

TIÊU CHUẨN XÂY DỰNG VIỆT NAM

TCXDVN 309:2004

(Xuất bản lần 1)

CÔNG TÁC TRẮC ĐỊA TRONG XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH - YÊU CẦU CHUNG

Surveying in construction.

General requyirements

Lời nói đầu

Tiêu chuẩn TCXDVN 309:2004 “Công tác trắc địa trong xây dựng công trình - Yêu cầu chung” quy định các yêu cầu kỹ thuật về đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ lớn và trắc địa công trình, được Bộ Xây dựng ban hành theo Quyết định số 04/2005/QĐ-BXD ngày 10 tháng 01 năm 2005.

CÔNG TÁC TRẮC ĐỊA TRONG XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH -
YÊU CẦU CHUNG
Surveying in construction.
General requirements

1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu kỹ thuật về đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ lớn và trắc địa công trình, để cung cấp các dữ liệu chuẩn xác dùng trong thiết kế và thi công xây lắp, kiểm định, giám sát chất lượng các công trình xây dựng. Tiêu chuẩn này thay thế cho TCVN 3972-85.

2. Tiêu chuẩn trích dẫn

- TCXDVN 271: 2002. Quy trình kỹ thuật xác định độ lún công trình dân dụng và công nghiệp bằng phương pháp đo cao hình học.

- Tiêu chuẩn ngành: 96 TCN 43-90. Quy phạm đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500; 1:1000; 1:2000; 1:5000; (phần ngoài trời).

Tiêu chuẩn ngành 96 TCN 42-90. Quy phạm đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500; 1:1000; 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:25000; (phần trong nhà).

3. Ký hiệu dùng trong tiêu chuẩn

GPS Hệ thống định vị toàn cầu;

ΔS_h Số hiệu chỉnh do độ cao mặt đất và mặt chiếu;

m_p Sai số trung phương vị trí điểm;

m_H Sai số trung phương đo độ cao;

h Khoảng cao đều của đường đồng mức;

δ Độ lệch giới hạn cho phép;

t Hệ số đặc trưng cho cấp chính xác;

m Sai số trung phương của một đại lượng đo;

Δ_{td} Dung sai của công tác trắc địa;

Δ_{xl} Dung sai của công tác xây lắp.

4. Quy định chung

4.1. Công tác trắc địa là một khâu công việc quan trọng trong toàn bộ các công tác khảo sát, thiết kế, thi công xây lắp công trình trên mặt bằng xây dựng. Chúng phải được thực hiện theo một đề cương hoặc phương án kỹ thuật đã được phê duyệt và phù hợp với tiến độ chung của các giai đoạn khảo sát, thiết kế, xây lắp, đánh giá độ ổn định và bảo trì công trình

4.2. Công tác trắc địa phục vụ xây dựng công trình gồm 3 giai đoạn chính:

a) Công tác khảo sát trắc địa - địa hình phục vụ thiết kế công trình, bao gồm: thành lập lưới khống chế mặt bằng và độ cao phục vụ cho việc đo vẽ bản đồ tỷ lệ lớn, lập báo cáo nghiên cứu khả thi và thiết kế kỹ thuật thi công.

b) Công tác trắc địa phục vụ thi công xây lắp công trình, bao gồm: thành lập lưới khống chế mặt bằng và độ cao phục vụ bố trí chi tiết và thi công xây lắp công trình. Kiểm tra kích thước hình học và căn chỉnh các kết cấu công trình. Đo vẽ hoàn công công trình.

c) Công tác trắc địa phục vụ quan trắc biến dạng công trình, bao gồm: thành lập lưới khống chế cơ sở, lưới mốc chuẩn và mốc kiểm tra nhằm xác định đầy đủ, chính xác các giá trị chuyển dịch, phục vụ cho việc đánh giá độ ổn định và bảo trì công trình.

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

4.3. Việc xác định nội dung và quy 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 chuyển dịch 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 chuyển dịch 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.

4.4. Tọa 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 tọa độ giả định thì gốc tọa độ phải được chọn sao cho tọa độ của tất cả các điểm trên mặt bằng xây dựng đều có dấu dương, nếu sử dụng tọa độ quốc gia thì phải sử dụng hệ tọa độ VN2000 và kinh tuyến trục được chọn sao cho biến dạng chiều dài của các cạnh không vượt quá 1/50000, 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 công trình. Khi hiệu số độ cao mặt đất và mặt chiếu < 32m thì có thể bỏ qua số hiệu chỉnh ΔS_h , nếu lớn hơn thì phải tính số hiệu chỉnh do độ cao.

4.5. Tiêu chuẩn để đánh giá độ chính xác của các đại lượng đo trong xây dựng là sai số trung phương. Sai số giới hạn được lấy bằng 2 lần sai số trung phương.

4.6. 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 như 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 vv...

- Sơ đồ bố trí và cấu tạo các loại dấu mốc.

4.7. 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, tọa độ và độ cao của các điểm và được sự phê duyệt của bộ phận giám sát kỹ thuật của chủ đầu tư.

4.8. 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 hiện đại có độ chính xác cao như máy toàn đạc điện tử, máy thủy chuẩn tự cân bằng có bộ đo cực nhỏ và mìn invar, máy chiếu đứng,.... Để thành lập lưới khống chế có thể sử dụng công nghệ GPS kết hợp với máy toàn đạc điện tử. Tất cả các thiết bị sử dụng đều phải được kiểm tra, kiểm nghiệm và hiệu chỉnh theo đúng các yêu cầu trong tiêu chuẩn hoặc quy phạm chuyên ngành trước khi đưa vào sử dụng.

