

CHUYỂN TRỤC CÔNG TRÌNH LÊN NHÀ CAO TẦNG BẰNG MÁY CHIẾU ĐỨNG KẾT HỢP VỚI CÔNG NGHỆ GPS

NGUYỄN VIỆT HÀ, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Tóm tắt: Công nghệ GPS ra đời đã mở ra một khả năng ứng dụng mới để chuyển trục công trình lên cao trong thi công nhà cao tầng. Tuy nhiên, nếu chỉ sử dụng riêng công nghệ này để chuyển trục công trình sẽ không thuận lợi, vì việc đo đạc bằng công nghệ GPS thường đòi hỏi nhiều thời gian, gây cản trở cho quá trình thi công với tốc độ cao. Trong bài báo này, tác giả đề cập đến việc kết hợp giữa máy chiếu đứng với công nghệ GPS để chuyển các điểm trục từ móng công trình lên các tầng sàn bên trên trong thi công các công trình có chiều cao lớn.

1. Mở đầu

Như đã biết, trong thi công xây dựng nhà cao tầng, để có cơ sở hình học cho việc bố trí chi tiết trên từng tầng thi công, cần phải thành lập hệ thống lưới trục trên mỗi sàn tầng. Hệ thống lưới trục này phải bảo đảm tính đồng dạng, đồng kích thước và đặc biệt là phải đồng trục (theo phương thẳng đứng) kể từ sàn tầng đầu tiên. Vì vậy, theo tiến độ thi công, cần phải có biện pháp để chuyển trục công trình lên các sàn.

Mỗi một trục công trình được xác định bởi 2 điểm thuộc trục. Thông thường, người ta không chuyển tất cả các trục từ dưới lên trên mà chỉ chuyển một số trục đặc trưng nào đó. Trong trường hợp này, điểm thuộc trục được chọn để chuyển từ dưới lên thường là giao điểm của các trục đặc trưng.

Có nhiều phương pháp để chuyển trục công trình lên các sàn thi công. Trước đây, khi chưa có công nghệ GPS, người ta thường sử dụng các phương pháp truyền thống như quả dọi, máy kinh vĩ, máy toàn đạc điện tử hoặc máy chiếu đứng quang học để chuyển trục công trình. Nhìn chung, các phương pháp truyền thống thường có nhược điểm là độ chính xác không cao, đặc biệt là không khả thi trong thi công các nhà có chiều cao lớn.

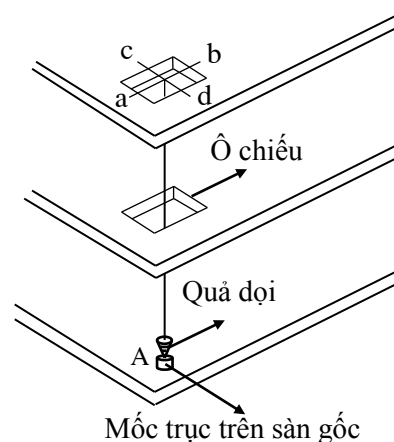
Công nghệ GPS ra đời đã mở ra một khả năng ứng dụng mới để chuyển trục công trình lên cao. Tuy nhiên, nếu chỉ sử dụng riêng công nghệ này để chuyển trục công trình sẽ không thuận lợi, vì việc đo đạc bằng công nghệ GPS thường đòi hỏi nhiều thời gian, gây cản trở quá

trình thi công với tốc độ cao. Vì vậy, kết hợp công nghệ GPS và máy chiếu đứng sẽ là giải pháp phù hợp để chuyển trục công trình lên cao trong thi công các công trình nhà có chiều cao lớn. Trước hết, cùng nhìn lại một số phương pháp chuyển trục công trình lên cao.

