tuyến độ cao hạng IV. Chiều dài tuyến bố trí giữa các điểm hạng II và III không được vượt quá 5 km. Chiều dài tuyến giữa các điểm nút không được vượt quá 2 - 3 km. Các điểm hạng IV cách nhau 400 - 500 m ở khu vực xây dựng và 1 km ở khu vực chưa xây dựng.

Độ cao của các điểm thuộc lưới khống chế đo vẽ thường được xác định bằng phương pháp đo cao kỹ thuật dưới dạng đo cao hình học hoặc đo cao lượng giác. Sai số độ cao của các điểm khống chế đo vẽ so với điểm độ cao cơ sở gần nhất không được vượt quá 1/10 khoảng cao đều ở vùng đồng bằng và 1/ 6 khoảng cao đều ở vùng núi.

Các bước xây dựng lưới khống chế trắc địa mặt bằng và độ cao:

+ Thiết kế và khảo sát chọn điểm. Tùy theo địa hình khu vực đo vẽ, diện tích đo vẽ, tỷ lệ bản đồ đo vẽ mà người ta quyết định cấp hạng lưới, phương pháp xây dựng lưới và tiến hành khảo sát để chọn vị trí đặt các điểm mốc sao cho đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật và ở những vị trí ổn định lâu dài.

Trên khu vực thành phố và khu công nghiệp lưới trắc địa được thiết kế phải **đảm bảo các chỉ tiêu sau:**

Độ chính xác của mạng lưới khống chế ở cấp trên phải đảm bảo cho việc tăng dày cho cấp dưới nhằm thoả mãn yêu cầu đo vẽ bản đồ tỷ lệ lớn nhất và các yêu cầu của công tác bố trí công trình.

Mật độ điểm khống chế phải thoả mãn các yêu cầu của tỷ lệ đo vẽ

Số cấp hạng của lưới tùy thuộc vào diện tích khu vực đo vẽ và được qui định như trong bảng 6 hoặc đảm bảo độ chính xác tương đương

Bảng 6

Diện tích đo vẽ, km ²	Khống chế cơ sở			Khống chế đo vẽ	
	Mặt bằng		Độ cao	Mặt bằng	Độ cao
	Lưới NN	Lưới tầng dày			
> 200	II, III, IV	1,2	II, III, IV	Tam giác nhỏ, đường chuyền kinh vĩ	Đo cao kỹ thuật
50 ÷ 200	III, IV	1,2	II, III, IV		
10 ÷ 50	IV	1,2	III, IV		
5 ÷ 10	IV	1,2	IV		
2,5 ÷ 5	-	1,2	IV		
1 ÷ 2,5	-	2	IV		
< 1	-	-			

+ Chôn mốc. Các mốc trắc địa cũng được thiết kế tùy thuộc vào nền đất, cấp hạng lưới, thời gian sử dụng. Chúng cần được kiểm tra trước khi đo.

+ Đo đạc. Đo góc, đo độ dài, đo độ chênh cao tùy theo yêu cầu về độ chính xác của cấp lưới được nêu trong các qui trình qui phạm.

+ Bình sai và tính toán. Đối với các lưới thuộc cấp Nhà nước và cấp khu vực cần bình sai chặt chẽ theo phương pháp bình phương nhỏ nhất, với các lưới cấp đo vẽ thì chỉ cần bình sai theo các phương pháp gần đúng .

2) Đo vẽ chi tiết địa vật và dáng đất

Nội dung cần đo vẽ xem tài liệu tham khảo số 1

Đo vẽ chi tiết địa vật

Đo vẽ chi tiết dáng đất

3) Tính toán và thể hiện bản đồ

Từ các số liệu đo đạc tiến hành tính toán tọa độ của các điểm chi tiết địa vật, tọa độ và độ cao của các điểm chi tiết dáng đất. Các địa vật sau khi được chấm lên bản vẽ dựa vào tọa độ các điểm chi tiết, người ta dùng các dấu hiệu qui ước để thể hiện chúng, còn hình dáng của mặt đất thì được thể hiện bằng các đường đồng mức. Bản đồ địa hình còn được thể hiện dưới dạng mô hình kỹ thuật số (bản đồ số) được lưu giữ trong máy tính.

Hệ thống phần mềm dùng để thành lập bản đồ số bao gồm:

- Phần mềm xử lý số liệu lưới khống chế khu vực đo vẽ
- Phần mềm biên vẽ các ký hiệu và ghi chú trên bản đồ địa hình
- Phần mềm vẽ đường đồng mức
- Phần mềm số hóa bản đồ địa hình

4) Kiểm tra độ chính xác của bản đồ địa hình

- Đối chiếu sự trung thực, sự đầy đủ của bản đồ

- Độ chính xác vị trí điểm và đoạn thẳng trên bản đồ địa hình

Độ chính xác vị trí điểm trên bản đồ địa hình phụ thuộc vào quá trình đo vẽ, nó là tổng hợp các nguồn sai số:

Xây dựng lưới khống chế

Đo chi tiết

Vẽ điểm khống chế

Vẽ điểm chi tiết

Can, In, Giấy co dãn

Nếu các sai số trên nhỏ hơn hoặc bằng sai số đồ họa (0,1mm) thì sai số vị trí điểm trên bản đồ sẽ là

$$(đ = 0,1G = 0,26 \text{ mm})$$

Sai số đoạn thẳng trên bản đồ sẽ là

$$(L = 0,26G = 0,36 \text{ mm})$$

- Độ chính xác của đường đồng mức

$$\sigma_h \approx \left(\frac{1}{3} \rightarrow \frac{1}{4} \right) h$$

Bảng 8. Sai số điểm và đoạn thẳng

Tỷ lệ bản đồ	Sai số trung phương, m		Sai số cho phép, m	
	Điểm	Đoạn thẳng	Điểm	Đoạn thẳng
1: 200	0,05	0,07	0,10	0,14
1: 500	0,13	0,20	0,26	0,40
1:1 000	0,26	0,36	0,52	0,72

1: 2 000	0,52	0,73	1,04	1,46
1: 5 000	1,30	1,82	2,60	3,64

Bảng9: Sai số độ cao

Tỷ lệ bản đồ	Khoảng cao điều		Sai số cho phép,m
	max	min	
1: 500	0,5	0,25	0,2
1:1 000	1,0	0,5	0,3-0,4
1: 2 000	2,0	1,0	0,7-1,0
1: 5 000	5,0	2,0	1,7-2,0

Để kiểm tra người ta có thể đo độ dài giữa 2 điểm rõ nét trên bản đồ rồi đo lại chúng trên mặt đất để so sánh

Cũng có thể từ các sai số yêu cầu để đưa ra tỷ lệ bản đồ cần phải có.

3. công tác Trắc địa phục vụ thi công

3.1. Bố trí công trình

Bố trí công trình hay chuyển đồ án thiết kế ra thực địa là các công tác trắc địa được tiến hành trên mặt đất nhằm xác định vị trí mặt bằng và độ cao của các điểm, các đường, các mặt của công trình xây dựng theo bản vẽ thiết kế.

Về nội dung, công tác bố trí là ngược với đo vẽ bản đồ. Nếu như khi đo vẽ trên cơ sở đo đạc trên thực địa người ta thành lập bản đồ, mặt cắt địa hình và độ chính xác của công tác trắc địa phụ thuộc vào tỷ lệ đo vẽ thì trong bố trí ngược lại theo các bình đồ và mặt cắt đã được thiết kế người ta phải xác định trên thực địa vị trí các trục, các điểm của công trình để xây dựng chúng với độ chính xác đã được quy định trong các văn bản quy phạm. Vì vậy công tác bố trí có phần khác công tác đo vẽ và độ chính xác của công tác bố trí thường cao hơn.

Cơ sở hình học của các đồ án thiết kế là các hệ trục bao gồm các trục chính và trục cơ bản xác định hình dáng, kích thước tổng thể của toàn công trình và các trục chi tiết dùng để xác định vị trí của các cấu kiện hoặc các phần riêng biệt của công trình.

Chiều cao của các mặt hoặc các điểm trên công trình được tính từ một mặt quy ước. Ví dụ đối với nhà, sàn của tầng một được chọn là mặt 0 quy ước.

