

GIẢI PHÁP NÂNG CAO ĐỘ CHÍNH XÁC CHUYỂN TRỤC CÔNG TRÌNH LÊN CÁC SÀN XÂY DỰNG TRONG THI CÔNG NHÀ SIÊU CAO TẦNG

NGUYỄN QUANG THẮNG, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Tóm tắt: Chuyển trục lên các sàn xây dựng là công việc có ý nghĩa quan trọng trong toàn bộ công tác trắc địa khi xây dựng nhà cao tầng và siêu cao tầng. Trong bài báo đã nghiên cứu các giải pháp sử dụng kết hợp trị đo bằng công nghệ GPS và máy toàn đạc điện tử, được đưa vào các số hiệu chỉnh cần thiết và xử lý theo thuật toán phù hợp để chính xác hóa hình chiếu lưới không chế cơ sở lên tầng đầu tiên của mỗi đoạn chiếu trong phương pháp chiếu phân đoạn bằng máy chiếu đứng quang học, nhằm nâng cao độ chính xác chiếu trục trong xây dựng nhà siêu cao tầng.

1. Đặt vấn đề

Theo [2], các ngôi nhà cao tầng có số tầng ≥ 45 được gọi là nhà siêu cao tầng. Trong xây dựng nhà siêu cao tầng, việc chuyển trục lên các sàn xây dựng có ý nghĩa rất quan trọng, ảnh hưởng lớn tới chất lượng toàn bộ công tác trắc địa.

Độ chính xác yêu cầu chuyển trục công trình [1] được nêu ở bảng 1.

Bảng 1

Sai số	Chiều cao của mặt bằng thi công xây dựng (m)			
	< 15	$15 \div 60$	$60 \div 100$	$100 \div 120$
Sai số trung phương chuyển các điểm, các trục theo phương thẳng đứng (mm)	2	2.5	3	4

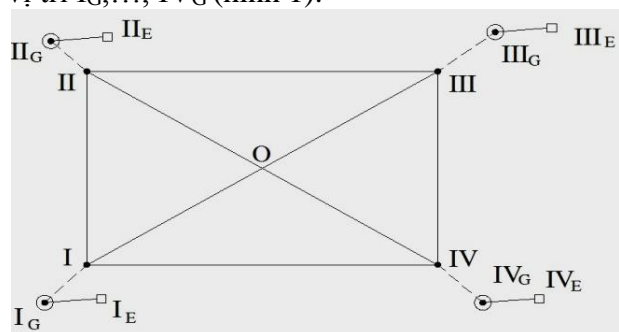
Hiện nay đối với nhà siêu cao tầng, để chuyển trục công trình lên sàn xây dựng thường sử dụng phương pháp chiếu đứng quang học theo cách chiếu phân đoạn (mỗi phân đoạn khoảng 10 tầng). Để nâng cao độ chính xác chiếu trục, lưới trục (hình chiếu theo phương thẳng đứng của lưới không chế cơ sở trên mặt bằng móng) trên mặt sàn đầu tiên của mỗi phân đoạn cần được chính xác hóa, làm cơ sở cho việc chiếu tiếp theo. Việc chính xác hóa lưới trục này nên thực hiện bằng cách kết hợp máy chiếu đứng quang học, công nghệ GPS và máy toàn đạc điện tử độ chính xác cao.

Giải pháp và quy trình cụ thể của công tác này sẽ được trình bày ở các nội dung tiếp theo.

