

MỘT SỐ GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU QUẢ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ GPSTRONG TRONG XÂY DỰNG NHÀ CAO TẦNG VÀ CÔNG TRÌNH CÔNG NGHIỆP

PGS.TS. **NGUYỄN QUANG THẮNG**

Trường Đại học Mỏ - Địa chất

ThS. **DIỆM CÔNG HUY**

Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: Trong bài báo đã nghiên cứu, luận giải ảnh hưởng của độ lệch dây dọi đến kết quả chiếu trục trong xây dựng nhà cao tầng; đưa ra các công thức cho phép xác định và đánh giá về độ lệch tọa độ địa diện chân trời của điểm khống chế trên mặt bằng móng do ảnh hưởng của độ lệch dây dọi (xác định được bằng công nghệ GPS). Nội dung bài báo cũng giải quyết vấn đề nâng cao hiệu quả ứng dụng công nghệ GPS và hiệu quả sử dụng dữ liệu đo GPS để xác định độ cao thủy chuẩn của các điểm chiếu trong xây dựng nhà cao tầng, cũng như các điểm riêng biệt trên khu vực xây dựng công trình công nghiệp.

Abstract: The paper deals with the analysis of the influence of plumb line declination on the axis alignment results of multistorey buildings construction. The formulas calculating local geodetic coordinates of control points located on the foundation and their bias evaluation caused by plumb line declination. The paper also presents the solutions related to effective application of GPS technology including its data in differential levelling of aligned points in multistorey buildings as well as of separated points on the construction site of industrial buildings.

1. Đặt vấn đề

Việc ứng dụng công nghệ GPS trong xây dựng nhà cao tầng và công trình công nghiệp đã trở nên phổ biến ở Việt Nam.

Khi ứng dụng công nghệ GPS trong xây dựng các dạng công trình này, thường sử dụng hệ tọa độ địa diện với mặt phẳng tọa độ (xOy) vuông góc với pháp tuyến của elipsoid quy chiếu, còn mặt bằng xây dựng được quan niệm là mặt phẳng ngang vuông góc với phương dây dọi. Góc giữa hai mặt phẳng này chính là độ lệch dây dọi. Sự tồn tại độ lệch dây dọi trên khu vực xây dựng đòi hỏi phải xem

xét thực chất và cụ thể sai lệch về tọa độ địa diện khi xây dựng nhà cao tầng (đặc biệt là nhà siêu cao tầng) và công trình công nghiệp có ứng dụng công nghệ GPS, tránh các sai lầm tồn tại trong dữ liệu.

Mặt khác từ số liệu đo GPS kết hợp với đo thủy chuẩn chính xác cho phép xác định độ lệch dây dọi trong phạm vi xây dựng nhà cao tầng và công trình công nghiệp với độ chính xác cần thiết. Khi đó vấn đề tận dụng khả năng sử dụng độ lệch dây dọi và dị thường độ cao xác định được cho các mục đích trắc địa công trình cũng cần được xem xét.

Hiện nay chênh cao trắc địa đo bằng công nghệ GPS có độ chính xác ngày càng cao. Do vậy sử dụng dữ liệu đo GPS để giải quyết vấn đề xác định độ cao trong xây dựng nhà cao tầng và công trình công nghiệp, nhất là đối với một số trường hợp đặc biệt có ý nghĩa quan trọng và tính hiệu quả cao.

Những vấn đề vừa nêu sẽ lần lượt được giải quyết qua những nội dung dưới đây.

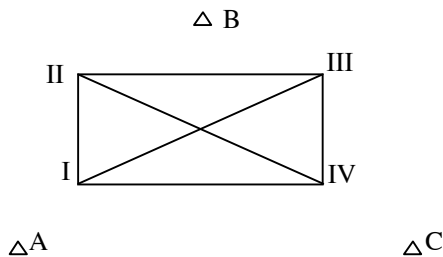
2. Phân tích ảnh hưởng của độ lệch dây dọi đến kết quả chuyển trục công trình lên các sàn xây dựng có ứng dụng công nghệ GPS trong thi công nhà cao tầng, siêu cao tầng và giải pháp hạn chế ảnh hưởng này

2.1 Độ lệch dây dọi và ảnh hưởng của nó đến công tác chuyển trục công trình lên các sàn xây dựng