5. Khảo sát trắc địa địa hình phục vụ thiết kế công trình

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

5.1.1. Trên khu vực xây dựng hoặc quy hoạch xây dựng thường đo vẽ bản đồ tỷ lệ từ 1: 200; 1: 500 đến 1: 5000.

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

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

5.1.3. 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 địa hình, địa vật, tọa độ độ cao.

5.1.4. Nội dung của bản đồ địa hình tỷ lệ lớn cần thể hiện các yếu tố sau:

Đường đồng mức và độ cao của tất cả các điểm đặc trưng, (yếu tố địa hình);

Nhà cửa và các công trình xây dựng, giao thông, hệ thống thủy lợi, đường ống, đường dây cao thế, điện thoại, hồ ao, sông ngòi... và các hiện tượng địa chất quan sát được như các hiện

tượng đứt gãy, sụt lở, cactơ v.v... Mức độ chi tiết của bản đồ tùy thuộc vào mức độ khái quát hoá theo từng tỷ lệ.

5.1.5. Độ chính xác, độ chi tiết và độ đầy đủ của bản đồ địa hình tỷ lệ lớn được quy định như sau:

- Độ chính xác của bản đồ địa hình được đặc trưng bởi sai số trung phương tổng hợp của vị trí mặt bằng và độ cao của điểm địa vật và địa hình và được quy định là:

$m_p = 0.3$ mm đối với khu vực xây dựng;

$m_p = 0.4$ mm đối với khu vực ít xây dựng;

$$mH = \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{4} \right) h$$

Trong đó:

h - khoảng cao đều của đường đồng mức.

Đối với công tác thiết kế, sai số vị trí điểm tương hỗ giữa các địa vật quan trọng không được vượt quá $0.2 \text{ mm} \times M$ (M là mẫu số tỷ lệ bản đồ).

Độ chi tiết của bản đồ địa hình được đặc trưng bởi mức độ đồng dạng của các yếu tố biểu diễn trên bản đồ so với hiện trạng của chúng ở trên mặt đất.

Bản đồ tỷ lệ càng lớn, mức độ chi tiết đòi hỏi càng cao. Sai số do khái quát địa vật rõ nét đối với bản đồ tỷ lệ lớn không được vượt quá $0.5 \text{ mm} \times M$

Độ đầy đủ của bản đồ được đặc trưng bởi mức độ đầy đủ của các đối tượng cần đo và có thể biểu diễn được trên bản đồ, nó được biểu thị bằng kích thước nhỏ nhất của đối tượng và khoảng cách nhỏ nhất giữa các đối tượng ở thực địa cần được biểu diễn trên bản đồ.

5.1.6. Việc lựa chọn tỷ lệ bản đồ để đo vẽ cho khu vực xây dựng được quy định như sau:

Tỷ lệ bản đồ địa hình công trình được xác 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 của các đường ống, dây dẫn...

Trong đó có tính đến yêu cầu về độ chính xác, độ chi tiết và độ đầy đủ của bản đồ, các chương 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: 10000, hoặc 1: 5000.

- Giai đoạn thiết kế quy hoạch chi tiết, thiết kế kỹ thuật, cần sử dụng các loại bản đồ sau:

a) Bản đồ tỷ lệ 1: 5000, $h = 0.5 \text{ m} \div 1.0 \text{ m}$ được dùng để thành lập bản đồ cơ sở, tổng bình đồ khu vực thành phố, công nghiệp, thiết kế đồ án khu vực xây dựng;

b) Bản đồ tỷ lệ 1:2000, $h = 0.5 \text{ m} \div 1.0 \text{ m}$ được dùng để thiết kế kỹ thuật công trình công nghiệp, dân dụng, thủy lợi, hệ thống ống dẫn, bản vẽ thi công tưới tiêu;

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

a) Bản đồ tỷ lệ 1: 1000, $h = 0.5 \text{ m}$ 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 quy hoạch, san lấp mặt bằng;

b) Bản đồ tỷ lệ 1: 500, $h = 0.5 \text{ m}$ được dùng để thiết kế thi công công trình ở thành phố, khu công nghiệp, đo vẽ hoàn công các công trình;

c) Bản đồ tỷ lệ 1: 200, $h = 0.2 \text{ m} \div 0.5 \text{ m}$ 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.

5.1.7. Khoảng cao đều của bản đồ địa hình được xác định dựa vào các yếu tố sau:

- Yêu cầu thiết kế và đặc điểm công trình;

- Độ chính xác cần thiết về độ cao và độ dốc của công trình;

- Mức độ phức tạp và độ dốc của địa hình;

- Trong trường hợp thông thường, khoảng cao đều được chọn như sau:

$h = 0.2 \text{ m}; 0.5 \text{ m}$ cho tỷ lệ 1: 200; 1: 500, ở vùng đồng bằng;

$h = 0.5 \text{ m}$ cho tỷ lệ 1: 500; 1: 1000 ở vùng núi;

$h = 0.5 \text{ m} \div 1.0 \text{ m}$ cho tỷ lệ 1: 500; 1: 1000 ở vùng đồng bằng;

1: 2000; 1:5000 ở vùng núi;

$h = 2.0$ m cho tỷ lệ 1: 2000; 1: 5000 ở vùng núi.