2. Nghiên cứu giải pháp nâng cao độ chính xác chuyển trục công trình lên các sàn xây dựng trong thi công nhà siêu cao tầng

2.1. Phân tích ảnh hưởng độ không song song của các đường dây dọi và độ lệch dây dọi đến độ chính xác chuyển trục công trình lên các sàn xây dựng

Trong xây dựng nhà cao tầng, một trong những yêu cầu cơ bản là phải đảm bảo tính thẳng đứng của ngôi nhà. Chúng ta hiểu phương thẳng đứng ở đây là phương đường dây dọi. Tuy nhiên đường dây dọi đi qua các điểm của lưới không chế cơ sở trên mặt bằng móng I, II, III, IV không song song với nhau do chúng vuông góc với mặt thủy chuẩn đi qua những điểm này. Trong phạm vi nhỏ của ngôi nhà có thể coi mặt thủy chuẩn đó là phần mặt cầu đi qua 4 điểm. Trên mặt sàn tầng ở đầu đoạn chiếu, các điểm I,..., IV sẽ dịch chuyển đến các vị trí I_G, \dots, IV_G (hình 1).



Hình 1. Ảnh hưởng độ không song song của đường dây dọi và độ lệch dây dọi đến kết quả chiếu trục công trình nhà siêu cao tầng

- - Điểm khống chế cơ sở trên mặt bằng móng;
- ⊙ - Hình chiếu điểm khống chế cơ sở theo phương dây dọi trên mặt sàn thi công;
- - Hình chiếu điểm khống chế cơ sở theo phương pháp tuyến trên mặt sàn thi công.

Chênh lệch khoảng cách giữa các điểm khống chế cơ sở trên mặt bằng móng và trên mặt sàn xây dựng có chiều cao ΔH được tính theo công thức [2]:

$$\Delta S_h = -\frac{S \cdot \Delta H}{R_m} \quad (1)$$

trong đó: S - Khoảng cách giữa các điểm đang xét; $\Delta H = H_m - H_0$ - Chiều cao mặt sàn xây dựng so với mặt bằng móng; R_m - Bán kính trung bình của Elipxôid ($R_m = 6370\text{km}$).

Chênh lệch chiều dài ΔS_h (mm) ở những khoảng cách S (m) và chiều cao chiếu ΔH (m) khác nhau tính theo công thức (1) được nêu ở bảng 2.

Mặt khác khi thành lập lưới khống chế cơ sở trên mặt bằng móng, nếu sử dụng hệ tọa độ địa diện có các trục song song với trục tương ứng của công trình, trục oz trùng với pháp tuyến của Elipxôid thì phần bề mặt Elipxôid trên công trình sẽ nghiêng với mặt mặt thủy chuẩn đi qua các điểm khống chế cơ sở trên mặt bằng móng một góc bằng giá trị độ lệch dây dọi.

Trên phạm vi nhỏ của công trình có thể coi vector ảnh hưởng của độ lệch dây dọi tại các điểm I, II, III, IV là như nhau cả về độ lớn và hướng (các đoạn $I_G-I_E, \dots, IV_G-IV_E$ - hình 1). Chênh lệch khoảng cách giữa đường dây dọi và pháp tuyến với Elipxôid ở những chiều cao khác nhau có thể tính theo công thức:

$$\Delta S_v = \frac{v}{\rho} \cdot \Delta H \quad (2)$$

Chênh lệch ΔS_v (mm) ở những chiều cao chiếu ΔH (m) và độ lệch dây dọi v (") khác nhau được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 2

ΔH S	50	75	100	150	200	300	400
25	0.20	0.29	0.39	0.59	0.78	1.18	1.57
50	0.39	0.59	0.78	1.18	1.57	2.35	3.14
75	0.59	0.88	1.18	1.77	2.35	3.53	4.71
100	0.78	1.18	1.57	2.35	3.14	4.71	6.28

Bảng 3

ΔH v	50	75	100	150	200	300	400
2	0.48	0.73	0.97	1.45	1.94	2.91	3.88
4	0.97	1.45	1.94	2.91	3.88	5.82	7.76
7	1.70	2.55	3.39	5.09	6.79	10.18	13.57
10	2.42	3.64	4.85	7.27	9.70	14.54	19.39
12	2.91	4.36	5.82	8.73	11.64	17.45	23.27
15	3.64	5.45	7.27	10.91	14.54	21.82	29.09

Từ kết quả tính ở bảng 2 và bảng 3 có thể rút ra một số nhận xét sau:

- Chênh lệch chiều dài do độ không song song của các đường dây dọi tính theo công thức (1) tăng lên khi chiều cao chiếu tăng và có giá trị không lớn lắm. Khi $S = 75\text{m}$; $\Delta H = 200\text{m}$, sai lệch này đạt giá trị 2.35mm, xấp xỉ bằng sai

số đo khoảng cách bằng máy toàn đạc điện tử độ chính xác cao.