Trình tự bố trí công trình được tiến hành theo các nội dung sau:

Lập lưới bố trí trục công trình

Định vị công trình

Chuyển trục công trình ra thực địa và giác móng công trình

Bố trí các trục phụ của công trình dựa trên các trục chính đã được bố trí

Bố trí chi tiết các trục dọc và trục ngang của các hạng mục công trình,
Chuyển trục và độ cao xuống đáy móng và lên các tầng xây lắp
Bố trí các điểm chi tiết của công trình dựa vào bản vẽ thiết kế.

Tổ chức thiết kế cần giao cho nhà thầu các bản vẽ cần thiết như:

Bản vẽ tổng mặt bằng công trình

Bản vẽ bố trí các trục chính của công trình (có ghi đủ kích thước, tọa độ giao điểm giữa các trục),

Bản vẽ móng của công trình (các trục móng, kích thước móng và độ sâu)

Bản vẽ mặt cắt công trình (có các kích thước và độ cao thiết kế).

Trước khi tiến hành bố trí công trình phải kiểm tra cẩn thận các số liệu thiết kế giữa các bản vẽ chi tiết so với mặt bằng tổng thể, kích thước từng phần và kích thước toàn thể. Mọi sai lệch cần phải được báo cáo cho cơ quan thiết kế để xem xét và chỉnh sửa.

1. Lưới khống chế thi công

Lưới khống chế thi công là một mạng lưới gồm các điểm có tọa độ được xác định chính xác và được đánh dấu bằng các mốc kiên cố trên mặt bằng xây dựng và được sử dụng làm cơ sở bố trí các hạng mục công trình từ bản vẽ thiết kế ra thực địa. Lưới khống chế thi công được xây dựng sau khi đã giải phóng và san lấp mặt bằng.

Trước khi thiết kế lưới khống chế thi công cần nghiên cứu kỹ bản thuyết minh về nhiệm vụ của công tác trắc địa, yêu cầu độ chính xác cần thiết đối với việc bố trí công trình, phải nghiên cứu kỹ tổng mặt bằng công trình để chọn các vị trí đặt các mốc khống chế sao cho chúng thuận tiện tối đa trong quá trình sử dụng và ổn định lâu dài trong suốt quá trình thi công công trình.

Hệ tọa độ của lưới khống chế thi công phải thống nhất với hệ tọa độ đã dùng trong các giai đoạn khảo sát và thiết kế công trình. Tốt nhất đối với các công trình có qui mô nhỏ hơn 100 ha nên sử dụng hệ tọa độ giả định, đối công trình có qui mô lớn phải sử dụng hệ tọa độ Nhà nước phải chọn kinh tuyến trục hợp lý để độ biến dạng chiều dài không vượt quá 1/ 200 000 (tức là (5 mm/ km), nếu vượt quá thì phải tính chuyển.

Khi điểm khống chế đã có của lưới trên khu vực xây dựng không đáp ứng được yêu cầu thì có thể chọn tọa độ một điểm và góc định hướng một cạnh của lưới đã có làm số liệu khởi tính cho khống chế mặt bằng thi công công trình.

Tuỳ thuộc vào mật độ xây dựng các hạng mục công trình và điều kiện trang thiết bị trắc địa của các đơn vị thi công, lưới phục vụ thi công có thể có các dạng chính như sau:

Lưới ô vuông xây dựng: là hệ thống các điểm tạo nên các hình vuông hoặc chữ nhật mà cạnh của chúng song song với các trục tọa độ và song song với các trục chính của công trình. Chiều dài các cạnh có thể thay đổi từ 50 đến 400 m.

Lưới đường chuyên

Lưới tam giác đo góc cạnh kết hợp

Số bậc phát triển lưới khống chế mặt bằng tối đa là 4 bậc.

Căn cứ vào yêu cầu độ chính xác bố trí công trình để chọn mật độ của điểm lưới khống chế. Đối với các công trình xây dựng công nghiệp mật độ các điểm nên chọn là 1 điểm / 1,5 - 2 ha. Cạnh trung bình của đường chuyên hoặc tam giác từ 200 đến 300 m. Đối với lưới khống chế mặt bằng phục vụ xây dựng nhà cao tầng, mật độ các điểm phải dày hơn. Số điểm khống chế mặt bằng tối thiểu là 4 điểm.

Lưới khống chế độ cao phục vụ thi công các công trình lớn có diện tích trên 100ha được thành lập bằng phương pháp đo cao hình học với độ chính xác tương đương với thủy chuẩn hạng III Nhà nước. Đối với các mặt bằng xây dựng có diện tích dưới 100ha lưới khống chế độ cao được thành lập bằng phương pháp đo cao hình học với độ chính xác tương đương với thủy chuẩn hạng IV Nhà nước. Lưới độ cao được thành lập dưới dạng các tuyến đơn dựa vào ít nhất 2 mốc độ cao cấp cao hơn hoặc tạo thành vòng khép kín. Các tuyến độ cao phải được dẫn đi qua tất cả các điểm của lưới khống chế mặt bằng. Lưới khống chế mặt bằng và độ cao cần phải được ước tính độ chính xác một cách chặt chẽ theo nguyên lý số bình phương nhỏ nhất. Trình tự đánh giá và kết quả đánh giá được nêu trong các đề cương hoặc phương án kỹ thuật và phải được phê duyệt trước khi thi công.

Độ chính xác của lưới khống chế mặt bằng và độ cao phục vụ xây lắp công trình được ghi trong bảng.

Bảng 10: Sai số trung phương cho phép khi lập lưới khống chế thi công

Cấp chính xác	Đặc điểm của công trình xây dựng	Sai trung phương cho phép khi lập lưới		
		Đo góc (")	Đo cạnh	Đo cao mm/km
1	Xí nghiệp, các cụm nhà ở và công trình xây dựng trên phạm vi lớn hơn 100ha, từng ngôi nhà và công trình riêng biệt trên diện tích hơn 100ha	3	1/25 000	4

2	Xí nghiệp, các cụm nhà ở và công trình xây dựng trên phạm vi nhỏ hơn 100ha, từng ngôi nhà và công trình riêng biệt trên diện tích từ 1 đến 10ha	5	1/10 000	6
3	Nhà và công trình xây dựng trên nhỏ hơn 1ha. Đường trên mặt đất và các đường ống ngầm trong phạm vi xây dựng	10	1/5 000	10
4	Đường trên mặt đất và các đường ống ngầm ngoài phạm vi xây dựng	30	1/2 000	15

Các mốc phải được đặt ở vị trí thuận lợi cho việc đặt máy và thao tác đo đạc và được bảo quản lâu dài để sử dụng trong suốt thời gian thi công xây lắp cũng như sửa chữa và mở rộng sau này. Khi đặt mốc nên tránh các vị trí có điều kiện địa chất không ổn định, các vị trí có các thiết bị tải trọng động lớn, các vị trí gần các nguồn nhiệt.

Vị trí các mốc của lưới khống chế mặt bằng phục vụ thi công phải được đánh dấu trên tổng bình đồ xây dựng.

Việc thành lập lưới khống chế mặt bằng phục vụ thi công là trách nhiệm của **chủ đầu tư. Việc thành lập lưới phải được hoàn thành và bàn giao cho các nhà thầu** chậm nhất là 2 tuần trước khi khởi công xây dựng công trình. Hồ sơ bàn giao gồm:

- Sơ đồ khống chế mặt bằng và độ cao (vẽ trên nền tổng bình đồ mặt bằng của công trình xây dựng);
- Kết quả tính toán bình sai lưới khống chế mặt bằng
- Kết quả tính toán bình sai lưới khống chế độ cao
- Bảng thống kê toạ độ và độ cao của các điểm trong lưới.

Sơ hoạ vị trí các mốc của lưới khống chế khi bàn giao phải lập biên bản và chữ ký của bên giao và bên nhận. Mẫu biên bản trong tiêu chuẩn ngành 96TCN43-90

2. Công tác bố trí công trình

Việc bố trí công trình được tiến hành theo ba giai đoạn:

Trước hết từ các điểm khống chế và theo các số liệu đã tính toán bố trí các trục chính của công trình. Giai đoạn này có thể tiến hành với độ chính xác 3 - 5 cm.

Tiếp theo từ các trục chính người ta bố trí tiếp các trục chi tiết. Các trục này cần bố trí với độ chính xác 2 - 3mm.

Giai đoạn cuối cùng là xây lắp các cấu kiện hoặc chi tiết công trình theo vị trí các trục đã xác định. Giai đoạn này đòi hỏi độ chính xác cao nhất từ 1 - 0,1 mm.