5.1.8. Ngoài việc thể hiện nội dung bản đồ trên giấy để mô phỏng hiện trạng bề mặt đất theo các phương pháp truyền thống như đã nói ở trên, các nội dung của bản đồ còn được thể hiện dưới dạng tập dữ liệu trong đó các thông tin về mặt đất như tọa độ, độ cao của các điểm khống chế, điểm chi tiết địa hình, địa vật được biểu diễn dưới dạng số và thuật toán xử lý chúng để giải quyết các yêu cầu cụ thể. Loại bản đồ này được gọi là bản đồ số.

5.1.9. Để thành lập bản đồ số cần có 2 phần chủ yếu:

- Phần cứng gồm các máy toàn đạc điện tử, máy tính điện tử và máy vẽ bản đồ.
- Phần mềm chuyên dùng để thành lập bản đồ được cài đặt vào máy tính điện tử.

5.1.10. Các số liệu ban đầu để thành lập bản đồ số có thể được đo đạc trực tiếp trên mặt đất, thu thập dữ liệu bằng phương pháp đo ảnh hoặc đo trên bản đồ.

- Phương pháp đo đạc trực tiếp trên mặt đất để thu thập các dữ liệu về tọa độ, độ cao các điểm chi tiết bằng máy toàn đạc điện tử tự ghi chép số liệu sau đó trút vào máy tính để biên vẽ bản đồ bằng các phần mềm chuyên dùng. Đây là phương pháp có hiệu quả kinh tế và đạt được độ chính xác cao.

- Phương pháp đo ảnh để thu thập các dữ liệu ban đầu là phương pháp có hiệu quả kinh tế cao nhất. Sau khi chỉnh lý cặp ảnh, tiến hành đo các điểm đặc trưng của địa hình, địa vật, tự động xác định tọa độ, độ cao và mã hoá đặc trưng của các điểm đó. Trong máy vi tính các số liệu đặc trưng sẽ được xử lý và đưa về hệ tọa độ thống nhất theo yêu cầu. Độ chính xác của bản đồ số gần như phụ thuộc hoàn toàn vào độ chính xác của số liệu ban đầu. Vì vậy khi sử dụng phương pháp này thì độ chính xác của bản đồ số phụ thuộc vào độ chính xác đo ảnh và tỷ lệ ảnh.

- Phương pháp đo trên bản đồ thường được sử dụng trong giai đoạn lập luận chứng kinh tế kỹ thuật hoặc thiết kế sơ bộ công trình có yêu cầu không cao về độ chính xác thành lập bản đồ. Do vậy có thể thành lập bản đồ số dựa vào số liệu đo trên bản đồ địa hình tỷ lệ lớn nhất đã có. Cách làm như vậy gọi là số hoá bản đồ.

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

- Phần mềm xử lý số liệu lưới khống chế khu vực đo vẽ: Phần mềm này dùng để xử lý số liệu đo ngoại nghiệp, bao gồm giải mã, hiệu chỉnh trị đo, bình sai trạm máy, tự động sắp xếp điểm và thành lập cấu trúc số liệu mạng lưới, tính số hiệu chỉnh chiếu hình cho các trị đo, tính tọa độ gần đúng cho các điểm, tính toán bình sai v.v...

- Phần mềm biên tập đồ hình

Các số liệu sau khi đã nạp vào máy tính thì căn cứ vào các loại mã của nó có thể tự động hình thành bản đồ. Nhưng do tính chất phức tạp của bản đồ địa hình, bản đồ mới được hình thành không thể tránh khỏi sai sót. Do đó cần phải dùng hình thức giao diện người - máy, để tiến hành gia công, biên tập. Phần mềm biên tập đồ hình bao gồm: hình thành bản đồ, biên tập, chuyển sang máy vẽ bản đồ, chuyển sang máy in.

- Phần mềm biên vẽ các ký hiệu và ghi chú trên bản đồ địa hình: Phần mềm này bảo đảm chế hình và vẽ các ký hiệu, đường nét và các kiểu số, kiểu chữ.

- Phần mềm vẽ các đường đồng mức: Căn cứ vào các điểm địa hình tự động nội suy, vẽ đường đồng mức và tự động ghi chú độ cao.

- Phần mềm số hoá bản đồ địa hình: Phần mềm này bảo đảm việc chuyển bản đồ địa hình tỷ lệ lớn hiện có qua máy số hoá thành bản đồ số, bao gồm đọc tọa độ điểm các yếu tố của bản đồ, chuyển đổi và lưu tọa độ, biểu thị đồ hình, tạo sự thống nhất giữa số liệu đo ở thực địa và số liệu số hoá bản đồ cũ để thành lập bản đồ số.

5.2. Lưới khống chế đo vẽ bản đồ tỷ lệ lớn

5.2.1. 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.

Trên khu vực thành phố và 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 cần đo vẽ.

- Đối với khu vực nhỏ nên sử dụng hệ tọa độ độc lập (giả định);

5.2.2. Số cấp hạng của mạng lưới tùy thuộc vào diện tích khu vực đo vẽ và được quy định theo bảng 1, hoặc đảm bảo độ chính xác tương đương.

5.2.3. Mật độ điểm khống chế gồm các điểm tam giác hạng IV, đường chuyền cấp 1, cấp 2 để đo vẽ bản đồ địa hình tỷ lệ $1/1000 \div 1/2000$ ít nhất là 4 điểm/km² trung bình từ 8 điểm ÷ 12 điểm/1 km²; để đo vẽ bản đồ tỷ lệ $1/500$ mật độ điểm khống chế có thể lên tới 15 điểm ÷ 18 điểm/1 km² tùy theo mức độ xây dựng của khu vực.

