

## Công tác trắc địa trong xây dựng

### *Geodesic works in building*

Tiêu chuẩn này áp dụng thi công và nghiệm thu công tác trắc địa trong giai đoạn xây lắp công trình. Đối với các công trình dạng tuyến, công trình thủy lợi, sân bay, đường hầm và công trình khai thác mỏ, thì ngoài các quy định trong tiêu chuẩn này còn phải tuân theo các quy phạm thi công và nghiệm thu của các chuyên ngành xây dựng.

#### 1. Quy định chung

- 1.1. Công tác trắc địa trong giai đoạn xây lắp công trình gồm những nội dung sau:
  - a) Thành lập lưới khống chế thi công;
  - b) Bố trí công trình;
  - c) Kiểm tra độ chính xác xây lắp công trình;
  - d) Quan trắc biến dạng công trình;
- 1.2. Việc thành lập lưới khống chế thi công và xác định nội dung quan trắc biến dạng công trình là nhiệm vụ của tổ chức thiết kế.  
Công tác đo đạc bố trí công trình, kiểm tra chất lượng thi công là nhiệm vụ của các tổ chức xây lắp.
- 1.3. Khi thành lập lưới khống chế thi công phải đáp ứng hai yêu cầu sau:
  - Phù hợp với sự phân bố các phần, các bộ phận công trình trên phạm vi xây dựng;
  - Thuận tiện cho việc bố trí công trình, bảo đảm độ chính xác tốt nhất và bảo vệ được lâu dài.
- 1.4. Công tác trắc địa cần thực hiện theo một trình tự thống nhất, kết hợp chặt chẽ với thời hạn hoàn thành từng bộ phận công trình và từng khâu công việc; đảm bảo vị trí, độ cao của đối tượng xây lắp đúng với yêu cầu thiết kế.
- 1.5. Khi xây dựng các công trình lớn, hiện đại, phức tạp và nhà nhiều tầng phải lập bản thiết kế thi công công tác trắc địa. Nội dung chính của bản thiết kế này gồm:
  - a. Các phương án lập lưới;
  - b. Chọn phương án xử lý các vấn đề phức tạp như đo lún, đo biến dạng, đo kiểm tra...;
  - c. Các quy định về độ chính xác đo lưới, phương pháp bình sai lưới, các loại mốc và dấu mốc;
  - d. Tổ chức thực hiện đo đạc.
- 1.6. Trước khi tiến hành công tác trắc địa cần nghiên cứu bản vẽ công trình, kiểm tra kích thước, tọa độ, độ cao trên các bản vẽ được sử dụng. Khi cần thiết phải lập thêm bản vẽ bố trí chi tiết. Các kích thước và độ cao không đo trực tiếp được cần phải xác định bằng phương pháp giải tích. Cho phép áp dụng phương pháp đồ thị với các công trình tạm.

- 1.7. Cần sử dụng máy, dụng cụ có hiệu suất và độ chính xác cao như máy đo dài quang điện, máy độ cao tự điều chỉnh, dụng cụ chiếu đứng quang học và các loại máy có độ chính xác tương đương. Các máy và dụng cụ phải kiểm tra, kiểm nghiệm, điều chỉnh trước khi sử dụng.
- 1.8. Trước khi đo cần phải thu dọn các vật chướng ngại làm hạn chế tính hợp lý của phương pháp đo hoặc làm giảm độ chính xác và tốc độ đo.  
Vị trí mốc đánh dấu các trục công trình phải ở nơi ổn định.  
Khi đo góc, đo cạnh cần mở những hướng rộng ít nhất là 1m  
Để áp dụng phương pháp chiếu đứng chuyển tọa độ các điểm lên tầng phải có khoảng trống ở sàn, kích thước nhỏ nhất là 15 x 15cm.
- 1.9. Ngoài quy định ở các điều trên, khi bố trí công trình cần phải chuẩn bị:
  - a. Phương pháp đo chi tiết và độ chính xác;
  - b. Phương pháp phát triển lưới thi công;
  - c. Số liệu đo nối các trục chính công trình với các điểm khống chế;
  - d. Phương pháp kiểm tra;
  - e. Biện pháp an toàn cho người và máy.
- 1.10. Khi xây dựng xong công trình phải đo vẽ hoàn công xác định vị trí thực của công trình. Bản vẽ hoàn công phải là một trong các hồ sơ lưu trữ của công trình.

## 2. Lưới khống chế thi công

- 2.1. Lưới khống chế thi công bao gồm nhiều mốc cố định làm cơ sở cho việc bố trí các đối tượng xây lắp từ bản thiết kế ra thực địa.
- 2.2. Việc bố trí lưới khống chế thi công phải căn cứ vào bản vẽ tổng mặt bằng do tổ chức thiết kế cung cấp, kết hợp với công tác khảo sát ngoài thực địa.  
Lưới khống chế thi công phải đo nối được với các mốc trắc địa Nhà nước, mốc trắc địa địa phương, hoặc các mốc đã có trong giai đoạn khảo sát trước đây.
- 2.3. Trước khi thiết kế lưới khống chế thi công, cần nghiên cứu kỹ bản thuyết minh về nhiệm vụ trắc - địa.  
Công tác thiết kế lưới bắt đầu từ việc chọn mốc, dự tính độ chính xác, thuyết minh hướng dẫn đo đạc, xác định trình tự và thời hạn đo tương ứng với tiến độ xây lắp.
- 2.4. Lưới khống chế thi công có những dạng chính sau đây:
  - a) Lưới ô vuông xây dựng thích hợp để xây dựng xí nghiệp, các cụm nhà và công trình. Chiều dài các cạnh nên là bội số chẵn của 50 mét hoặc 100 mét và dài từ 50 mét và 400 mét tùy theo mật độ và sự phân bố các đối tượng xây lắp.
  - b) Các đường đỏ thích hợp để xây dựng các ngôi nhà riêng biệt ở đô thị hay ở nông thôn;
  - c) Lưới tam giác đo góc và lưới tam giác đo cạnh thích hợp để xây dựng cầu, đập nước;
  - d) Đường chuyển để xây dựng các công trình dạng tuyến như đường giao thông, đường dây tải điện.
- 2.5. Lưới khống chế thi công được phép phát triển theo hai giai đoạn:
  - Lưới khống chế thi công mặt bằng và lưới khống chế độ cao chính.
  - Lưới khống chế thi công mặt bằng và lưới khống chế độ cao chi tiết. Lưới

khống chế thi công độ cao chính thành lập theo các dạng như ở điều 2.4. Lưới khống chế thi công độ cao chính thành lập theo phương pháp độ cao hình học. Lưới khống chế thi công mặt bằng và lưới khống chế độ cao chi tiết phát triển từ lưới khống chế thi công mặt bằng và lưới khống chế độ cao chính bằng các phương pháp đo tam giác, giao hội, đường chuyển kinh vĩ và độ cao kỹ thuật.

2.6. Lưới khống chế độ cao thành lập dưới dạng tuyến khép kín, hoặc các tuyến đơn nối vào ít nhất hai mốc độ cao Nhà nước hay mốc độ cao địa phương. Các mốc khống chế mặt bằng có thể đồng thời là mốc khống chế độ cao.

2.7. Sai số trung phương cho phép khi lập lưới khống chế thi công phụ thuộc vào đặc điểm của đối tượng xây dựng được quy định ở bảng 1.

