

CHƯƠNG 5

TRUYỀN TOẠ ĐỘ VÀ ĐỘ CAO TỪ MẶT BẰNG CƠ SỞ LÊN CÁC TẦNG

Truyền toạ độ và độ cao là công việc phải được thực hiện thường xuyên trong quá trình xây dựng phần thân nhà cao tầng. Tuy nhiên đây là một dạng công việc rất đặc thù vì vậy chúng tôi chuyển toàn bộ nội dung này thành một chương để tiện theo dõi. Để đảm bảo độ thẳng đứng của toà nhà trên suốt chiều cao, các trục công trình tại tất cả các tầng xây dựng đều phải được định vị sao cho cùng nằm trong một mặt phẳng thẳng đứng đi qua các trục tương ứng trên mặt bằng gốc. Tức là các điểm toạ độ của lưới bố trí cơ sở đã lập trên mặt bằng gốc sẽ được chuyển lên mặt sàn thi công xây dựng của các tầng theo một đường thẳng đứng. Để đảm bảo điều kiện này cần thiết phải truyền toạ độ từ mặt bằng cơ sở lên tất cả các tầng còn lại của toà nhà. Quá trình truyền toạ độ từ mặt bằng cơ sở lên các mặt bằng xây dựng là một dạng công việc rất quan trọng khi xây dựng công trình có chiều cao lớn. Công việc này sẽ được thực hiện bằng nhiều phương án và có thể lựa chọn bằng một trong các phương án sau:

☞1. Truyền toạ độ bằng máy kinh vĩ

Thực chất của việc truyền toạ độ từ mặt bằng cơ sở lên các tầng bằng máy kinh vĩ là phương pháp sử dụng mặt phẳng đứng của máy kinh vĩ. Đây là phương pháp chiếu điểm bằng tia ngắm nghiêng, có thể thực hiện ở những nơi điều kiện xây dựng rộng rãi, công trình xây dựng có số tầng ít hơn 4. Hoàn toàn không phù hợp cho những nhà có số tầng cao hơn và những nhà xây chen mặt bằng xung quanh chật hẹp. Quy trình thực hiện được tiến hành theo các bước :

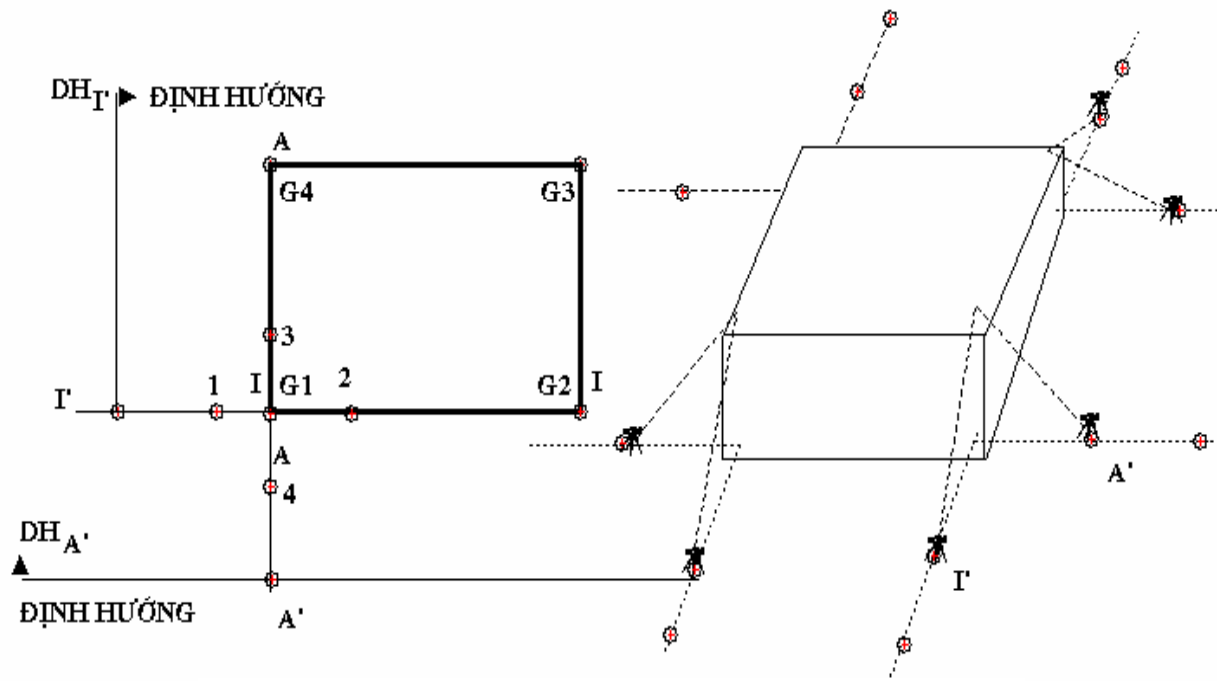
1. Gửi các điểm đầu trục trên mặt bằng cơ sở ra ngoài

Do quá trình xây dựng toà nhà cao dần lên thì các hướng ngắm dần bị che lấp và mất tác dụng. Vì vậy để truyền toạ độ bằng máy kinh vĩ lên các tầng việc đầu tiên là phải gửi các điểm đầu trục ra ngoài. Khoảng cách từ điểm gửi đến chân công trình tốt nhất nên chọn xấp xỉ bằng chiều cao của nó, để góc đứng $< 45^\circ$. Quá trình gửi điểm được tiến hành bằng máy kinh vĩ và thước thép dựa vào các điểm lưới khống chế bên trong. Các điểm gửi được đánh dấu cẩn thận đổ bê tông và gắn dấu mốc để bảo quản cho quá trình sử dụng sau này. Thông thường các điểm đầu trục thường được gửi lệch so với trục một khoảng cách từ 50 cm đến 80 cm để tiện cho quá trình thực hiện và thi công .

2. Gửi các điểm định hướng ra ngoài

Sau khi đã gửi các điểm đầu trục cần tiếp tục gửi các điểm định hướng ra ngoài. Các điểm này thường nằm trên đường kéo dài hoặc vuông góc của các trục chính. Theo hướng mỗi trục chính cần đặt một cặp mốc thẳng hàng như hình vẽ :

Các điểm định hướng không cần chôn mốc mà chỉ cần đánh dấu bằng sơn lên các địa vật xung quanh khu vực xây dựng như tường của các toà nhà lân cận, hàng rào hoặc vỉa hè. Khi đánh dấu cần đặc biệt lưu ý chọn các đối tượng địa vật ổn định không bị thay đổi vị trí. Các điểm định hướng phải bố trí các xa máy một khoảng tối thiểu bằng khoảng cách từ điểm đặt máy đến chân công trình.



Hình: 5.1.1 Gửi điểm định hướng ra ngoài công trình

3. Quá trình truyền tọa độ bằng máy kinh vĩ.

3.1 Nội dung của phương pháp

Giả sử cân chuyển điểm G1 là giao điểm của các trục I-I và A-A (hoặc giao điểm của những đường thẳng song song với các trục này). Trong giai đoạn chuẩn bị chúng ta đã đánh dấu được 2 điểm đặt máy I' nằm trên trục I-I kéo dài và A' nằm trên trục A-A kéo dài và các điểm định hướng DH_I và DH_A (Hình 3-4). Quá trình chuyển điểm G1 từ mặt bằng cơ sở lên các tầng trên được thực hiện như sau:

- Đặt máy tại điểm I', cân bằng máy và dọi tâm chính xác sau đó định hướng máy về điểm DH_I và mở một góc bằng 90° , trên hướng vuông góc này đánh dấu 2 điểm tạm thời 1 và 2 cách nhau 60-100 cm sao cho điểm G1 cân chuyển nằm giữa 2 điểm này. Để loại trừ ảnh hưởng của sai số 2C cân thực hiện việc ngắm chuẩn và dựng góc vuông ở hai vị trí bàn độ: bàn độ trái và bàn độ phải rồi sau đó lấy vị trí trung bình. Để tăng độ chính xác dựng góc vuông sau khi đánh dấu sơ bộ vị trí điểm 1 và điểm 2 thì tiến hành đo góc vừa dựng được 3-4 vòng đo sau đó tính giá trị chính xác của góc và hiệu chỉnh nó về góc vuông. Lượng hiệu chỉnh được tính theo công thức

$$e = \frac{\varepsilon D}{\rho} \quad (5.1.1)$$

trong đó:

ε - chênh lệch giá trị góc chính xác so với 90°

ρ - Khoảng cách từ điểm đặt máy tới điểm đánh dấu

Chuyển máy sang điểm A' và cũng thực hiện các thao tác tương tự như tại điểm I' đánh dấu được hai điểm 3 và 4. Giao điểm của hai đoạn thẳng 1-2 và 3-4 cho chúng ta vị trí điểm G1 trên mặt sàn mới.