5.2.4. Cơ sở độ cao được xây dựng dưới dạng độ cao hạng II, III, IV. Lưới hạng II được thành lập ở khu vực rộng có chu vi lớn 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 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 quá 5 km. Chiều dài tuyến giữa các điểm nút không được quá 2÷3 km. Các điểm hạng IV cách nhau 400m ÷ 500 m ở khu vực xây dựng và 1 km ở khu vực chưa xây dựng.

**Bảng 1. Diện tích khu vực đo vẽ
và các cấp hạng của mạng lưới khống chế**

Diện tích đo vẽ (km ²)	Khống chế cơ sở			Khống chế đo vẽ	
	Mặt bằng		Độ cao	Mặt bằng	Độ cao
	Lưới nhà nước	Tăng dày			
> 200	II, III, IV	1.2	II, III, IV	Tam giác nhỏ, đường chuyền kinh vĩ	Thủy chuẩn 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	—	-			

5.2.5. Lưới khống chế đo vẽ mặt bằng thường được thành lập dưới dạng tam giác nhỏ, đường chuyền kinh vĩ hoặc giao hội góc, cạnh. Đối với khu vực chưa xây dựng, khi đo vẽ bản đồ tỷ lệ 1: 1000 và 1: 2000 cần thành lập từ 12 đến 16 điểm khống chế đo vẽ cho 1 km² diện tích. ở những khu vực đã xây dựng cần tiến hành khảo sát thực địa để xác định số lượng điểm khống chế cho phù hợp. Sai số vị trí điểm khống chế đo vẽ so với điểm khống chế cơ sở gần nhất không được vượt quá 0.1 mm trên bản đồ đối với vùng quang đăng; 0.15 mm trên bản đồ đối với vùng rậm rạp. Chiều dài cạnh của lưới khống chế đo vẽ có thể thay đổi theo yêu cầu về mật độ điểm và khả năng thông hướng giữa các điểm khống chế liên quan. Sai số trung bình vị trí mặt bằng của các địa vật cố định, quan trọng so với điểm khống chế đo vẽ gần nhất không vượt quá 0,3mm trên bản đồ; đối với địa vật không quan trọng không vượt quá 0,4mm trên bản đồ.

5.2.6. Độ cao của các điểm thuộc lưới khống chế đo vẽ thường được xác định bằng phương pháp thủy chuẩn kỹ thuật dưới dạng đo cao hình học hoặc đo cao lượng giác. Sai số độ cao của 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.

5.2.7. Khi đo vẽ ở khu vực đã xây dựng cần sử dụng bản đồ các loại tỷ lệ 1: 200; 1: 500 1: 1000 và sử dụng các phương pháp sau đây để đo vẽ chi tiết:

- Phương pháp tọa độ cực;

- Phương pháp giao hội góc, cạnh;
- Phương pháp tọa độ vuông góc.

5.2.8. Khi đo vẽ ở khu vực chưa xây dựng cần sử dụng các bản đồ tỷ lệ 1: 500; 1: 1000; 1: 2000; 1: 5000 và sử dụng các phương pháp sau đây để đo vẽ chi tiết:

- Phương pháp toàn đạc;
- Phương pháp đo cao bề mặt.

5.2.9. Các chỉ tiêu kỹ thuật cụ thể về việc lập lưới khống chế, đo vẽ chi tiết và thành lập bản đồ các loại tỷ lệ được tham khảo trong các tiêu chuẩn ngành và quy phạm 96 TCN 43-90, 96 TCN 42-90, của Cục Đo đạc và Bản đồ, Bộ Tài nguyên và Môi trường

6. Lưới khống chế thi công

6.1. 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 để 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.

6.2. 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 vị trí đặt các mốc khống chế sao cho thuận tiện tối đa trong quá trình sử dụng và ổn định lâu dài trong suốt quá trình thi công xây lắp công trình.

6.3. 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 quy mô nhỏ hơn 100 ha nên sử dụng hệ tọa độ giả định, đối với công trình có quy mô lớn phải sử dụng hệ tọa độ Nhà nước và phải chọn kinh tuyến trục hợp lý để độ biến dạng chiều dài không vượt quá 1/50.000 (tức là $< 2\text{mm}/100\text{m}$), nếu vượt quá thì phải tính chuyển

6.4. Khi điểm khống chế của lưới đã có trên khu vực xây dựng không đáp ứng được yêu cầu thì có thể chọn tọa độ 1 điểm và phương vị một cạnh của lưới đã có làm số liệu khởi tính cho lưới khống chế mặt bằng thi công công trình.

6.5. Tùy 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 khống chế phục vụ thi công có thể có các dạng chính như sau:

- Lưới ô vuông xây dựng: Là một hệ thống lưới gồm các đỉnh tạo nên các hình vuông hoặc các hình 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 cạnh hình vuông hoặc hình chữ nhật có thể từ $50\text{m} \div 100\text{m}$; $100\text{m} \div 200\text{m}$; $200\text{m} \div 400\text{m}$.
- Lưới đường chuyền đa giác;
- Lưới tam giác đo góc cạnh kết hợp.

6.6. Số bậc phát triển của lưới khống chế mặt bằng thi công nên bố trí là 2 bậc: Bậc 1 là lưới tam giác hoặc đường chuyền hạng IV. Bậc 2 là lưới đường chuyền cấp 1. Đối với các hạng mục công trình lớn và đối tượng xây lắp có nhiều cấp chính xác khác nhau có thể phát triển tối đa là 4 bậc: Bậc 1 là lưới tam giác hoặc đường chuyền hạng IV. Bậc 2 là lưới đường chuyền cấp 1. Bậc 3 là lưới đường chuyền cấp 2 và bậc 4 là lưới đường chuyền toàn đạc.