Trong [3] trình bày phương thức chuyển trục lên các sàn xây dựng nhà cao tầng và siêu cao tầng bằng máy chiếu đứng theo phương pháp chiếu phân đoạn, với việc ứng dụng công nghệ GPS để chính xác hóa lưới chiếu ở đầu mỗi phân đoạn chiếu. Khi đó cần lập các điểm khống chế GPS ở bên ngoài công trình (điểm A, B và C trên hình 1), đồng thời tiến hành đo nối chính xác các điểm GPS này với các điểm khống chế cơ sở I, II, III, IV trên mặt bằng móng (hình 1). Để chính xác hóa lưới

chiều ở đầu mỗi phân đoạn, cần đo nối các điểm chiếu với các điểm khống chế A, B, C theo cùng sơ đồ, máy móc dụng cụ đo và chương trình đo như khi đo nối với lưới khống chế cơ sở. Khi xử lý số liệu đo nên sử dụng hệ tọa độ địa diện quy ước có các trục Ox, Oy song song với trục tương ứng của công trình, trục Oz trùng với pháp tuyến của Elipxôid. Vấn đề đặt ra ở đây là chọn điểm gốc của hệ tọa độ địa diện quy ước trùng với một điểm cơ sở hay tại điểm trọng tâm của lưới (giao điểm của hai đường chéo). Nếu chọn điểm gốc tại điểm trọng tâm của lưới, do khoảng cách từ điểm gốc đến các điểm của lưới nhỏ hơn nên các độ lệch (nếu có) cũng sẽ nhỏ hơn; độ nghiêng xác định được sau khi xử lý số liệu sẽ đặc trưng hơn cho độ nghiêng của công trình. Còn nếu chọn điểm gốc trùng với một điểm cơ sở thì có thể các độ lệch sẽ lớn hơn, độ nghiêng xác định được chỉ đặc trưng cho bản thân điểm này, tuy nhiên việc tính toán các yếu tố khi xử lý lưới sẽ đơn giản hơn. Mặt khác kích thước của lưới khống chế cơ sở không lớn. Do vậy theo ý kiến của chúng tôi, nên chọn điểm gốc của hệ tọa độ địa diện quy ước trùng với một điểm lưới cơ sở (chẳng hạn điểm I trên hình 1).

Để tính chuyển tọa độ địa diện chân trời của các điểm sang hệ tọa độ địa diện quy ước nên sử dụng thuật toán Helmert dựa vào các điểm song trùng (điểm I, II, III, IV).



Hình 1. Hệ thống lưới khống chế để xác định độ lệch dây dọi trong thi công nhà siêu cao tầng

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

trong đó: B_0, L_0, H_0 - tọa độ trắc địa của điểm gốc (điểm I);

Ta thấy rằng khi chiếu điểm bằng máy chiếu đứng sử dụng đường dây dọi, còn khi chiếu điểm từ đầu mỗi phân đoạn chiếu xuống mặt phẳng xOy của hệ tọa độ địa diện chân trời lại sử dụng pháp tuyến với elipsoid quy chiếu. Góc lệch giữa hai đường này chính là độ lệch dây dọi. Do vậy cần hiệu chỉnh ảnh hưởng của độ lệch dây dọi đến tọa độ địa diện chân trời của các điểm trên mặt bằng gốc ở những lần đo nối sau.

Để hiệu chỉnh ảnh hưởng của độ lệch dây dọi, trước hết cần xác định được các giá trị độ lệch dây dọi thành phần (ξ, η) trên khu vực xây dựng nhà cao tầng. Các giá trị này được xác định từ kết quả đo GPS và thủy chuẩn hình học chính xác theo quy trình nêu trong [3]. Từ quy trình này thấy rằng chúng ta đã tận dụng được dữ liệu GPS khi đo nối các điểm khống chế A, B, C bên ngoài công trình với các điểm khống chế cơ sở cho mục đích xác định độ lệch dây dọi.

Số hiệu chỉnh vào tọa độ các điểm ở đầu các phân đoạn chiếu trên mặt phẳng tọa độ xoy (mặt bằng gốc) do ảnh hưởng độ lệch dây dọi được tính theo các công thức:

$$V_x = \frac{\xi}{\rho} \cdot \Delta H; \quad V_y = \frac{\eta}{\rho} \cdot \Delta H \quad (1)$$

Sau khi hiệu chỉnh độ lệch dây dọi, sai lệch tọa độ các điểm giữa lần đo nối đầu tiên (trực tiếp với các điểm trên mặt bằng gốc) và lần đo nối với các điểm chiếu ở đầu mỗi phân đoạn cho phép phán đoán và xác định được độ nghiêng của công trình do ảnh hưởng của ngoại cảnh cũng như của công tác xây dựng (xem [3]).

