



THỐNG NHẤT TỌA ĐỘ TRONG CÔNG TÁC CHUYỂN TRỰC LÊN NHÀ SIÊU CAO TẦNG

Vũ Thái Hà¹, Bùi Duy Quỳnh²

Tóm tắt: Máy toàn đạc điện tử (TĐĐT) và thiết bị đo định vị toàn cầu (GPS) với khả năng đo liên tục, tự động, có thể ứng dụng trong công tác chuyển trực lên tầng theo tọa độ phục vụ xây lắp công trình nhà siêu cao tầng có độ chính xác yêu cầu rất cao [7]. Xuyên suốt quá trình bố trí, chuyển trực và thi công nhà siêu cao tầng thường sử dụng nhiều loại trị đo trong các hệ tọa độ khác nhau. Do đó, cần thiết phải tính chuyển đổi và thống nhất tọa độ phục vụ xây dựng, đặc biệt khi sử dụng TĐĐT và GPS. Với TĐĐT đo các trị đo mặt đất và GPS đo các trị đo không gian, cần phải có phương pháp xử lý số liệu phù hợp để đảm bảo tính chính xác và đáp ứng được điều kiện thi công công trình. Bài báo trình bày cách thức chuyển đổi thống nhất về tọa độ thi công công trình đối với nhà siêu cao tầng. Để xử lý số liệu lưới chuyển trực lên nhà siêu cao tầng, có thể áp dụng bình sai không gian lưới hỗn hợp trị đo mặt đất-GPS, rồi tính chuyển về hệ tọa độ công trình.

Từ khóa: Nhà siêu cao tầng; chuyển trực lên tầng; toàn đạc điện tử; GPS.

Summary: Total station (TS) and Global positioning system (GPS) device with abilities to measure automated and continuously, of staking out coordinate axis up to high floors for constructing and assembling super high-rise buildings requiring very high accuracy. During arrangement, transfer axis and construction the super high-rise building, there are many measurements of different coordinate systems. Therefore, it is necessary of transform and unify coordinates for construction, particularly in cases using TS and GPS. The problem must be solved is adjusting mixed measurements of triangle and distance by TS and continuously spatial GPS measurements ensure the accuracy and meet construction conditions. This article presents the way of unifying to coordinates construction for super high-rise building. To process data from the network of super high-rise building axis transfer, adjustment of spatial terrestrial-GPS measurement networks may be applied, then data should be transferred to the local coordinates.

Keywords: Super high-rise buliding; transfer axis; total station; global positioning system (GPS).

Nhận ngày 13/6/2016, chỉnh sửa ngày 27/6/2016, chấp nhận đăng 20/8/2016



1. Đặt vấn đề

Nhà siêu cao tầng là dạng công trình yêu cầu độ chính xác cao. Công tác trắc địa phục vụ xây dựng nhà siêu cao tầng phải trải qua nhiều giai đoạn. Hệ tọa độ sử dụng trong các giai đoạn này thường không đồng nhất. Trước đây, việc chuyển trực lên các tầng nhà được thực hiện bằng dọi, máy kinh vĩ hoặc máy chiếu đứng. Tuy nhiên, với số tầng nhà ngày càng cao, đặc biệt với nhà siêu cao tầng (lớn hơn 40 tầng) thì những cách thực hiện cũ không còn phù hợp bởi sai số tích lũy và điều kiện thi công khó khăn [2]. Vì vậy, nhằm đảm bảo và nâng cao độ chính xác của công tác trắc địa trong quá trình thi công, ngoài việc sử dụng các thiết bị đo đạc truyền thống, cần thiết phải dùng những thiết bị hiện đại như máy TĐĐT để đo các trị đo mặt đất và thiết bị định vị toàn cầu (GPS) để đo các trị đo không gian. Thống nhất tọa độ trong công tác chuyển trực lên nhà siêu cao tầng bao gồm việc tính chuyển đổi tọa độ giữa các hệ quy chiếu ở các giai đoạn khác nhau của công tác trắc địa và tính chuyển các trị đo mặt đất, GPS về cùng một hệ tọa độ đồng nhất. Tọa độ dùng trong quá trình xây dựng tương ứng với các chiều dài-rộng-cao của công trình là phù hợp nhất, để công tác bố trí các yếu tố ra thực địa có thể thực hiện dễ dàng hơn.