Bảng 1- Sai số trung phương cho phép khi lập lưới khống chế thi công

**Bảng 1**

Cấp chính xác	Đặc điểm của đối tượng xây lắp	Sai số trung phương cho phép khi lập lưới		
		đo góc (")	đo cạnh (tỉ lệ)	đo cao (mm)
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 1.000.000 m <sup>2</sup>	5	1/50.000	2
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 10 đến 100 nghìn m <sup>2</sup>	10	1/15.000	2
3	- Nhà và công trình xây dựng trên diện tích nhỏ hơn 10.000m <sup>2</sup> ; đường và các đường ống ngầm hoặc trên mặt đất trong phạm vi xây dựng.	20	1/5.000	3
4	- Đường và các đường ống ngầm hoặc trên mặt đất ngoài phạm vi xây dựng	30	1/2.000	10

Độ chính xác đo cạnh đáy phải tính cụ thể theo yêu cầu của từng loại công trình.

2.8. Khi lập lưới khống chế cần phải lưu ý:

- Có đồ hình tốt nhất, đảm bảo sử dụng được lâu dài cả trong quá trình xây lắp cũng như khi cải tạo và sửa chữa sau này;
- Các mốc phải ở những vị trí đo góc và đo dài tốt nhất;
- Độ cao mặt mốc so với độ cao thiết kế ở công trường không được chênh nhau quá lớn;
- Các điều kiện địa chất, nhiệt độ, điện từ và các quá trình động lực khác ảnh hưởng không tốt tới chất lượng đo;
- Các trục của lưới ô vuông xây dựng phải song song với trục chính của công trình. Các mốc khống chế nên gần các đối tượng cần bố trí;
- Các mốc khống chế không đặt gần hố móng hoặc trên đường ống ngầm.

2.9. Trong bản thiết kế công tác trắc địa cần nêu cụ thể hình dạng, kích thước các mốc, độ sâu chôn mốc, kết cấu của mốc và cách đánh dấu trên mốc.

Nếu không có gì đặc biệt thì nên sử dụng các dạng mốc có trong các quy phạm

đo đạc hiện hành (Quy phạm thủy chuẩn hạng 1, 2, 3, 4 và đo tam giác Nhà nước hạng 1, 2, 3, 4 do Cục đo đạc và bản đồ Nhà nước xuất bản ngày 4 tháng 1 năm 1976).

- 2.10. Khi dựng mốc cần bảo đảm các yêu cầu sau:
- Các mốc dùng làm gốc để khôi phục và phát triển các mốc khống chế khác phải được bảo vệ chắc chắn;
  - Mốc mặt đất cần bố trí ở ngoài vùng có ảnh hưởng xấu tới việc bảo quản mốc. Mốc gắn tường được đặt trên các kết cấu chịu lực của công trình;
  - Khi phải gia công lại mốc khác, cần bảo đảm sự tương ứng của mốc đối với độ chính xác của lưới và yêu cầu về bảo quản;
  - Vị trí mốc phải ghi trên bản vẽ tổng mặt bằng và trên các bản vẽ khác dùng trong thi công.
- 2.11. Tổ chức thiết kế phải thành lập lưới khống chế thi công và bàn giao cho tổ chức xây lắp công trình không ít hơn 10 ngày trước khi thi công. Tài liệu bàn giao gồm:
- Các mốc của lưới ô vuông xây dựng, vị trí các đường đỏ (nếu có), các mốc lưới tam giác, các mốc đường chuyển đa giác và đường chuyển độ cao;
  - Các trục chính và trục bao công trình được đánh dấu bằng các mốc chắc chắn. ít nhất ở mỗi đầu trục phải có 2 mốc;
  - Các trục của tuyến giao thông và đường ống kỹ thuật phải đánh dấu bằng các mốc cách nhau 500m và ở đỉnh ngoặt của tuyến;
  - Các mốc cao độ đặt trên mặt đất hoặc gắn trên tường phải tạo thành một mạng lưới độ cao chặt chẽ và phân bố đều trong phạm vi xây dựng (ở mỗi ngôi nhà hoặc mỗi công trình riêng biệt phải có ít nhất 2 mốc).
- 2.12. Các mốc của lưới khống chế thi công cần được bảo vệ chắc chắn. Chỉ tiến hành đo sau khi mốc đã ổn định.

### 3. Công tác trắc địa bố trí công trình

- 3.1. Công tác trắc địa bố trí công trình nhằm mục đích xác định vị trí mặt bằng và độ cao của các kết cấu, các bộ phận công trình trên công trường đúng như thiết kế.
- 3.2. Trước khi bố trí công trình phải kiểm tra lại các mốc của lưới khống chế thi công. Cần căn cứ vào các bản vẽ để tìm ra các kích thước, số liệu có quan hệ giữa đối tượng xây lắp với lưới khống chế, hoặc với các công trình đã có.
- 3.3. Các bản vẽ phải có khi bố trí công trình:
- Bản vẽ tổng mặt bằng công trình;
  - Bản vẽ bố trí các trục chính công trình (có ghi kích thước của công trình, tọa độ giao điểm các trục, độ cao mặt nền, tên mốc khống chế và tọa độ, độ cao của nó);
  - Bản vẽ móng công trình (các trục móng, kích thước và chiều sâu của nó);
  - Bản vẽ mặt cắt công trình (có các kích thước và độ cao cần thiết).
- Trước khi bố trí công trình phải kiểm tra các số liệu (như kích thước và độ cao) giữa các bản vẽ chi tiết với bản vẽ tổng mặt bằng, kích thước từng phần và kích thước toàn bộ.
- 3.4. Sai số cho phép khi bố trí công trình (quy định ở bảng 2) phụ thuộc vào:

- a) Kích thước và chiều cao công trình;
- b) Vật liệu xây dựng;
- c) Hình thức kết cấu toàn công trình;
- d) Tính chất của công trình;
- e) Trình tự và phương pháp thi công.

Trường hợp thi công theo thiết kế đặc biệt, các sai số cho phép chưa có trong tiêu chuẩn thi công hiện hành, thì độ chính xác của công tác bố trí phải căn cứ vào điều kiện kỹ thuật khi xây lắp để tính.

**Bảng 2**

Cấp chính xác	Đặc điểm của công trình và các kết cấu	Sai số cho phép khi bố trí		
		đo góc (“)	đo cạnh và chuyển trục theo chiều cao	đo cao (mm)
1	Các kết cấu kim loại, kết cấu bê tông cốt thép đúc sẵn, lắp ghép theo phương pháp tự cố định tại các điểm chịu lực	10	1/15.000	1
2	Nhà cao trên 16 tầng, hoặc có khẩu độ dài 36m và công trình cao hơn 60m	10	1/10.000	2
3	Nhà cao từ 5 đến 16 tầng hoặc khẩu độ từ 6 – 36m và những công trình cao từ 15 – 60m. Các kết cấu bê tông cốt thép đúc sẵn liên kết hàn hoặc bu lông; các kết cấu bê tông cốt thép nguyên khối không gian và tường trong cốp pha di động hoặc cốp pha trượt	20	1/5.000	2
4	Nhà dưới 5 tầng hoặc khẩu độ dưới 6m và các công trình cao dưới 15m. Các kết cấu bê tông cốt thép nguyên khối lắp ghép tại chỗ: các kết cấu xây từng khối bê tông hoặc gạch; các kết cấu gỗ.	30	1/2.000	5
5	Công trình bằng đất	45	1/1.000	10

- 3.5. Loại máy, dụng cụ và phương pháp đo cần được lựa chọn để đảm bảo độ chính xác quy định trong các bảng 3, 4, 5, 6 (trong bảng 3 quy định các điều kiện đảm bảo độ chính xác đo góc; trong bảng 4 quy định dụng cụ đo dài, độ chính xác và các yêu cầu cơ bản; trong bảng 5 quy định các điều kiện bảo đảm độ chính xác độ cao. Trong bảng 6 quy định các điều kiện bảo đảm độ chính xác chuyển các trục lên cao).
- 3.6. Khi lắp ráp thiết bị và những kết cấu có liên quan đến toàn bộ quá trình sản xuất cần bảo đảm vị trí chính xác của chúng đúng như thiết kế, đồng thời phải thỏa mãn các dung sai kỹ thuật lắp ghép. Nếu giữa các kết cấu xây dựng và các thiết bị lắp ráp không có điều kiện để chỉnh sai số lắp ráp, thì công tác lắp ráp thiết bị kỹ thuật và bố trí kết cấu xây dựng phải tiến hành với độ chính xác như nhau.
- 3.7. Vị trí của trục chính và trục bao công trình bố trí y tế các mốc của lưới ô vuông xây dựng và từ các mốc trắc địa chính. Các trục chính, trục bao phải đánh dấu bằng các mốc cố định. Số lượng mốc tùy thuộc vào tình hình cụ thể mặt bằng công trường.