2.2 Ảnh hưởng của độ lệch dây dọi đến tọa độ địa diện chân trời của các điểm

Theo [4] tọa độ địa diện chân trời được tính theo tọa độ vuông góc không gian và tọa độ trắc địa dựa vào công thức sau:

N_0 - bán kính cong vòng thẳng đứng thứ nhất đi qua điểm gốc của hệ tọa độ địa diện; e - tâm sai thứ nhất của Elipxoid WGS-84;

$(x, y, z), (X, Y, Z)$ - tọa độ địa diện chân trời và tọa độ vuông góc không gian địa tâm của điểm xét.

Như đã nói ở trên, mặt phẳng xoy của hệ tọa độ vuông góc địa diện chân trời vuông góc với pháp tuyến của ellipsoid quy chiếu, còn mặt bằng gốc (mặt bằng móng chứa các điểm khống chế cơ sở) vuông góc với phương dây dọi. Góc lệch giữa hai mặt phẳng này chính là độ lệch dây dọi. Chúng ta sẽ xem xét độ lệch dây dọi ảnh hưởng đến tọa độ địa diện chân trời của các điểm như thế nào.

Nếu chọn điểm I làm điểm gốc của hệ tọa độ địa diện chân trời, độ lệch dây dọi gây nên độ lệch về

$$\begin{aligned} \delta x &= -\sin B_0 \cos L_0 \delta X - \sin B_0 \sin L_0 \delta Y + \cos B_0 \delta Z \\ \delta y &= -\sin L_0 \delta X + \cos L_0 \delta Y + 0 \cdot \delta Z \\ \delta z &= \cos B_0 \cos L_0 \delta X + \cos B_0 \sin L_0 \delta Y + \sin B_0 \delta Z \end{aligned} \quad (4)$$

trong đó: $\delta X = X' - X$; $\delta Y = Y' - Y$; $\delta Z = Z' - Z$, với $(X, Y, Z), (X', Y', Z')$ lần lượt là tọa độ vuông góc địa tâm của điểm (II, III hoặc IV) trên mặt bằng gốc và điểm tương ứng (II', III' hoặc IV') trên mặt phẳng xOy của hệ tọa độ địa diện chân trời. Các độ lệch này được tính theo nhóm công thức sau:

$$\begin{aligned} \delta X &= \cos B_0 \cos L_0 \delta \zeta \\ \delta Y &= \cos B_0 \sin L_0 \delta \zeta \\ \delta Z &= \sin B_0 \delta \zeta \end{aligned} \quad (5)$$

Để khảo sát các giá trị độ lệch $\delta x, \delta y, \delta z$ chúng ta giả thiết chọn công trình xây dựng trên khu vực Hà Nội, nhận một số giá trị:

$B_0 = 21^{\circ}01'42''$; $L_0 = 105^{\circ}51'12''$ (nguồn: google.com.vn); $v = 9''$; $S = 80m$.

Theo các công thức (3), (4), (5) tính được:

$\delta \zeta = 3,5mm$; $\delta X = -0,89mm$; $\delta Y = +3,14mm$; $\delta Z = +1,26mm$;

$\delta x = +0,005mm$; $\delta y = -0,002mm$; $\delta z = +3,498mm$.

Như vậy có thể coi $\delta z = \delta \zeta$.

Từ kết quả tính toán nhận được, có thể rút ra nhận xét quan trọng sau:

Trong điều kiện như đang xét đối với nhà cao tầng, độ lệch tọa độ địa diện chân trời $\delta x, \delta y$ do ảnh hưởng của độ lệch dây dọi nhỏ không đáng kể có

độ cao trắc địa đối với các điểm còn lại (điểm II, III và IV) một lượng là $\delta \zeta$. Độ lệch này có thể tính theo công thức:

$$\delta \zeta = \frac{v}{\rho} \cdot S \quad (3)$$

với: v - độ lệch dây dọi; S - khoảng cách giữa điểm xét và điểm I.

Từ công thức (2) và tài liệu [4], sau một số biến đổi chúng ta có nhóm công thức tính độ lệch của tọa độ địa diện chân trời do ảnh hưởng của độ lệch dây dọi như sau:

thể bỏ qua, còn độ lệch δz có giá trị bằng độ lệch độ cao trắc địa.