¹ThS, Khoa Cầu đường, Trường Đại học Xây dựng. E-mail: havudhxd@gmail.com.

²ThS, Khoa Cầu đường, Trường Đại học Xây dựng.



2. Các hệ tọa độ thường dùng và công tác trắc địa trong các giai đoạn xây dựng công trình

2.1 Một số hệ tọa độ thường sử dụng trong các giai đoạn xây dựng công trình

Hình 1 thể hiện ba hệ tọa độ ba chiều thường sử dụng trong công trình: hệ tọa độ địa tâm XYZ, hệ tọa độ trắc địa BLH và hệ tọa độ địa diện chân trời xyz.

- Hệ tọa độ không gian địa tâm XYZ có điểm gốc O trùng với trọng tâm Trái đất, trục OX trùng với giao tuyến của mặt phẳng xích đạo và mặt phẳng kinh tuyến gốc, trục OY nằm trong mặt phẳng xích đạo và vuông góc với trục OX, trục OZ trùng với trục quay Trái đất. Tọa độ địa tâm của một điểm A là $A(X, Y, Z)$. Hệ tọa độ không gian ba chiều này thường dùng trong đo và xử lý số liệu đo GPS.

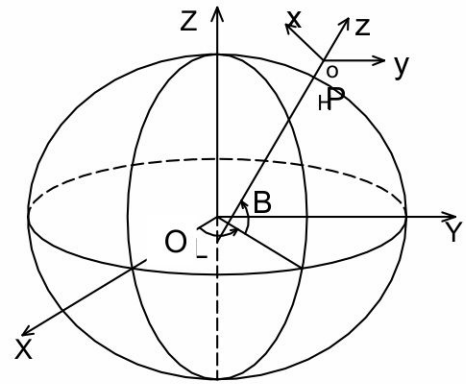
- Hệ tọa độ trắc địa có kinh độ trắc địa L, vĩ độ trắc địa B và độ cao trắc địa H^{tr} . Tọa độ trắc địa của một điểm A là $A(B, L, H)$. Hệ tọa độ này thường sử dụng như tọa độ trung gian chuyển đổi giữa các hệ tọa độ khác nhau.

- Hệ tọa độ địa diện chân trời xyz, có điểm gốc tại tâm công trình hoặc một điểm bất kì. Trục x là giao tuyến của mặt phẳng kinh tuyến qua điểm gốc và mặt phẳng nằm ngang (vuông góc với pháp tuyến tại điểm gốc), trục x hướng về cực Bắc. Trục z lấy theo phương pháp tuyến với mặt Ellipsoid tại điểm gốc. Trục y theo hướng về phía Đông và vuông góc với trục z, trục x. Hệ tọa độ địa diện chân trời có thể áp dụng trong bình sai lưới đo cả trị đo mặt đất và trị đo GPS [5]. Bằng phép chuyển Helmert, ta có thể dễ dàng tính chuyển từ hệ tọa độ địa diện chân trời về hệ tọa độ công trình x'y'H'.

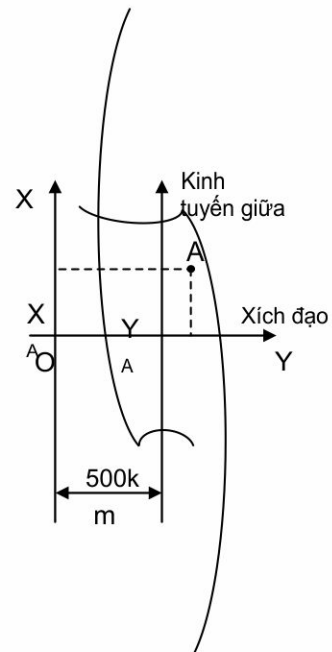
Ngoài ba hệ tọa độ ba chiều trên, còn hai hệ tọa độ khác thường dùng trong xây dựng công trình là:

- Hệ tọa độ quốc gia VN 2000 có tọa độ mặt bằng X, Y (Hình 2), sử dụng phép chiếu UTM và ellipsoid quy chiếu WGS-84 và độ cao thủy chuẩn H theo hệ độ cao Hòn Dấu, Hải Phòng. Đây là hệ tọa độ quốc gia được áp dụng thống nhất trên toàn quốc cho tất cả các loại tư liệu khảo sát và xây dựng công trình bắt đầu từ năm 2000 đến nay.

- Hệ tọa độ cục bộ công trình x'y'H' phục vụ thi công thường chọn các trục song song hoặc vuông góc với các trục của công trình. Đây là hệ tọa độ cho các giá trị tương ứng với ba chiều dài-rộng-cao của công trình.



Hình 1. Một số hệ tọa độ ba chiều thường dùng



Hình 2. Hệ tọa độ vuông góc phẳng VN2000

2.2 Công tác trắc địa trong các giai đoạn xây dựng nhà siêu cao tầng

Để phục vụ xây dựng công trình trải qua nhiều giai đoạn, các công tác trắc địa và hệ tọa độ sử dụng có những đặc điểm khác nhau, lần lượt trải qua các bước sau [1]:

Bước 1. Giai đoạn chuyển thiết kế ra thực địa, sử dụng lưới thi công có tọa độ thống nhất với tọa độ dùng trong giai đoạn khảo sát, là tọa độ quốc gia trong hệ VN 2000. Độ chính xác của lưới đủ để bố trí điểm, tương ứng với tỉ lệ bản đồ khảo sát (thường có tỉ lệ 1/1000 hoặc 1/500).

Bước 2. Công tác trắc địa thi công phần móng công trình thường sử dụng tọa độ mặt bằng x'y' và độ cao thủy chuẩn H'.

Bước 3. Để xây dựng phần thân công trình, cần thành lập lưới tim trục trên mặt bằng cốt 0.0. Lưới này có độ chính xác rất cao, sai số tương hỗ vị trí điểm trong lưới chỉ từ 1 đến 2mm [6]. Khi xây dựng lưới thường đo các trị đo mặt đất (góc và cạnh) bằng TĐĐT. Sau đó tiến hành xử lý số liệu đo theo phương pháp bình sai tự do nhằm xác định tọa độ khu vực x'y'. Độ cao lưới tim trục H' ở cốt 0.0 được đo nối độ cao thủy chuẩn quốc gia.

Bước 4. Để chuyển các trục của công trình lên các tầng, tại cốt 0,0, ta phải tiến hành định vị lưới tim trục, đối với nhà siêu cao tầng có thể tiến hành đo GPS lưới định vị tim trục. Như vậy, các điểm tim trục được đo bằng TĐĐT còn các điểm định vị đo bằng GPS, cần thiết thống nhất tọa độ các điểm tim trục và định vị này. Phương án phù hợp là bình sai hỗn hợp trị đo mặt đất-GPS lưới định vị và lưới tim trục trong hệ địa diện chân trời [5]. Sau đó áp dụng công thức tính chuyển Helmert để chuyển các điểm tim trục từ tọa độ địa diện chân trời xy về tọa độ công trình x'y'. Vì phạm vi xây dựng công trình không lớn, nên tọa độ địa diện chân trời z cũng tương ứng với độ cao thi công H'. Khi này, ta đã thống nhất được tọa độ công trình x'y'H' và lưu giữ cho các điểm tim trục tại mặt bằng cốt 0,0 theo chiều dài-rộng-cao của công trình.

Bước 5. Công tác xây lắp phần thân công trình, trên mỗi sàn thi công tại tầng thứ i, sử dụng tọa độ công trình x'y'H'i.