Cũng làm tương tự như đối với điểm G1 chúng ta có thể chiếu được tất cả các điểm G2, G3 và G4 từ mặt bằng cơ sở lên các tầng trên.

3.2 Độ chính xác của phương pháp

Độ chính xác của phương pháp này phụ thuộc vào độ chính xác dựng góc vuông. Sai số này phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Sai số ngắm chuẩn.
- Sai số 2C.
- Sai số đo độ nghiêng của trục chính của máy.
- Khả năng dọi tâm, độ phóng đại, sai số do đánh dấu điểm .

Ảnh hưởng của sai số 2C có thể loại trừ bằng cách đo ở 2 vị trí bàn độ: bàn độ trái và bàn độ phải. ảnh hưởng của sai số dọi tâm máy tới sai số dựng góc vuông cũng chỉ nằm trong phạm vi từ 2"-3". Như vậy nếu không kể đến sai số do độ nghiêng của trục máy thì với một chương trình đo cẩn thận chúng ta có thể dựng được góc vuông với sai số nằm trong khoảng từ 2" ÷ 3" bằng một chương trình đo đơn giản cũng có thể dựng được một góc vuông với sai số khoảng 5", Sai số đánh dấu điểm sẽ nằm trong khoảng 1 ÷ 1,5mm.

Bảng: 5.1.1 Độ nhạy của bọt nước một số máy kinh vĩ và toàn đạc điện tử

Tên máy	Nước sản xuất	$\tau''/2\text{mm}$	Ghi chú
0T-02	Liên xô (cũ)	6"	
Theo 010A	Đức	20"	
Theo 20	Đức	30"	
T2	Liên xô (cũ)	15"	
SET-2B	SOKKIA nhật	20"	
SET-3B	SOKKIA nhật	30"	
TC-600	LEICA Thụy sĩ	30"	
TC-1800	LEICA Thụy sĩ	12"	
TCR-303	LEICA Thụy sĩ	20"	
DTM-350	NIKON Nhật	30"	
DTM-730	NIKON Nhật	30"	
GTS-225	TOPCON Nhật	30"	
D104	TOPCON Nhật	60"	

Nguồn sai số nguy hiểm nhất trong phương pháp này, theo ý kiến của chúng tôi đó là ảnh hưởng độ nghiêng của trục đứng của máy kinh vĩ. Chúng ta biết rằng, khi làm việc với máy kinh vĩ chúng ta phải đặt máy tại điểm đo sao cho tâm của nó trùng với tâm của dấu mốc và trục đứng của máy trùng với đường dây dọi đi qua dấu mốc này. Việc làm cho trục đứng của máy trùng với đường dây dọi được gọi là quá trình cân máy, quá trình này được thực hiện nhờ các loại bọt nước. Trên thực tế trục đứng của máy và phương của đường dây dọi thường không trùng nhau do chất lượng (độ nhạy) của bọt nước sử dụng trong máy và các điều kiện ngoại cảnh tác động đến. Độ nhạy của bọt nước được ký hiệu là τ , đơn vị là " (giây góc) biểu thị góc ở tâm ứng với 1 cung có chiều dài là 2mm của mặt cong của bọt

nước. Bảng 5.1 ở trên thể hiện các giá trị độ nhạy của bọt thủy trong một số máy kinh vĩ và máy toàn đạc điện tử.

Có thể dễ dàng xác định được góc nghiêng của trục đứng của máy kinh vĩ hoặc máy toàn đạc điện tử bằng cách đọc số trên biên độ đứng của máy ở các vị trí khác nhau của bàn độ ngang. Thực nghiệm sau đây được thực hiện với một số máy toàn đạc điện tử của phòng TĐCT viện KHCN Xây dựng.

Bảng: 5.1.2 Kết quả khảo sát góc nghiêng của trục đứng của máy TĐĐT
(Máy LEICA TC-1800 N^o422424 Thủy Sỹ)

Số đọc bàn độ ngang	Góc Z	Góc Z	Góc Z
0 ^o	90 ^o 00' 19	75 ^o 24' 22	50 ^o 43'49
60	90 ^o 00 '15	75 ^o 24'19	50 ^o 43'47
120	90 ^o 00 '12	75 ^o 24'16	50 ^o 43'44
180	90 ^o 00 '12	75 ^o 24'15	50 ^o 43'43
240	90 ^o 00 '14	75 ^o 24'18	50 ^o 43'44
300	90 ^o 00 '18	75 ^o 24' 21	50 ^o 43'48
360	90 ^o 00 '19	75 ^o 24'22	50 ^o 43'49

$$Z_{\max} - Z_{\min} = 7''$$

Bảng: 5.1.3 Kết quả khảo sát góc nghiêng của trục đứng của máy TĐĐT
(SET2C SOKKIA số 37631 Nhật)

Số đọc bàn độ ngang	Góc Z	Góc Z	Góc Z
0 ^o	91 ^o 00 ' 23	55 ^o 35' 45	70 ^o 32'55
60	91 ^o 00 ' 20	55 ^o 35'39	70 ^o 32'53
120	91 ^o 00 '31	55 ^o 35'46	70 ^o 32'54
180	91 ^o 00 ' 32	55 ^o 35'39	70 ^o 32'53
240	91 ^o 00 '27	55 ^o 35'47	70 ^o 32'42
300	91 ^o 00 ' 24	55 ^o 35' 43	70 ^o 32'41
360	91 ^o 00 ' 21	55 ^o 35'43	70 ^o 32'48

$$Z_{\max} - Z_{\min} = 14''$$

Khi trục đứng của máy bị nghiêng đi một góc δ thì trục quay của ống kính (trục ngang) bị nghiêng 1 góc là i

$$i = \delta \cos\alpha \quad (5.1.2)$$

α là góc phương vị của vectơ nghiêng của trục đứng

Sai số trong số đọc của bàn độ ngang do độ nghiêng của trục ngang được tính theo công thức:

$$\Delta_{\delta} = \delta \cos\alpha \operatorname{tg}V \quad (5.1.3)$$

Trong đó V là góc nghiêng của tia ngắm

Sai số Δ_δ không thể loại trừ bằng cách đọc số ở hai vị trí bàn độ

Sai số Δ_δ sẽ dẫn đến sai số dịch ngang của điểm chiếu lên mặt sàn

$$q = \Delta_\delta \frac{D}{\rho''} = \delta \cos \alpha \operatorname{tg} V \frac{D}{\rho''} \quad (5.1.4)$$

Bảng: 5.1.4 Sai số dịch ngang khi độ nghiêng trực đứng ($\delta = 30''$ và $\delta = 10''$)

Góc γ	$\delta = 30''$		$\delta = 10''$	
	Δ_δ	q (mm)	Δ_δ	q (mm)
5°	2.6	1.3	0.86	0.43
10°	5.3	2.6	1.77	0.86
15°	8.0	3.9	2.67	1.30
20°	10.9	5.3	3.63	1.77
25°	14.0	6.8	4.67	2.27
30°	17.3	8.4	5.77	2.80
35°	21.0	10.2	7.00	3.40
40°	25.2	12.2	8.40	4.07
45°	30.0	14.5	10.00	4.83
50°	35.8	17.3	11.93	5.77
55°	42.8	20.7	14.27	6.90
60°	52.0	25.2	17.33	8.40

Các số liệu trong bảng 5.1.4 trên đây được tính cho 2 trường hợp: trường hợp 1 máy kinh vĩ có góc nghiêng của trực đứng $\delta = 30''$ và trường hợp hai $\delta = 10''$, khoảng cách từ máy đến điểm chiếu cho cả 2 trường hợp là 100m.

Như vậy, nếu giới hạn sai số chiếu điểm là 5mm thì sai số theo mỗi hướng được pháp là $\frac{5}{\sqrt{2}} \approx 4\text{mm}$. Như vậy nếu sử dụng loại máy có góc nghiêng của trực đứng là $30''$ thì góc nghiêng của tia ngắm không lớn hơn 15° . Nếu sử dụng máy có góc nghiêng $< 10''$ thì góc nghiêng của tia ngắm có thể cho phép tới 45° trong trường hợp khoảng cách từ máy đến điểm chiếu = 100m.