Chúng ta sẽ tính tiếp $(\delta X, \delta Y, \delta Z), (\delta x, \delta y, \delta z)$ với các giá trị B_0, L_0 như trên, chỉ thay đổi giá trị $\delta \zeta = 1,0mm$ (bằng giá trị sai số trung phương đo chiều cao tâm ăng ten máy thu GPS). Các giá trị nhận được như sau:

$\delta X = -0,26mm$; $\delta Y = +0,90mm$; $\delta Z = +0,36mm$;

$\delta x = +0,001mm$; $\delta y = 0,000mm$; $\delta z = +1,044mm$.

Các kết quả này lý giải quy định: sai số đo chiều cao tâm ăng ten máy thu GPS phải nhỏ hơn $\pm 1mm$.

3. Phân tích khả năng ứng dụng công nghệ GPS để chuyển độ cao lên cao trong thi công nhà siêu cao tầng và xác định bổ sung dị thường độ cao trong xây dựng công trình công nghiệp

3.1 Phân tích khả năng ứng dụng công nghệ GPS để chuyển độ cao lên cao trong thi công nhà siêu cao tầng

Trong [3] đã nêu quy trình xác định độ lệch dây dọi trên phạm vi xây dựng ngôi nhà cao tầng theo kết quả đo chênh cao trắc địa và đo cao hình học chính xác giữa ba điểm A, B, C (hình 1). Ở đây sẽ xem xét vấn đề sử dụng dữ liệu đo GPS vào mục đích chuyển độ cao lên cao trong thi công nhà siêu cao tầng nhằm tận dụng dữ liệu đo và nâng cao

hiệu quả ứng dụng công nghệ GPS trong công tác này. Chúng ta đã có một số công thức sau:

$$\zeta_i = a_0 + a_1 B_i + a_2 L_i \quad (6)$$

và $\zeta = A.a \quad (7)$

với: $A = \begin{bmatrix} 1 & B_1 & L_1 \\ 1 & B_2 & L_2 \\ 1 & B_3 & L_3 \end{bmatrix}; a = \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix}; \zeta = \begin{bmatrix} \zeta_1 \\ \zeta_2 \\ \zeta_3 \end{bmatrix}.$

Từ đó tính được: $a = A^{-1}.\zeta \quad (8)$

Độ lệch dây dọi được tính theo các công thức nêu trong [2].

Dị thường độ cao ζ_i tại các điểm I, II, III, IV được tính theo công thức (6). Có thể tính độ cao thủy chuẩn của các điểm này theo công thức:

$$h_i = H_i - \zeta_i \quad (9)$$

Hiệu độ cao thủy chuẩn giữa điểm A và điểm I được biểu diễn bằng công thức:

$$\Delta h_{AI} = h_i - h_A = (H_i - \zeta_i) - (H_A - \zeta_A)$$

hay: $\Delta h_{AI} = (H_i - H_A) - (\zeta_i - \zeta_A) \quad (10)$

Từ đó tính được: $h_i = h_A + \Delta h_{AI}.$

Khi chiếu các điểm khống chế cơ sở lên các tầng xây dựng đến đầu của mỗi phân đoạn, chúng ta hoàn toàn vẫn có thể sử dụng công thức (10) để tính chênh cao thủy chuẩn giữa điểm khống chế bên ngoài công trình (điểm A) với điểm chiếu.

Nếu sử dụng công thức (10) để tính chênh cao thủy chuẩn giữa điểm I với điểm chiếu I' ở đầu phân đoạn chiếu, có thể coi $\zeta_{I'} = \zeta_I$, nghĩa là:

$$\Delta h_{I'I} = (H_{I'} - H_I) = \Delta H_{I'I} \quad (11)$$

hay chênh cao thủy chuẩn bằng chênh cao trắc địa. Ở đây cần lưu ý rằng độ chính xác của chênh cao xác định được là độ chính xác đo chênh cao trắc địa bằng công nghệ GPS.

Do vậy khi sử dụng công thức (11) cần xem xét thêm độ chính xác chuyển độ cao lên cao trong xây dựng nhà siêu cao tầng bằng công nghệ GPS và bằng các công nghệ truyền thống.

Theo nhiều tài liệu, độ chính xác gia số tọa độ và chênh cao trắc địa xác định bằng công nghệ GPS hầu như không phụ thuộc vào đồ hình lưới mặt đất mà chủ yếu phụ thuộc vào sự phân bố của

các vệ tinh quan sát được trên bầu trời. Khi lập lịch đo, người ta đã lưu ý chọn thời gian đo (ca đo) cho độ chính xác đo đạc tốt nhất.