Bước 6. Để chuyển trục công trình lên các tầng cao được chính xác, đảm bảo độ thẳng đứng và giảm sai số tích lũy, lưới tim trục cần được chuyển lên tầng theo các phân đoạn [2]. Mỗi phân đoạn thường từ 10 đến 20 tầng. Nghĩa là trong khoảng 10 đến 20 tầng, ta có thể chuyển trục lên tầng bằng máy chiếu đứng, vẫn đảm bảo độ chính xác và thao tác, dụng cụ đơn giản. Kết thúc mỗi phân đoạn, cần thiết phải đo đạc lại lưới tim trục một cách chính xác và hoàn nguyên lại vị trí điểm theo đúng tọa độ tại cốt 0,0. Trước khi đo kiểm tra lưới tim trục tại tầng kết thúc phân đoạn, cần tiến hành đo GPS, đánh giá độ ổn định mốc định vị [3]. Đo GPS và TĐĐT, thống nhất tọa độ lưới định vị và lưới tim trục trên sàn phân đoạn thứ j và chuyển về tọa độ công trình sàn tương ứng x'y'H'j tương tự như bước 4.

Bước 7. Công tác bố trí chi tiết và đo vẽ hoàn công trên các sàn sử dụng tọa độ thi công x'y'H'.

Bước 8. Quan trắc biến dạng công trình có thể sử dụng tọa độ thi công x'y'H' hoặc hệ tọa độ quan trắc độc lập.

Nhận thấy rằng, quá trình thi công công trình nhà siêu cao tầng trải qua nhiều giai đoạn, đo đạc nhiều trị đo bằng các thiết bị khác nhau, bao gồm cả trị đo mặt đất và trị đo không gian. Vậy cần thiết phải thống nhất tọa độ trong thi công công trình nhà siêu cao tầng, cụ thể là tính chuyển các trị đo mặt đất, GPS về cùng một hệ tọa độ đồng nhất.



3. Thuật toán tính chuyển thống nhất tọa độ

3.1 Chuyển đổi giữa tọa độ địa tâm và tọa độ địa diện

Tại bước số 4 cũng như bước số 6 của mục 2.2, khi thực hiện bài toán bình sai kết hợp trị đo mặt đất-GPS lưới tim trục và lưới định vị, cần chuyển đổi giữa tọa độ địa tâm và tọa độ địa diện. Chúng ta sử dụng công thức sau:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sin B_0 \cos L_0 & -\sin B_0 \sin L_0 & \cos B_0 \\ -\sin L_0 & \cos L_0 & 0 \\ \cos B_0 \cos L_0 & \cos B_0 \sin L_0 & \sin B_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} (N_0 + H_0) \cdot \cos B_0 \cos L_0 \\ (N_0 + H_0) \cdot \cos B_0 \sin L_0 \\ [N_0(1 - e^2) + H_0] \cdot \sin B_0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Từ biểu thức (1) suy ra biểu thức tính chuyển ngược lại như sau:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sin B_0 \cos L_0 & -\sin B_0 \sin L_0 & \cos B_0 \\ -\sin L_0 & \cos L_0 & 0 \\ \cos B_0 \cos L_0 & \cos B_0 \sin L_0 & \sin B_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X - (N_0 + H_0) \cdot \cos B_0 \cos L_0 \\ Y - (N_0 + H_0) \cdot \cos B_0 \sin L_0 \\ Z - [N_0(1 - e^2) + H_0] \cdot \sin B_0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

trong đó: B_0 , L_0 , H_0 là tọa độ trắc địa của điểm trọng tâm lưới hay gốc tọa độ của hệ tọa độ địa diện được chọn sao cho xyz luôn dương; N_0 bán kính cong vòng thẳng đứng thứ nhất đi qua điểm gốc của hệ tọa độ địa tâm.

$$N_0 = \frac{a^2}{\sqrt{a^2 \cos^2 B_0 + b^2 \sin^2 B_0}} \quad (3)$$

trong đó: a, b là bán trục lớn, bán trục nhỏ của Ellipsoid WGS-84; a = 6378137.0000; b = 6356863.0188; e là tâm sai thứ nhất của Ellipsoid; X, Y, Z là tọa độ vuông góc không gian địa tâm của điểm cần tính chuyển; x, y, z là tọa độ vuông góc không gian địa diện của điểm cần tính chuyển.