Như vậy phương pháp ngắm nghiêng bằng máy kinh vĩ thường gặp sai số lớn khi số tầng nhiều lên do giá trị của góc đứng tăng lên. Ngoài ra phương pháp ngắm nghiêng có thể chuyển lên trên đường viền ngoài của sàn ngang hay mặt cột đường viền chỉ một điểm của đường trực. Không thể chuyển điểm thứ 2 vào bên trong công trình bằng phép ngắm trực tiếp vì bị các yếu tố khung sàn ngăn cản và tương tự. Các điểm của đường trực thiết kế ở trên sàn thường phải lấy theo các điểm chuyển lên đường viền sàn của các tầng. Điều

này giảm độ chính xác vốn đã thiếu, các điểm trục bố trí bên trong phải chịu sai số một lần nữa. Vì vậy phương pháp này chỉ áp dụng cho nhà nhà thấp tầng (nhỏ hơn 4 tầng). Ít áp dụng cho nhà cao tầng.

1.5 Đo đạc kiểm tra sau khi truyền toạ độ.

Sau khi đã đánh dấu các điểm trục chính trên mặt sàn tầng cần bố trí. Chúng ta phải đo đạc kiểm tra trước khi sử dụng các điểm này để bố trí các điểm trục chi tiết bên trong của mặt sàn. Công việc này bao gồm các công đoạn như sau:

- Kiểm tra các góc : Đặt máy tại các điểm trục đã đánh dấu dọi tâm cân bằng máy định hướng vào điểm trục đánh dấu thứ 2 kiểm tra các góc có đúng $90^{\circ}00'00''$ hay không. Sai lệch cho phép không vượt quá $\pm 20''$.
- Kiểm tra các cạnh có đúng với thiết kế hay không, quá trình này được thực hiện bằng thước thép , theo hướng ngắm của máy kinh vĩ. Sai lệch cho phép không vượt quá $\pm 7\text{mm}$.
- Trường hợp bị sai lệch quá phạm vi cho phép cần phải đo đạc tính toán bình sai đồng thời hoàn nguyên các điểm này về đúng vị trí thiết kế.

2 Truyền bằng máy toàn đạc điện tử

Đối với các công trình nhà cao tầng xây dựng trên mặt bằng tương đối rộng rãi, chiều cao công trình không vượt quá 10 tầng, có thể sử dụng máy toàn đạc điện tử để chuyển vị trí các điểm lưới cơ sở lên mặt sàn. Thực chất là chuyển toạ độ từ điểm đã đánh dấu ở mặt bằng gốc lên sàn thi công. Các máy điện tử được sử dụng để chuyển điểm lên cao phải có sai số đo cạnh $< \pm 5\text{mm}$, sai số đo góc $< \pm 5''$. Quá trình thực hiện được lần lượt mô tả ở dưới đây:

1. Gửi các điểm từ lưới khống chế cơ sở ra mặt bằng.

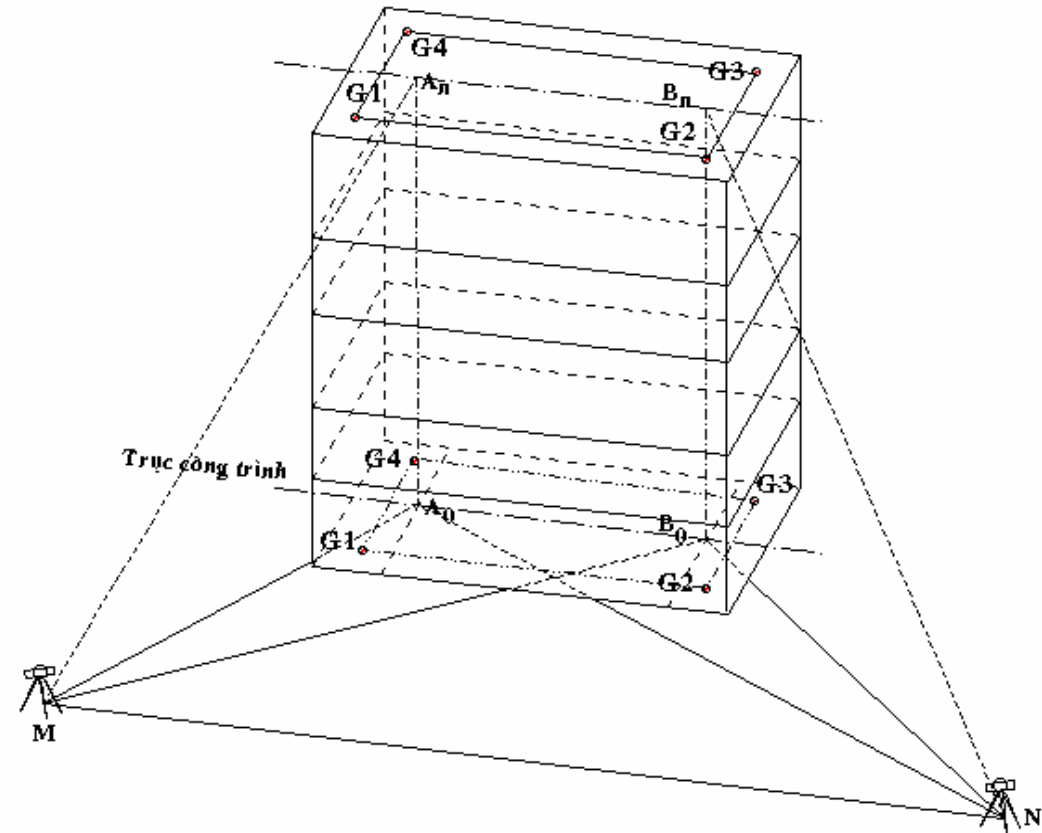
Để thực hiện phương pháp này cần đảm bảo điều kiện thông hướng giữa các điểm trên mặt đất và điểm trên các sàn của công trình, đồng thời phải đảm bảo góc ngóc ống kính không quá lớn ($< 45^{\circ}$). Khoảng cách từ máy đến điểm trên sàn của công trình được chọn phải nhỏ hơn 300 m và phải lớn hơn hoặc bằng chiều cao công trình. Có thể sử dụng nóc nhà mái bằng của các công trình thấp tầng lân cận để bố trí điểm gửi thay cho các điểm bố trí trên mặt đất. Tuy nhiên các điểm chọn cần lưu ý tới sự ổn định có thể bị thay đổi trong quá trình toà nhà được xây cao và ảnh hưởng do quá trình thi công. Các điểm này được chôn sâu và gia cố cẩn thận chắc chắn tâm mốc được cố định bằng dấu chữ thập hoặc lỗ khoan nhỏ trên tấm thép ở đầu bê tông, bên cạnh có ghi rõ tên mốc.

2. Quá trình truyền toạ độ từ các điểm gửi lên mặt bằng xây dựng.

Thực tế cho thấy rằng không thể sử dụng chương trình Set-out của một máy toàn đạc điện tử và gương sào để chuyển các điểm từ mặt bằng cơ sở lên các tầng vì lý do sau đây:

- Chương trình Set-out chỉ được thực hiện đo ngắm ở một vị trí bàn độ mặc dù khi tính toạ độ của các điểm Set-out máy có sử dụng giá trị 2C lưu trữ trong bộ nhớ của nó nhưng không loại trừ được biến động của 2C vốn rất nhạy cảm với điều kiện ngoại cảnh như nhiệt độ, áp suất, kể cả điện áp của nguồn.

- Gương sào lớn với bọt nước tròn có độ nhạy rất kém và không có thiết bị giữ cố định vì vậy độ chính xác rất kém.



Hình: 5.2.1 Truyền tọa độ lên mặt bằng xây dựng

Vì 2 lý do nêu trên nên chương trình Set-out của các máy toàn đạc điện tử chỉ cho phép bố trí với độ chính xác 10-15mm đủ để phục vụ việc xây thô không đủ độ chính xác để chuyển tọa độ các điểm khống chế từ mặt sàn cơ sở lên các tầng. Để thực hiện việc này bằng máy toàn đạc điện tử chúng tôi kiến nghị phương án đo như sau:

1. Đặt máy dưới đất dùng chương trình Set-out để bố trí sơ bộ các điểm G1, G2, G3, G4 trên mặt sàn mới đổ bê tông. đánh dấu sơ bộ các điểm này bằng đầu bút chì.

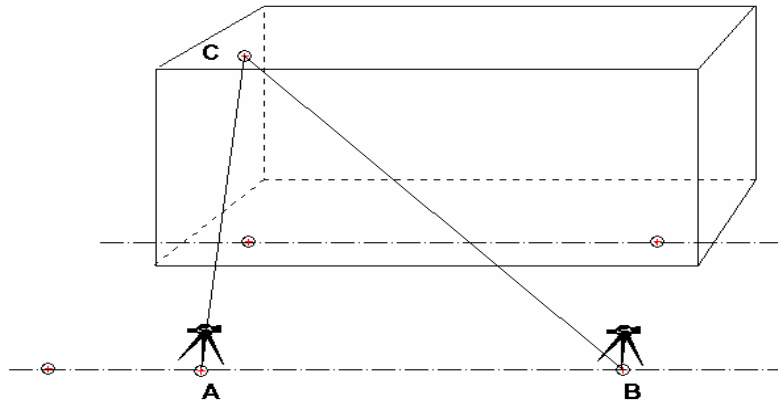
2. Đặt gương chòm có độ dọi tâm chính xác tại các điểm này và thực hiện chương trình giao hội thuận đo góc cạnh kết hợp bằng máy toàn đạc điện tử đặt tại các điểm khống chế trên mặt đất hoặc các điểm gửi.