2. Một số phương pháp chuyển trục công trình

2.1. Phương pháp dọi cơ học

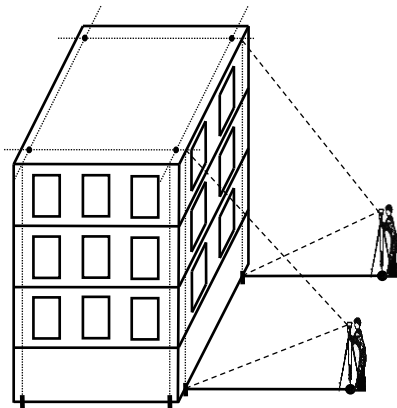
Giả sử A là điểm thuộc trục công trình và được đánh dấu bằng mốc cố định trên mặt sàn tầng 1 (hình 1). Thông qua ô chiếu điểm trên trần ngăn, thả một quả dọi có đủ độ chính xác được treo trên giá và chỉnh cho đỉnh quả dọi trùng với điểm A. Dùng một thanh thước tiếp xúc vào dây dọi để đánh dấu các vị trí a và b trên mặt hồ chiếu. Xoay thước đi 90°, bằng cách tương tự sẽ đánh dấu được điểm c và d. Giao của các đường ab và cd chính là hình chiếu điểm trục A trên mặt sàn.



Hình 1. Sử dụng dọi cơ học

2.2. Phương pháp sử dụng máy kinh vĩ

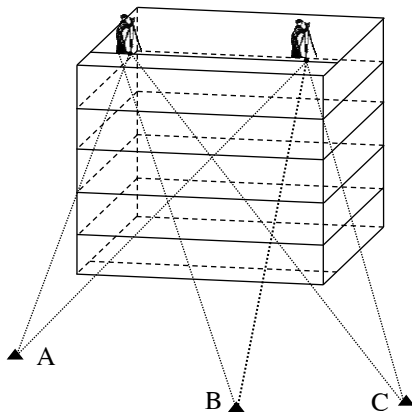
Để chuyển trục bằng máy kinh vĩ lên các tầng, trước hết phải gửi các điểm đầu trục ra ngoài. Khoảng cách từ điểm gửi đến chân công trình tốt nhất nên chọn xấp xỉ bằng chiều cao của nó, để góc đứng $<45^\circ$. Thông thường các điểm trục thường được gửi lệch so với trục một khoảng từ 50cm đến 80cm để tiện cho quá trình thi công. Máy kinh vĩ được đặt tại các điểm gửi và được định tâm, cân bằng cẩn thận. Dùng mặt phẳng đứng máy kinh vĩ chiếu điểm theo hai phương vuông góc nhau từ dưới lên như hình 2.



Hình 2. Sử dụng máy kinh vĩ

2.3. Phương pháp sử dụng máy toàn đạc điện tử

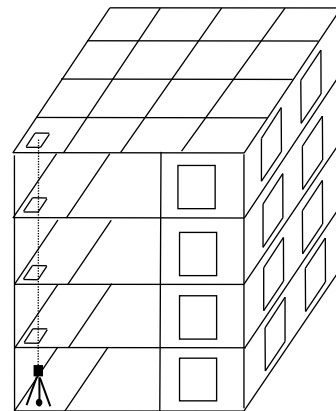
Có thể sử dụng trình ứng dụng Free Station (trạm tự do) của máy toàn đạc điện tử (TĐĐT) để giao hội nghịch tới ít nhất 3 điểm khống chế trên mặt đất như hình 3. Kết quả sẽ xác định được tọa độ tâm trạm đo (đặt tại vị trí gần đúng của điểm trục cần chuyển lên sàn thi công). So sánh với tọa độ thiết kế của điểm trục cần chuyển để hoàn nguyên điểm trục về vị trí thiết kế.