- Việc chọn phương pháp bố trí trục phải xuất phát từ độ chính xác quy định trong thiết kế.
- 3.8. Sau khi dựng xong các trục chính và trục bao công trình, mới được bố trí các trục trung gian trên tầng gốc và các tầng lắp ghép khác. Công tác bố trí trục trung gian tiến hành bằng cách đo trực tiếp khoảng cách từ trục chính, tạo thành những trục song song.
  - 3.9. Ở bên trong hoặc gần các công trình phức tạp phải bố trí một số mốc  $\pm 0.000$ . Độ cao của các bộ phận trong công trình đều phải lấy mốc  $\pm 0.000$  làm cơ sở. Mốc  $\pm 0.000$  phải nổi vào ít nhất 2 mốc của lưới độ cao gốc. Trong quá trình thi công phải thường xuyên kiểm tra lại độ cao của nó. Khi bố trí độ cao có thể dùng 3 phương pháp:
    - Đo cao hình học (phương pháp hay dùng và có độ chính xác cao);
    - Đo cao lượng giác;
    - Đo trực tiếp bằng thước theo hướng thẳng đứng.
  - 3.10. Khi chuyển độ cao từ tầng gốc lên tầng khác thì độ cao tầng gốc phải hoàn toàn ổn định.
  - 3.11. Công tác bố trí công trình phải được kiểm tra bằng cách lập các tuyến đo theo hướng ngược lại và có cùng độ chính xác như tuyến cũ.
  - 3.12. Kết quả bố trí các bộ phận và trên mỗi tầng lắp ghép phải ghi lại trên các bản vẽ thi công.
  - 3.13. Sau khi đã cố định các trục chính, các trục bao công trình, sai số bố trí giữa các trục khác trong công trình không được lớn quá 2mm. Để đạt được chính xác đo dài này phải dựng khung định vị xung quanh công trình.
  - 3.14. Khi chuyển giao từng bộ phận công trình từ tổ chức xây lắp này sang tổ chức xây lắp khác, phải có biên bản bàn giao các trục độ cao và tọa độ các điểm.

**Bảng 3**

Nội dung thực hiện	Sai số trung phương đo góc		
	10"	20"	30"
Định tâm máy kinh vĩ và hàng ngắm. Điều kiện máy	Dùng bộ phận định tâm quang học. Độ phóng đại kính hiển vi đọc số 40 – 50 lần, độ phóng đại của ống kính	30 lần	Dùng quả dọi khuất gió. Độ phóng đại của ống kính là 20 – 25 lần.
Đánh dấu điểm	Mốc kim loại trên có vạch chữ thập	Vạch chữ thập bằng bút chì trên các bề mặt nhẵn.	
Số vòng đo	Không ít hơn 2	Không ít hơn 1	
Loại máy (hoặc các loại khác có độ chính xác tương đương)	T – 5 (Liên Xô) T – 2 (Thụy Sĩ) Theo 010 (Đức)	T.10 (Liên Xô); T1A (Thụy Sĩ); TCC1 (Hung), Theo 020 (Đức)	T.30 (Liên Xô) Theo 080 (Đức)

**Bảng 4**

Dụng cụ đo và yêu cầu kĩ thuật	Độ chính xác có thể đạt
--------------------------------	-------------------------

	được
- Thước thép bản thường, không có vạch khắc mili mét, định hướng bằng mắt và sào tiêu kéo tay.	1 : 1.000 - 1 : 3.000
- Thước thép bản chính xác, có vạch khắc mili mét, định hướng bằng kính vĩ, đo sơ bộ trước bằng thước dây. Đo chênh cao bằng máy thủy bình, đo nhiệt độ ở mỗi lần đọc số. Mỗi đoạn thước xê dịch thước ba lần, ba chiều dài của đoạn thước không được chênh nhau quá +1mm. Trên mỗi cạnh phải đo đi đo về 2 lần. Căng thước bằng lực kế, kiểm nghiệm thước trước khi đo.	1 : 10.000 – 1 : 20.000
Mia và máy kính vĩ đo khoảng cách hai hình (như máy Rêta và các máy kính vĩ khác có bộ phận đo khoảng cách hai bình). Phải hiệu chỉnh đo nhiệt độ khi đo đường chuyển chính xác. Đo vào buổi sáng hoặc buổi chiều.	1 : 5.000
Thước bản inva có lực căng 10kg và các số hiệu chỉnh cần thiết. Đo vào lúc lặng gió.	1 : 50.000
Thước dây đo cạnh đáy. Phương pháp đo cạnh đáy.	1 : 1.000.000
Máy đo dài quang điện. Hiệu chỉnh nhiệt độ về áp suất. Đo từ 3 – 5 lần.	1:100.000 đến 1:1.000.000 Khi đo các cạnh trên dưới 1km; 1:500.000 Khi đo các cạnh đến 50km
Máy kính vĩ và mia bala. Máy và mia đặt ở hai đầu cạnh đo	1:7.000 (khi S = 100m) 1:5.000 (khi S = 150m) 1:4.000 (khi S = 200m)
Phương pháp đánh dấu điểm khi đo dài có độ chính xác 1:10.000 hoặc cao hơn nữa	Khắc vạch chữ thập lên núm kim loại của mốc
Khi đo dài có độ chính xác 1:5.000	Dùng bút chì nhọn kẻ lên mặt phẳng nhẵn và sạch
Khi đo dài có độ chính xác 1:1.000 hoặc 1:2.000	Đóng đinh trên đầu cọc gỗ

**Bảng 5**

Điều kiện	Sai số trung phương cho phép khi chuyển độ cao		
	± 2mm	± 5mm	± 10mm
1	2	3	4
Độ phóng đại của ống kính	Không nhỏ hơn 30"	Không nhỏ hơn 24"	
Giá trị phân khoảng của ống thủy dài	Không nhỏ hơn 15"	Không nhỏ hơn 25"	
Giá trị phân khoảng của ống thủy dài phù hợp	Không nhỏ hơn 30"		
Chênh lệch khoảng ngắm trước và sau	± 2mm	3 – 5m	10m
Tích lũy về chênh lệch khoảng ngắm	5m	12m	20m
Sai lệch giữa 1m trên mia so với mặt chuẩn	0,5mm	1mm	1mm
Độ võng của mia trên 1m chiều dài mia	3mm	4mm	4mm
Dụng mia	Có đế mia	Có đế mia	
Độ cao tia ngắm đi qua vật chướng ngại	Phải lớn hơn 0,5m	Phải lớn hơn 0,3m	