Từ đó thấy rằng độ chính xác đo chênh cao trắc địa giữa điểm mặt đất và điểm trên sàn tầng ở đầu mỗi phân đoạn chiếu hầu như không phụ thuộc vào chiều cao chiếu. Đây là ưu điểm nổi bật của công nghệ GPS khi chuyển độ cao lên cao trong xây dựng nhà cao tầng, đặc biệt là đối với những ngôi nhà có chiều cao lớn và rất lớn. Đối với những ngôi nhà này, khi chuyển độ cao lên cao bằng các phương pháp trực tiếp (phương pháp chuyển độ cao bằng phương pháp đo cao hình học theo đường cầu thang bộ; phương pháp sử dụng thước thép treo kết hợp với máy và mia thủy chuẩn; phương pháp đo trực tiếp khoảng cách đứng; phương pháp thủy chuẩn lượng giác sử dụng máy toàn đạc điện tử) thì sai số chuyển độ cao tăng lên theo chiều cao của công trình.

Khi lựa chọn công nghệ GPS để chuyển độ cao lên cao trong xây dựng nhà siêu cao tầng, cần lưu ý tới độ chính xác yêu cầu chuyển độ cao và chọn máy móc đo cũng như quy trình đo để đáp ứng được yêu cầu này.

Những luận giải trên đây cho thấy rõ tính hiệu quả của việc sử dụng dữ liệu đo GPS cho nhiều mục đích, trong đó có mục đích chuyển độ cao lên cao trong xây dựng nhà siêu cao tầng.

3.2 Giải pháp ứng dụng công nghệ GPS để chuyển độ cao lên cao và xác định bổ sung dị thường độ cao trong xây dựng công trình công nghiệp

Trong xây dựng công trình công nghiệp, có nhiều hạng mục công trình có chiều cao lớn (tháp trao đổi nhiệt của các nhà máy xi măng, nhà máy nhiệt điện,...). Khi xây dựng những hạng mục này, nếu điều kiện cho phép đặt máy thu GPS một cách ổn định và an toàn thì có thể ứng dụng giải pháp chuyển độ cao lên cao bằng công nghệ GPS như đã trình bày ở 2.2.

Mặt khác trên khu vực xây dựng công trình công nghiệp, có một số điểm khống chế thành lập bằng công nghệ GPS được đo nối thủy chuẩn hạng III, IV. Khi đó có thể xác định được dị thường độ cao tại những điểm này. Đối với những điểm khác trên khu vực xây dựng có đặt máy thu tín hiệu GPS, mới chỉ

có độ cao trắc địa mà chưa có độ cao thủy chuẩn. Việc xác định độ cao thủy chuẩn của những điểm này có thể giải quyết theo một trong hai cách sau đây:

1) Xác định các hệ số a_0, a_1, a_2 trong công thức (6) theo phương pháp số bình phương nhỏ nhất với thuật toán đã được nêu trong [1], từ đó tính ζ và h theo các công thức (6) và (9).

2) Dựa vào ba điểm bao điểm đo GPS, tính các hệ số a_0, a_1, a_2 trong công thức (6) đối với một tam giác đơn theo các công thức (7) và (8), từ đó tính ζ và h của điểm đo GPS đó theo các công thức (6) và (9).

Như đã phân tích trong [3], độ chính xác xác định ζ và h phụ thuộc vào độ chính xác đo chênh cao trắc địa và chênh cao thủy chuẩn của các điểm dùng để tính a_0, a_1, a_2 , độ chính xác đo GPS tại điểm cần xác định độ cao thủy chuẩn, cũng như mức độ “đột biến” của dị thường độ cao tại điểm này.

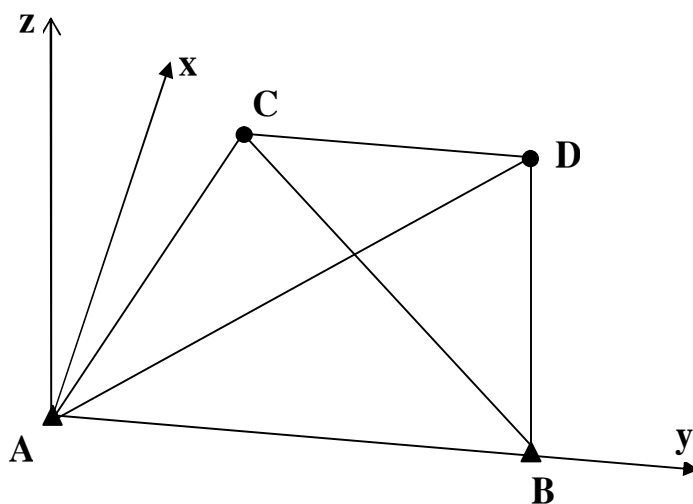
Chúng ta sẽ làm rõ các phân tích nêu trên trong phần tính toán thực nghiệm.