Hình 3. Sử dụng máy TĐĐT

2.4. Phương pháp sử dụng máy chiếu đứng

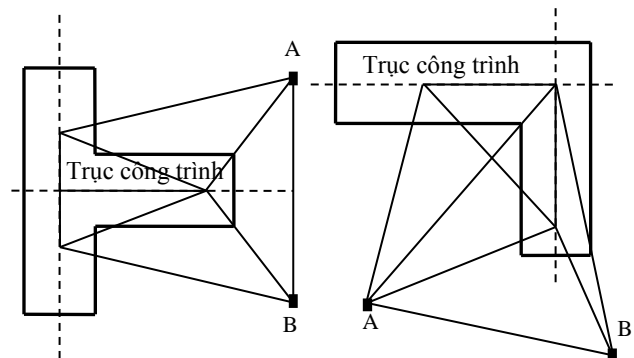
Định tâm dụng cụ chiếu đứng trên điểm góc, cân bằng dụng cụ để đưa đường ngắm về vị trí thẳng đứng. Trên mặt bằng cần chuyển tọa độ lên, người ta đặt vào các lỗ hổng chừa ra trên mặt sàn một tấm Paletka trong suốt, trên đó có kẻ lưới ô vuông khắc vạch đến mm. Dựa theo mạng lưới ô vuông này có thể xác định được vị trí của đường thẳng đứng được chiếu lên (hình 4).



Hình 4. Sử dụng máy chiếu đứng

2.5. Phương pháp sử dụng máy thu GPS

Trên hình 5, A và B là hai điểm của lưới khống chế thi công, đã có tọa độ công trình. Sử dụng tối thiểu 3 máy thu GPS: Hai máy đặt tại A và B, máy còn lại đặt tại vị trí gần đúng của các điểm trục đã được đánh dấu trên mặt sàn. Thời gian thu tín hiệu có thể kéo dài trong khoảng 30 đến 45 phút. Kết quả sẽ xác định được tọa độ công trình của tâm pha anten máy thu GPS. Cuối cùng sẽ hoàn nguyên điểm về vị trí trục thiết kế.



Hình 5. Sử dụng máy thu GPS

3. Kết hợp GPS và máy chiếu đứng để chuyển trục công trình

Khi sử dụng máy chiếu đứng để chuyển trục công trình, người ta chỉ có thể chiếu phân đoạn qua một số tầng nhất định nào đó (thường là 3 đến 5 tầng). Trong phạm vi này, máy chiếu đứng hoạt động tương đối hiệu quả do mức độ cản trở quá trình chiếu không lớn, thời gian thao tác nhanh, đáp ứng được tiến độ thi công. Tuy nhiên, hạn chế cơ bản của quá trình chiếu phân đoạn là do có tích lũy sai số trong từng đoạn chiếu, dẫn đến sai lệch đáng kể vị trí điểm chiếu ở những tầng cao. Nhờ khả năng xác định vị trí mặt bằng với độ chính xác cao của công nghệ GPS, người ta chính xác hóa lại vị trí điểm chiếu sau mỗi phân đoạn. So sánh với tọa độ thiết kế của điểm trục cần chiếu để hoàn nguyên điểm trục về vị trí thiết kế. Điểm mới hoàn nguyên này sẽ là cơ sở tọa độ để tiếp tục chiếu đứng cho phân đoạn tiếp theo. Tuy nhiên, để thống nhất tọa độ giữa hệ tọa độ công trình và hệ tọa độ không gian các điểm đo GPS, cần quy chiếu tọa độ về một hệ tọa độ phẳng nhất định nào đó. Các kết quả nghiên cứu [1] đã chỉ ra rằng, tốt nhất là sử dụng mặt phẳng chân trời của hệ tọa độ địa diện chân trời tại chân công trình làm mặt phẳng chiếu tọa độ (hình 7). Như đã biết, quan hệ giữa tọa độ vuông góc không gian và tọa độ địa diện chân trời được biểu diễn theo công thức [3]:

$$\begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sin B_0 \cos L_0 & -\sin B_0 \sin L_0 & \cos B_0 \\ -\sin L_0 & \cos L_0 & 0 \\ \cos B_0 \cos L_0 & \cos B_0 \sin L_0 & \sin B_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_i - X_0 \\ Y_i - Y_0 \\ Z_i - Z_0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

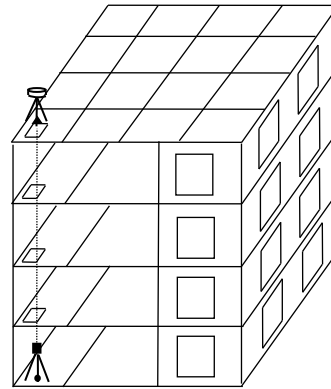
trong đó: X_i, Y_i, Z_i và x_i, y_i, z_i – là tọa độ không gian và tọa độ địa diện của điểm cần tính chuyển; X_0, Y_0, Z_0 và B_0, L_0 – là tọa độ không gian và tọa độ trắc địa của điểm gốc tọa độ địa diện chân trời.