**Bảng 6**

Điều kiện	Sai số đo đạc cho phép	
	1:10.000 đến 1:5.000	1:2.000 đến 1:1.000
1	2	3
Dụng cụ chiếu	Dọi quang học	Máy kính vĩ
Định tâm dụng cụ chiếu	Bộ phận định tâm quang học	Dùng quả dọi thường (quả dọi ở độ cao dưới 15m)
Phương pháp đánh dấu điểm được chuyển	Theo số dọc trên thước có vạch khắc milimét	Dùng bút chì ghi dấu lên mặt phẳng
Khoảng cách từ tia ngắm đến các kết cấu xây dựng	100mm – 50mm	
Khoảng cách chiếu lớn nhất có thể áp dụng	DRZ (Liên Xô) 500m PZL (CHDC Đức) 100m	
Điều kiện hình học của dụng cụ chiếu	Trục đứng vuông góc với trục ống thủy. Trục ngắm song song với trục đứng (Trục ngắm đồng nhất với trục đứng)	Phải đạt 3 điều kiện cơ bản của máy kính vĩ.
Số lần đo ngắm	Không ít hơn 2 lần	
Loại máy (hoặc các loại máy khác có độ chính xác tương đương)	PZL, OPZ	T - 30

**4. Kiểm tra độ chính xác xây lắp công trình**

- 4.1. Trong quá trình thi công cần kiểm tra công tác xây lắp và độ chính xác của chúng. Công tác kiểm tra gồm hai nội dung:
  - a) Kiểm tra bằng máy vị trí và độ cao thực của từng phần, từng bộ phận công trình và hệ thống đường ống kỹ thuật trong quá trình xây lắp.
  - b) Đo vẽ hoàn công vị trí thực và độ cao thực của từng phần công trình và hệ thống đường ống kỹ thuật sau khi xây lắp.

Bản vẽ tổng mặt bằng hoàn công phải đo vẽ với tỉ lệ 1: 1.000. Nơi có nhiều đường giao thông và đường ống kỹ thuật phải đo vẽ với tỉ lệ 1: 500. Bản vẽ tổng mặt bằng hoàn công phải bàn giao cho người sử dụng công trình, trong đó có chữ ký của người phụ trách tổ chức xây lắp và của người đo vẽ.
- 4.2. Bản vẽ tổng mặt bằng hoàn công phải có hệ thống tọa độ, vị trí các đối tượng vừa xây lắp, các công trình đã có và địa hình phạm vi xây dựng. Kèm theo bản vẽ này phải có bản thuyết minh và kết quả nghiệm thu.
- 4.3. Trong bản vẽ thiết kế thi công cần nêu rõ các phần công trình và các kết cấu phải đo vẽ hoàn công (như móng cọc trước khi đổ bê tông dài cọc, đường ống ngầm trước khi san lấp, cột nhà nhiều tầng trước khi lắp panen và cột của tầng tiếp theo...).
- 4.4. Chủ đầu tư có thể uỷ nhiệm cho tổ chức thiết kế đo vẽ hoàn công trước khi nghiệm thu công trình. Phải đánh dấu lên tổng mặt bằng tất cả những sai lệch về vị trí của công trình.
- 4.5. Việc lập và hoàn chỉnh tài liệu hoàn công phải đáp ứng các yêu cầu sau:



- a) Phản ánh toàn bộ thành quả xây lắp công trình;
  - b) Tài liệu hoàn công là một trong các tài liệu gốc để mở rộng hoặc sửa chữa công trình sau này;
  - c) Tài liệu hoàn công không chỉ phản ánh hiện trạng mà còn phản ánh một cách có hệ thống kết quả nghiệm thu từng hạng mục công trình.
- 4.6. Vị trí thực của các kết cấu (mặt bằng, độ cao, độ thẳng đứng, độ nằm ngang, độ nghiêng hoặc độ dốc) và vị trí đúng của các chi tiết đã lắp ghép phải được tổ chức xây lắp xác định trong khi xây lắp.  
Vị trí đúng của chúng được kiểm tra bằng cách so sánh, với kích thước và độ cao ghi trong bản vẽ thi công.
- 4.7. Các kết cấu công trình, sau khi xây lắp xong phải tiến hành kiểm tra độ chính xác. Trong biên bản kiểm tra phải có chữ kí của đại diện tổ chức xây lắp.
- 4.8. Kiểm tra mặt bằng các kết cấu công trình được tiến hành bằng cách đo trực tiếp khoảng cách giữa các Sau khi điều chỉnh và đánh dấu, phải kiểm tra khoảng cách giữa các mép kề nhau của các chi tiết bằng thước thép đã kiểm nghiệm hoặc thước mẫu chuyên dụng.
- 4.9. Kiểm tra độ cao các kết cấu công trình cần tiến hành bằng độ cao hình học. Để kiểm tra độ cao trên các tầng lắp ghép phải đo trực tiếp bằng thước thép đã kiểm nghiệm, hoặc độ cao bằng hai máy thủy bình và thước thép treo tự do. Khi kiểm tra độ cao các bộ phận của thiết bị kỹ thuật nên dùng phương pháp độ cao thủy tĩnh hoặc dùng máy thủy bình có bộ đo cực nhỏ và mia inva.
- 4.10. Kiểm tra độ thẳng đứng các kết cấu và công trình ở độ cao 5m tiến hành bằng dây dọi; ở độ cao dưới 50m bằng hai máy kinh vĩ tạo thành các mặt thẳng đứng hoặc đo khoảng cách ngang từ bề mặt kết cấu đến tia ngắm của máy kinh vĩ; ở độ cao trên 50m dùng dụng chiếu đứng.
- 4.11. Độ thẳng đứng của các cột được kiểm tra tại đỉnh cột và vai cột. Sai số chủ yếu khi lắp đặt các cột bê tông cốt thép đúc sẵn của nhà công nghiệp là:
- Độ lệch của đế cột so với trục hàng cột không được lớn hơn  $\pm 5\text{mm}$ ;
  - Đỉnh cột bị nghiêng so với đế cột:
    - + Không quá  $\pm 10\text{mm}$  khi cột cao dưới 10m;
    - + Không quá  $1/1.000 H$  khi cột cao trên 10m;( H là chiều cao cột) nhưng nhiều nhất không quá 35mm.
- 4.12. Sai số đo để kiểm tra độ chính xác không được quá 2/10 sai lệch cho phép đã nêu trong các quy phạm thi công và nghiệm thu công trình hoặc trong bản thiết kế.

## 5. Quan trắc biến dạng công trình

- 5.1. Trong quá trình thi công phải tiến hành quan trắc biến dạng và dịch chuyển công trình. Tổ chức thi công có thể thực hiện nhiệm vụ này theo yêu cầu của tổ chức thiết kế.
- 5.2. Tổ chức thiết kế cần căn cứ vào tầm quan trọng của công trình, tình hình địa chất tại công trường để xác định các đối tượng cần quan trắc, vị trí các mốc cơ sở đo biến dạng, phân bố các điểm đo, phương pháp đo, phương pháp đặt mốc, kiểu mốc, độ chính xác khi đo, các tài liệu cần thu thập và phương pháp chỉnh lí kết quả.