4. Thực nghiệm

4.1 Thực nghiệm 1

Trong [2] đã trình bày thực nghiệm khảo sát độ chính xác một số phương pháp chuyển độ cao lên cao trong xây dựng nhà cao tầng. Sau đây là một số kết quả chính của thực nghiệm.

Trong mạng lưới thực nghiệm 1 (hình 2), hai điểm A, B được đặt trên nóc nhà 5 tầng, hai điểm C và D được đặt trên mái nhà 12 tầng (Khu A, Trường đại học Mô-Địa chất) tạo thành một tứ giác trắc địa. Công tác đo đạc thực nghiệm bao gồm: đo lưới tam giác không gian bằng máy TĐĐT SET-2B; đo lưới thực nghiệm bằng thiết bị GPS, sử dụng bộ 4 máy thu theo hai phương pháp đo tĩnh nhanh và đo động; đo các chênh cao h_{AB} và h_{CD} bằng thủy chuẩn hình học hạng II và coi chúng là các chênh cao thực.



Hình 2. Sơ đồ lưới thực nghiệm 1

Sau khi đo đạc, tính toán bình sai nhận được kết quả thể hiện ở các bảng 1, 2 và 3.

Bảng 1. Tọa độ, độ cao bình sai của các điểm C, D đo bằng công nghệ GPS (đo tĩnh) và TĐĐT (lưới tam giác không gian)

Điểm	Tọa độ đo bằng GPS (m)			Tọa độ đo bằng TĐĐT (m)			Chênh lệch (mm)		
	x	y	z	x	y	z	δx	δy	δz
C	2331142,698	502461,920	51,273	2331142,701	502461,921	51,277	3,0	0,7	3,9
D	2331142,800	502474,518	51,296	2331142,802	502474,518	51,297	2,1	0,4	1,5

Bảng 2. Độ chính xác các tọa độ, độ cao bình sai của hai điểm C, D đo bằng công nghệ GPS (đo tĩnh) và TĐĐT

Điểm	Đo bằng GPS (mm)			Đo bằng TĐĐT (mm)		
	m_x	m_y	m_z	m_x	m_y	m_z
C	1	1	0	1,9	2,9	1,1
D	0	1	1	2,1	3,5	1,1

Bảng 3. Các chênh cao h_{AB} và h_{CD} đo bằng công nghệ GPS tĩnh và động, bằng TĐĐT và thủy chuẩn hình học hạng II (đơn vị là m)

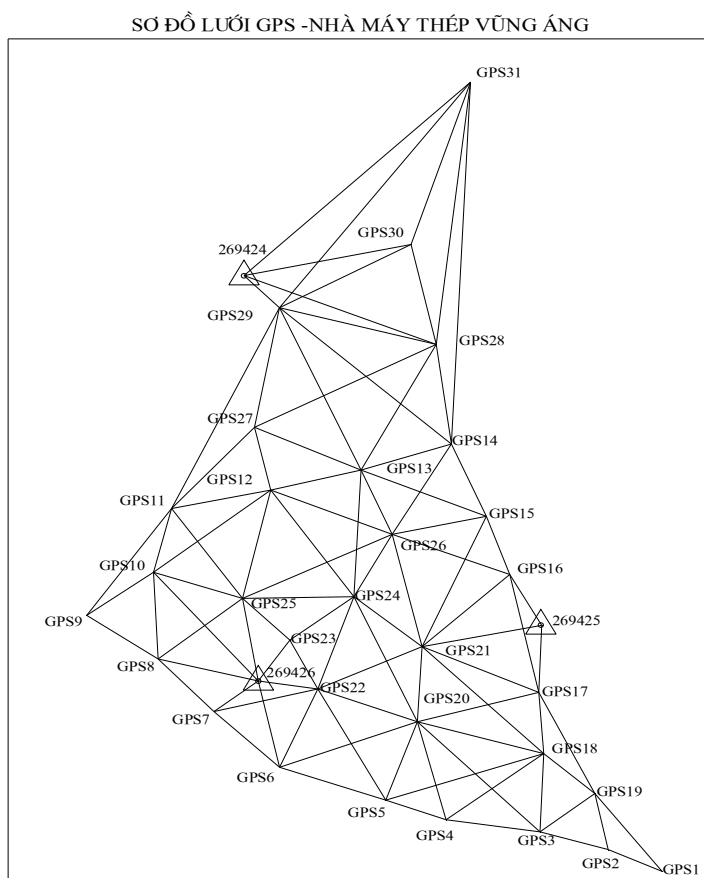
Chênh cao	Đo bằng công nghệ GPS		Đo bằng TĐĐT	Đo bằng thủy chuẩn hạng II
	Tĩnh	Động		
h_{AB}	0,059	-	0,061	0,061
h_{CD}	0,022	0,040	0,021	0,018