3. Xác định tọa độ chính xác các điểm giao hội G1, G2, G3, G4 theo kết quả đo.

4. Hoàn nguyên các điểm giao hội về đúng tọa độ của các điểm G1, G2, G3, G4 ở mặt bằng cơ sở. Như vậy chúng ta đã đưa được các điểm G1, G2, G3, G4 từ mặt bằng cơ sở lên tầng trên.

5.2.3. Độ chính xác của phương pháp

Để khảo sát độ chính xác của phương pháp chuyển điểm này chúng tôi sử dụng phương pháp ước tính độ chính xác chặt chẽ cho trường hợp khoảng cách giữa 2 điểm khống chế trên mặt đất là 100m. Khoảng cách từ điểm G1 đến 2 điểm đặt máy là 70m đến 200m và được các kết quả ghi trong bảng sau:



Hình: 5.2.2 Truyền tọa độ lên mặt sàn xây dựng bằng máy toàn đạc điện tử

Bảng: 5.2.1 Kết quả đánh giá độ chính xác điểm C (Giao hội góc - cạnh)

Thứ tự	Sai số trung phương đo góc	Sai số trung phương đo cạnh	Sai số vị trí điểm (mm)		
			$m_{X(mm)}$	$m_{Y(mm)}$	$m_{P(mm)}$
1	15"	$\pm 3 + 3 \cdot 10^{-6} D$ (mm)	0.0026	0.0031	0.0040
2	20"	$\pm 3 + 3 \cdot 10^{-6} D$ (mm)	0.0027	0.0034	0.0043
3	25"	$\pm 3 + 3 \cdot 10^{-6} D$ (mm)	0.0027	0.0036	0.0045
4	30"	$\pm 3 + 3 \cdot 10^{-6} D$ (mm)	0.0027	0.0037	0.0046
5	60"	$\pm 3 + 3 \cdot 10^{-6} D$ (mm)	0.0028	0.0040	0.0048

Số liệu ước tính trên đây cho thấy sai số xác định điểm C có thể đạt được giá trị $< \pm 5$ mm ngay cả trong trường hợp sai số góc ngang khoảng 30" hoặc hơn một chút. Do có đo thêm 2 cạnh nên ảnh hưởng của sai số đo góc ngang đến độ chính xác xác định tọa độ điểm giao hội là không lớn lắm.

Các số liệu trên đây cho thấy hoàn toàn có thể sử dụng chương trình giao hội góc cạnh để truyền tọa độ từ mặt bằng cơ sở lên các tầng cao với độ chính xác $< \pm 5$ mm

4. Sử dụng máy toàn đạc điện tử và kính ngắm vuông góc để chuyên tọa độ.

Phương pháp truyền tọa độ bằng máy toàn đạc điện tử cần có không gian tương đối rộng, do đó nhiều khi không phù hợp với các nhà xây chen tại các thành phố. Mặt khác phương pháp này cũng chưa đạt được độ chính xác mong muốn vì phải thực hiện đo góc trong trường hợp góc đứng rất lớn, do vậy độ chính xác đo góc sẽ giảm đáng kể do ảnh hưởng của sai số trục ngang của máy không vuông góc với trục đứng của nó. Tuy nhiên khắc phục đặc điểm này người ta lắp thêm hệ thống kính vuông góc để chiếu. Máy được đặt tại các điểm lưới bên trong của mặt bằng cơ sở được lắp ráp như máy chiếu thông thường. Nhưng trình tự các bước thực hiện như sau:

Định tâm máy chính xác tại điểm đánh dấu trên mặt bằng cơ sở.

Xác lập tia ngắm thẳng đứng bằng cách đặt số đọc trên bàn độ đứng của máy toàn đạc điện tử $Z=0^{\circ}00'00''$.

Đặt số đọc trên vành độ ngang là $0^{\circ}00'00''$ và chiếu điểm thứ nhất.

Lần lượt xoay máy sao cho số đọc trên vành độ ngang là $90^{\circ}00'00''$; $180^{\circ}00'00''$; $270^{\circ}00'00''$ chiếu tương tự ta được các điểm thứ 2, thứ 3 và thứ 4. Các điểm này được đánh dấu trên kính tại các lỗ chờ của các tầng lắp ráp. Bốn điểm 1,2,3,4 sẽ tạo thành một hình vuông. Giao điểm của 2 đường chéo của hình vuông sẽ là điểm cuối cùng cần chiếu.

Trên mỗi tầng lắp ráp cần chiếu ít nhất 3 điểm tạo với nhau thành 2 trục vuông góc với nhau tại một điểm để có thể kiểm tra được kết quả chiếu.

Sau khi chiếu cần kiểm tra góc vuông và cạnh trước khi làm các công việc bố trí tiếp theo.

Sai số của phương pháp này:

$$m_{\text{Chiếu}} = \sqrt{m_{\text{d.tA}}^2 + m_{\text{C}}^2 + m_{\text{h.số}}^2 + m_{\text{ng.diểm}}^2 + m_{\text{d.dấu}}^2} \quad (5.2.1)$$

Với: $m_{\text{Chiếu}}$ - sai số chiếu điểm.

$m_{\text{d.tA}}$ - Sai số định tâm = (0.2 đến 0.5 mm).

m_{C} - Sai số cân máy chính là sai số đưa ống kính vào vị trí thẳng đứng ($Z=0^{\circ}00'00''$).

$$m_{\text{C}} = \frac{0,2 \cdot \tau'' \cdot H_m}{\rho''} \quad (5.2.2)$$

$m_{\text{h.số}}$ - Sai số hiện số phụ thuộc vào độ chính xác của máy = $\frac{t}{\rho''}$

$m_{\text{ng.diểm}}$ - Sai số ngắm điểm = $\frac{t}{V} \frac{H_m}{\rho''}$ (5.2.3)

$m_{\text{d.dấu}}$ - Sai số đánh dấu điểm trên tấm kính =(0.1 đến 0.2mm).

V - Độ phóng đại của máy

t, τ'' - Độ chính xác của máy và độ nhảy của ống thủy dài

H_m - Độ cao từ máy đến điểm chiếu

Kết quả sử dụng ống ngắm vuông góc và máy toàn đạc điện tử TC 600 của hãng LEICA để chiếu điểm từ mặt bằng cơ sở lên các tầng trên tại toà nhà 14 tầng thuộc trung tâm điều hành viễn thông di động phía nam và tại khu Đô thị mới Trung Hoà Nhân chính cho thấy thiết bị này có độ chính xác khá tốt so sánh kết quả chiếu điểm bằng kính ngắm vuông góc cùng máy toàn đạc điện tử và truyền tọa độ bằng công nghệ GPS chỉ sai khác nhau $\pm 4\text{mm}$.

3 Truyền bằng máy chiếu đứng loại ZL

Do điều kiện các nhà cao tầng được xây dựng trong các thành phố chủ yếu là xây chen, điều kiện thi công là chật hẹp. Mặt khác do quỹ đất có hạn vì vậy nhà cao tầng ngày càng phải xây cao hơn, nhiều tầng hơn, phục vụ nhiều mục đích sử dụng hơn. Do đó các phương pháp Trắc địa phục vụ thi công nhà cao tầng cụ thể là đưa các điểm lưới lên các tầng đòi hỏi độ chính xác cao hơn. Phương pháp chiếu trực bằng tia ngắm nghiêng của máy kinh vĩ, chuyển tọa độ lên cao theo phương pháp đo tọa độ của máy toàn đạc điện tử đều gặp khó khăn không thể áp dụng được. Giải pháp thông dụng và chắc chắn nhất là sử dụng các máy chiếu đứng để chuyển tâm tọa độ lên cao theo phương pháp thẳng đứng.