Như vậy trong bố trí công trình công tác trắc địa cũng được tiến hành theo nguyên tắc từ tổng quát đến chi tiết nhưng là với độ chính xác cao dần từ giai đoạn 1 đến giai đoạn 3.

a. Độ chính xác yêu cầu của công tác bố trí

Độ chính xác yêu cầu của công tác bố trí phụ thuộc vào dạng công trình xây dựng

Bảng 11

Loại công trình	Sai số trung phương đo đạc khi bố trí		
	Đo góc	Đo dài	Đo cao, mm
1. Kết cấu thép liên kết nút, kết cấu bê tông cốt thép lắp ghép.	10"	1/15 000	1
2. Công trình cao hơn 60m, nhà trên 60 tầng hoặc khẩu độ hơn 30m	10"	1/10 000	2
3. Nhà 5 đến 16 tầng, công trình cao từ 15 đến 60m, khẩu độ từ 6 - 30m	20"	1/5 000	2
4. Nhà dưới 5 tầng, khẩu độ dưới 6m công trình cao dưới 15m	30"	1/3 000	5
5. Công trình bằng đất	45"	1/1 000	10

Cơ quan tiêu chuẩn quốc tế (ISO) đã đưa ra các công thức xác định sai số bố trí như sau:

- Độ chính xác bố trí độ dài giữa 2 điểm thuộc công trình xây dựng tính bằng mm

$$\sigma_L = \pm \frac{K}{2,5} \sqrt{L}$$

Trong đó: L - khoảng cách giữa 2 điểm tính bằng mét

K - hệ số phụ thuộc vào phương pháp thi công, với công trình lắp ghép K=1; công trình đổ tại chỗ K = 2

- Độ chính xác bố trí góc được tính theo công thức

$$\sigma_\beta = \pm \frac{0,03K\rho}{\sqrt{L}} \quad (\rho'' = 206\,265'' = 1 \text{ rad})$$

- Độ chính xác bố trí độ cao

(H = ±2,0mm với công trình đổ tại chỗ

(H = ±0,8mm với công trình lắp ghép

- Khi chuyển trục lên tầng cao

$$\sigma_{CT} = \pm 0,8\sqrt{L} \text{ (mm)}$$

b. Lên phương án tính toán số liệu cho công tác bố trí và các công tác trắc địa khác trong quá trình xây dựng

Dựa vào bản vẽ thiết kế và phương pháp bố trí sẽ lựa chọn người ta tính các yếu tố cần thiết

c. Xác định vị trí của công trình trên thực địa bằng cách bố trí các trục chính

Để định vị công trình chúng ta có thể sử dụng các phương pháp bố trí điểm như tọa độ cực, tọa độ vuông góc, giao hội góc, giao hội cạnh. Muốn vậy trước hết chúng ta phải tính toán chuẩn bị các số liệu về góc và độ dài. Số liệu có thể được tính bằng các phương pháp: giải tích, đồ thị, đồ thị kết hợp với giải tích (đồ giải), trong đó giải tích là phương pháp chính xác hơn cả. Trong các phương pháp bố trí điểm vừa kể trên, phương pháp tọa độ cực là phương pháp thường được sử dụng nhất.

d. Xác định đường biên hố móng

Khi đào hố móng người ta phải luôn tạo các ta luy, do vậy để đáy móng đảm bảo được kích thước công trình phải mở rộng đường biên móng. Kích thước cần mở rộng phụ thuộc vào loại móng, loại đất nền, độ sâu.

e. Xây dựng khung bố trí trục

Cách đường biên hố móng một khoảng người ta dựng một khung bao quanh công trình để bố trí các trục một cách chính xác. Khung thường được làm bằng gỗ tạo thành một mặt bằng phẳng để có thể đo dài bằng cách đặt thước trên đó và cho kết quả chính xác.

Từ các trục chính, dựa vào khung dùng thước thép bố trí các trục chi tiết và đánh dấu lên khung bằng đinh. Các trục được đóng ra ngoài công trình và cố định chúng bằng các cọc kiên cố.

3. Công tác trắc địa khi xây dựng móng

Độ sâu của móng được xác định từ các mốc độ cao gần nhất.

Các trục của công trình được chuyển xuống đáy móng nhờ các dây thép căng theo các trục và quả dọi hoặc sử dụng máy kinh vĩ

4. Chuyển trục lên tầng

Như chúng ta biết vị trí của tất cả các cấu kiện của công trình đều được xác định từ các trục, do vậy sau khi xây lắp xong từng sàn phải tiến hành chuyển trục lên để xây tiếp tầng mới. Việc chuyển trục đơn giản có thể dùng dây dọi khi xây dựng các công trình không cao (nhà dưới 4 tầng) và bằng phương pháp đổ tại chỗ.

Với các công trình dưới 10 tầng người ta thường dùng máy kinh vĩ để chuyền trục. Khi chuyền trục theo phương pháp này ta luôn chú ý thao tác với hai vị trí vành độ đứng trái và phải ống kính để hạn chế các sai số do máy móc

Trong trường hợp xây chen, nếu không thể đặt máy phía ngoài công trình được có thể sử dụng định tâm quang học của máy kinh vĩ. Muốn vậy trên phương thẳng đứng của điểm trục cần chuyền người ta trừ một lỗ sàn 20 x 20 cm và tiến hành định tâm máy theo điểm đánh dấu trục

Đối với nhà trên 10 tầng và công trình tương đương người ta phải sử dụng máy chiếu thiên đỉnh quang học hoặc lazer. Cách làm cũng giống như trường hợp trên nhưng đặt máy tại tầng 1 trên điểm đánh dấu trục và chuyền nó thẳng đứng lên các tầng trên nhờ tia ngắm đứng của máy.

5. Chuyền độ cao lên tầng cao

Xuất phát từ độ cao một điểm đã biết, để chuyền các độ cao lên tầng cao người ta sử dụng máy thủy bình, mia và thước thép.

Sai số chuyền toạ độ và độ cao từ các điểm của lưới trục cơ sở lên các tầng thi công được ghi trong bảng

Bảng 13: Sai số trung phương cho phép chuyền trục và độ cao lên các tầng

Các sai số	Chiều cao mặt bằng thi công (m)			
	< 15	15 ÷ 60	60 ÷ 100	100 ÷ 120
Sai số chuyền các điểm, các trục theo phương thẳng đứng (mm)	2	2,5	3	4
Sai số xác định độ cao mặt bằng thi công so với bằng gốc (mm)	3	4	5	5

6. Chỉnh cột thẳng đứng

Trong quá trình đóng cọc móng, xây nhà khung, nhà công nghiệp cần thiết phải chỉnh các cột vào vị trí thẳng đứng. Muốn đảm bảo cột được thẳng đứng trong trường hợp cột không cao và thi công đồ tại chỗ đơn giản người ta có thể dùng dây dọi hoặc ống nivô đứng. Khi yêu cầu độ chính xác cao hơn người ta thường sử dụng hai máy kinh vĩ vuông góc nhau để chỉnh cột theo hai hướng. Tim cột được đánh dấu ở hai đầu chân và đỉnh. Khi lắp ta cần chỉnh cho hai điểm đánh dấu tim cùng nằm trong một mặt phẳng ngắm.

Trường hợp cột được lắp thành hàng, ngoài việc chỉnh cột thẳng đứng còn cần kiểm tra sự thẳng hàng của các cột, lúc đó dùng mia ngang để "kéo dài" trục một đoạn a (thường là 1m)

3.2. Đo vẽ hoàn công

Mục đích của đo vẽ hoàn công là xác định lại vị trí mặt bằng, độ cao, kích thước thực tế của công trình vừa xây dựng xong trong từng công đoạn. Nó là cơ sở để giải quyết mọi vấn đề trong quá trình xây dựng như tổ chức biện pháp khắc phục những hiện tượng sai hỏng, bố trí những công trình mới không vi phạm những công trình cũ đã có, nhất là khi xây dựng các công trình ngầm. Bản vẽ hoàn công toàn phần cũng được hoàn thành cùng lúc khi xây dựng xong công trình. Đây là cơ sở, là số liệu pháp quy để giải quyết những nhiệm vụ kỹ thuật khác nhau trong quá trình khai thác, sửa chữa, mở rộng công trình v.v...

Do vậy trong quá trình thi công công trình các nhà thầu (tổng thầu và các nhà thầu phụ) phải tiến hành đo đạc kiểm tra vị trí kích thước hình học của các hạng mục xây dựng. Đây là công đoạn bắt buộc của quá trình xây dựng và kiểm tra chất lượng sản phẩm.