- 5.3. Các mốc cơ sở lún phải gần các đối tượng cần đo, cách xa các bộ phận, thiết bị có chấn động mạnh; phải ở ngoài phạm vi các đường giao thông chính, kho tàng và nơi có dốc trượt: phải có ít nhất 3 mốc tạo thành lưới để kiểm tra lẫn nhau.  
Hình dạng và cấu tạo của mốc cơ sở đo lún phụ thuộc vào tình hình địa chất và tầm quan trọng của công trình.
- 5.4. Trên bản vẽ phân bố các điểm đo phải đánh số thứ tự vị trí các điểm và giao lại cho tổ chức thi công cùng lúc với bản vẽ thi công.
- 5.5. Bộ phận trắc địa trong tổ chức thi công cần nghiên cứu các yêu cầu quan trắc biến dạng công trình và xác định biện pháp thực hiện hợp lý nhất, để đạt được độ chính xác cao.
- 5.6. Công tác quan trắc độ lún công trình phải kết hợp chặt chẽ với thời gian hoàn thành từng bộ phận công trình. Trong quá trình đo phải chỉnh lí, tổng hợp số liệu, kịp thời phân tích tốc độ lún, hướng lún và giao kết quả cho tổ chức thiết kế.
- 5.7. Công tác quan trắc độ lún công trình thực hiện theo phương pháp độ cao hình học. Độ chính xác của phương pháp này phụ thuộc vào tầm quan trọng và tốc độ lún của công trình.  
Đối với nền móng các thiết bị động lực, các thiết bị chu trình sản xuất liên hợp... dùng độ cao hình học cấp 1 và cấp 2; với nhà và công trình bình thường dùng độ cao hình học cấp 3.  
Sai số cho phép khi đo lún quy định như sau:  
± 1mm đối với công trình xây dựng trên nền đất cứng và nửa cứng;  
± 2mm đối với công trình xây dựng trên nền đất cát, đất sét chịu nén kém;  
± 5mm đối với công trình xây dựng trên nền đất đắp, đất bùn chịu nén kém.
- 5.8. Chuyển vị ngang của công trình được xác định theo các phương pháp:  
- Đường ngắm chuẩn;  
- Hướng riêng;  
- Đo tam giác (tam giác đo góc và tam giác đo cạnh);  
- Đo chụp ảnh;  
- Kết hợp.  
- Sai số cho phép khi xác định chuyển vị ngang không được vượt quá:  
± 1mm đối với công trình xây dựng trên nền đất cứng và nửa cứng;  
± 3mm đối với công trình xây dựng trên nền đất cát, sét chịu nén kém;  
± 10mm đối với công trình xây dựng trên nền đất đắp, đất bùn chịu nén kém.  
± 15mm đối với các công trình đất.  
Trong trường hợp chưa xác định trước hướng dịch vị của công trình thì phải quan trắc theo hai hướng vuông góc với nhau.
- 5.9. Quan trắc độ nghiêng công trình thực hiện theo phương pháp quang học (chiếu, xác định tọa độ) hoặc theo phương pháp cơ học (dây dọi và dụng cụ đo nghiêng). Sai số cho phép khi quan trắc độ nghiêng nhà dân dụng và nhà công nghiệp không được quá 0.0001 H (H là chiều cao nhà); 0,0005 H đối với các công trình dạng cột như tháp thông tin, ống khói...
- 5.10. Khi quan trắc vết rạn nứt của công trình cần sử dụng các dạng mốc đơn giản, thước ngắm chia vạch và không chia vạch. Phải có bản vẽ vị trí điểm quan trắc vết



**Phụ lục 1**  
**Phương pháp đo biến dạng công trình**

**A/ Phương pháp quang học**

Phương pháp đo	Để xác định biến dạng theo hướng	Độ chính xác đạt được	Máy	Cơ sở của phương pháp	Phạm vi ứng dụng	Nhận xét
1	2	3	4	5	6	7
Đo cao hình học	Thẳng đứng	$\pm 0,5\text{mm}$ $\pm 1,0\text{mm}$	Ni 004 Ni 007 N1	Đo cao hình học cấp 1 cấp 2	Đo độ lún, độ chồi của nhà, công trình khi lún ít và rất ít	Đo được độ lún tuyệt đối, máy và dụng cụ đơn giản, để chỉnh lí đòi hỏi kĩ thuật cao
Đo tam giác	Ngang	$\pm 2 - 3\text{mm}$ (ước tính trước độ chính xác)	Theo 010 Te-B1 - T5	Đo góc bằng giao hội thuận và giao hội nghịch, định tâm cứng	Đo dịch vị nhỏ, chậm trên các công trình kéo dài như cầu, đập nước...	Tính toán mất nhiều thì giờ, các điểm đo độc lập nhau, có thể dùng biểu đồ.
Đo cao lượng giác	Thẳng đứng	$\pm 1,0\text{mm}$ (ước tính trước độ chính xác)	Te - B1 T5 (ống thủy bắc ngang)	Đo góc đứng định tâm - cứng	Đo các điểm ở trên cao và các điểm rất khó đến	Thay thế được đo cao hình học. Mất nhiều công sức vào việc đánh dấu điểm. Bị ảnh hưởng chiết quang.
Phương pháp chiếu	Ngang	1,0mm (ước tính trước độ chính xác)	Máy kính vĩ (ống thủy bắc ngang)	Chiếu các điểm ở trên cao lên thước ngắm. Định tâm cứng	Đo ngắm các điểm đặt ở trên cao	Đơn giản, máy thông thường nhanh, kết quả trực tiếp, việc đánh dấu điểm mất nhiều công.
Đo góc thị sai	Ngang	$\pm 1,0\text{mm}$ phải ước tính trước độ chính xác	Theo 010 (ống thủy bắc ngang)	Đo góc bằng giữa đầu mốc ở nền móng và điểm mở trên cao, định tâm cứng	Đo những điểm đã đánh dấu ở trên	Đơn giản, dụng cụ và máy đo không cồng kềnh. Tốn công về việc đánh dấu điểm.

Dùng dọi quang học	Ngang	$\pm 1\text{mm}/100\text{m}$	OZP, PZL	Lập những tia thẳng đứng lên cao hoặc xuống thấp	Đo dịch chuyển ở các vật kiến trúc rất cao như tháp, ống khói...	Đơn giản, nhanh, cần có thiết bị đọc số chuyên dùng. Bị ảnh hưởng của môi trường.
Đường ngắm chuẩn	Ngang	$\pm 1\text{mm}/400\text{m}$	Máy kinh vĩ và thước ngắm di động hoặc cố định	Lập những tia ngắm quang học nằm ngang	Xác định độ dịch vị ở các công trình dài, độ thẳng hàng của các cột, độ thẳng đứng của bề mặt các bức tường.	Đơn giản. Bị ảnh hưởng của môi trường.

**B/ Phương pháp cơ học**

1	2	3	4	5	6	7
Đo dài	Ngang	$\pm 1,0\text{mm}$ phải ước tính trước độ chính xác	Thước dây inva, thước bàn inva. Dụng cụ đo giãn nở, dụng cụ đo uốn vặn	Đo đường chuyên chính xác	Bố trí những cạnh đường chuyên chính xác trên đập nước, đo các cạnh ngắm chính xác trong nhà máy	Độ chính xác cao. Cần có thiết bị chuyên dụng đắt tiền.
Dùng quả dọi	Ngang	$\pm 1,0\text{mm}$	Quả dọi và thùng chất lỏng để thả dọi	Lập hướng thẳng đứng	Xác định độ nghiêng của các vật kiến trúc cao.	Độ chính xác cao. Cần phải có thiết bị phụ. Phải lựa chọn điều kiện thích hợp.

**C/ Phương pháp chụp ảnh**

1	2	3	4	5	6	7
Chụp ảnh đốn và chụp ảnh lập thể	Ngang, thẳng đứng	$m_x = m_z = \pm 2\text{mm}$	Máy kinh vĩ chụp ảnh, khoảng chụp=100m	Gia công các ảnh chụp mặt đất.	Thích hợp khi cần xác định các đại lượng biến dạng rất nhanh	Độ chính xác phụ thuộc vào khoảng chụp

Ngoài 3 phương pháp A, B, C, ở trên, còn có thể áp dụng phương pháp độ cao thủy tĩnh (đo biến dạng thẳng đứng), dụng cụ đo nghiêng thủy tĩnh (đo biến dạng thẳng đứng).