3.2. Chuyển đổi tọa độ giữa hai hệ tọa độ phẳng

Sau khi thực hiện bài toán kết hợp trị đo mặt đất-GPS trong hệ địa diện chân trời, cần phải áp dụng công thức tính chuyển Helmert để chuyển các điểm tim trục từ tọa độ địa diện chân trời xy về tọa độ công trình x'y'. Công thức Helmert có dạng:

$$\begin{aligned} X_i &= X_0 + m x_i \cos \varphi - m y_i \sin \varphi \\ Y_i &= Y_0 + m y_i \cos \varphi + m x_i \sin \varphi \end{aligned} \quad (4)$$

trong đó: X_i, Y_i là tọa độ điểm i trong hệ tọa độ thứ hai; x_i, y_i là tọa độ của điểm i trong hệ tọa độ thứ nhất; X_0, Y_0 là giá trị dịch chuyển gốc tọa độ, chính là tọa độ gốc của hệ thứ 1 trong hệ tọa độ thứ 2; φ là góc xoay hệ trục; m là tỷ lệ biến dạng chiều dài.

Để chuyển đổi từ hệ thứ nhất sang hệ thứ hai cần xác định 4 tham số chuyển đổi, đó là độ lệch gốc X_0, Y_0 , góc xoay φ và tỷ lệ dài m . Muốn xác định được 4 tham số thì cần ít nhất 2 điểm song trùng.

Giả sử ta có n ($n \geq 2$) điểm song trùng chúng ta sẽ xác định các ẩn số theo nguyên lý số bình phương nhỏ nhất, khi đó sẽ lập được $2n$ phương trình số hiệu chỉnh dạng:

$$V_{xi} = X_0 + mx_i \cos \varphi - my_i \sin \varphi - X_i$$

$$V_{yi} = Y_0 + my_i \cos \varphi + mx_i \sin \varphi - Y_i$$

$$\text{Kí hiệu: } m \cos \varphi = P \text{ và } m \sin \varphi = Q$$

Với kí hiệu như trên có các công thức tính:

$$\varphi = \arctg \frac{Q}{P} \text{ và } m = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Thay (6) vào (5) ta được:

$$V_{xi} = X_0 + x_i P - y_i Q - X_i$$

$$V_{yi} = Y_0 + y_i P + x_i Q - Y_i$$

$$\text{Viết dưới dạng ma trận: } V = AX + L$$

Trong đó:

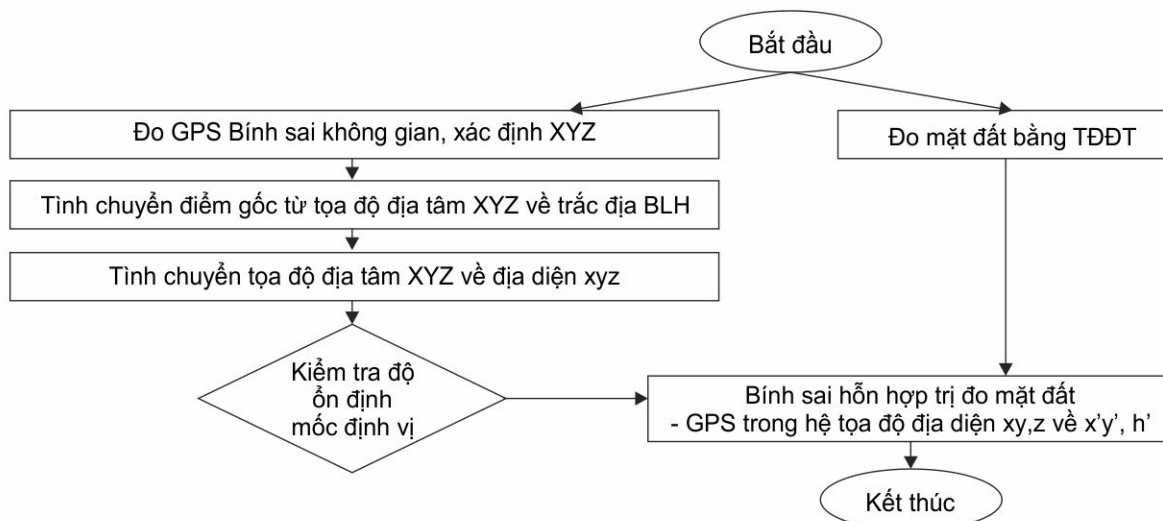
$$V = \begin{bmatrix} V_{x1} \\ V_{y1} \\ \dots \\ V_{xn} \\ V_{yn} \end{bmatrix}; \quad A = \begin{bmatrix} 10 & x_1 & -y_1 \\ 01 & y_1 & x_1 \\ \dots & \dots & \dots \\ 01 & y_n & x_n \end{bmatrix}; \quad X = \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ P \\ Q \end{bmatrix}; \quad L = \begin{bmatrix} -X_1 \\ -Y_1 \\ \dots \\ -X_n \\ -Y_n \end{bmatrix}$$