Hiện nay có hai loại máy chiếu đứng đang được sử dụng trong các công tác Trắc địa công trình: Đó là loại máy tạo ra đường thẳng đứng bằng tia laze và loại máy tạo ra đường

thẳng đứng bằng tia ngắm quang học. Trong hai loại máy này thì loại máy chiếu đứng bằng quang học có độ chính xác cao hơn và thường được áp dụng vào công việc chiếu chuyển các tâm toạ độ lên các tầng có độ cao lớn với độ chính xác cao. Quy trình chiếu và công nghệ chiếu cơ bản các loại máy đều được thực hiện như nhau trong phần này chúng ta sẽ tập trung giới thiệu công nghệ chiếu của máy chiếu loại ZL.

1. Đặt lỗ chiếu.

Công việc này được tiến hành ngay sau khi đơn vị thi công ghép ván khuôn trước khi đổ bê tông sàn. Quá trình thực hiện tuân tự theo các bước sau:

Đầu tiên kỹ thuật viên Trắc địa phải đánh dấu tương đối chính xác các vị trí lỗ hổng trên mặt sàn tầng thi công, để theo đó người ta sẽ cắt ván khuôn sàn và lắp đặt vào đó các hộp khuôn bằng gỗ có kích thước (20x20cm). Mục đích chừa các lỗ hổng dùng cho việc chiếu các điểm sau khi đổ bê tông.

Đặt máy chiếu đứng tại các điểm cơ sở cần chiếu trên mặt bằng cơ sở chiếu kiểm tra vị trí đặt lỗ chiếu. Đồng thời đánh dấu vị trí các điểm chiếu được lên trên lưới chiếu. Điểm này sẽ được dùng để định tâm máy kinh vĩ phục vụ cho việc bố trí sơ bộ các trục, đo khoảng cách thiết kế để định dạng mép trong của ván khuôn, đường biên của mặt sàn tầng và đường biên của các vị trí khác.

Do độ chính xác các kích thước phân bê tông có thể cho phép đến 1cm. Cho nên có thể dùng máy kinh vĩ hoặc máy toàn đạc điện tử có bộ phận định tâm quang học tốt. Để thay việc chiếu kiểm tra và đánh dấu sơ bộ bằng việc đặt máy ngay lên lỗ hổng của sàn cốt pha, định tâm trục tiếp xuống vị trí tâm điểm của lưới bố trí cơ sở đã được đánh dấu tại mặt bằng tầng liền trước đó, sau đó bố trí vị trí cốt pha và biên tầng theo các phương pháp thông thường. Việc chiếu điểm để truyền toạ độ các điểm một cách chính xác sẽ được thực hiện lại với quy trình và thao tác chặt chẽ sau khi đã hoàn thiện quá trình đổ bê tông mặt sàn.

2. Thực hiện chiếu điểm bằng máy chiếu ZL.

Các máy chiếu đứng nói trên đều làm việc theo nguyên tắc tự động với cơ cấu tự điều chỉnh để tạo ra đường thẳng đứng trong máy bằng cách dựa trên nguyên lý con lắc treo, phạm vi hoạt động theo cơ cấu tự điều chỉnh với máy chiếu ZL là $\pm 10'$. Đầu tiên người ta phải đặt máy tại các điểm cơ sở trên mặt bằng tầng gốc, để chiếu thông qua lưới chiếu toạ độ (Tấm Paletka) được đặt tại các lỗ hổng chừa ra tại các sàn tầng phía trên. Sau khi điều chỉnh cho máy vào đứng tâm mốc, cân bằng bọt nước. Ở vị trí số đọc 0° trên thị kính qua tia chiếu thẳng đứng ta đánh dấu được 1 điểm trên tấm Paletka, tương tự tại các vị trí 90° , 180° , 270° trên thị kính ta lần lượt đánh dấu tiếp được các điểm 2,3,4 thông qua đường ngắm thẳng đứng trên tấm Paletka. Nối các điểm đối xứng lại giao của chúng cho ta điểm cần chiếu. Đó chính là vị trí tương ứng của điểm lưới cơ sở tại mặt sàn của tầng thi công. Tuy nhiên trong quá trình chiếu điểm bằng máy chiếu đứng cần có các điểm lưu ý sau:

- Các máy chiếu đứng loại ZL việc chiếu thẳng đứng xuống tâm mốc ở phía dưới được thực hiện thông qua hệ thống lăng kính của bộ phận định tâm quang học được lắp ráp tách biệt với hệ thống lăng kính chiếu điểm trong máy. Điều này dẫn đến sự trùng hợp giữa 2 tia chiếu thiên đỉnh và thiên đế là khó hoàn toàn đảm bảo được do có các sai số lắp ráp chế tạo. Do vậy khi chiếu trong trường hợp cần chiếu điểm với độ chính xác cao, tại

mỗi điểm chiếu ta cần thực hiện chiếu ở 3 vị trí để máy sau khi lần lượt quay để máy đi 120°

- Các máy chiếu đứng tự động tạo ra tia ngấm đứng bằng cơ cấu điều hoà làm việc theo nguyên lý con lắc treo, trong đó bộ phận cơ bản là lăng kính tam giác được treo trên sợi kim loại mảnh. Với máy chiếu đã qua sử dụng, vận chuyển, sự vận xoắn và biến dạng của các sợi dây kim loại có thể làm cho độ chính xác chiếu điểm không còn đúng với lý lịch máy. Thêm vào đó chiều cao tăng lên thì hình ảnh của lưới chiếu cũng kém rõ ràng hơn. Vì vậy không nên chiếu xuyên suốt từ mặt bàn gốc lên. Mà nên chia đoạn từ 8 đến 10 tầng để chiếu, tuần tự chiếu để chuyển trục công trình lên cao.

- Sau khi chiếu cần kiểm tra các điểm trước khi bố trí chi tiết các trục của công trình. Do đặc điểm trong thi công xây dựng dễ bị vật liệu che lấp do đó mọi công việc chiếu và bố trí trục chi tiết phải làm khẩn trương. Để có cơ sở làm căn cứ cho các đơn vị thi công và đỡ bị che lấp.

3. Đánh dấu các điểm sau khi chiếu.

Trong quá trình chiếu ở mỗi lần quay để máy đi 120° sau 4 vị trí chiếu người ta xác định được 1 điểm trên tấm Paletka được xác định bằng giao của 2 đường nối qua 2 vị trí đối xứng của 4 điểm chiếu trên. Như vậy qua 3 lần quay để máy ta xác định được 3 điểm và cuối cùng điểm chiếu cần xác định sẽ là trọng tâm của tam giác đi qua 3 điểm này. Điểm cuối cùng được xác định này sau khi kiểm tra lại cần phải đánh dấu bảo quản cho suốt qua trình bố trí chi tiết tại sàn thi công và phục vụ việc chiếu tiếp theo. Do tấm lưới chiếu sẽ được tháo ra sau khi quá trình chiếu kết thúc vì vậy các điểm chiếu được xác định cuối cùng này phải được gửi lên mặt sàn bê tông bằng 4 điểm cách tâm chiếu 20 đến 30 cm bằng cách căng 2 sợi chỉ sao cho giao của 2 sợi chỉ này trùng với điểm chiếu. Khoan đánh dấu 4 điểm này lên sàn bằng các đinh có dấu chữ thập ở tâm, dùng sơn đỏ khoanh tròn và ghi chú bên cạnh để tiện tìm kiếm sử dụng. khi cần khôi phục lại điểm chiếu để sử dụng ta chỉ việc căng lại 2 sợi chỉ theo từng cặp qua 4 vị trí đánh dấu này.

4. Độ chính xác của phương pháp.

Sai số của phương pháp này :

$$m_{\text{Chiếu}} = \sqrt{m_{\text{d.tA}}^2 + m_{\text{C}}^2 + m_{\text{doc.số}}^2 + m_{\text{ng.diểm}}^2 + m_{\text{d.dấu}}^2 + m_{\text{ngcảnh}}^2} \quad (5.3.1)$$

Với: $m_{\text{Chiếu}}$ - sai số chiếu điểm.

$m_{\text{d.tA}}$ - Sai số định tâm = (0.2 đến 0.5 mm).

m_{C} - Sai số cân máy thẳng đứng; $m_{\text{C}} = \frac{0,2 \cdot \tau'' \cdot H_m}{\rho''}$

$m_{\text{ng.diểm}}$ - Sai số ngấm điểm = $\frac{t}{V} \frac{H_m}{\rho''}$

$m_{\text{d.dấu}}$ - Sai số đánh dấu điểm trên tấm kính = (0.1 đến 0.2mm).

$m_{\text{doc.Số}}$ - Sai số đọc số xác định bằng thực nghiệm

$m_{\text{ng.cảnh}}$ sai số do ngoại cảnh như ảnh hưởng chiết qua, dao động hình ảnh, độ sáng không tốt...