- Chênh lệch khoảng cách giữa đường dây dọi và pháp tuyến với Elipxôid (bảng 2) tăng theo chiều cao của công trình. Với giả thiết coi vector ảnh hưởng của độ lệch dây dọi tại các điểm I, II, III, IV là như nhau cả về độ lớn và

hướng, thì hình chiếu của lưới cơ sở trên sàn tầng theo phương pháp tuyến đồng dạng với hình chiếu của lưới trên sàn tầng theo phương dây dọi (hình 1). Như vậy ảnh hưởng tổng hợp do các đường dây dọi không song song với nhau và do độ lệch dây dọi đến đến khoảng cách giữa các điểm chiếu chủ yếu là do độ không song song của các đường dây dọi gây ra. Đây là nhận xét cần hết sức lưu ý để xác định quy trình chiếu điểm sử dụng kết hợp trị đo bằng công nghệ GPS và máy toàn đạc điện tử.

Chúng ta thấy rằng, với $v = 10''$; $\Delta H = 200\text{m}$ thì chênh lệch khoảng cách giữa đường dây dọi và pháp tuyến với Elipxôid bằng 9.7mm . Đây là giá trị khá lớn cần được quan tâm khi chuyển trục công trình lên các sàn xây dựng trong thi công nhà siêu cao tầng.

Để xác định độ lệch dây dọi trung bình trong phạm vi công trình nhà siêu cao tầng, có thể áp dụng thuật toán nêu trong [4] trên cơ sở tài liệu [5]. Sau khi xác định được các độ lệch dây dọi thành phần trên hướng kinh tuyến (η) và vòng thẳng đứng thứ nhất (ξ), chúng ta tính được độ lệch dây dọi toàn phần và góc phương vị của độ lệch dây dọi theo các công thức:

$$v = \sqrt{\eta^2 + \xi^2} \quad (3)$$

$$\alpha = \arctg \frac{\xi}{\eta} \quad (4)$$

Độ chính xác cần thiết xác định độ lệch dây dọi có thể ước tính như sau:

Nếu chênh cao giữa các điểm khống chế GPS ở bên ngoài công trình được xác định bằng thủy chuẩn hình học cấp II, các base line đo bằng GPS với sai số khoảng 5mm thì độ chính xác xác định độ lệch dây dọi phụ thuộc chủ yếu vào độ chính xác định độ chênh cao trắc địa giữa các điểm. Khi đó có thể sử dụng công thức:

$$m_v = \frac{m_{\Delta h}}{S} \quad (5)$$

trong đó: m_v là sai số trung phương độ lệch dây dọi;

$m_{\Delta h}$ là sai số trung phương chênh lệch độ chênh cao trắc địa và độ chênh cao thủy chuẩn;

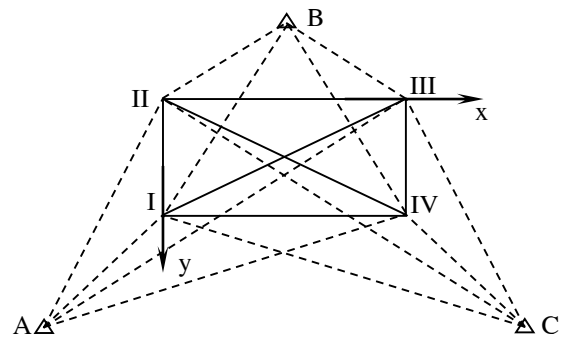
S là khoảng cách trung bình giữa các điểm khống chế GPS.