**Phụ lục 2**  
**Dung sai cho phép khi lắp ghép các kết cấu bê tông**  
**cốt thép đúc sẵn nhà công nghiệp**

Nội dung	Dung sai (mm)	
	Nhà một tầng	Nhà nhiều tầng
1	2	3
Độ lệch của trục chấu móng đối với trục bố trí	± 10	± 10
Sai về độ cao của mặt tựa chấu móng so với thiết kế	20	
Sai về kích thước bên trong (chiều dài, chiều rộng của chấu móng)	20	
Sai lệch vị trí các bulông giằng trên mặt bằng	10	
Sai về độ cao ở đầu trên bu lông giằng so với thiết kế	20	
Độ lệch của đường tim cột tại tiết diện dưới so với trục bố trí	5	
Độ lệch của đường tim cột so với đường thẳng đứng ở tiết diện trên, khi chiều cao H của cột: Dưới 4,5m Từ 4,5m đến 15m Trên 15m	10 15 0,001H nhưng nhỏ hơn 35mm	10 15
Sai về độ cao ở đỉnh cột của mỗi đợt lắp		(12+12n) (n: thứ tự của đợt lắp)
Sai về độ cao mặt tựa của dầm cầu chạy	10	10
Sai về độ cao các mặt tựa khác trên cột như của gối tỳ, của công son hàn vào cột trước khi lắp cột, nếu chiều cao cột: Dưới 10m Trên 10m	15 25	10 15
Sai về độ cao gối tỳ của công son hàn sau khi lắp cột, nếu chiều cao cột: Dưới 10m Trên 10m	5 8	5 8
Độ lệch trục panen tường cách ở tiết diện dưới đối với trục bố trí	5	5
Độ nghiêng của mặt phẳng panen tường vách so với đường thẳng đứng (ở tiết diện trên)	5	5
Chênh lệch về độ cao mặt tựa của panen tường và vách đặt trên lớp vữa		10
Sai lệch của trục dọc dầm cầu chạy so với trục bố trí đánh dấu trên mặt tựa của cột.	5	
Sai về độ cao mặt trên dầm cầu chạy tại 2 cột gần nhau trên hàng	15	

cột và tại 2 cột trong mặt phẳng cắt ngang khẩu độ.		
Sai về khoảng cách giữa các trục của đường ray trong một khẩu độ	10	
Sai lệch giữa trục của đường ray và trục của dầm cầu chạy	15	
Sai lệch của trục đường ray so với đường thẳng trên một đoạn dài 40m	15	15
Sai về độ cao của đỉnh đường ray trong mặt cắt ngang khẩu độ: Tại gối tựa Tại giữa khẩu độ	15 20	
Sai lệch về độ cao đường ray đặt trên các cột lân cận trong cùng một hàng (l: khoảng cách giữa các cột)	0,001 l nhưng không quá 10mm	
Sai lệch tương hỗ của các đầu đường ray kê nhau theo chiều cao và trong mặt phẳng	2	

**Phụ lục 3**

**Dung sai cho phép khi lắp ghép các kết cấu thép**

Nội dung	Dung sai (mm)
Độ lệch của trục cột so với trục bố trí (ở tiết diện dưới)	$\pm 5$
Độ lệch của trục so với đường thẳng đứng (ở tiết diện trên), khi cột: Dưới hoặc bằng 15m Trên 15m	15 1/1000 chiều cao của cột nhưng không lớn quá 35mm
Độ võng của cột (độ cong của cột)	1/750 chiều cao của cột nhưng không quá 15mm
Sai về độ cao mặt tựa của cột so với độ cao thiết kế	$\pm 5$
Sai về độ cao chỗ tựa của dàn và dầm	20
Độ cong (võng) của các đoạn thẳng trong cánh chịu nén so với mặt phẳng của dàn hoặc dầm	1/750 chiều dài đoạn nhưng không quá 15mm
Sai phạm về khoảng cách giữa 2 đường trục của 2 dàn tại thanh cánh thượng.	15
Sai phạm về khoảng cách giữa 2 xà gồ	5

**Phụ lục 4**  
**Các yêu cầu cơ bản của lưới khống chế mặt bằng**  
**và độ cao chi tiết**

Nội dung	Lưới khống chế chi tiết		
	Mặt bằng		Độ cao
	Đường chuyển kinh vĩ	Tam giác nhỏ	Độ cao kĩ thuật
Sai số trung phương: - Đo góc bằng - Đo dài - Cận yếu nhất - Độ chênh cao	30" 1:5000	30" 1:5000 1:5000	± 20m
Sai số khép cho phép: - Góc trong tam giác Tuyến đo cao có chiều dài (L tính bằng mm) Theo số trạm n		± 60"	± 50 $\sqrt{L}$ ± 10 $\sqrt{n}$
Chiều dài giới hạn: Cạnh (km) Đường giữa các điểm cấp cao (km) Đường giữa các điểm cấp cao và điểm nút (km) Đường giữa các điểm nút (km) Đường chuyển đa giác khép kín (km)	0,3 1,5 0,8 0,6 3	0,6 1,5 1,0	2,5 10



**Phụ lục 5a**

**Yêu cầu cơ bản của lưới khống chế mặt bằng chính dạng tam giác**

Nội dung	Hạng tam giác			
	I	II	III	IV
Sai số trung phương đo góc (tính theo ít nhất 8 sai số khép trong tam giác)	3"	5"	8"	10"
Sai số trung phương tương đối đo chiều dài cạnh đáy	1:80.000	1:50.000	1:30.000	1:10.000
Chiều dài cạnh (km)	≥ 1	0,5 - 1	0,2 - 0,5	< 0,2
Chiều dài cạnh được đo không ngắn hơn (km)	2	1	0,5	0,2
Sai số tương đối giới hạn xác định chiều dài	1:40.000	1:25.000	1:15.000	1:5.000
Sai số khép góc tam giác	7"	14"	20"	30"
Góc nhỏ nhất trong tam giác	30°	30°	30°	30°
Góc nhỏ nhất trong tam giác khi tạo thành hình tứ giác	25°	25°	25°	25°
Số tam giác giữa các điểm cố định (các góc phương vị)	6	8	10	10
Số lần đo toàn vòng bằng máy kinh vĩ T2, theo 010 (hoặc tương đương)	6	4	2	2
Số lần đo toàn vòng bằng máy kinh vĩ T5, theo 020 (hoặc tương đương)	-	6	4	2

**Phụ lục 5b**

**Các yêu cầu chủ yếu của lưới khống chế độ cao chính**

Nội dung	Cấp khống chế		
	1	2	3
Sai số trung phương đo cao trên 1 km	± 2mm	± 5mm	± 10mm
Sai số hệ thống trên 1km	0,4 mm		
Sai số khép cho phép và sai lệch lớn nhất của tổng chênh cao giữa hướng đi và hướng về			
- Khi số trạm trên 1 km là 15	± 5 $\sqrt{L}$	± 10 $\sqrt{L}$	± 20 $\sqrt{L}$
- Khi số trạm trên 1 km lớn hơn 15	± 1,2 $\sqrt{n}$	± 2,5 $\sqrt{n}$	± 5 $\sqrt{n}$
Chiều dài lớn nhất của tuyến:			
- Đường khép kín (km)	40	25	10
- Giữa các điểm cấp cao (km)		15	5
- Giữa các điểm nút (km)	10	5	3
Khoảng cách giữa các mốc độ cao thi công (km)	0,5	0,5	0,5
Khoảng cách từ máy đến mia (m)	50	75	100
Chênh khoảng ngắm từng trạm (m)	1	2	5

Chênh khoảng ngắm từng đoạn (m)	2	5	10
Chiều cao nhỏ nhất từ tia ngắm đến mặt đất (m)	0,5	0,3	0,2
Chênh lệch lớn nhất giữa các chênh cao được xác định theo mặt đỏ mặt đen của mia hoặc theo thang chính thang phụ của mia (mm)	0,7	1,5	5
Chênh lệch lớn nhất giữa số vạch chia ở vành đo cực nhỏ khi đo thang chính và thang phụ của mia (mm)	15	30	

**Phụ lục 6**

**Phân cấp chính xác máy thủy bình**

**1. Máy thủy bình độ chính xác thấp và trung bình**

Các loại máy thủy bình này dùng để đo cao kỹ thuật đơn giản trên công trường, xác định chiều cao của công trình, lập các tuyến thủy chuẩn đo nối ngắn, đo các mặt cắt dọc và ngang đơn giản, đo các bề mặt... Sai số trung phương trên 1km là 6 đến 20mm và 2 đến 6mm. Độ phóng đại của ống kính của máy thủy bình độ chính xác thấp từ 10 đến 15 lần và ở máy thủy bình độ chính xác trung bình từ 15 đến 25 lần. Giá trị phân khoảng trên ống thủy dài thường từ 30" đến 60".