Từ kết quả tính trong các bảng 1, 2, 3 có thể rút ra nhận xét:

Trong điều kiện thực nghiệm, các sai số tọa độ, độ cao các điểm C, D trong lưới đo bằng công nghệ GPS theo phương pháp đo tĩnh và đo bằng toàn đạc điện tử (dạng lưới tam giác không gian) đều nằm trong phạm vi độ chính xác yêu cầu chuyển trục công trình và độ cao lên cao trong xây dựng nhà cao tầng.

4.2 Thực nghiệm 2

Trong thực nghiệm này, chúng tôi đã sử dụng kết quả đo đạc và tính toán bình sai lưới độ cao thủy chuẩn hình học hạng III và các chênh cao trắc địa xác định bằng kỹ thuật đo GPS trên khu vực xây dựng Nhà máy Thép Vũng Áng, thuộc huyện Kỳ Anh, tỉnh Hà Tĩnh.



Hình 3. Sơ đồ lưới GPS - thủy chuẩn Nhà máy Thép Vũng Áng

Trên khu vực có 3 điểm khống chế 269424, 269425, 269426 (điểm địa chính cơ sở) tương đương điểm hạng III nhà nước.

Chúng tôi đã thực hiện các tính toán sau đây:

1) Tính các hệ số a_0, a_1, a_2 trong công thức (6) theo phương pháp số bình phương nhỏ nhất từ số liệu đo cao hình học và đo GPS tại 10 điểm (269424, 269425, 269426, GPS10, GPS12, GPS14, GPS21, GPS20, GPS18 và GPS1);

Theo các hệ số này tính lại dị thường độ cao của 10 điểm này, đồng thời tính thêm dị thường độ cao của 9 điểm khác (GPS11, GPS13, GPS15, GPS16, GPS22, GPS23, GPS17, GPS19 và GPS2); tính độ lệch $\Delta\zeta$ giữa giá trị đã có (ζ) và giá trị tính được (ζ_1) của tất cả 19 điểm này. Kết quả tính toán được thể hiện trên bảng 4.

Bảng 4. Kết quả tính toán dị thường độ cao các điểm lưới thực nghiệm

Điểm	ζ_1 (m)	ζ (m)	$\Delta\zeta$ (mm)	Điểm	ζ_1 (m)	ζ (m)	$\Delta\zeta$ (mm)
269424	-2.2162	-2.2055	10.7	GPS11	-2.1353	-2.1354	-0.1
269426	-2.1057	-2.1015	4.2	GPS13	-2.1870	-2.1921	-5.1
269425	-2.1825	-2.1893	-6.8	GPS15	-2.2011	-2.2094	-8.3
GPS10	-2.1136	-2.1189	-5.3	GPS16	-2.1899	-2.2004	-10.5
GPS12	-2.1619	-2.1660	-4.1	GPS22	-2.1164	-2.1039	12.5
GPS14	-2.2138	-2.2181	-4.3	GPS23	-2.1240	-2.1147	9.3
GPS21	-2.1507	-2.1628	-12.1	GPS17	-2.1631	-2.1763	-13.2
GPS20	-2.1287	-2.1230	5.7	GPS19	-2.1468	-2.1424	4.4
GPS18	-2.1470	-2.1355	11.5	GPS2	-2.1340	-2.1234	10.6
GPS1	-2.1395	-2.1390	0.5				

Tổng các độ lệch: $\Sigma\Delta\zeta = -0,5\text{mm}$

2) Chọn một số tam giác (chỉ bao một điểm bên trong nó), tính các hệ số a_0, a_1, a_2 theo công thức (6), từ đó tính dị thường độ cao

của điểm nằm bên trong tam giác; tính độ lệch $\Delta\zeta$ giữa giá trị đã có (ζ) và giá trị tính được (ζ_1) của các điểm này. Kết quả tính toán được nêu ở bảng 5.