Khi nhận các giá trị: $m_{\Delta h} = 10\text{mm}$, $S = 500\text{m}$, tính được $m_v = 4''$. Từ bảng 2 ta thấy với $m_v = 4''$; $\Delta H = 200\text{m}$ thì $\Delta S_v = 3.88\text{mm}$. Giá trị này sẽ tăng cùng với chiều cao của công trình. Để nâng cao độ chính xác xác định độ lệch dây dọi cần chọn loại máy thu GPS có độ chính xác cao để xác định độ chênh cao trắc địa.

2.2. Nghiên cứu đề xuất giải pháp nâng cao độ chính xác chuyển trục công trình lên các sàn xây dựng trong thi công nhà siêu cao tầng

Để nâng cao độ chính xác của hình chiếu lưới khống chế cơ sở trên sàn đầu tiên của mỗi đoạn khi chiếu theo phương pháp phân đoạn (lưới trục) đối với các nhà siêu cao tầng, trên cơ sở [3], chúng tôi đề nghị áp dụng giải pháp sau đây:

- Sau khi thành lập lưới khống chế cơ sở trên mặt bằng móng, xây dựng từ $3 \div 4$ điểm khống chế GPS ở bên ngoài công trình tại những vị trí ổn định, thuận lợi cho việc thu tín hiệu vệ tinh, cách điểm khống chế cơ sở từ $300 \div 500\text{m}$ và phân bố đều xung quanh công trình (cố gắng giảm khoảng cách để đảm bảo điều kiện độ lệch dây dọi tại các điểm GPS xấp xỉ giá trị tại các điểm khống chế cơ sở). Tiến hành đo nối chính xác các điểm khống chế cơ sở với các điểm khống chế GPS bên ngoài công trình bằng các trị đo GPS (hình 2).



Hình 2. Hệ thống lưới khống chế trong thi công nhà siêu cao tầng

Sử dụng hệ tọa độ địa diện có các trục tọa độ ox , oy song song với các trục, độ cao của mặt tọa độ bằng độ cao mặt móng của công trình để thành lập lưới khống chế hỗn hợp này. Bình sai các trị đo GPS và trị đo lưới khống chế cơ sở bằng máy toàn đạc điện tử độ chính xác cao theo thuật toán bình sai lưới tự do (đã được trình bày cụ thể trong [3]), khi đó điểm gốc của

lưới sẽ là điểm trọng tâm của lưới khống chế cơ sở trên mặt bằng móng.

- Trên sàn đầu tiên của mỗi phân đoạn, đặt máy thu GPS tại các điểm khống chế GPS ở bên ngoài công trình và tại các điểm đã chiếu bằng máy chiếu đứng quang học để tiến hành việc đo nối, đồng thời tiến hành đo các góc và khoảng cách trong lưới chiếu bằng máy toàn đạc điện tử độ chính xác cao.

Trên mặt bằng gốc, sau khi hiệu chỉnh giá trị độ chênh do độ lệch dây dọi để đưa các điểm từ pháp tuyến về đường dây dọi, tiếp tục hiệu chỉnh khoảng cách do độ không song song của độ lệch dây dọi gây nên, sau đó mới tiến hành xử lý các trị đo trong lưới trục theo thuật toán bình sai lưới tự do các trị đo GPS và toàn đạc điện tử [3].

Với việc đảm bảo trọng tâm của lưới (điểm trọng tâm của tứ giác trắc địa I II II IV - hình 1) giữ nguyên trong quá trình chiếu và xử lý kết quả đo, tính thẳng đứng của công trình sẽ được đảm bảo tốt nhất.

3. Xây dựng quy trình chính xác hóa lưới trục công trình trên sàn tầng đầu tiên của mỗi đoạn chiếu trong thi công nhà siêu cao tầng

Từ những khảo sát nêu trên, có thể xác lập quy trình chính xác hóa lưới trục trên sàn tầng đầu tiên của mỗi đoạn chiếu khi chiếu theo phương pháp phân đoạn trong thi công nhà siêu cao tầng như sau:

1) Sau khi thành lập lưới khống chế cơ sở trên mặt bằng móng, chọn khoảng 3 ÷ 4 điểm khống chế GPS ở bên ngoài công trình tại những vị trí ổn định, thuận lợi cho việc thu tín hiệu vệ tinh, cách điểm khống chế cơ sở không quá 300 ÷ 500m và phân bố đều xung quanh công trình.