**Giá trị phân khoảng**

a) Máy thủy bình độ chính xác thấp (chọn lọc)

Loại máy	Nước sản xuất	Ống kính				ống thủy dài (")	ống thủy tròn (")
		Độ phóng đại	Đường kính của kính vật (mm)	Chiều dài (mm)	Khoảng ngắm ngắn nhất (m)		
BNL	Tây Đức	18	25	163	1,5	60	30
NT	Liên Xô	23	32	140	1,5	45	10
Ni.E1	Hunggari (máy tự cân bằng)	6,2	16	-	0,8	-	30
NKO1	Thụy Sĩ	19	26	160	1,6	60	8
LD.1	Nhật Bản	18	25	150	1,1	50	10
SL.10	Anh	14	30	170	3,0	50	20
NS.4	Liên Xô (máy tự cân bằng)	30	40	188	2,0	-	15
TN.6	Liên Xô (máy tự cân bằng)	20	29	100	0,9	-	20
NAKO	Thụy Sĩ (máy tự cân bằng)	20	30	182	0,9	-	8
Ni.4	Tây Đức (máy tự cân bằng)	16	20	135	0,9	-	30

b) Máy thủy bình độ chính xác trung bình

Loại máy	Nước sản xuất	Ống kính				Giá trị phân khoảng ở ống thủy	
		Độ phóng đại	Đường kính của kính vật (mm)	Chiều dài (mm)	Khoảng ngắm ngắn nhất (m)	Ống thủy dài (")	Ống thủy tròn (")
N.3	Liên Xô	30	40	175	2,0	15	5
NS.3	Liên Xô (máy tự cân bằng)	30	34	140	3,0	-	5
Ni.B1	Hungari	28	40	160	1,2	20	6
Ni.20	Bungari	25	35	208	2,5	20	6
N.10	Thụy Sĩ	20	32	155	1,0	60	8
VA.1	Thụy Sĩ (máy tự cân bằng)	22	40	155	1,0	-	8
Ni.050	CHDC Đức (máy tự cân bằng)	18	25	210	0,9	-	25
Ni.025	CHDC Đức (máy tự cân bằng)	20	30	195	1,5	-	8
NAK1	Thụy Sĩ (máy tự cân bằng)	24	36	201	1,0	-	8
B2	Nhật Bản (máy tự cân bằng)	28	40	210	1,8	-	6
C3	Nhật bản (máy tự cân bằng)	22	30	210	1,6	-	10
S.302	Mỹ (máy tự cân bằng)	20	34	250	1,5	-	15
S.201	Mỹ (máy tự cân bằng)	30	42	273	1,8	-	15
Watts	Anh (máy tự cân bằng)	25	36	204	2,6	-	8
Autoset							
NAN3	Tây Đức	22	30	210	1,5	-	-

2. Máy thủy bình độ chính xác cao

Loại máy này dùng cho thủy chuẩn cấp 3, độ cao bề mặt, đo mặt cắt dọc, mặt cắt ngang khi tính khối lượng và các dạng độ cao khi xây dựng công trình, sai số trung phương trên 1km đo kép (đo đi đo về) từ ±0,5 đến 2mm. Độ phóng đại của ống kính từ 25 đến 30 lần. Giá trị phân khoảng của ống thủy từ 10 đến 30" và thường là ống thủy dài phù hợp.

c) Máy thủy bình độ chính xác cao

Loại máy	Nước sản xuất	Ống kính				Giá trị khoảng chia của ống kính	
		Độ phóng đại	Đường kính của ống kính	Chiều dài	Khoảng ngắm ngắn nhất	Ống thủy dài	Ống thủy tròn

			(mm)	(mm)	(m)	(")	(")
N2	Liên Xô	40	52	390	2,0	10	5
Ni030	CHDC Đức	25	35	195	1,8	30	8
Li	Tây Đức	30	45	190	1,7	20	10
L21	Nhật Bản	32	45	253	1,9	15	10
E.5	Nhật Bản	25	40	245	2,0	30	10
SN30	Pháp	27	40	150	1,5	20	10
S550	Hunggari (máy tự cân bằng)	28-32	45	272	3,0	-	8
NiA3	Pháp (máy tự cân bằng)	25	40	220	1,7	-	10
Ni002	Nhật bản (máy tự cân bằng)	25	40	208	2,0	-	6
Ni1	CHDC Đức (máy tự cân bằng)	31,5	40	-	2,2	-	8
55	Thụy Sĩ (Máy tự cân bằng)	30	45	250	2,0	-	8

**3. Máy thủy bình độ chính xác cao nhất**

Loại máy này dùng để:

- Lập các điểm độ cao cố định có độ chính xác cao (cấp 1, cấp 2)
- Đo cao chính xác khi xây dựng cầu, đập nước...
- Quan trắc độ lún và các dạng độ cao khác có yêu cầu sai số trung phương trên tuyến đo kép (đo đi đo về) dài 1km là  $\pm 0,5\text{mm}$ . Độ phóng đại của ống kính từ 35 đến 50 lần. Ống thủy dài thường là loại ống thủy phù hợp, giá trị khoảng chia từ 5" đến 10".

d) Máy thủy bình có độ chính xác cao nhất

Loại máy	Nước sản xuất	Ống kính				Giá trị khoảng chia của ống kính	
		Độ phóng đại	Đường kính của kính vật (mm)	Chiều dài (mm)	Khoảng ngắm ngắn nhất (m)	Ống thủy dài (")	Ống thủy tròn (")
Ni	Liên Xô	49	60	420	4,2	10	2
Ni004	CHDC Đức		56	375	3,0	10	2
NiA1	Hunggari	40	65	314	25	10	2
		32					
		24					
SN30	Pháp	35	50	260	4	13	8
S550	Anh	36	51	300	4,6	15	20
NiA3	Hunggari (máy tự cân bằng)	30-50	67	210	2,0	-	10
Ni002	CHDC Đức (máy tự cân bằng)	40	55	370	1,5	-	8
Ni1	Tây Đức	40	50	407	1,4	-	5
55	Nhật Bản	42	50	355	2,5	10	3,5

**Phụ lục 7**

**Phân cấp chính xác máy kinh vĩ**

Căn cứ vào sai số trung phương có thể đạt được của một hướng, khi đo với hai vị trí bàn độ thì máy kinh vĩ được chia thành 4 loại như sau:

Máy kinh vĩ	Sai số trung phương của một hướng khi đo với hai vị trí, bàn độ
Có độ chính xác cao nhất	$\leq 2''$
Có độ chính xác cao	$\leq 6''$
Có độ chính xác trung bình	$\leq 20''$
Có độ chính xác thấp	$\leq 80''$

### 1. Máy kinh vĩ độ chính xác thấp

Dùng để đo đạc đơn giản trong xây dựng, độ phóng đại của ống kính từ 17 đến 20 lần. Vĩ độ chính xác của máy không cao nên thiết bị đọc số rất đơn giản, đọc trực tiếp 10c (10') và đoán đọc đến phút.