Theo kết quả khảo sát của Tiến Sỹ Nguyễn Quang Tác trường Đại học Kiến Trúc thì sai số đọc số phụ thuộc vào chiều cao cần chiếu:

$$m_{\text{d.số}} = (0.05 + 0.0061H_m) \quad (5.3.2)$$

Sai số do ảnh hưởng ngoại cảnh

$$m_{\text{ng.cảnh}} = \sqrt{(0.0141H_m)^2 - (m_C^2 + m_{\text{ng.diểm}}^2 + m_{\text{d.số}}^2)} \quad (5.3.3)$$

V - Độ phóng đại của máy

t, τ" - Độ chính xác của máy và độ nhạy của ống thủy dài

H_m- Độ cao từ máy đến điểm chiếu

Sai số cho phép : $m_{C,\text{phép}} = \pm 3 \cdot \sqrt{n}$ (mm) với n là số tầng

≡ 4. Truyền bằng công nghệ GPS

1. Giới thiệu chung.

Khi xây dựng các nhà cao tầng số tầng càng cao lên thì công nghệ chuyển các điểm khống chế cơ sở bên trong lên các mặt sàn tầng xây dựng bằng cách sử dụng máy kinh vĩ và máy toàn đạc điện tử không còn phù hợp nữa. Công nghệ chiếu bằng máy chiếu đứng có độ chính xác cao nhưng nhược điểm phải để lại các lỗ hổng thủng trên sàn theo phương thẳng đứng, ảnh hưởng đến kết cấu xây dựng. Hơn nữa khi chiếu cần phải có nhiều người trông coi vị trí lỗ thủng, để phòng các vật rơi xuống gây tai nạn cho người và máy chiếu. Số tầng càng cao thì phải phân thành nhiều đoạn chiếu như vậy mất khá nhiều thời gian và phức tạp về thao tác cho người vận hành.

Năm 1990 công nghệ GPS chính thức gia nhập vào nước ta bằng việc khởi đầu là ba máy GPS một tần số 4000 của liên hiệp khoa học trắc địa bản đồ thuộc Cục đo đạc bản đồ nhà nước, nay là Viện Công Nghệ Địa Chính thuộc Bộ Tài Nguyên Môi Trường. Cho đến nay công nghệ GPS được ứng dụng rộng rãi trong mọi lĩnh vực Trắc địa với các máy móc và phương tiện xử lý vô cùng hiện đại và thường xuyên được cập nhật các công nghệ và thiết bị mới. Từ công nghệ máy 1 tần số, máy 2 tần số, các hệ thống DGPS có tính năng đo động và cải chính thời gian thực RTK phục vụ cho việc đo vẽ chi tiết bản đồ một cách nhanh chóng chỉ cần 1 vài giây đã xác định được một điểm mà không cần điều kiện thông hướng. Thiết bị GPS mới nhất là thiết bị có thể thu nhận tín hiệu của cả hai hệ thống định vị toàn cầu GPS (Global Position System) của Mỹ và GLONASS (Global Navigation System) của Nga, số lượng vệ tinh thu được trong cùng thời điểm nhiều hơn, Số kênh thu của máy cũng nhiều hơn độ chính xác cũng cao hơn. Ví dụ các loại máy HIPER của hãng Topcon có số kênh thu là 50 kênh và ngay ở chế độ đo động, đo chi tiết chỉ trong 1 vài giây có cải chính thời gian thực RTK đã đạt được độ chính xác 10mm + 1ppm. Còn chế độ đo đường dây tần số kép độ chính xác lên đến 3mm + 0.5ppm.

Tuy nhiên qua quá trình đo đạc và thử nghiệm chỉ bằng công nghệ GPS ra đời trước năm 1998 với các cạnh ngắn dưới 1km thời gian đo không dài chỉ bằng GPS 1 tần số, kết quả sau xử lý là ổn định và có độ chính xác cao. Ngay trong trường hợp chỉ sử dụng lịch vệ tinh quảng bá chưa cải chính thời gian thực (RTK) chiều dài cạnh cũng chỉ sai số ± 5mm.

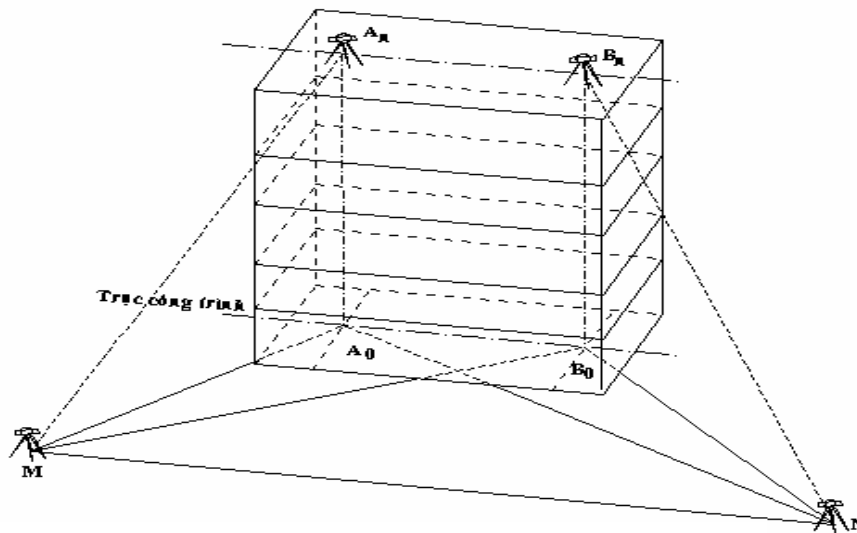
Công nghệ GPS giữa các điểm đo không cần thông hướng với nhau, thuận tiện cho việc đo đạc, phục vụ thi công nhà cao tầng. Do điều kiện đo đạc chật hẹp và bị che khuất tầm nhìn bởi chiều cao của chính tòa nhà đang xây và các công trình lân cận.

Công nghệ GPS với việc đo cạnh ngắn với việc liên kết trong một mạng lưới chặt chẽ, cùng với các công nghệ GPS mới nhất tiên tiến hiện nay chắc chắn sẽ đảm bảo được độ chính xác tương hỗ cao hơn ± 5mm thỏa mãn được một số yêu cầu độ chính xác trong Trắc địa công trình, như xây dựng lưới Trắc địa công trình, chuyển trục lên cao ...

2. Xác định các điểm trên mặt sàn xây dựng bằng công nghệ GPS.

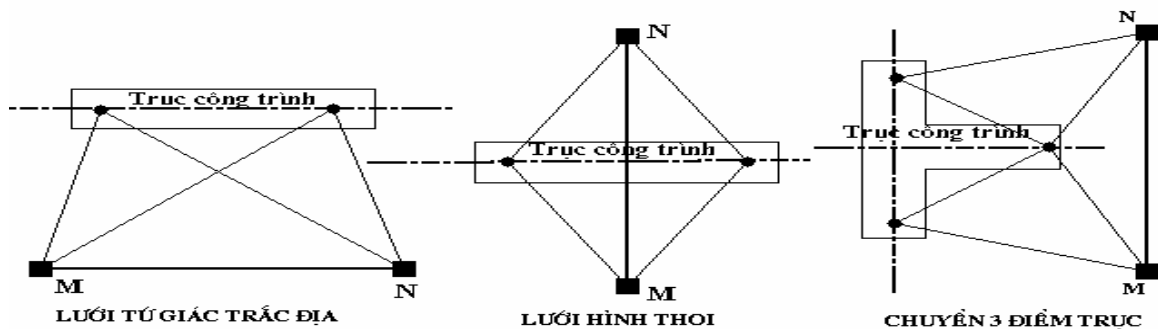
2.1 Chọn và đánh dấu điểm trên mặt sàn thi công

Khi chuyển trục lên cao cần lập lưới GPS cạnh ngắn với chiều dài <500m. Mạng lưới gồm 2 đến 3 điểm cố định và từ 2 đến 3 điểm thuộc trục công trình. Các điểm cố định nằm trên mặt đất thường là các điểm lưới khống chế bên ngoài và được định tâm bắt buộc. Các điểm trục được đánh dấu bằng cách sử dụng máy kinh vĩ hoặc máy chiếu lên biên của tầng cần đo GPS. Sau đó dùng phương pháp căng dây hoặc bạt mực để xác định hướng của trục cần đặt máy GPS. Tiếp theo là dùng thước thép để xác định vị trí đặt máy thu GPS vị trí này sẽ được xác định gần với vị trí điểm lưới bố trí bên trong cần chuyển lên mặt bằng thi công theo hướng thẳng đứng. Đánh dấu vị trí này lại bằng cách khoan và đóng đinh (có khắc chữ thập ở giữa) trực tiếp xuống sàn bê tông. Dùng sơn đỏ khoanh tròn quanh vị trí đánh dấu để dễ tìm kiếm khi tiến hành đo GPS.