6.7. Căn cứ vào yêu cầu độ chính xác bố trí công trình để chọn mật độ các điểm của lưới khống chế. Đối với các công trình xây dựng công nghiệp mật độ của các điểm nên chọn là 1 điểm/2 ha ÷ 3 ha. Cạnh trung bình của đường chuyền hoặc tam giác từ 200m đến 300m. 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.

6.8. Lưới khống chế độ cao phục vụ thi công các công trình lớn có diện tích $> 100\text{ha}$ được thành lập bằng phương pháp đo cao hình học với độ chính xác tương đối với thủy chuẩn hạng III nhà nước. Đối với các mặt bằng xây dựng có diện tích $< 100\text{ha}$ 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 tuyến đơn dựa vào ít nhất hai mốc độ cao cấp cao hơn hoặc tạo thành các 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 đề cương hoặc phương án kỹ thuật và phải được phê duyệt trước khi thi công.

6.9. Đặc trưng về độ chính xác của lưới khống chế mặt bằng và độ cao phục vụ xây lắp công trình được ghi trong bảng 2;

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 một 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 yêu cầu các thiết bị có 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.

6.10. Việc thành lập lưới khống chế mặt bằng phục vụ thi công xây lắp công trình 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 lưới 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 tọa độ và độ cao của các điểm trong lưới.

Sơ họa vị trí các mốc của lưới khống chế khi bàn giao phải lập biên bản và có chữ ký của cả bên giao và bên nhận. Mẫu biên bản bàn giao tài liệu được lập theo quy định trong tiêu chuẩn ngành 96 TCN 43-90.

Bảng 2. Sai số trung phương khi lập lưới khống chế thi công

Cấp chính xác	Đặc điểm của đối tượng xây lắp	Sai số trung phương khi lập lưới		
		Đo góc (")	Đo cạnh (tỷ lệ)	Đo chênh cao trên 1km thủy chuẩn (mm)
1	2	3	4	6
1	Xí nghiệp, các cụm nhà và công trình xây dựng trên phạm vi lớn hơn 100 ha, từng ngôi nhà và công trình riêng biệt trên diện tích lớn hơn 100 ha	3"	1/25000	4
2	Xí nghiệp, các cụm nhà và công trình xây dựng trên phạm vi nhỏ hơn 100 ha, từng ngôi nhà và công trình riêng biệt trên diện tích từ 1ha đến 10ha.	5"	1/10000	6
3	Nhà và công trình xây dựng trên diện tích < 1ha. Đường trên mặt đất và các đường ống ngầm trong phạm vi xây dựng.	10"	1/5000	10
4	Đường trên mặt đất và các đường ống ngầm ngoài phạm vi xây dựng.	30"	1/2000	15

7. Công tác bố trí công trình

7.1. Công tác bố trí công trình nhằm mục đích đảm bảo cho các hạng mục công trình hoặc các kết cấu riêng biệt được xây dựng đúng theo vị trí thiết kế. Tùy theo điều kiện cụ thể về lưới khống chế phục vụ bố trí và trang thiết bị của nhà thầu, có thể sử dụng phương pháp tọa độ vuông góc, phương pháp tọa độ cực, phương pháp đường chuyền toàn đạc, phương pháp giao hội hoặc phương pháp tam giác khép kín để thực hiện việc bố trí công trình. Các sơ đồ của lưới bố trí công trình trên mặt bằng xây dựng và nhà cao tầng có thể tham khảo phụ lục A.

7.2. Trước khi tiến hành bố trí công trình cần phải kiểm tra lại các mốc của lưới khống chế mặt bằng và độ cao.

7.3. 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 sở 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 lên các tầng xây lắp;
- Bố trí các điểm chi tiết của công trình dựa vào bản vẽ thiết kế;
- Đo vẽ hoàn công.

7.4. Tổ chức thiết kế cần giao cho nhà thầu các bản vẽ cần thiết, gồm:

- 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 cần thiết).

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.

7.5. Yêu cầu độ chính xác bố trí công trình tùy thuộc vào:

- Kích thước của hạng mục;
- Vật liệu xây dựng;
- Tính chất;
- Hình thức kết cấu;
- Trình tự và phương pháp thi công xây lắp.

7.6. Để bố trí công trình cần phải sử dụng các máy móc, thiết bị có độ chính xác phù hợp. Tính năng kỹ thuật của một số máy thông dụng được nêu trong phần phụ lục D và phụ lục E. Trước khi đưa vào sử dụng các máy cần phải được kiểm nghiệm theo đúng yêu cầu của quy phạm và Tiêu chuẩn Ngành do Cục Đo đạc và Bản đồ Bộ Tài nguyên và môi trường ban hành.

7.7. Các sai số đo đạc khi lập lưới bố trí trục ở bên ngoài và bên trong toà nhà hoặc công trình và sai số của các công tác bố trí khác được chia thành 6 cấp chính xác tùy thuộc vào chiều cao và số tầng của toà nhà, các đặc điểm về kết cấu, vật liệu xây dựng, trình tự và phương pháp thi công công trình. Sai số trung phương cho phép khi lập lưới bố trí công trình được nêu ở Bảng 3.