Tiến hành đo nối chính xác các điểm khống chế cơ sở với các điểm khống chế GPS bên ngoài công trình bằng các trị đo GPS. Sử dụng hệ tọa độ địa diện cục bộ có các trục tọa độ ox, oy song song với các trục của công trình, độ cao mặt phẳng xoy bằng độ cao của mặt móng công trình để thành lập lưới khống chế hỗn hợp này. Bình sai các trị đo GPS và trị đo lưới khống chế cơ sở theo thuật toán bình sai lưới tự do [3], khi

đó gốc của lưới sẽ là điểm trọng tâm của lưới khống chế cơ sở.

2) Tiến hành đo thủy chuẩn hình học chính xác (thủy chuẩn cấp II) để xác định chênh cao giữa các điểm khống chế GPS ở bên ngoài công trình. Từ các trị đo thủy chuẩn và trị đo GPS, sử dụng thuật toán đã xét để tính toán độ lệch dây dọi trong phạm vi công trình.

3) Đặt máy thu GPS tại các điểm khống chế GPS ở bên ngoài công trình và tại các điểm trên sàn đầu tiên của mỗi phân đoạn đã được chiếu bằng máy chiếu đứng quang học để tiến hành việc đo nối, đồng thời tiến hành đo các góc và khoảng cách trong lưới trục bằng máy toàn đạc điện tử độ chính xác cao. So sánh các trị đo bằng máy toàn đạc điện tử của lưới với giá trị tương ứng trên mặt phẳng gốc. Nếu có nghi ngờ cần tiến hành đo lại để kiểm tra.

4) Trên mặt phẳng tọa độ gốc tiến hành hiệu chỉnh giá trị độ chênh do độ lệch dây dọi vào các trị đo tọa độ bằng công nghệ GPS để đưa các điểm từ pháp tuyến về đường dây dọi theo hướng và độ lớn đã xác định; hiệu chỉnh điểm do độ không song song của độ lệch dây dọi (có hướng về điểm trọng tâm O của lưới).

Tiến hành xử lý trên mặt phẳng tọa độ gốc các trị đo trong lưới theo thuật toán bình sai lưới tự do với các điểm định vị là điểm đã được hiệu chỉnh. Tính tọa độ điểm trọng tâm và so sánh với tọa độ tương ứng ở chu kỳ đầu tiên để đánh giá mức độ thẳng đứng của công trình.

4. Thục nghiệm

Do nội dung lý thuyết gồm nhiều vấn đề, phần thực nghiệm trong bài báo chỉ trình bày nội dung là đo nối các điểm GPS xung quanh công trình với các điểm chiếu trên sàn xây dựng, đo lưới chiếu bằng máy toàn đạc điện tử và xử lý các trị đo theo thuật toán bình sai lưới tự do [3].

Địa điểm để tiến hành thực nghiệm là Công trình hỗn hợp dịch vụ văn phòng và nhà ở tại 34 Cầu Diễn - Từ Liêm - Hà Nội. Tòa nhà công trình có 2 tầng hầm và 27 tầng nổi. Lưới thực nghiệm được bố trí giống như sơ đồ lưới nêu ở hình 2, trên sàn tầng có chiều cao khoảng 75m.

Với chiều dài cạnh lưới thực nghiệm trên sàn tầng lớn nhất là 33.98m, chiều cao chiều như đã nêu, theo công thức (1) ta tính được ΔS_h

max = 0.4mm; nếu nhận giá trị độ lệch dây dọi $v = 12''$ ta tính được $\Delta S_v = 4.4\text{mm}$. Điều này chứng tỏ vị trí các điểm sẽ bị dịch đi đáng kể do độ lệch dây dọi, nhưng khoảng cách giữa chúng chỉ thay đổi nhỏ so với trị trên mặt bằng gốc.