Vị trí tổng thể của công trình được xác định từ lưới khống chế trắc địa bằng các phương pháp đo vẽ bản đồ thông thường. Kích thước giữa các trục, vị trí các cấu kiện, các chi tiết của công trình được xác định độc lập trong phạm vi công trình.

Phương pháp đo vẽ hoàn công về mặt bằng áp dụng các phương pháp như toạ độ cực, toạ độ vuông góc, giao hội góc, giao hội cạnh. Về độ cao áp dụng phương pháp đo cao hình học.

Các yếu tố cần kiểm tra trong quá trình thi công xây lắp, phương pháp, trình tự và khối lượng công tác kiểm tra phải được xác định trước trong phương án kỹ thuật thi công các công tác trắc địa phục vụ xây dựng.

Danh sách các hạng mục quan trọng, các kết cấu và các khu vực cần đo vẽ hoàn công khi kiểm tra nghiệm thu do đơn vị thiết kế xác định.

Việc kiểm tra các kích thước hình học kể cả đo vẽ hoàn công công trình trong tất cả các giai đoạn thi công xây dựng công trình do các nhà thầu thực hiện

Về nguyên tắc, tất cả các số liệu ghi trên bản vẽ thiết kế đều được xác định lại trên thực tế đã xây dựng và được ghi trực tiếp lên bản vẽ để trong dấu ngoặc đơn. Trong đó cần đặc biệt chú ý các trường hợp sau:

- Đối với các công trình ngầm phải tiến hành đo vẽ kịp thời trước khi lấp đất. Chú ý xác định vị trí các đỉnh góc ngoặt, tâm các giếng thăm, chỗ giao nhau với các

công trình khác, độ cao của đáy công trình v.v...(xem Nghị định 41-2007/NĐCP của Chính phủ về xây dựng công trình ngầm).

- Vị trí các trục móng, các cấu kiện của móng cần được xác định ngay sau khi xây dựng xong và kịp thời có những nhận xét, kết luận về sai số cho phép.

- Độ chính xác của công tác đo vẽ hoàn công tối thiểu phải đạt được tương đương với độ chính xác của công tác bố trí đã tiến hành.

Kết quả đo đạc kiểm tra kích thước hình học của các công trình và đo vẽ hoàn công phải được đưa vào hồ sơ báo cáo nộp cho cơ quan tư vấn giám sát và chủ đầu tư.

Các sơ đồ và các bản vẽ hoàn công lập ra theo kết quả đo đạc sẽ được sử dụng trong quá trình bàn giao và nghiệm thu công trình và một phần của hồ sơ tài liệu bắt buộc phải có để đánh giá chất lượng xây lắp công trình.

4. Quan trắc biến dạng kết cấu công trình

4.1. Những khái niệm chung

Như chúng ta biết một công trình xây dựng khi thiết kế được tính toán dựa vào các số liệu khảo sát và tải trọng làm việc. Những số liệu khảo sát gồm có điều kiện địa chất, thủy văn, tính chất cơ lý của đất nền, chế độ mưa, gió, động đất v.v... Các tải trọng tác động lên công trình gồm có trọng lượng bản thân công trình, trọng lượng các thiết bị, người, đồ vật khi sử dụng công trình ...

Các yếu tố trên mặc dầu đã được tính đến nhưng người ta cũng không thể tính hết được một cách hoàn toàn chính xác. Trong quá trình xây dựng và khai thác còn rất nhiều yếu tố ngẫu nhiên tác động lên công trình.

Các công trình nếu chịu quá tải trọng cho phép sẽ bị biến dạng, hậu quả là **công trình bị lún, nghiêng, cong, võng, nứt hoặc có thể nghiêm trọng hơn là bị sập đổ. Do vậy trong quá trình thi công và thời kỳ đầu của quá trình khai thác người ta cần phải quan trắc biến dạng để xem xét khả năng làm việc ổn định của công trình.** Các số liệu quan trắc trong quá trình xây dựng sẽ giúp người xây dựng xử lý kịp thời các trường hợp bất thường. Thí dụ Có thể điều chỉnh tiến độ thi công nếu tốc độ lún quá nhanh; thay đổi thiết kế hoặc có biện pháp gia cố kịp thời nếu thấy mức độ biến dạng của công trình không phù hợp với những dự tính ban đầu trong thiết kế.

Để xác định được độ biến dạng của công trình có rất nhiều phương pháp, trong đó trắc địa là một trong những phương pháp được áp dụng nhiều. Trong trắc địa cũng có thể sử dụng hai phương pháp khác nhau:

- Phương pháp ảnh mặt đất: bằng kỹ thuật đo ảnh mặt đất người ta tiến hành chụp ảnh công trình qua các thời điểm, đo chúng để xác định độ biến dạng. Phương pháp này được áp dụng cho những công trình lớn như đập nước, nhà máy thủy điện.

- Phương pháp chọn các điểm quan trắc trên công trình, dùng các kỹ thuật đo (góc, độ dài, độ cao) trong trắc địa để xác định vị trí của chúng qua các chu kỳ, so sánh chúng và tính được độ biến dạng.

Biến dạng thực chất là chuyển vị không gian của các điểm trên công trình qua một chu kỳ thời gian. Vì chúng ta không thể quan trắc hết được tất cả các điểm của công trình nên cần thiết phải chọn một số điểm có khả năng chuyển vị nhiều nhất. Ví dụ với nhà khung chịu lực, các điểm trên cột chắc chắn sẽ bị lún nhiều nhất. Những điểm trên công trình được chọn để theo dõi chuyển vị qua các chu kỳ thời gian được gọi là các điểm quan trắc.

Để xác định vị trí của các điểm quan trắc người ta phải đo nối chúng với một hệ thống điểm được cố định kiên cố gọi là các mốc chuẩn. Các mốc này được định kỳ đo và tính toán bình sai trong một hệ tọa độ thống nhất. Từ hệ thống mốc này và các kết quả đo tính được tọa độ của các điểm quan trắc. Công tác quan trắc biến dạng được tiến hành với độ chính xác đo đạc rất cao và tính toán bình sai chặt chẽ.

Việc đo độ lún, đo chuyển dịch nhà và công trình cần được tiến hành theo một chương trình cụ thể nhằm các mục đích sau:

- Xác định giá trị độ lún, độ chuyển dịch tuyệt đối và tương đối của nhà và công trình so với giá trị tính toán theo thiết kế

- Tìm ra những nguyên nhân gây ra lún, chuyển dịch và mức độ nguy hiểm của chúng đối với quá trình làm việc bình thường của nhà và công trình trên cơ sở đó đưa ra các giải pháp phù hợp nhằm phòng ngừa các sự cố có thể xảy ra.

- Xác định các thông số đặc trưng cần thiết về ổn định của nền móng và công trình.

- Làm chính xác thêm các số liệu đặc trưng cho tính chất cơ lý của nền đất.

- Dùng làm số liệu kiểm tra các phương pháp tính toán, xác định các giá trị độ lún, độ chuyển dịch giới hạn đối với các loại nền đất và các công trình khác nhau.

Công việc đo độ lún và độ chuyển dịch nền móng của nhà và công trình được tiến hành trong thời gian xây dựng và sử dụng cho đến khi đạt đến độ ổn định về độ lún và chuyển dịch. Việc đo chuyển dịch trong thời gian sử dụng công trình còn được tiến hành khi phát hiện thấy công trình xuất hiện vết nứt lớn hoặc có sự thay đổi rõ nét về điều kiện làm việc của nhà và công trình.

Trong quá trình đo chuyển dịch nhà và công trình cần phải xác định (độc lập hoặc đồng thời) các đại lượng sau:

- Chuyển dịch thẳng đứng (độ lún, độ võng, độ trôi)
- Chuyển dịch ngang (độ chuyển dịch)
- Độ nghiêng
- Vết nứt

Việc đo độ lún và chuyển dịch công trình được tiến hành theo các trình tự sau:

- Nghiên cứu đồ án thiết kế móng và kết cấu của công trình, khảo sát hiện trường làm cơ sở cho việc lập kế hoạch và thiết kế công tác đo đạc.

- Lập kế hoạch quan trắc trong đó trình bày những mục đích và nhiệm vụ, bố trí các mốc quan trắc, mốc chuẩn và lập lịch đo.

- Thiết kế công tác đo đạc, các mốc chuẩn và mốc quan trắc, chọn máy móc và dụng cụ đo.