7.8. Sai số chuyển tọa độ và độ cao từ các điểm của lưới trục cơ sở lên các tầng thi công được nêu ở bảng 4.

Bảng 3. Sai số trung phương khi lập lưới bố trí công trình

Cấp chính xác	Đặc điểm của các toà nhà, các công trình và kết cấu xây dựng	Sai số trung phương khi lập các lưới bố trí trục và sai số của các công tác bố trí khác		
		Đo cạnh	Đo góc (")	Xác định chênh cao tại trạm máy (mm)
1	2	3	4	5
Cấp 1	Các kết cấu kim loại có phay các bề mặt tiếp xúc; các kết cấu bê tông cốt thép được lắp ghép			

	bằng phương pháp tự định vị tại các điểm chịu lực; các công trình cao từ 100m đến 120m hoặc có khẩu độ từ 30m đến 36m.	$\frac{1}{15.000}$	5	1
Cấp 2	Các toà nhà cao hơn 15 tầng; các công trình có chiều cao từ 60m đến 100m hoặc có khẩu độ từ 18m đến 30m.	$\frac{1}{10.000}$	10	2
Cấp 3	Các toà nhà cao từ 5 tầng đến 15 tầng; các công trình có chiều cao từ 15m đến 60m hoặc có khẩu độ dưới 18m.	$\frac{1}{5000}$	20	2,5
Cấp 4	Các toà nhà cao dưới 5 tầng; các công trình có chiều cao < 15m hoặc có khẩu độ < 6m.	$\frac{1}{3000}$	30	3
Cấp 5	Các kết cấu gỗ, các lưới công trình, các đường xá, các đường dẫn ngầm.	$\frac{1}{2000}$	30	5
Cấp 6	Các công trình bằng đất (trong đó kể cả công tác quy hoạch đúng)	$\frac{1}{1000}$	45	10

Bảng 4. Sai số trung phương chuyển trực và độ cao lên các mặt bằng xây lắp

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

7.9. Để chuyển toạ độ từ mặt bằng cơ sở lên các mặt bằng lắp ráp ở trên cao có thể sử dụng các phương pháp:

- Sử dụng máy kinh vĩ (đối với các nhà < 5 tầng);
- Sử dụng máy chiếu đứng; phương pháp toạ độ bằng máy toàn đạc điện tử.
- Sử dụng công nghệ GPS.

Việc chuyển toạ độ từ mặt bằng cơ sở lên các mặt bằng lắp ráp ít nhất phải được thực hiện từ 3 điểm tạo thành 1 góc vuông hoặc một đường thẳng để có thể kiểm tra kết quả chuyển toạ độ. Nếu sử dụng máy chiếu đứng thì phải để các lỗ chờ có kích thước không nhỏ hơn 150mm x 150mm. Tại mỗi vị trí phải thực hiện việc chiếu từ 3 hoặc 4 vị trí bàn độ ngang của máy cách nhau 1200 (hoặc 900) và lấy vị trí trung bình của các lần chiếu (trọng tâm của tam giác đều hoặc của hình vuông) tạo thành được chọn làm vị trí cuối cùng để sử dụng. Nếu đơn vị thi công có máy kinh vĩ điện tử và kính ngắm vuông góc thì có thể sử dụng chúng như máy chiếu đứng để chuyển toạ độ từ mặt bằng cơ sở lên các mặt bằng lắp ráp ở trên cao.

7.10. Trong quá trình thi công cần phải tiến hành kiểm tra độ chính xác của công tác bố trí công trình dựa vào các điểm cơ sở trắc địa. Các độ lệch giới hạn cho phép của công tác bố trí công trình được tính bằng công thức:

$$\delta = t.m \quad (6.1)$$

Trong đó:

t - có giá trị bằng 2; 2,5; 3 và được ấn định trước trong bản thiết kế xây dựng hoặc bản thiết kế các công tác trắc địa, tùy thuộc vào tính chất quan trọng và mức độ phức tạp của từng công trình.

m - sai số trung phương được lấy theo Bảng 3 và 4.

7.11. Khi biết trước giá trị dung sai xây lắp cho phép của từng hạng mục công trình có thể xác định được dung sai của công tác trắc địa theo nguyên tắc cân bằng sai số:

$$\Delta_{td} = \frac{\Delta_{xl}}{\sqrt{3}} \quad (6.2)$$

Trong đó:

Δ_{td} - là dung sai của công tác trắc địa;

Δ_{xl} - là dung sai của công tác xây lắp;

Số 3 - là chỉ 3 nguồn sai số trong xây lắp: Sai số do trắc địa, sai số do chế tạo, thi công cấu kiện; sai số do biến dạng.

Đối với các công trình xây dựng đòi hỏi độ chính xác cao cần có phương án riêng để tính dung sai về công tác trắc địa.

8. Kiểm tra kích thước hình học và đo vẽ hoàn công

8.1. Trong quá trình thi công xây lắp công trình các nhà thầu (Tổng thầu và các nhà thầu phụ) phải tiến hành đo đạc kiểm tra vị trí và 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.

8.2. Công tác kiểm tra các yếu tố hình học bao gồm:

a) Kiểm tra vị trí của các hạng mục, các kết cấu riêng biệt và hệ thống kỹ thuật so với các tham số trong hồ sơ thiết kế.

b) Đo vẽ hoàn công vị trí mặt bằng, độ cao, kích thước hình học của các hạng mục, các kết cấu sau khi đã hoàn thành giai đoạn lắp ráp.

c) Đo vẽ hoàn công hệ thống kỹ thuật ngầm (thực hiện trước khi lắp)

8.3. Việc đo đạc kiểm tra và đo vẽ hoàn công phải được thực hiện bằng các máy móc, thiết bị có độ chính xác tương đương với các thiết bị dùng trong giai đoạn thi công. Tất cả máy móc này đều phải được kiểm nghiệm đảm bảo yêu cầu về chất lượng theo Tiêu chuẩn Ngành 96 TCN 43-90.