$$\text{Lập hệ phương trình chuẩn: } (A^T A)X + C^T L = 0 \quad (10)$$

Giải hệ phương trình chuẩn (10) nhận được vector ẩn số X , từ đó sẽ tính được 4 tham số chuyển đổi giữa hai hệ tọa độ, đánh giá được độ chính xác.



4. Sơ đồ thuật toán tính chuyển đổi thống nhất tọa độ phục vụ công tác chuyển trục lên tầng nhà siêu cao tầng



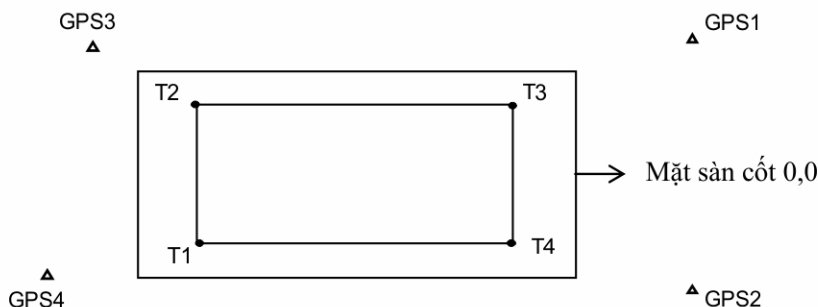
Hình 4. Sơ đồ thuật toán chuyển đổi thống nhất tọa độ

Theo công tác trắc địa đã nêu trong mục 2.2, các bước xử lý số liệu đối với trị đo TĐĐT, GPS và tính chuyển đổi tọa độ thống nhất về tọa độ thi công trong chuyển trục lên nhà siêu cao tầng được sơ đồ hóa trong Hình 4. Trong đó có một số bài toán bình sai và chuyển đổi tọa độ như sau: Bình sai không gian lưới định vị và lưới tim trục xác định XYZ; Đánh giá độ ổn định mốc định vị, chọn các mốc ổn định để chuyển tọa độ lên tầng [4]; Bình sai hỗn hợp TĐĐT-GPS các điểm định vị và tim trục trong hệ địa diện; Chuyển tọa độ địa diện xy về tọa độ thi công x'y'. Hiệu chỉnh độ cao, chuyển z về H'.



5. Thực nghiệm thống nhất tọa độ lưới tim trục và lưới định vị tại cốt 0,0

Xây dựng hệ thống lưới định vị và lưới chuyển trục tại cốt 0,0 của công trình nhà siêu cao tầng phục vụ công tác chuyển trục lên tầng với sơ đồ như Hình 5. Mốc định vị GPS1, GPS2, GPS3, GPS4 được xây dựng chắc chắn, tại nơi có địa chất ổn định, nằm ngoài phạm vi tác động biến dạng công trình. Điểm chuyển trục T1, T2, T3, T4 nằm trên 2 đường thẳng song song với trục chính của công trình với độ chính xác yêu cầu sai số vị trí điểm $\pm 2\text{mm}$.