- Tiến hành công tác đo đạc trực tiếp theo quy trình và lịch trình đã thiết kế.

- Xử lý các kết quả đo, thành lập bảng số liệu và đánh giá độ chính xác của các kết quả đo.

- Viết tổng kết, thể hiện các kết quả đo bằng đồ thị và có các nhận xét.

Việc xác định sơ bộ độ chính xác đo độ lún, đo chuyển dịch ngang được thực hiện phù hợp với các giá trị độ lún và chuyển dịch ngang dự tính theo thiết kế được ghi trong bảng 14.

Dựa trên cơ sở sai số cho phép đo chuyển dịch để xác định độ chính xác của các cấp đo; khi không có các số liệu dự tính theo thiết kế thì việc lựa chọn các cấp đo dựa vào đặc điểm của nền đất và tầm quan trọng của công trình (bảng 15).

Bảng 14: Sai số cho phép đo chuyển dịch đối với các giai đoạn xây dựng và sử dụng công trình. (Đơn vị tính mm)

Giá trị dự tính độ lún và độ chuyển dịch ngang theo thiết kế	Giai đoạn xây dựng công trình		Giai đoạn sử dụng công trình	
	Loại đất nền			
	Cát	Sét	Cát	Sét
<50	1	1	1	1
50 ÷ 100	2	1	1	1

100 ÷ 250	5	2	1	2
250 ÷ 500	10	5	2	5
>500	15	10	5	10

Bảng 15: Sai số giới hạn cho phép đo chuyển dịch và độ chính xác của các cấp đo

Đơn vị tính mm

Độ chính xác của các cấp đo	Sai số cho phép đo chuyển vị	
	Độ lún	Độ chuyển dịch ngang
1	1	2
2	3	5
3	5	10

Cấp 1: Đo lún và chuyển dịch ngang của nhà và công trình được xây dựng trên nền đất cứng và nửa cứng (thời gian sử dụng trên 50 năm), các công trình quan trọng, các công trình có ý nghĩa đặc biệt

Cấp 2: Đo lún và chuyển dịch ngang của nhà và công trình được xây dựng trên nền cát, đất sét và trên nền đất có tính biến dạng cao, các công trình được đo để xác định nguyên nhân hư hỏng

Cấp 3: Đo lún và chuyển dịch ngang của nhà và công trình được xây dựng trên nền đất đắp, nền đất yếu và trên nền đất bị nén mạnh.

4.2. Đo độ lún công trình

Khi đo độ lún nhà và công trình có thể sử dụng một trong các phương pháp sau:

- Đo cao hình học
- Đo cao lượng giác
- Đo cao thủy tĩnh
- Chụp ảnh

Tuy nhiên phương pháp phổ biến nhất là đo cao hình học. Qui trình kỹ thuật để đo và xác định độ lún theo phương pháp này được nêu trong TCXDVN271:2002.

* Để đo được độ lún của công trình cần phải có những mốc quan trắc lún. Các mốc này được gắn trên các cấu kiện truyền lực của công trình. Đồng thời phải có những mốc so sánh gọi là các mốc chuẩn được xây dựng ở ngoài phạm vi ảnh hưởng lún của công trình và đảm bảo cho độ cao không bị thay đổi trong thời gian sử dụng. Các mốc này cũng định kỳ đo kiểm tra và phân tích để xác định mốc ổn định nhất làm cơ sở tính toán. Khoảng cách giữa các chu kỳ đo được xác định dựa vào tiến độ thi công, tầm cỡ công trình, tốc độ lún, cũng như điều kiện nền đất. Mỗi chu kỳ đo xác định độ cao của các mốc quan trắc thông qua việc dẫn độ cao từ các mốc chuẩn. Chênh lệch về độ cao giữa các chu kỳ đo sẽ là độ lún của điểm quan trắc. Từ đó biết được độ lún tổng cộng và độ lún lệch của công trình.

* Theo quy phạm quy định sai số tuyệt đối giới hạn khi xác định độ lún SQ được quy định như sau:

- Công trình xây dựng trên nền đá: 1mm
- Công trình xây dựng trên nền cát, sét: 2mm
- Công trình xây dựng trên nền đất đắp: 5mm

Độ lún tuyệt đối được xác định theo công thức: $S_i = H_i - H_1$

Trong đó H_i , H_1 tương ứng là độ cao của các mốc quan trắc yếu nhất trong đường đo ở chu kỳ thứ i và chu kỳ 1. Từ đó sai số xác định độ lún là

$$\sigma_{S_i}^2 = \sigma_{H_i}^2 + \sigma_{H_1}^2$$

ở đây (H_i , (H_1 là các sai số trung phương xác định độ cao mốc quan trắc ở chu kỳ thứ i và chu kỳ 1. Khi các chu kỳ đo cùng độ chính xác thì ($H_i = (H_1 = (H$.

Và do vậy $(S = (H (2$

Nếu gọi SQ là sai số giới hạn của độ lún tuyệt đối và lấy hệ số chuẩn $t = 2,5$ thì chúng ta có $SQ = 2,5 (S$

Do vậy $(H = \frac{S_Q}{2,5 \sqrt{2}}$ ($0,3 SQ$

Từ giá trị (H tính được, chúng ta chọn máy, mia và tính toán các yêu cầu kỹ thuật về đo cao như chiều dài tầm ngắm, chênh lệch tầm ngắm v.v...

Để xác định tốc độ lún người ta sử dụng công thức: $V = S_{tb} / T$

S_{tb} là độ lún trung bình của công trình trong thời gian T tính theo công thức

$$S_{tb} = \frac{S_1 F_1 + S_2 F_2 + \dots + S_n F_n}{F_1 + F_2 + \dots + F_n}$$

Trong đó S_1, S_2, \dots, S_n là độ lún của các mốc 1, 2, ..., n

F_1, F_2, \dots, F_n là diện tích móng của công trình mà phía trên gắn các mốc 1, 2, ..., n

Sai số trung phương xác định tốc độ lún sẽ là

$$\sigma_V = \sigma_S / T \text{ hay } \sigma_V = \sigma_H \sqrt{2} / T$$

* Số liệu đo được tính toán bình sai chặt chẽ, thành lập bảng số liệu

4.3. Đo chuyển dịch

1. Độ chính xác đo chuyển dịch

Việc đo chuyển vị của công trình được thực hiện bằng các phương pháp dóng hướng, đo hướng, tam giác, đường chuyền hoặc chụp ảnh.

Giá trị chuyển vị của các điểm quan trắc được xác định từ các mốc chuẩn đặt phía ngoài công trình. Theo quy phạm hiện hành sai số cho phép đo chuyển vị được quy định như sau:

- 1 mm với nhà và công trình xây trên nền đá hoặc nửa đá
- 3 mm với nhà và công trình xây trên nền cát, sét
- 5 mm với các đập cao xây đá
- 10 mm với nhà và công trình xây trên nền đất đắp
- 15 mm với các công trình bằng đất.

Chu kỳ đo tùy thuộc vào loại nền đất, dạng công trình và giá trị biến dạng dự tính, tiến độ thi công v.v...khi công trình đã xây xong có thể chỉ cần đo hai lần trong năm vào các thời điểm mực nước ngầm cao nhất và thấp nhất.

Khi giá trị biến dạng có xu hướng tắt và chỉ còn 1-2mm / năm thì có thể ngừng quan trắc. Nhưng việc quan trắc cũng có thể được nối lại nếu điều kiện làm việc của công trình bị thay đổi, hoặc xuất hiện những biến dạng mà trong thiết kế không tính đến.

Các mốc quan trắc được gắn trên công trình sao cho càng gần các mốc chuẩn càng tốt. Theo chu vi nhà và công trình các mốc quan trắc đặt cách nhau khoảng 20 m, những chỗ đặc biệt có thể là 10 - 15m.

Các mốc chuẩn được đặt tại những nơi ổn định bên ngoài công trình. Theo các chu kỳ người ta cũng đo các mốc chuẩn để kiểm tra.

Khi quan trắc chuyển vị cần phải sử dụng các tiêu ngắm, bảng ngắm đặc biệt để nâng cao độ chính xác đo.

2. Các phương pháp đo chuyển dịch

a. Phương pháp dóng hướng.

Trong phương pháp này người ta sử dụng mặt phẳng ngắm thẳng đứng của máy kinh vĩ đi qua hai điểm mốc chuẩn rồi đo các độ lệch của các mốc quan trắc với mặt phẳng ngắm này. Thông thường dọc theo mặt phẳng ngắm chọn làm trục x và như vậy các độ lệch sẽ là các giá trị y.