Bảng 5. Kết quả tính toán dị thường độ cao điểm nằm trong một tam giác

TT	Tam giác	Điểm tính	ζ_1 (m)	ζ (m)	$\Delta\zeta$ (mm)
1	269426 - GPS23 - GPS20	GPS22	-2.1108	-2.1039	6.9
2	GPS22 - GPS20 - GPS16	GPS21	-2.1497	-2.1628	-13.1
3	GPS22 - GPS17 - GPS16	GPS21	-2.1507	-2.1628	-12.1
4	GPS21 - 269425 - GPS15	GPS16	-2.1976	-2.2004	-2.8
5	GPS13- GPS14- GPS16	GPS15	-2.2089	-2.2094	-0.5
6	GPS17- GPS19- GPS20	GPS18	-2.1285	-2.1355	-7.0
7	GPS18- GPS20-269425	GPS17	-2.1606	-2.1763	-15.7
8	GPS18- GPS21-269425	GPS17	-2.1606	-2.1763	-15.7

Từ kết quả tính toán ở thực nghiệm 2 có thể rút ra một số nhận xét sau đây:

- Trong phạm vi lưới thực nghiệm (có kích thước $\Delta x = 12,376\text{km}$; $\Delta y = 7,857\text{km}$), nếu sử dụng phương pháp số bình phương nhỏ nhất để nội suy dị thường độ cao thì độ lệch dị thường độ cao tại các điểm (bảng 1) sẽ có giá trị nhỏ, phân bố đồng đều về dấu với giá trị tổng các độ lệch: $\Sigma\Delta\zeta = -0,5\text{mm}$;

- Kết quả tính dị thường độ cao của điểm trong tam giác đơn (bảng 5) cho thấy các giá trị tuyệt đối dị thường độ cao của các điểm không đồng đều, phân bố dấu cũng không có quy luật.

Các điểm GPS17, GPS21 trong cả hai phương án tính đều có giá trị $\Delta\zeta$ lớn. Nguyên nhân có thể do chất lượng đo GPS, hoặc tại những điểm này có sự đột biến về dị thường độ cao.

- Từ kết quả tính dị thường độ cao (bảng 4, 5), ta tính được độ cao thủy chuẩn của các điểm có độ chính xác đáp ứng được yêu cầu đo vẽ tỷ lệ lớn và bố trí cơ bản công trình.

5. Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm, có thể rút ra một số kết luận như sau:

1) Độ lệch dây dọi ảnh hưởng không đáng kể đến tọa độ địa diện chân trời của các điểm trên mặt bằng móng, nhưng lại ảnh hưởng đến kết quả chiếu trục trong thi công xây dựng nhà cao tầng và siêu cao tầng khi sử dụng công nghệ GPS. Do vậy cần lưu ý ảnh hưởng này trong công tác chiếu trục công trình lên cao có sử dụng công nghệ GPS.

2) Các phân tích, luận giải và giải pháp trình bày trong bài báo về phương pháp xác định độ lệch dây dọi, nội suy dị thường độ cao và tính độ cao thủy chuẩn của các điểm góp phần hoàn thiện về lý thuyết và làm tăng tính hiệu quả ứng dụng công nghệ GPS trong xây dựng nhà cao tầng (đặc biệt là nhà siêu cao tầng) và công trình công nghiệp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Đặng Nam Chinh và nnk(2014). *Tính độ lệch dây dọi dựa trên mô hình trọng trường trái đất EGM-2008 và số cải chính độ nghiêng cục bộ của Geoid vào chênh cao xác định bằng công nghệ GPS động*. Báo cáo tại Hội nghị khoa học lần thứ 21 Trường Đại học Mở - Địa chất, 11/2014.

[2]. Nguyễn Quang Thắng, Đoàn Hồng Thắng (2010). *Nghiên cứu giải pháp chuyển độ cao lên các sàn thi công trong xây dựng nhà cao tầng*. Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mở - Địa chất, số 30 - 4/2010.

[3]. Nguyễn Quang Thắng(2016). *Luận giải ảnh hưởng của một số yếu tố đến độ chính xác chuyển trục công trình lên các sàn xây dựng trong thi công nhà siêu cao tầng*. Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mở - Địa chất, số 53 -01/2016.

[4]. Trần Việt Tuấn (2006). *Nghiên cứu ứng dụng công nghệ GPS trong trắc địa công trình ở Việt Nam*. Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Hà Nội.

Ngày nhận bài: 02/03/2017.

Ngày nhận bài sửa lần cuối: 24/3/2017.