Như vậy, có thể hình dung quy trình kết hợp GPS và máy chiếu đứng để chuyển trục công trình được thực hiện như sau:

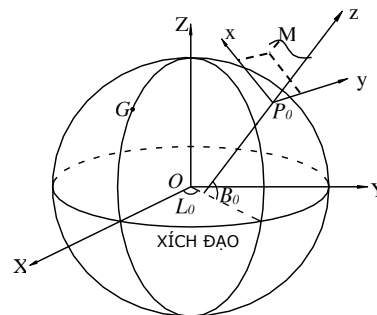
- Chiếu đứng điểm trục công trình từ sàn tầng 1 lên các tầng trong phân đoạn thứ nhất.
- Đo GPS tại sàn tầng cuối của phân đoạn thứ nhất.
- Tính chuyển tọa độ GPS về mặt phẳng địa diện chân trời.

- Dùng phép biến đổi xoay Helmert đưa tọa độ phẳng địa diện chân trời về hệ tọa độ của công trình.

- Hoàn nguyên điểm đo về vị trí thiết kế.
- Dùng điểm mới hoàn nguyên để chiếu đứng lên các tầng trong phân đoạn tiếp theo...



Hình 6. Kết hợp máy chiếu đứng và GPS



Hình 7. Hệ tọa độ địa diện chân trời

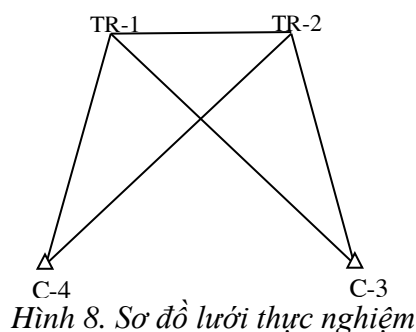
4. Thực nghiệm

Chúng tôi đã tiến hành thực nghiệm kết hợp máy chiếu đứng và công nghệ GPS để chuyển trục công trình lên cao cho một đối tượng nhà cao tầng ở Hà Nội. Sơ đồ chuyển trục được biểu diễn như trên hình 8, trong đó C-3 và C-4 là hai điểm của lưới khống chế thi công, đã có tọa độ công trình; TR-1 và TR-2 là hai điểm thuộc trục công trình trên sàn tầng 6, cần xác định. Tọa độ công trình của các điểm nói trên cho trong bảng 1.

Ở vị trí gần đúng của TR-1 và TR-2, đặt 2 máy thu tín hiệu Trimble R3. Máy thứ 3 lần lượt đặt tại C-3 và C-4, hình thành 2 ca đo, mỗi ca đo trong khoảng thời gian 30 phút. Thực hiện bình sai lưới GPS như một lưới tự do trong hệ tọa độ vuông góc không gian địa tâm. Kết quả thu được như sau:

Bảng 1. Tọa độ công trình của các điểm

Tên điểm	Tọa độ	
	x	y
C-4	5000,000	5000,000
C-3	5000,000	5359,375
TR-1	5232,000	5193,000
TR-2	5175,000	5235,000