Dùng kỹ thuật đo góc nhỏ, đặt máy tại điểm I, định hướng về điểm II đo các góc (và các khoảng cách l. Từ đó tính được các độ chuyển vị

$$y_i = l_i \frac{\gamma''}{\rho''}$$

Từ công thức này có thể thấy rằng : vì giá trị ρ (rất bé nên sai số ảnh hưởng đến độ chính xác xác định giá trị y chủ yếu là sai số đo góc. Các khoảng cách l có thể đo bình thường bằng thước thép, sai số có thể bỏ qua. Khi đó sai số xác định y sẽ là

$$\sigma_y = l \frac{\sigma_\gamma''}{\rho''}$$

(σ_γ là sai số trung phương đo góc, thí dụ với $l = 200\text{m}$, ($\sigma_\gamma = 0''{,}7$ thì $y = 0{,}7\text{mm}$.)

b. Phương pháp đo hướng

Phương pháp này được sử dụng khi không thể dùng phương pháp đóng hướng được, nghĩa là không thể cố định được một hướng trên công trình và số điểm quan trắc không nhiều (3 - 5 điểm). Để xác định được giá trị chuyển vị của các điểm quan trắc bằng phương pháp đo hướng cần phải đặt ít nhất ba mốc chuẩn. Khoảng cách từ mốc chuẩn đến các điểm quan trắc trên công trình không được lớn hơn 1000m. Giá trị chuyển vị của một điểm quan trắc q được tính theo công thức

$$q = l \frac{\Delta\beta''}{\rho''}$$

l - Khoảng cách từ mốc chuẩn đến điểm quan trắc

($\Delta\beta$ - Giá trị thay đổi về hướng giữa các chu kỳ đo.

Để kiểm tra mức độ ổn định của các mốc chuẩn, từ các mốc này lại đo nối với các mốc chuẩn khác O1, O2... bằng phương pháp giao hội ngược, phương pháp tam giác v.v...và chỉ sử dụng mốc ổn định để làm cơ sở tính toán.

c. Phương pháp tam giác.

Phương pháp tam giác (đo cả 3 góc trong tam giác) hoặc phương pháp giao hội góc (đo hai góc trong tam giác) được sử dụng để xác định độ chuyển vị của các công trình xây dựng ở vùng núi như các đập bê tông. Các điểm quan trắc trên công trình có thể được đặt ở các độ cao khác nhau. Chúng có thể được gắn với các mốc chuẩn thành một lưới tam giác nếu tại điểm quan trắc có thể đặt máy để đo góc được. Trường hợp ngược lại chúng được xác định bằng giao hội góc.

Trong lưới, đo các cạnh đáy và các góc. Sau khi bình sai tính được tọa độ các điểm quan trắc. Giá trị và hướng của chuyển vị của các điểm trên công trình được xác định từ sự thay đổi về tọa độ giữa các chu kỳ đo.

d. Phương pháp đường chuyền

Trong những điều kiện xây dựng chật hẹp, để đo chuyển vị người ta sử dụng phương pháp đường chuyền thì sẽ có nhiều thuận lợi hơn. Phương pháp này đặc biệt được sử dụng khi nghiên cứu chuyển vị của công trình hầm, đập vòm bê tông và các công trình có dạng cong khác.

4.4. Quan trắc độ nghiêng

Những công trình có chiều cao lớn như nhà cao tầng, ống khói, tháp nước, tháp truyền hình v.v...dưới tác động của các yếu tố khác nhau trong quá trình xây dựng và khai thác có thể bị nghiêng.

$$\text{Sin}\varphi = \frac{l}{H}$$

Sai số giới hạn khi đo độ nghiêng được quy định như sau:

- Xác định độ nghiêng của các móng máy: 0,00001 L
- Với các tường nhà : 0,0001 H
- Đối với ống khói, tháp : 0,0005 H

1. Phương pháp dây dọi.

Trong nhiều trường hợp thực tế có thể sử dụng dây dọi để đo trực tiếp độ nghiêng của công trình. Dây dọi được treo tại điểm phía trên công trình, độ nghiêng tổng cộng và hướng của nó được xác định trực tiếp tại chân công trình bằng cách đo đoạn l bằng một thước chuyên dụng. Đây là phương pháp đơn giản cả về thiết bị và cách đo. Trong điều kiện thuận lợi phương pháp dây dọi có thể đảm bảo độ chính xác đo độ nghiêng cho các công trình có chiều cao dưới 15m.

2. Phương pháp dùng máy chiếu đứng

Máy chiếu đứng có thể là máy quang học hoặc lazer. Về nguyên lý phương pháp này cũng giống phương pháp đo bằng dây dọi. Nhưng ở đây phương pháp chuẩn thẳng đứng được thiết lập nhờ trục ngắm của máy chiếu thiên đỉnh.

Trong điều kiện thuận lợi phương pháp này có thể đo độ nghiêng của các công trình cao 100m với sai số (1mm

3. Phương pháp tọa độ.

Về nguyên lý phương pháp này giống các phương pháp đo chuyển vị. Xung quanh công trình người ta xây dựng 3-4 mốc chuẩn và đo tính chúng trong một hệ tọa độ thống nhất.

Từ các mốc chuẩn này theo chu kỳ thời gian đo tính các điểm quan trắc trên phía cao của công trình bằng phương pháp giao hội góc. Từ chênh lệch về tọa độ giữa các chu kỳ đo so với lần đo đầu tiên người ta xác định được các giá trị về độ nghiêng.

$$Q_x = x_i - x_0; \quad Q_y = y_i - y_0$$

Q_x , Q_y - tương ứng là các giá trị của độ nghiêng theo phương trục x và y (hệ trục giả định của các mốc chuẩn).

Giá trị độ nghiêng tổng cộng là $Q = \sqrt{Q_x^2 + Q_y^2}$

và phương của độ nghiêng tổng cộng là $(Q = \arctg(Q_y / Q_x))$

4. Phương pháp đo góc bằng

Đối với các công trình cao mà phần chân của nó bị che khuất thì có thể quan trắc nghiêng theo phương pháp định kỳ đo các góc bằng từ các mốc chuẩn I, II giữa các hướng cố định IN, IIM và hướng tới điểm quan trắc trên công trình.

Từ các giá trị thay đổi về góc giữa các chu kỳ đo người ta tính được các độ nghiêng thành phần Q_I và Q_{II}

$$Q_I = \frac{l_1 \Delta \beta_1''}{\rho''}; \quad Q_{II} = \frac{l_2 \Delta \beta_2''}{\rho''}$$

và giá trị độ nghiêng toàn phần sẽ là:

$$Q = \sqrt{Q_I^2 + Q_{II}^2}$$

và giá trị của góc nghiêng có thể tính được là

$$\varphi'' = \frac{Q}{H} \rho''$$

Độ chính xác của phương pháp này hoàn toàn phụ thuộc vào độ chính xác đo góc bằng. Thông thường các góc bằng phải đo với sai số trung phương ($\leq 1''$).

Tóm tắt một số vấn đề cần chú ý khi giám sát công tác trắc địa:

I. Các tài liệu nhà thầu xây lắp và tư vấn giám sát cần giao cho chủ đầu tư:

1. Phương án kỹ thuật lập lưới khống chế trắc địa công trình (tọa độ và độ cao) do nhà thầu lập.

Kèm theo phương án này là thoả thuận bằng văn bản của chủ đầu tư và các phản biện của các cơ quan chuyên môn hay chuyên gia chuyên ngành (đối với các công trình đặc biệt và các công trình đòi hỏi độ chính xác cao về xây lắp và lắp đặt thiết bị kỹ thuật). Phương án kỹ thuật phải có chữ ký của người lập phương án và ký tên đóng dấu của nhà thầu xây lắp.