Hình 5. Sơ đồ mặt bằng lưới định vị và lưới chuyển trục

Tiến hành đo đạc lưới tim trục bao gồm các điểm T1, T2, T3, T4 bằng TĐĐT TCR-705 thu được 8 góc, 6 cạnh đo. Trường hợp này, điều kiện địa hình thuận lợi để đo cả 8 điểm bằng GPS nên tiến hành đo GPS cả 2 lưới định vị và lưới tim trục bằng 5 máy GPS 4600LS với 2 ca đo:

- Ca 1: Đo đồng thời lưới 4 điểm định vị GPS1, GPS2, GPS3, GPS4 và 1 điểm tim trục T4.
- Ca 2: Giữ nguyên máy tại 2 điểm GPS4, T4. 3 máy còn lại đặt tại 3 điểm T1, T2, T3.

Bình sai không gian các trị đo GPS, thu được tọa độ các điểm trong hệ không gian địa tâm trong Bảng 1.

Bảng 1. Tọa độ các điểm trong hệ địa tâm

STT	Số hiệu điểm	X (m)	Y (m)	Z (m)
1	GPS1	-1630415.0646	5731449.0057	2266749.7766
2	GPS2	-1630597.1613	5731475.6003	2266553.7261
3	GPS3	-1630167.0961	5731396.4490	2267059.3126
4	GPS4	-1629872.7119	5731629.9951	2266682.4533
5	T1	-1630205.0832	5731556.8314	2266666.4110
6	T2	-1630201.0409	5731541.3203	2266708.4655
7	T3	-1630249.1828	5731527.7552	2266708.0893
8	T4	-1630253.2238	5731543.2407	2266666.0181

Chọn điểm GPS1 làm điểm quy chiếu. Ở kết quả xử lý cạnh GPS, ta có tọa độ trắc địa (B, L) của điểm GPS1 ($20^{\circ} 57' 18.3''$; $105^{\circ} 52' 18.7''$). Tiến hành bài toán bình sai kết hợp trị đo TĐĐT và GPS, trong đó sử dụng các công thức tính chuyển ở phần 3.1, thu được tọa độ của các điểm trong hệ địa diện trong Bảng 2.

Kết luận: Sai số vị trí điểm lớn nhất là $1.6\text{mm} < 2\text{mm}$. Vậy lưới định vị và lưới tim trục xây dựng đạt yêu cầu.

Có 2 điểm T1, T2 là 2 điểm song trùng vừa có tọa độ trong hệ địa diện, vừa có tọa độ trong hệ tọa độ công trình T1 (80000.000; 10000.000), T2 (80045.000; 10000.000). Tính chuyển theo công thức Helmert ở phần 3.2. Thu được các tham số tính chuyển: $X_0 = 80022.5000000$; $Y_0 = 10000.0000000$; $\varphi = -1657.2529106''$; $m = 1.0000000$. Kết quả sau khi tính chuyển về hệ tọa độ công trình trong Bảng 3.

Qua quá trình thực nghiệm, nhận thấy việc đo đạc bằng TĐĐT và GPS thỏa mãn được độ chính xác yêu cầu xây dựng lưới tim trục và lưới định vị tại cốt 0,0. Quá trình tính toán theo qui trình đã đưa ra khá thuận lợi, đảm bảo độ chính xác, có thể áp dụng qui trình tính này khi đo GPS và TĐĐT để chính xác hóa lại lưới không chế tầng khởi đầu mỗi phân đoạn của nhà siêu cao tầng.