8.4. 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 công trình.

8.5. 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.

8.6. Vị trí mặt bằng và độ cao của các hạng mục, các cấu kiện hoặc của các phần của toà nhà hay công trình và độ thẳng đứng của chúng, vị trí các bu lông neo, các bản mã cần phải được xác định từ các điểm cơ sở bố trí hoặc các điểm định hướng nội bộ. Trước khi tiến hành công việc cần kiểm tra lại xem các điểm này có bị xê dịch hay không.

8.7. Độ chính xác của công tác đo đạc kiểm tra kích thước hình học và đo vẽ hoàn công không được lớn hơn 0.2 dung sai cho phép của kích thước hình học được cho trong các tiêu chuẩn chuyên ngành hoặc trong hồ sơ thiết kế. Trong trường hợp công trình được xây dựng theo các tài liệu thiết kế có các dung sai xây dựng và chế tạo không có trong quy phạm hoặc tiêu chuẩn chuyên ngành thì trong phương án kỹ thuật về công tác trắc địa cần phải tiến hành ước tính độ chính xác theo các công thức có cơ sở khoa học.

8.8. 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.

8.9. Dựa vào kết quả đo vẽ hoàn công công trình và hệ thống công trình ngầm của công trình để lập bản vẽ hoàn công. Tỷ lệ của bản vẽ hoàn công được lấy bằng tỷ lệ của tổng bình đồ

hoặc tỷ lệ bản vẽ thi công tương ứng. Trong trường hợp cần thiết cần phải lập bảng kê tọa độ của các yếu tố của công trình và để ở phần phụ lục.

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

8.11. Dung sai cho phép về trắc địa khi lắp giáp các kết cấu bê tông cốt thép đúc sẵn nhà công nghiệp và dung sai cho phép khi lắp ghép các kết cấu thép nêu ở phụ lục B và phụ lục C

9. Công tác đo lún, đo chuyển dịch nhà và công trình

9.1. Những quy định chung về đo độ lún và đo chuyển dịch

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

- Xác định các giá trị độ lún, độ chuyển dịch tuyệt đối và tương đối của nền nhà và công trình so với các giá trị tính toán theo thiết kế của chúng;
- 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 như hợp nhằm phòng ngừa các sự cố có thể xảy ra;
- Xác định các thông số đặc trưng cần thiết về độ ổn định của nền 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 cho phép đối với các loại nền đất và các công trình khác nhau.

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

9.1.3. 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 trồi);
- Chuyển dịch ngang(độ chuyển dịch);
- Độ nghiêng;
- Vết nứt.

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

- Lập đề cương hoặc phương án kỹ thuật;
- Lựa chọn thiết kế cấu tạo các loại mốc chuẩn và mốc quan trắc;
- Phân bố vị trí đặt mốc cơ sở mặt bằng và độ cao;
- Gắn các mốc đo lún hoặc đo chuyển dịch cho nhà và công trình;
- Sử dụng máy đo các giá trị độ lún, độ chuyển dịch ngang và độ nghiêng.
- Tính toán xử lý số liệu và phân tích kết quả đo.

9.1.5. Các phương pháp đo độ lún, đo chuyển dịch ngang và độ nghiêng nêu trong đề cương hoặc phương án kỹ thuật được chọn tùy thuộc vào yêu cầu độ chính xác của phép đo, đặc điểm cấu tạo của móng, đặc điểm về địa chất công trình, địa chất thủy văn của đất nền, khả năng ứng dụng và hiệu quả kinh tế của phương pháp.

9.1.6. 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 độ chuyển dịch ngang dự tính theo thiết kế được nêu ở bảng 5.

Dựa trên cơ sở sai số cho phép đo chuyển dịch ở Bảng 5 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 theo Bảng 6;

Cấp 1: Đo độ lún và độ 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.

Bảng 5. Sai số đo chuyển dịch đối với các giai đoạn xây dựng và sử dụng công trình

Đơn vị tính bằng mm

Giá trị tính toán độ lún và độ chuyển dịch ngang dự tính theo thiết kế	Giai đoạn xây dựng		Giai đoạn sử dụng công trình	
	Loại đất nền			
	Cát	Đất sét	Cát	Đất sét
1	2	3	4	5
< 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

Cấp 2: Đo độ lún và độ 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 các nguyên nhân hư hỏng.

Cấp 3: Đo độ lún và độ 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.

Bảng 6. Sai số giới hạn đo chuyển dịch và độ chính xác của các cấp đo

Đơn vị tính bằng mm

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

9.2. Công tác chuẩn bị trước khi đo

9.2.1. Công tác chuẩn bị trước khi đo độ lún: Công tác chuẩn bị trước khi đo độ lún bằng phương pháp đo cao hình học được nêu trong TCXDVN 271: 2002.

9.2.2. Công tác chuẩn bị trước khi đo chuyển dịch ngang và đo nghiêng: Trước khi đo chuyển dịch ngang và đo nghiêng nhà hoặc công trình cần xây dựng lưới các mốc chuẩn. Các mốc chuẩn này được coi là ổn định so với mặt phẳng nằm ngang của các chân cột và có thể sử dụng các điểm này để đặt chân máy chiếu ngược theo từng độ cao của các điểm cần đo. So sánh sự chênh lệch giữa các khoảng cách ngang của các điểm đo sẽ xác định được giá trị chuyển dịch ngang hoặc độ nghiêng của công trình theo từng hướng ở các độ cao khác nhau.