KẾT QUẢ BÌNH SAI LƯỚI GPG TRONG HỆ TOA ĐỘ ĐỊA TÂM

4. CANH BASELINE SAU BÌNH SAI

TT	Diem dau	Diem cuoi	Tri_do	V(m)	Tri_binh_sai
			dX(m)	VdX	dX(m)
			dY(m)	VdY	dY(m)
			dZ(m)	VdZ	dZ(m)
1	C-3	TR-2	231,083	0,001	231,084
			-28,442	-0,005	-28,447
			284,647	0,008	284,655
2	TR-1	C-3	-299,094	-0,002	-299,096
			8,485	0,022	8,507
			-282,964	-0,017	-282,981
3	TR-1	C-4	-100,311	-0,007	-100,318
			62,033	0,013	62,046
			-278,464	-0,007	-278,471
4	TR-1	TR-2	-68,011	-0,001	-68,012
			-19,957	0,017	-19,940
			1,681	-0,006	1,675
5	TR-2	C-4	-32,305	-0,001	-32,306
			81,988	-0,002	81,986
			-280,149	0,003	-280,146
6	TR-2	TR-1	68,009	0,003	68,012
			19,949	-0,009	19,940
			-1,684	0,009	-1,675

5. TOA ĐỘ VUÔNG GÓC ĐỊA TÂM SAU BÌNH SAI

TT	Ten diem	TD_gan_dung	V(m)	TD_sau_BS	Sai_so	Sai_so
		X(m)	VX	dX(m)	mX(m)	vi_tri
		Y(m)	VY	dY(m)	mY(m)	diem
		Z(m)	VZ	dZ(m)	mX(m)	mP(m)
1	C-4	-1618672,274	-0,002	-1618672,276	0,001	
		5730045,794	0,002	5730045,796	0,002	0,002
		2278552,480	-0,006	2278552,474	0,001	
2	TR-1	-1618571,960	0,002	-1618571,958	0,001	
		5729983,755	-0,005	5729983,750	0,002	0,002
		2278830,945	0,000	2278830,945	0,001	
3	TR-2	-1618639,969	-0,001	-1618639,970	0,001	
		5729963,806	0,004	5729963,810	0,001	0,002
		2278832,629	-0,009	2278832,620	0,001	
4	C-3	-1618871,052	-0,002	-1618871,054	0,001	
		5729992,248	0,009	5729992,257	0,003	0,003
		2278547,982	-0,017	2278547,965	0,001	

6. Kết quả dạng gia đo chính xác

Sai số tọa độ điểm yếu nhất (C-3) : 0,003 m

Sai số trung phương trong số đơn vị $m=1,78$

Từ kết bình sai lưới GPS, thực hiện tính chuyển tọa độ các điểm về hệ tọa độ địa diện chân trời với gốc tọa độ địa diện được chọn là điểm trọng tâm của mạng lưới. Kết quả thu được như sau:

KẾT QUẢ TÍNH CHUYỂN VỀ HỆ TỌA ĐỘ CHÂN TRỜI

Toạ độ điểm trong tam $X_o = -1618688,814$ m
 Toạ độ điểm trong tam $Y_o = 5729996,401$ m
 Toạ độ điểm trong tam $Z_o = 2278691,009$ m
 $B_o = 21,07065477^\circ$
 $L_o = 105,77466028^\circ$
 $H_o = -15,066$ m

Tên điểm	Tọa độ vuông góc không gian			Tọa độ địa diện chân trời		
	X	Y	Z	x	y	z
C-4	-1618672,274	5730045,794	2278552,480	-144,739	-29,345	-9,645
TR-1	-1618571,960	5729983,755	2278830,945	146,376	-109,015	9,311
TR-2	-1618639,969	5729963,806	2278832,629	148,202	-38,144	9,254
C-3	-1618871,052	5729992,248	2278547,982	149,839	176,504	-8,920

Dùng phép biến đổi xoay Helmert (dựa vào các điểm song trùng) đưa tọa độ phẳng địa diện chân trời về hệ tọa độ của công trình. Kết quả thu được như sau:

KẾT QUẢ TÍNH CHUYỂN TỌA ĐỘ PHẪNG THEO PHƯƠNG PHÁP HELMERT

TỌA ĐỘ CÁC ĐIỂM TRÙNG

Số TT	Tên điểm	Tọa độ trong hệ cũ		Tọa độ trong hệ mới	
		x	y	x	y
1	C-4	-144,739	-29,345	5000,000	5000,000
2	C-3	149,839	176,504	5000,000	5359,375