#### Máy kinh vĩ độ chính xác thấp

Loại	Nước sản xuất	Ống kính				Bàn độ			
		Độ phóng đại	Đường kính kính vật (mm)	Chiều dài (mm)	Khoảng ngắm ngắn nhất (m)	Đường kính		Giá trị phân khoảng	
						H (mm)	V (mm)	H	V
T.30	Liên Xô	20	20	137	1,0	70	70	10'	10'
Theo 080	CHDC Đức	16	32	125	0,9	62	62	10'	10'
STNO	Pháp	22	25	150	1,8	42	42	(10°)	(10°)
KT1	Tây Đức	18	25	160	1,5	95	70	5'	5'
								(5°)	(5°)
Transit 50	Mỹ	22	33	260	1,1	160	127	10'	10'
								(20°)	(20°)
								1'	1'

### 2. Máy kinh vĩ độ chính xác trung bình

Dùng để đo đường chuyền, tam giác nhỏ, bố trí công trình và đo địa hình. Thiết bị đọc số thường là kính hiển vi thang vạch và kính hiển vi đọc số có bộ đo cực nhỏ quang học đơn giản. Đọc trực tiếp 1° (1') và '' (10''). Độ phóng đại của ống kính từ 20 đến 25 lần.

**Máy kính vĩ độ chính xác trung bình**

Loại	Nước sản xuất	ống kính				Bàn độ			
		Độ phóng đại	Đường kính kính vật (mm)	Chiều dài (mm)	Khoảng ngắm gần nhất (m)	Đường kính		Giá trị phân khoảng	
						H (mm)	V (mm)	H	V
T 10	Liên Xô	25	37	138	1,5	90	70	1'	1'
T 20		20	29	138	0,9	64	60	2'	2'
Theo 020	CHDC Đức	25	35	195	2,1	96	74	1'	1'
Theo 020		25	36	181	1,5	86	86	1'	1'
SCN 22	Pháp	22	25	150	1,8	80	80	1'	1'
STN 27		27	40	150	1,5	80		1'	
Te.E.6	Hungari	20	28	123	1,3	80	40	10"	20"
Te.D1		25	40	178	2,0	77	68	1'	1'
Te.C1		30	40	175	2,0	77	65	10"	10"
Te.D2		25	40	175	2,0	77	68	1'	1'
								(2°)	(2°)
T30	Ba Lan	26	35	160	1,8	94	74	1'	1'
T6								(2°)	(2°)
TB1		18	34	155	1,9	88	80	2'	2'
T.202	Mỹ	28	40	170	1,8	90	80	10"	10"
T.II	Tây Đức	22	32	140	2,0	80	80	1'	1'
T.IV		26	36	175	1,0	100	100	1'	1'
								(1°)	(1°)
NT.2	Nhật Bản	25	40	167	1,8	84	84	20"	20"

**3. Máy kính vĩ độ chính xác cao**

Dùng để:

- Đo tam giác hạng 2, hạng 3, đường chuyển chính xác, đo địa hình chính xác;
- Đo đặc công trình chính xác cao;
- Đo chiều dài theo phương pháp quang học bằng mia ngang. Đường kính bàn độ ngang ở máy là 80-100mm, và ở bàn độ đứng là 70-90mm; thiết bị đọc số là kính hiển vi từ 40-50 lần; của ống kính khoảng 30 lần.

**Máy kính vĩ độ chính xác cao**

Loại	Nước sản xuất	Ống kính				Bàn độ			
		Độ phóng đại	Đường kính kính vật (mm)	Chiều dài (mm)	Khoảng ngắm gần nhất (m)	Đường kính		Giá trị phân khoảng	
						H (mm)	V (mm)	H	V
Theo OIO	CHDC Đức	31	53	135	2,0	84	60	1" (2 <sup>cc</sup> )	1"
Theo OIOA		31	40	177	1,5	86	86	1" (2 <sup>cc</sup> )	1" (2 <sup>cc</sup> )
Tc.B1	Bungari	30	45	174	2,0	93	60	1"	1"
		36	55	300	2,5	115	90	1"	1"
T5	Liên Xô	27	38	152	2,0	95	70	1"	1"
Ke.20	Mỹ	30	45	165	2,1	90	70	1" (2 <sup>cc</sup> )	1" (2 <sup>cc</sup> )
PT.2	Tây Đức	30	40	175	1,2	90	70	1" (2 <sup>cc</sup> )	1" (2 <sup>cc</sup> )
PLT		30	40	175	1,3	107	107	1" (2 <sup>cc</sup> )	1" (2 <sup>cc</sup> )
Tb.3	Tây Đức	25	35	150	1,2	78	70	3" (2 <sup>cc</sup> )	3" (2 <sup>cc</sup> )
Microptic	Anh	28	44	165	1,8	98	76	1" (5 <sup>cc</sup> )	1" (5 <sup>cc</sup> )

**4. Máy kính vĩ độ chính xác cao nhất.**

Dùng để:

- Đo tam giác hạng 1;

- Bố trí công trình hầm.

- Đường kính bàn độ ngang từ 100 -250mm, bàn độ đứng từ 90 -150mm. Thiết bị đọc số ở loại máy cũng được chế tạo theo phương pháp cơ học (răng cưa), ở loại máy mới là bộ đo cực phổ quang học. Độ phóng đại của ống kính từ 30 đến 65 lần và đường kính của kính vật khoảng 60mm.

Máy kinh vĩ độ chính xác cao nhất

Loại	Nước sản xuất	Ống kính				Bàn độ				
		Độ phóng đại	Đường kính kính vật (mm)	Chiều dài (mm)	Khoảng ngắm gần nhất (m)	Đường kính		Giá trị phân khoảng		
						H (mm)	V (mm)	H	V	
T2	Liên xô	35	35	182	1,5	90	65	1"	1"	
T1		30	62	255	5	135	90	1"	1"	
S.T1		40	55	255	5	135	90	1"	1"	
		30								
T.05		40	64	275	5	180	130	1"	1"	
		62								
OT.02		50	60	265	5	135	90	0,2"	0,2"	
		24								
Theo 002		CHDC Đức	38	65	-	4,0	250	200	02"	0,2"
			59							
	75									
T3	Thụy Sĩ	24	60	-	4,0	135	90	0,2"	0,2"	
T4		30								
		60								
		80								
Microptic 3	Anh	40	50	170	1,8	98	7	0,2"	0,2"	
								(2 <sup>cc</sup> )	(2 <sup>cc</sup> )	
Tpr	Tây Đức	32	63	-	10	200	140	0,2"	0,2"	
		60								
Th2	Tây Đức	30	40	155	1,6	100	85	1"	1"	
ĐKM3	Thụy Sĩ	27	72	140	19	100	100	0,5"	0,5"	
								(0,5 <sup>cc</sup> )	(0,5 <sup>cc</sup> )	



**Phụ lục 8**

**Các loại dọi quang học chính xác**

Loại	Nước sản xuất	ỐNG KÍNH			Giá trị phân khoảng của ống thủy	Chiều dài (mm)	Chiều cao (mm)	Khoảng chiều lớn nhất được sử dụng (m)	Độ chính xác của một lần chiếu	Ghi chú
		Độ phóng đại	đường kính vật (mm)	Khoảng cách ngắm nhất (m)						
OZP	Liên Xô	31	34	3	-	350	150	3-500	1:10.000	
OZL	CHDC Đức	31,5	40	2,2	-	-	335	100	1:10.000	(Có ống thủ tròn g')
Fera-Firstlot	Thụy Sĩ	2,5	5	0,3	3	90	-	10	1: 5.000	
ZBL		5	8	0,3	60	160	10	20	1: 5.000	
ZNL		10	12	0,6	20	240	170	2-100	1:30.000	
Perio	Tây Đức	30	10	1,6	20	125	210	150	1:100.000	
Auto plumb	Anh	30	40	1,8	-	195	215	150	1:200.000	(Có ống thủy tròn 20')