Trong thực nghiệm đã sử dụng 4 máy thu GPS Trimble R3 có độ chính xác đo cạnh $m_s = (5 + 1\text{ppm})\text{mm}$, thời gian mỗi ca đo là 60ph; máy toàn đạc điện tử SET-2B với độ chính xác đo góc $m_\beta = 2''$, độ chính xác đo cạnh $m_s = (3 + 2\text{ppm})\text{mm}$ để đo góc và chiều dài cạnh của lưới chiếu. Các trị đo được xử lý theo thuật toán bình sai lưới tự do với các điểm định vị là các điểm chiếu. Kết quả đánh giá độ chính xác tương hỗ các điểm trong lưới được nêu ở bảng 4.

Bảng 4. Độ chính xác tương hỗ vị trí điểm

Cạnh	$m_{s/S}$	$m_\alpha (")$	$m_{th} (m)$
I - II	1/70.500	0.33	0.0010
II - III	1/45.900	0.39	0.0007
III - IV	1/73.000	0.33	0.0010
IV - I	1/45.500	0.39	0.0008

Từ bảng 4 chúng ta thấy rằng kết quả thực nghiệm phù hợp với các phân tích về lý thuyết.

5. Kết luận

Từ những nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm nêu trên, có thể rút ra một số kết luận sau:

1) Khi chiếu trục công trình lên các sàn xây dựng bằng máy chiếu đứng theo cách chiếu phân đoạn trong xây dựng nhà siêu cao tầng, để chính xác hóa lưới trục ở đầu mỗi đoạn chiếu cần hiệu chỉnh ảnh hưởng độ không song song

của các đường dây dọi và ảnh hưởng của độ lệch dây dọi tại các điểm chiếu.

2) Các giải pháp và quy trình để chính xác hóa lưới trục ở đầu mỗi đoạn chiếu với việc kết hợp các trị đo bằng công nghệ GPS và máy toàn đạc điện tử, xử lý bằng thuật toán bình sai lưới tự do trên mặt phẳng gốc của hệ tọa độ địa diện cục bộ được trình bày trong bài báo có tính khả thi cao nhằm giải quyết một trong những nhiệm vụ quan trọng nhất của công tác trắc địa khi xây dựng nhà siêu cao tầng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. TCXDVN 309:2004. Công tác trắc địa trong xây dựng công trình - Yêu cầu chung, Hà Nội, 2004
- [2]. Phan Văn Hiến và nnk, 2004. Giáo trình Trắc địa công trình, NXB Giao thông vận tải, Hà Nội
- [3]. Nguyễn Quang Thắng, 2005. Nghiên cứu hoàn thiện quy trình công tác trắc địa trong xây dựng công trình có chiều cao lớn. Đề tài cấp Bộ, mã số B2003-36-53
- [4]. Trần Viết Tuấn, 2012. Nghiên cứu một giải pháp tính chuyên tọa độ lưới GPS về hệ tọa độ thi công công trình. Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mở - Địa chất, số 40 - 10/2012
- [5]. SHI Yi-min and ZHOU Yong-jun and ZHANG Wen-qing, 2002. The Determination of the Regional Ellipsoidal Surface by the Method of Readjusting Its Orientation and Positioning. Department of Surveying and Geoinformatics, Tangji University, Shanghai, China.

SUMMARY

Solution of raising the accuracy of moving axis to engineering floors in working with super high buildings

Nguyen Quang Thang, Hanoi University of Mining and Geology

Moving axis to engineering floors has an important role in all surveying tasks when building high and superhigh house. In this article are studied and improved the solutions using combined GPS and Total Station measurements, which are processed by free network adjustment algorithm for getting higher accuracy the projection of control network to first floor in segment projection method by optical vertical projection instrument, for raising the accuracy of projecting axis in building superhigh house.