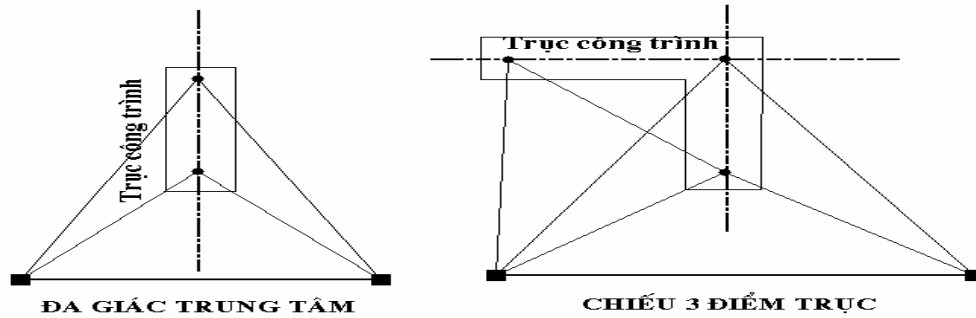


Hình: 5.4.1 Xác định điểm trên mặt sàn bằng công nghệ GPS

Các điểm được chọn tùy theo vị trí điểm cố định mà có thể chọn một trong các dạng đồ hình sau:



Hình: 5.4.2a Các dạng đồ hình đo bằng công nghệ GPS



Hình: 5.4.2b Các dạng đồ hình đo bằng công nghệ GPS

Các điểm này cũng có thể được chọn bằng cách chuyển các điểm lưới bên trong công trình về hệ toạ độ GPS sau đó nạp vào máy sử dụng chế độ Navigation (dẫn đường) để xác định vị trí đặt máy trên mặt sàn thi công.

2.2 Xác định vị trí các điểm trên mặt sàn thi công bằng công nghệ GPS.

a. Chọn thời điểm đo

Máy đo GPS sau khi đã được kiểm nghiệm được đo khoảng 60 phút sau đó được trút số liệu về lịch vệ tinh mới nhất xuống máy tính xử dụng chúng để lập kế hoạch và thời điểm đo bằng chương trình PPlan/Quick Plan.

Thời gian đo có thể chọn 30 phút 25 phút hoặc nhỏ hơn tùy thuộc vào độ chính xác của máy và đồ hình của vệ tinh tại thời điểm đo. Thời điểm đo phụ thuộc vào tiến độ và kế hoạch thi công của công trình, theo tiến độ và kế hoạch thi công ta có được thời gian cần chuyển các điểm khống chế lên mặt sàn thi công. Bằng chương trình PPlan/Quick Plan lập lịch đo cho 24 giờ trong ngày dự định đo với mỗi ca đo 30 phút. Sau đó chọn thời điểm đo theo các tiêu chí:

Đồ hình vệ tinh phân bố đều cân xứng dưới dạng các đa giác đều.

Số vệ tinh tại thời điểm đo là nhiều nhất tốt nhất là lớn hơn 6 vệ tinh.

Các vệ tinh phải có góc mọc lớn hơn 15° để loại trừ sai số do khúc xạ,

Các chuẩn hạng PDOP (sai số vị trí điểm) phải nhỏ hơn 4 , $RATIO > 3$.

Nên chọn nhiều hơn 4 thời điểm đo trong ngày để có cơ sở lựa chọn.

Đối chiếu hiện trường công trình tùy thuộc khả năng che chắn của các địa vật ở góc cao bao nhiêu, Các tác nhân có thể gây nhiễu như các trạm phát sóng, các đường dây cao thế để chọn ra thời điểm đo tốt nhất, phù hợp với hoàn cảnh do tác động của môi trường xung quanh. Trường hợp công trình không bị che chắn và không bị ảnh hưởng của các tác nhân gây nhiễu có thể chọn thời điểm đo phù hợp với thời gian tiến độ yêu cầu của đơn vị thi công.

b. Tiến hành đo

Nên sử dụng ít nhất là 3 máy Tốt nhất là sử dụng từ 4 máy trở lên để mỗi ca đo ta thể xác định được 1 trục. Đặt 2 máy tại 2 điểm cố định trên mặt đất, tốt nhất là chúng ta định tâm bắt buộc với 2 máy này. Hai máy còn lại đặt tại 2 điểm trực đã được đánh dấu trên sàn mặt thi công . Sau khi định tâm chính xác cân bằng máy đo chiều cao ăng ten, nhiệt độ và áp suất tại thời điểm đo . Các số liệu này được nạp ngay vào máy đồng thời phải ghi chép

lại để phục vụ quá trình xử lý sau khi đo. Đến thời điểm đã chọn trong quá trình lập lịch tất cả các máy đều bật chế độ ghi số liệu. Đến giữa ca đo cần đo lại nhiệt độ áp suất đồng thời ghi chép vào sổ để phục vụ cho quá trình xử lý sau khi đo.

c. *Xử lý sau khi đo. Sau khi đo xong cần phải làm các công việc sau:*

- Trút số liệu xuống máy tính.
- Tính cạnh (Baseline) bao gồm các việc vào lại độ cao ang ten và nhiệt độ áp suất. Có thể xử lý tự động hoặc bán tự động để can thiệp cắt bỏ vệ tinh có tín hiệu kém, cắt bỏ bớt thời gian hoặc tăng góc ngưỡng.
- Kiểm tra chất lượng cạnh và lưới thông qua chỉ tiêu RDOP và RMS, Ratio >3.

Trong trường hợp các chỉ tiêu không đạt thì phải tính lại hoặc đo lại. Các lời giải sau xử lý cạnh (Baseline) chỉ lấy nghiệm có lời giải FIX. Còn các máy có kết hợp giữa GPS và GLONASS thì có thể chọn lời giải tối ưu nhất.

- Bình sai lưới GPS đồng thời tính chuyển tọa độ GPS về hệ tọa độ của công trình hiện tại.

- In ấn kết quả sau tính toán xử lý.

2.3 Chuyển các điểm của lưới bố trí bên trong lên mặt sàn xây dựng.

Sau khi đã đưa được 2 điểm lên mặt sàn xây dựng bằng công nghệ GPS. Từ 2 điểm này chúng ta phải tiến hành chuyển các điểm của lưới bố trí bên trong công trình lên mặt sàn xây dựng. Quá trình thực hiện trải qua các bước như sau:

a. *Hoàn nguyên vị trí điểm trực thực chất là dựa vào điểm GPS đo được trên sàn*

Để xác định chính xác vị trí điểm trực và đánh dấu nó trên mặt bằng sàn thi công. Công việc này gần giống như trong hoàn nguyên các điểm trong lưới ô vuông xây dựng.

Gọi X_{GPS}, Y_{GPS} là tọa độ đo bằng GPS, X_T, Y_T là tọa độ các điểm trực của công trình đã được thiết kế và đã được xây dựng tại mặt bằng tầng cơ sở gần với điểm X_{GPS}, Y_{GPS} theo phương thẳng đứng. Từ giá trị này ta có độ lệch về tọa độ, về phương vị và về khoảng cách như sau:

$$\begin{aligned} \Delta X &= X_T - X_{GPS} \\ \Delta Y &= Y_T - Y_{GPS} \end{aligned} \quad ; \quad \alpha_{hng} = \arctg \frac{\Delta Y}{\Delta X} \quad ; \quad d_{hng} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \quad (5.4.1)$$

α_{hng} là góc phương vị hoàn nguyên, d_{hng} là khoảng cách hoàn nguyên.

Thực hiện hoàn nguyên với khoảng cách d_{hng} lớn hơn 0.3m có thể dùng máy kinh vĩ và thước thép. Bằng cách đặt máy kinh vĩ tại 1 điểm GPS cần hoàn nguyên, dọi tâm cân bằng máy ngắm về điểm GPS thứ 2 lấy hướng ban đầu là $0^{\circ}00'00''$ tính góc hoàn nguyên (β)

$\beta = \alpha_{hng} - \alpha_o$ (với α_o là phương vị từ điểm GPS cần hoàn nguyên tới điểm định hướng)

Mở một góc bằng β theo chiều thuận kim đồng hồ nếu $\beta > 0$ và ngược lại nếu $\beta < 0$. Trên hướng này dùng thước thép đo một đoạn bằng d_{hng} ta xác định được điểm trực cần chuyển. kiểm tra bằng cách hoàn nguyên lại lần thứ hai. Đánh dấu cẩn thận và cố định điểm vừa hoàn nguyên xuống sàn bê tông.

Trường hợp khoảng cách $d_{hng} < 0.3m$ có thể hoàn nguyên bằng đo độ và thước thẳng.