2. Sơ đồ lưới khống chế tọa độ, độ cao kèm theo bảng thống kê với độ chính xác, độ tin cậy và sơ đồ vị trí điểm.

3. Bảng tính toán các yếu tố góc, cạnh, chênh cao phục vụ cho việc bố trí điểm
4. Sổ kiểm tra, kiểm nghiệm, kiểm định các thiết bị, máy móc và dụng cụ phục vụ các công tác đo đạc.
5. Sổ đo vẽ hoàn công từng hạng mục, từng bộ phận và toàn bộ công trình.
6. Bản vẽ hoàn công từng hạng mục, từng bộ phận và toàn bộ công trình.
7. Kết quả ghép biên bản vẽ hoàn công, tọa độ, độ cao thuộc các hạng mục khác nhau, thuộc các gói thầu do các nhà thầu phụ khác nhau thực hiện.
8. Bản thống kê độ chênh lệch giữa đo vẽ hoàn công và đo biến dạng cùng thời điểm, cùng hạng mục.
9. Kết quả xử lý toán học các kết quả đo kiểm xây lắp và lắp đặt thiết bị.

10. Báo cáo kỹ thuật các phần việc:

- Đo đạc phục vụ thi công
- Đo đạc phục vụ lắp đặt thiết bị kỹ thuật, dây chuyền công nghệ
- Đo vẽ hoàn công và lập bản vẽ hoàn công

Tất cả các tài liệu ghi trong mục 10 cần phải có chữ ký của người thực hiện, dấu xác nhận của cơ quan quản lý và xác nhận của kỹ sư giám sát của chủ đầu tư.

Riêng bản vẽ hoàn công toàn công trình phải ghi người thực hiện, tổ chức thực hiện, chữ ký và dấu của nhà thầu chính đồng thời có xác nhận của chủ đầu tư.

Tất cả sổ đo đều phải đánh số trang, tổ chức thực hiện phải xác nhận tổng số trang và đóng dấu giáp lai các trang trước khi sử dụng.

II. Quy trình giám sát công tác xác định địa điểm xây dựng công trình, định vị công trình, cắm tim cốt và đo đạc điều khiển thi công và đo kiểm xây lắp

1. Quy trình giám sát việc xác định địa điểm xây dựng công trình phải tiến hành các khâu:

- Xác định chất lượng bản đồ sử dụng để lựa chọn phương án địa điểm
- Tình trạng của bản đồ cũ đã lập trước đó
- Sự phù hợp của hệ tọa độ và độ cao đã dùng đối với tính chất công trình và các qui định hiện hành.
- Độ chính xác xác định diện tích, độ dài, độ dốc...trên bản đồ và ngoài thực địa.

2. Qui trình giám sát việc định vị công trình và cắm tim, trục, cốt ra thực **địa phải qua các khâu:**

- Chất lượng của bản đồ hay bản vẽ và số liệu chuẩn bị để xác định các số liệu phục vụ cho việc định vị công trình.

- Độ tin cậy của các mốc chuẩn về toạ độ, độ cao.

- Độ chuẩn xác của việc áp dụng phương pháp trắc địa, thiết bị đo đạc dùng cho việc định vị, cắm tim, cốt.

- Các kết quả kiểm nghiệm cơ bản các thiết bị đo.

- Độ chính xác của các số liệu đo định vị

- Độ chính xác của các kết quả tính toán, bình sai

Các kết quả kiểm tra nội nghiệp không cho phép đánh giá thống nhất chất lượng đo đạc phục vụ định vị công trình thì phải sử dụng các thiết bị đo và phương pháp đo chính xác cao hơn để đo kiểm tra ngoài thực địa.

3. Quy trình giám sát đo kiểm xây lắp cần được tiến hành các khâu sau:

- Lập phương án kỹ thuật quan trắc theo dõi thi công xây lắp và đo kiểm xây lắp.

- Kiểm tra việc chấp hành các quyết định trong phương án kỹ thuật được duyệt và trong qui phạm và trong qui phạm tiêu chuẩn hiện hành.

- Kiểm tra các kết quả kiểm tra kiểm định, kiểm chuẩn và hiệu chỉnh máy móc thiết bị đo.

- Kiểm tra các sổ đo và các kết quả đánh giá độ chính xác đo.

- Kiểm tra các kết quả tính và đánh giá độ chính xác các đại lượng bình sai.

- Giám sát các thông tin các tham số báo cáo kỹ thuật quan trắc theo dõi thi công xây lắp.

- Thẩm định báo cáo kỹ thuật đo kiểm tra xây lắp.

- Các khâu kiểm tra nội nghiệp chưa có thể đưa ra các kết quả đáng tin cậy thì phải sử dụng các thiết bị đo có độ chính xác cao hơn độ chính xác thiết bị đã dùng để đo kiểm tra chất lượng.

III. Quy trình giám sát đo vẽ hoàn công lập bản đồ hoàn công

- Nội dung bản đồ hoàn công có đầy đủ theo qui định không

- Hệ tọa độ và độ cao có phù hợp với các tiêu chuẩn qui phạm không, có phù hợp với hệ tọa độ và độ cao thi công không: Hệ tọa độ và hệ độ cao của các nhà thầu phụ có ghép biên và có thống nhất với hệ được cấp cho toàn công trình không.

- Sự hợp lý của thời điểm tiến hành đo vẽ hoàn công

- Sự ăn khớp giữa kết quả đo vẽ hoàn công và các kết quả quan trắc lún và biến dạng khác ứng với cùng thời điểm (hay cùng thời kỳ chất tải).

- Sự hợp lý của các phương pháp đo vẽ hoàn công.

- Sự hợp lý của việc chọn phương pháp toán học để xử lý tổng hợp các kết quả đo vẽ hoàn công.

- Thẩm định báo cáo kỹ thuật đo vẽ hoàn công và lập bản đồ hoàn công.

IV. Các quy định giám sát đo đạc phục vụ lắp máy và thiết bị kỹ thuật công nghệ.

- Giám sát các thông tin đầu vào chỗ phương án kỹ thuật đo đạc điều khiển lắp đặt máy móc thiết bị và kỹ thuật công nghệ.

- Thẩm tra các cơ sở khoa học và phương pháp đo đã lựa chọn

- Kiểm tra sự hợp lý của các dung sai hình học cho phép nêu trong nhiệm vụ kỹ thuật so với katalo máy móc thiết bị và quy phạm tiêu chuẩn hiện hành.

- Kiểm tra việc chấp hành các quy định kĩ thuật trong tiêu chuẩn hiện hành, trong phương án kỹ thuật và thiết kế xây dựng được duyệt khi triển khai ngoài hiện trường.

- Kiểm tra các kết quả kiểm định cơ bản và kiểm nghiệm định kỳ kiểm chuẩn máy móc thiết bị đo điều khiển lắp đặt máy móc thiết bị kỹ thuật công nghệ.

- Giám sát việc hình thành cơ sở khoa học kỹ thuật để lập báo cáo kỹ thuật đo đạc điều khiển lắp đặt máy móc thiết bị kỹ thuật và công nghệ.

V. Qui trình giám sát công tác theo dõi lún và biến dạng công trình

1. Đối tượng quan trắc lún và biến dạng

Đối với mọi công trình kỹ thuật, công trình nhà (từ 5 tầng trở lên), công trình công nghiệp việc quan trắc trời hố móng, lún hố móng phải tiến hành ngay từ khi triển khai móng, đặt móng và vào thời điểm: tải trọng công trình lên móng bằng không, tải trọng đạt 25%,50%,75% và 100%, vận hành thử không tải, vận hành thử có tải và tiếp theo 3-5 năm sau khi bắt đầu vận hành cho đến khi báo được ngừng (1-2mm/năm). Đối với công trình nhà ở từ 3 tầng trở lên trên những vùng đất kém thuận lợi cho việc xây dựng, trên vùng đất yếu và trên vùng đất có cấu tạo địa chất

phức tạp cần phải theo dõi lún từ đặt xong móng, khi xây dựng xong mỗi tầng, năm đầu tiên khai thác sử dụng cho đến khi dự báo được ngừng.

Các biến dạng khác sẽ được quan trắc theo yêu cầu của thiết kế hoặc căn cứ vào các kết quả lún lệch toàn phần hoặc lún lệch cục bộ mà quyết định, ở các khu công nghiệp và thành phố, có chương trình khai thác nước ngầm lớn phải quan trắc định kỳ hiện tượng và lún hệ thống nhà và lún nền đô thị, ở các khu đô thị và các khu dân cư, các khu vực xây dựng công trình có xuất hiện hiện tượng trượt lở thì phải quan trắc theo dõi kịp thời và hệ thống hiện tượng trượt lở đất đá.

2. Quy trình giám sát quan trắc theo dõi lún ngôi nhà và công trình cần thực hiện các khâu sau:

a. Giám sát việc thu nhận các thông tin đầu vào để làm cơ sở khoa học cho xác định của nhiệm vụ kỹ thuật quan trắc theo dõi lún

b. Giám sát phương án kỹ thuật quan trắc theo dõi lún.