9.2.3. Trong quá trình đo chuyển dịch ngang và đo nghiêng cần phải tiến hành đánh giá độ ổn định của lưới mốc chuẩn theo mỗi chu kỳ.

9.3. Các phương pháp đo độ lún, đo chuyển dịch nhà và công trình

9.3.1. Các phương pháp đo độ lún công trình.

9.3.1.1. Khi đo độ lún của nhà và công trình có thể sử dụng 1 trong các phương pháp sau:

- Phương pháp đo cao hình học;
- Phương pháp đo cao lượng giác;
- Phương pháp đo cao thủy tĩnh;
- Phương pháp chụp ảnh.

9.3.1.2. Phương pháp sử dụng phổ biến để đo độ lún nhà và công trình là phương pháp đo cao hình học. Quy trình kỹ thuật để đo và xác định độ lún theo phương pháp này đã được nêu trong TCXDVN 271: 2002.

9.3.2. Các phương pháp đo chuyển dịch ngang của công trình

9.3.2.1. Để đo độ lún nhà và công trình có thể sử dụng riêng biệt một trong các phương pháp sau hoặc sử dụng kết hợp một số phương pháp sau:

- Phương pháp hướng chuẩn;
- Phương pháp đo góc - cạnh.

9.3.2.2. Đo chuyển dịch ngang theo phương pháp hướng chuẩn thực chất là đo khoảng cách từ các điểm kiểm tra đến mặt phẳng thẳng đứng (hướng chuẩn) tại các thời điểm khác nhau bằng phương pháp đo góc nhỏ hoặc phương pháp bằng ngắm di động.

9.3.2.3. Trong trường hợp không thể thành lập được hướng chuẩn để quan trắc chuyển dịch ngang cần sử dụng một trong các phương pháp sau:

- Phương pháp giao hội góc, giao hội cạnh hoặc giao hội góc cạnh;
- Phương pháp tam giác;
- Phương pháp đường chuyền đa giác.

9.3.2.4. Sai số giới hạn cho phép khi đo chuyển dịch ngang được quy định như sau: $\pm 1\text{mm}$ đối với công trình xây dựng trên nền đá gốc; $\pm 3\text{mm}$ đối với công trình xây dựng trên nền đất cát, đất sét và các loại đất chịu nén khác; $\pm 5\text{mm}$ đối với các loại đập đất đá chịu áp lực cao; $\pm 10\text{mm}$ đối với công trình xây dựng trên nền đất đắp, đất bùn chịu nén kém và $\pm 15\text{mm}$ đối với công trình bằng đất đắp.

- Yêu cầu độ chính xác khi đo chuyển dịch ngang đối với các công trình đặc biệt được tính toán riêng trên cơ sở thiết kế kỹ thuật và công nghệ của từng công trình;
- Trong trường hợp chưa xác định trước được hướng chuyển dịch của công trình thì phải quan trắc theo hai hướng vuông góc với nhau.

9.3.3. Phương pháp đo độ nghiêng công trình

9.3.3.1. Độ chính xác cần thiết khi đo độ nghiêng công trình phụ thuộc vào loại công trình, chiều cao, chiều dài của công trình.

Sai số cho phép đo độ nghiêng của các công trình không được vượt quá quy định sau đây:

- Đối với nền bê móng lớn, máy liên hợp: $0,00001\text{ L}$
- Đối với tường của các công trình công nghiệp và dân dụng: $0,0001\text{ H}$
- Đối với ống khói, tháp, cột cao: $0,0005\text{ H}$

trong đó:

L - chiều dài của nền bê;

H - chiều cao của công trình.

9.3.3.2. Tùy theo điều kiện cụ thể của khu vực, chiều cao của công trình và độ chính xác cần thiết để lựa chọn các phương pháp đo độ nghiêng sau đây:

- Phương pháp tọa độ;
- Phương pháp đo góc ngang;
- Phương pháp đo góc nhỏ;
- Phương pháp chiều đứng;
- Phương pháp đo khoảng thiên đỉnh nhỏ.

9.3.4. Đo vết nứt công trình

9.3.4.1. Việc đo có hệ thống sự phát triển của các vết nứt ngay từ khi chúng xuất hiện trên kết cấu nhà và công trình nhằm đánh giá các đặc trưng về biến dạng và mức độ nguy hiểm đối với quá trình sử dụng công trình.

9.3.4.2. Khi đo vết nứt theo chiều dài cần tiến hành theo các chu kỳ cố định, đánh dấu vị trí và ngày quan trắc.

9.3.4.3. Khi đo vết nứt theo chiều rộng cần phải sử dụng các dụng cụ hoặc thiết bị chuyên dùng, đánh dấu vị trí và ngày quan trắc của các chu kỳ.

9.3.4.4. Khi chiều rộng của vết nứt lớn hơn 1 mm cần phải đo chiều sâu của nó.

10. Ghi chép lưu giữ hồ sơ

10.1. Các tài liệu đo đạc, tính toán và bản đồ địa hình tỷ lệ lớn phục vụ cho quy hoạch thiết kế kỹ thuật thi công xây lắp công trình phải được lưu giữ dưới dạng báo cáo kỹ thuật, bản đồ địa hình in trên giấy và bản đồ số.

10.2. Các tài liệu hồ sơ về lưới khống chế thi công, lưới bố trí công trình và các công tác trắc địa công trình khác phục vụ cho thi công, xây lắp, đo vẽ hoàn công và quan trắc chuyển dịch công trình phải được tổng hợp, báo cáo, nghiệm thu, bàn giao cho chủ đầu tư lưu giữ trong quá trình xây dựng và sử dụng công trình.