2.4 Độ chính xác của phương pháp.

$$\text{Sai số của phương pháp này : } m_{\text{TH}} = \sqrt{m_{\text{hng}}^2 + m_{\text{bố trí}}^2 + m_{\text{GPS}}^2} \quad (5.4.2)$$

Với: m_{TH} - sai số của điểm sau khi được chuyển lên mặt sàn thi công
 m_{hng} - Sai số do hoàn nguyên các điểm GPS về vị trí thực

$$m_{\text{hng}} = \sqrt{m_{d_{\text{hng}}}^2 + \frac{m_{\alpha_{\text{hng}}}^2}{\rho''^2} d_{\text{hng}}^2} \quad (5.4.3)$$

$m_{\text{bố trí}}$ Là sai số do quá trình bố trí bằng máy kinh vĩ và thước thép

$$m_{\text{Bố trí}} = \sqrt{m_d^2 + \frac{m_{\beta}^2}{\rho''^2} d^2} \quad (5.4.4)$$

m_{GPS} - Sai số chuyển các điểm lên sàn thi công bằng máy GPS

$m_{d_{\text{hng}}}$ - Sai số đo khoảng cách khi hoàn nguyên

m_d - Sai số đo khoảng cách khi chuyển các điểm khống chế bên trong còn lại lên mặt sàn thi công

$m_{\alpha_{\text{hng}}}$ Sai số đo góc khi hoàn nguyên

m_{β} Sai số đo góc khi chuyển các điểm khống chế bên trong còn lại lên mặt sàn thi công

ρ'' - Hệ số quy đổi sang đơn vị radian = 206265

$$m_{\text{C.phép}} = \pm 3 \cdot \sqrt{n} \quad (\text{mm}) \quad \text{với } n \text{ là số tầng} \quad (5.4.5)$$

5 Truyền độ cao từ mặt bằng cơ sở lên các tầng

1. Hệ độ cao sử dụng cho xây dựng nhà cao tầng.

Trong xây dựng nhà cao tầng người ta thống nhất sử dụng hệ độ cao quốc gia nhưng để tiện cho việc thi công người ta quy định mặt sàn tầng 1 có độ cao là 0,0m (cốt ±0,0m) độ cao của tất cả các điểm khác trong toà nhà đều tính theo cốt ±0,0 tức là độ cao tương đối so với mặt sàn tầng một.

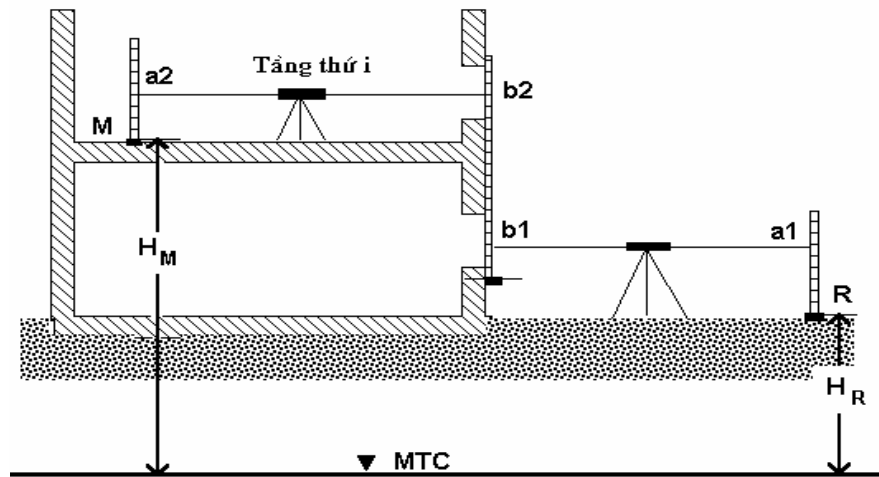
Việc chọn cốt ±0,0 cho một toà nhà cao tầng do cơ quan thiết kế làm tùy thuộc vào quy hoạch cấp thoát nước ở khu vực xây dựng. Giá trị tương đương với độ cao trong hệ thống độ cao quốc gia của cốt ±0,0 được ghi trong hồ sơ thiết kế của công trình.

Trước khi tiến hành khởi công xây dựng công trình bộ phận trắc địa của công trường phải thực hiện nhiệm vụ dẫn độ cao quốc gia của các mốc nhà nước (thấp nhất là hạng III hoặc hạng IV). Việc dẫn độ cao phải được thực hiện ít nhất từ 2 mốc riêng biệt để có điều kiện kiểm tra, trường hợp chỉ có 1 mốc độ cao ở khu vực thì phải tiến hành đo đi đo về. Độ cao được dẫn với độ chính xác tương đương với thủy chuẩn hạng IV vào tất cả các điểm của lưới khống chế mặt bằng đã được xây dựng. Cốt ±0,0 được đánh dấu bằng sơn đỏ lên các địa vật kiên cố trên mặt bằng để các đơn vị thi công tiện sử dụng. Ngay sau khi đổ bê tông các cột chịu lực chính của tầng 1 cần phải đánh dấu cốt ±0,0 lên các cột này.

2. Truyền độ cao lên mặt bằng đang xây dựng (bằng 2 điểm riêng biệt).

Để truyền độ cao lên các tầng thi công người ta có thể dùng 2 cách: Dùng máy thủy bình và mia theo đường cầu thang hoặc có thể truyền độ cao lên tầng bằng thủy chuẩn hình học kết hợp với thước thép treo thẳng đứng. Trong xây dựng nhà cao tầng hiện nay,

biện pháp thông dụng nhất và chắc chắn nhất là thủy chuẩn hình học kết hợp với thước thép treo thẳng đứng. Sơ đồ chuyên độ cao lên tầng được thể hiện trên hình vẽ dưới đây:



Hình: 5.5.1 Truyền độ cao lên mặt sàn xây

Theo sơ đồ này cần sử dụng 2 máy thủy bình đặt tại mặt bằng gốc (hoặc mức sàn nào đó) và đặt tại sàn tầng thứ i cần phải chuyển độ cao lên. Thước thép được treo thẳng đứng và kéo căng, Đồng thời để hạn chế sự rung động của thước thép do tác động của gió, có thể chọn vị trí khuất gió phía trong của công trình để thả thước thép treo. Các vị trí đó có thể buồng thang máy, giếng gió, khe cầu thang bộ... Trong điều kiện nếu ánh sáng toà nhà không đủ có thể chiếu sáng mia bằng thước thép và bằng đèn pin. Máy thủy bình tại mặt sàn gốc đọc số trên mia dựng tại điểm mốc độ cao R là a_1 và trên thước thép treo là b_1 . Máy thủy bình còn lại đọc số trên thước thép treo là b_2 và trên mia dựng tại điểm cần chuyển độ cao (M) trên tầng thứ i là a_2 . Vậy độ cao (H_M) của tầng thứ i sẽ được xác định theo công thức:

$$H_M = H_R + a_1 + (b_1 + b_2) - a_2 \quad (5.5.1)$$

Tương tự như trên cần chuyển thêm một điểm độ cao độ cao nữa lên tầng thì công thức thứ i. Để tạo điều kiện kiểm tra và nâng cao độ chính xác cũng như thuận lợi cho việc chuyển độ cao lên tầng tiếp theo.

Trong quá trình đo cần đặt máy thủy bình tại giữa mia và thước thép để loại trừ sai số do trục ngắm không song với trục của ống thủy dài.

Sai số cho phép việc truyền độ cao lên các tầng phụ thuộc vào chiều cao của tầng cần chuyển độ cao. Theo kinh nghiệm của Nhật bản sai số cho phép việc truyền độ cao quy định như sau:

Bảng: 5.5.1 Quy định của N về sai số truyền độ cao cho phép lên các tầng.

Độ cao công trình	$H < 8 \text{ m}$	$8 \text{ m} < H < 15 \text{ m}$	$H > 15 \text{ m}$
Sai số cho phép	$\pm 5 \text{ mm}$	$\pm 10 \text{ mm}$	$\pm 15 \text{ mm}$

3. Đo kiểm tra độ cao giữa 2 điểm.

Việc đo kiểm tra độ cao giữa 2 điểm đã được truyền lên mặt sàn thì công thức i, được tiến hành bằng một mốc độ cao thứ 2 khác tại mặt sàn gốc (hoặc mức sàn nào đó), đồng thời thay đổi chiều cao máy hoặc vị trí của thước thép treo. Cũng lần lượt lại chuyển độ cao theo phương pháp thủy chuẩn hình học kết hợp với thước thép treo thẳng đứng. Để tạo

các dạng đường đo mốc khép mốc thuận lợi cho việc kiểm tra tính toán bình sai nâng cao độ chính xác.