- Giám sát việc đo và tính khách quan của các tài liệu, số liệu đo
- Giám sát độ ổn định của các mốc chuẩn
- Kiểm tra các kết quả xử lý toán học các số liệu đo.
- Giám sát việc báo cáo quan trắc theo dõi lún

Trong giám sát việc báo cáo kỹ thuật quan trắc theo dõi lún một xí nghiệp hay một khu nhà ở thì ngoài những nội dung nêu ở các điều trên cần chú ý thêm các khâu sau:

- Giám sát độ ổn định của hệ thống mốc độ cao chuẩn dùng để đánh giá lún.
- Kiểm tra lại kết cấu hình học và sự hợp lý của mạng lưới thủy chuẩn đo lún nối giữa các nhà trong khu và nối giữa các khu công trình trong xí nghiệp.

- Trong giám sát việc quan trắc theo dõi lún hệ thống nhà - công trình đô thị thì ngoài việc thực hiện các điều ở trên cần chú trọng các khâu sau:

- Giám sát sự ổn định của mạng lưới thủy chuẩn cơ bản (lưới thủy chuẩn gốc) đô thị.

- Kiểm tra cơ sở khoa học của phương án phát hiện sự bất ổn định của các mốc cao đô thị theo định kỳ.

- Kiểm tra cơ sở khoa học của việc xác định các số hiệu chỉnh (do sự bất ổn định của chúng) vào các điểm độ cao cơ bản của thành phố.

4. Tài liệu tham khảo

1. Nghị định số 209/2004/NĐ-CP ngày 16 - 12 - 2004 của Chính phủ về Quản lý chất lượng công trình.

2. 96 TCN 43-90 Qui phạm đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500, 1:1 000, 1:2 000, 1:5 000 (phần ngoài trời)
3. 96 TCN 42-90. Qui phạm đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500, 1:1 000, 1:2 000, 1:5 000, 1: 10 000, 1:25 000 (phần trong nhà)
4. TCXDVN 309 :2004. Công tác trắc địa trong xây dựng công trình dân dụng và công nghiệp - Yêu cầu chung
5. TCXDVN 271-2002. Qui trình kỹ thuật xác định độ lún công trình dân dụng và công nghiệp bằng phương pháp đo cao hình học.
- 6.TCXDVN 351:2005 Qui trình kỹ thuật quan trắc chuyển dịch ngang nhà và công trình.
7. TCXDVN 352:2005. Nhà và công trình dạng tháp. Qui trình quan trắc độ nghiêng công trình bằng phương pháp trắc địa.
8. TCXDVN 364:2006. Tiêu chuẩn kỹ thuật đo và xử lý số liệu GPS trong trắc địa công trình.
9. TCXDVN 203:1997. Nhà cao tầng-Kỹ thuật đo đạc phục vụ thi công
10. Nghị định 41-2007/NĐCP về xây dựng công trình ngầm.
11. Viện công nghệ xây dựng. Giáo trình bồi dưỡng nghiệp vụ đo đạc trong xây dựng. Hà nội 2007.

5. Trang thiết bị dạy học Máy chiếu + máy tính

6. Kế hoạch tư vấn và giúp đỡ học viên

Tiếp học viên và trả lời các hỏi vào chiều thứ 3 hằng tuần từ 14 giờ đến 17 giờ tại phòng 113 nhà A1 hoặc qua Email:ngthacdung@yahoo.com.vn

7. Câu hỏi ôn tập

1. Nêu vai trò của công tác trắc địa trong các giai đoạn xây dựng công trình và các nội dung cần giám sát?
2. Để đánh giá độ chính xác của công tác đo đạc đã tiến hành người ta dùng chỉ số gì?
3. Sai số cho phép trong các qui trình, qui phạm về đo đạc được thiết lập trên cơ sở nào và người giám sát dùng nó để làm gì?
4. Khi sử dụng bản đồ địa hình để thiết kế cần kiểm tra những nội dung gì?
5. Vì sao lại phải tiến hành quan trắc biến dạng của các công trình xây dựng?
6. Trên công trường xây dựng người trắc địa phải đảm nhận những công việc gì, và những yêu cầu cần phải đáp ứng?
7. Đo vẽ hoàn công nhằm mục đích gì và được tiến hành như thế nào?

8. Những điều cần chú ý khi xây dựng các mốc chuẩn và mốc quan trắc trong quá trình đo lún?

9. Các phương pháp chính đo chuyển dịch công trình và những yêu cầu kỹ thuật cần phải đáp ứng?

10. Các phương pháp chính khi đo độ nghiêng của các công trình?

Câu hỏi thi

(Phần giám sát công tác đo đạc trong thi công công trình)

1. Để xây dựng một công trình thường phải trải qua 4 giai đoạn chính: Khảo sát, thiết kế, thi công, khai thác và sử dụng. Giai đoạn nào có vai trò của công tác trắc địa mà người làm giám sát phải quan tâm:

- A. Khảo sát, thiết kế,
- B. Thi công,
- C. Khai thác và sử dụng
- D. Tất cả các giai đoạn

2. Một trong những nội dung chính của giám sát công tác trắc địa trong thi công trình là phải đảm bảo độ chính xác yêu cầu theo tiêu chuẩn. Để đánh giá độ chính xác của công tác đo đạc đã tiến hành người ta dùng chỉ số gì?

- A. Sai số trung phương một lần đo
- B. Sai số tuyệt đối
- C. Sai số tương đối

3. Sai số cho phép trong các qui trình, qui phạm của Bộ xây dựng Việt Nam về đo đạc được thiết lập trên cơ sở nào ?

- A. Lấy từ 2 đến 3 lần sai số trung phương một lần đo tùy theo công việc.
- B. Lấy bằng 2 lần sai số trung phương một lần đo.
- C. Lấy bằng 2,7 lần sai số trung phương một lần đo.

4. Khi sử dụng bản đồ địa hình để chọn địa điểm xây dựng công trình và thiết kế cần kiểm tra những nội dung gì?

- A. Tỷ lệ của bản đồ có phù hợp với yêu cầu không?
- B. Sự phù hợp của hệ tọa độ và độ cao đã dùng đối với tính chất công trình và các qui định hiện hành.

C. Độ chính xác xác định diện tích, độ dài, độ dốc...trên bản đồ và ngoài thực địa.

D. Tất cả các nội dung trên.

5. Vì sao lại phải tiến hành quan trắc biến dạng của các công trình xây dựng?

A. Để xác định giá trị độ lún, độ chuyển dịch tuyệt đối và tương đối của nhà và công trình so với giá trị tính toán theo thiết kế

B. Làm chính xác thêm các số liệu đặc trưng cho tính chất cơ lý của nền đất.

C. Dùng làm số liệu kiểm tra các phương pháp tính toán, xác định các giá trị độ lún, độ chuyển dịch giới hạn đối với các loại nền đất và các công trình khác nhau.

D. Tất cả các mục đích trên

6. Quy trình giám sát quan trắc theo dõi lún ngôi nhà và công trình cần thực hiện các khâu sau:

A. Giám sát việc thu nhận các thông tin đầu vào để làm cơ sở khoa học cho xác định của nhiệm vụ kỹ thuật quan trắc theo dõi lún

B. Giám sát phương án kỹ thuật quan trắc theo dõi lún.

C. Giám sát việc đo và tính khách quan của các tài liệu, số liệu đo, độ ổn định của các mốc chuẩn, kiểm tra các kết quả xử lý toán học các số liệu đo, và báo cáo kết quả

D. Tất cả các nội dung trên

7. Đo vẽ hoàn công nhằm mục đích gì?

A. Xác định lại vị trí, hình dáng, kích thước của công trình vừa xây dựng xong.

B. Đo lại độ cao của các điểm trên công trình.

C. Kiểm tra công tác đo đạc đã tiến hành.

D. Kiểm tra chất lượng thi công

8. Khi nhận bàn giao các điểm mốc Trắc địa cần chú ý:

A. Giá trị toạ và độ cao của các điểm mốc

B. Giá trị toạ và độ cao của các điểm mốc kèm theo độ chính xác

C. Giá trị toạ và độ cao của các điểm mốc kèm theo độ chính xác và phương pháp xây dựng lưới, số liệu tính toán bình sai.

Đáp án: 1D; 2A; 3B, 4D; 5D; 6D; 7A; 8C.