KẾT QUẢ CÁC THAM SỐ TÍNH CHUYỂN

TT	Tham số	Giá trị
1	X_o	5058,8522298
2	Y_o	5135,4508249
3	Góc phi	198195,9312528"
4	m	1,0000001

THÀNH QUẢ TỌA ĐỘ TÍNH CHUYỂN

Số TT	Tên điểm	Tọa độ trong hệ cũ		Tọa độ trong hệ mới	
		x	y	x	y
1	TR-1	146,376	-109,015	5232,055	5192,991
2	TR-2	148,202	-38,144	5175,009	5235,083

Tiếp theo, hoàn nguyên các điểm đo về vị trí thiết kế. Kết quả thu được như sau:

Số TT	Tên điểm	Tọa độ thực tế (m)		Tọa độ thiết kế (m)		Số gia tọa độ (m)		Giá trị hoàn nguyên	
		x	y	x	y	Δx	Δy	S (m)	P.vị (độ)
1	TR-1	5232,055	5192,991	5232,000	5193,000	0,055	-0,009	0,056	350,706654
2	TR-2	5175,009	5235,083	5175,000	5235,000	0,009	0,083	0,083	83,8117216

5. Kết luận

Từ kết quả khảo sát phương pháp kết hợp giữa máy chiếu đứng với công nghệ GPS để chuyển các điểm trục công trình lên các tầng sàn, có thể thấy thuật toán và quy trình tính toán như đã trình bày trong bài báo là rất phù hợp. Quy trình cho phép chuyển các điểm trục lên các tầng sàn phân đoạn một cách độc lập từ các mốc cơ sở bên ngoài công trình, đảm bảo được độ chính xác yêu cầu và tránh được sai số tích lũy khi chiếu phân đoạn qua nhiều tầng. Tại các tầng trung gian, sử dụng máy chiếu đứng để chiếu điểm trục từ các sàn tầng phân đoạn sẽ đảm bảo độ chính xác và đáp ứng được tiến độ thi công công trình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Quang Phúc, Hoàng Thị Minh Hương, Khuất Minh Hằng, 2011. Nghiên cứu phương pháp tính chuyển tọa độ lưới GPS về hệ

tọa độ thi công công trình. Tạp chí KHKT Mỏ-Địa chất, số 35, tr. 38-42.

[2]. Nguyễn Quang Phúc, Hoàng Thị Minh Hương, Trần Thùy Linh, 2012. Nghiên cứu khả năng ứng dụng công nghệ GPS để kiểm tra độ thẳng đứng công trình trong quá trình thi công. Tạp chí KHKT Mỏ-Địa chất, số 38, tr. 53-58.

[3]. Nguyễn Quang Phúc, Bùi Hữu Tuấn, Lê Trung Hiếu, 2013. Nghiên cứu sử dụng hệ tọa độ vuông góc không gian địa diện chân trời trong trắc địa công trình. Tuyển tập báo cáo HNKH Kỷ niệm 50 năm thành lập Viện KHCN Xây dựng-Bộ Xây dựng.

[4]. Трехо Сото Мануэль, 2006. Применение топоцентрических прямоугольных координат при изучении деформаций крупных инженерных сооружений спутниковыми методами. Изв. ВУЗов, “Геодезия и аэрофотосъемка”, No. 5-2006, с. 53-60.

SUMMARY

Moving up the axis of the high-rise by optical plumbing instrument with combining GPS technology

Nguyen Viet Ha, Hanoi University of Mining and Geology

The advent of GPS technology has opened up a new ability to move applications to high axle works in high-rise construction. However, if you only own the technology used to transfer axis will not work smoothly, as measured by GPS technology often requires more time and hinder the construction process with high speed. In the article the author refers to the combination of optical plumbing instrument with GPS technology to move the axes point works on the floor in the construction of tall buildings.