Bảng 2. Tọa độ các điểm trong hệ địa diện

Điểm	Tọa độ			Sai số		
	x(m)	y(m)	z(m)	mx(mm)	my(mm)	mz(mm)
GPS1	20000.0000	5000.0000	0.000	----	-----	-----
GPS2	19789.9933	5167.7972	0.434	0.8	1.3	2.7
GPS3	20331.3332	4775.9794	-0.078	0.7	1.1	2.4
GPS4	19928.0292	4428.9860	0.001	0.7	1.1	2.3
T1	19905.6576	4768.5878	0.052	0.9	1.2	2.9
T2	19950.6506	4768.9508	0.095	1.0	1.3	2.9
T3	19950.2499	4818.9497	0.075	0.9	1.2	3.1
T4	19905.2515	4818.5948	0.003	0.7	1.1	2.3

Bảng 3. Kết quả tính chuyển về hệ tọa độ công trình

STT	Tên điểm	Tọa độ địa diện		Tọa độ công trình	
		X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)
1	GPS2	19789.9933	5167.7972	79887.549	10400.126
2	GPS3	20331.3332	4775.9794	80425.723	10003.971
3	GPS4	19928.0292	4428.9859	80019.644	9660.229
4	T1	19905.6588	4768.5879	80000.003	10000.000
5	T2	19950.6508	4768.9494	80044.997	10000.000
6	T3	19950.2500	4818.9494	80044.998	10050.002
7	T4	19905.2515	4818.5949	79999.998	10050.009



6. Kết luận

Công tác trắc địa thi công nhà siêu cao tầng trải qua nhiều giai đoạn, có thể sử dụng nhiều loại thiết bị đo khác nhau và các hệ tọa độ trong mỗi giai đoạn có những đặc điểm riêng. Vì vậy, việc tính chuyển đổi thống nhất tọa độ là cần thiết, đặc biệt là giai đoạn chuyển trục lên tầng nhà.

Nếu sử dụng TĐĐT đo các trị đo mặt đất và GPS đo trị đo không gian trong công tác chuyển trục lên nhà siêu cao tầng, để thống nhất về tọa độ, có thể chuyển các trị đo về hệ tọa độ địa diện, bình sai kết hợp trị đo mặt đất-GPS trong hệ địa diện rồi tính chuyển từ hệ địa diện về tọa độ công trình theo công thức Helmert.

Khi xây dựng lưới có độ chính xác cao, sử dụng nhiều loại trị đo trong các hệ qui chiếu khác nhau như trường hợp này, để giảm thời gian xử lý kết quả đo cần sử dụng các phương tiện tính toán hiện đại, cụ thể là những phần mềm tính chuyển tọa độ phù hợp để đáp ứng độ chính xác và tiến độ thi công công trình.

Tài liệu tham khảo:

1. Vũ Thịnh (2014), *Bài giảng Cơ sở Trắc địa công trình*, Trường Đại học Xây dựng, Hà Nội.
2. Nguyễn Quang Thắng (2003), *Quy trình công tác trắc địa xây dựng công trình có chiều cao lớn*, Báo cáo đề tài cấp bộ B2003-36-53, Hà Nội.
3. Phạm Doãn Mậu (2014), *Nghiên cứu ứng dụng GPS trong quan trắc biến dạng công trình thủy điện ở Việt Nam*, Luận án Tiến sĩ, Hà Nội.
4. Đào Duy Toàn (2014), *Nghiên cứu phương pháp xử lý số liệu quan trắc dịch chuyển công trình khi đo bằng công nghệ hiện đại*, Luận văn Thạc sĩ, Hà Nội.
5. Lê Văn Hùng (2014), *Nghiên cứu bình sai kết hợp trị đo GPS và trị đo mặt đất trong hệ tọa độ vuông góc không gian địa diện chân trời áp dụng cho các mạng lưới trắc địa công trình*, Luận án Tiến sĩ, Hà Nội.
6. Vũ Thái Hà (2015), "Độ chính xác lưới khống chế trắc địa mặt bằng trong công trình xây dựng chuyên dụng", *Hội nghị Khoa học cán bộ trẻ lần thứ XIII - 2015 của Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng*, tr.262-266.
7. Douglas MCL Hayes, Ian R Sparks, and Joël Van Cranenbroeck, "Core Wall Survey Control System for High Rise Building", in *XXIII FIG Congress: Shaping the Change*, Munich, Germany, 2006.