

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

NGUYỄN QUANG THẮNG, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Tóm tắt: Trong bài báo đã nghiên cứu, luận giải ảnh hưởng của một số yếu tố: độ không song song của các đường dây dọi, độ lệch dây dọi, dao động của ngôi nhà do các yếu tố ngoại cảnh... đến kết quả và độ chính xác chiếu trục trong phương pháp chiếu phân đoạn bằng máy chiếu đứng quang học, có ứng dụng kết hợp công nghệ GPS và máy toàn đạc điện tử để chính xác hóa hình chiếu lưới không chế cơ sở trên tầng đầu tiên của mỗi đoạn chiếu, nhằm mục đích nâng cao độ chính xác và hoàn thiện quy trình chuyển trục trong xây dựng nhà siêu cao tầng.

1. Đặt vấn đề

Theo bảng phân cấp nhà cao tầng ở nước ta, nhà cao tầng có số tầng ≥ 45 được gọi là nhà siêu cao tầng. Việc xây dựng các ngôi nhà siêu cao tầng đang dần trở thành phổ biến ở Việt Nam.

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, cần chính xác hóa lưới chiếu trục trên mặt sàn đầu tiên của mỗi phân đoạn, 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.

Từ quy trình chiếu chúng ta thấy rằng, độ không song song của các đường dây dọi có ảnh hưởng đến kết quả cũng như độ chính xác chuyển trục công trình lên các sàn xây dựng trong thi công nhà siêu cao tầng.

Với việc sử dụng công nghệ GPS, độ lệch dây dọi sẽ ảnh hưởng đến kết quả chiếu trục lên cao theo một quy luật nhất định. Ảnh hưởng của yếu tố này cần được nghiên cứu, phân tích để tìm giải pháp hạn chế, khắc phục.

Trong xây dựng nhà siêu cao tầng, tác động của các yếu tố ngoại cảnh (gió, nhiệt độ...) làm ngôi nhà bị dao động và biến dạng. Điều này chắc chắn sẽ gây tác động xấu đến kết quả và độ chính xác chiếu trục công trình lên phần trên cùng của công trình.

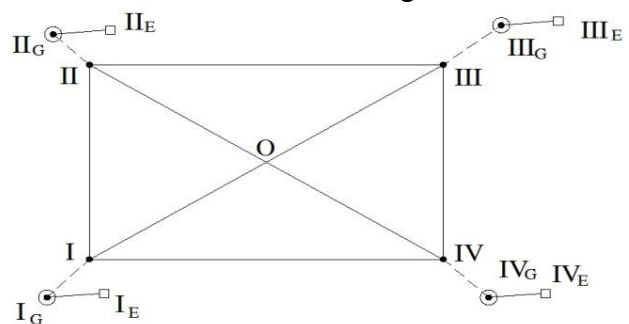
Việc luận giải ảnh hưởng của các yếu tố này đến kết quả cũng như độ chính xác chuyển trục

công trình lên các sàn xây dựng trong thi công nhà siêu cao tầng sẽ được trình bày ở các nội dung tiếp theo.

2. 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

2.1. Ảnh hưởng độ không song song của các đường dây dọi đến kết quả 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 độ thẳng đứng của ngôi nhà theo phương đường dây dọi (phương vuông góc với mặt thủy chuẩn). Trong phạm vi nhỏ của ngôi nhà có thể coi mặt thủy chuẩn đó là mặt cầu có độ cong rất nhỏ.



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

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

Các kết quả tính toán trong [3] đã cho phép rút ra một số nhận xét:

- Chênh lệch chiều dài do độ không song song của các đường dây dọi tăng lên khi chiều cao chiếu tăng. Khi $S = 75\text{m}$; $\Delta H = 200\text{m}$, sai lệch này đạt giá trị $2,35\text{mm}$, xấp xỉ bằng sai số đo khoảng cách bằng máy toàn đạc điện tử chính xác.

- Với các ngôi nhà siêu cao tầng có chiều cao lớn và rất lớn, cần thiết và hoàn toàn có thể tính cũng như hiệu chỉnh được độ không song song của các đường dây dọi đến kết quả chiếu trục lên các sàn xây dựng, được tính theo công thức:

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

trong đó: S là khoảng cách giữa các điểm đang xét; $\Delta H = H_m - H_0$ là chiều cao mặt sàn xây dựng so với mặt bằng móng; R_m là bán kính trung bình của Elipxôid.

2.2. Ảnh hưởng của độ lệch dây dọi đến độ chính xác chuyển trục công trình lên các sàn xây dựng

2.2.1. Phân tích ảnh hưởng của độ lệch dây dọi đến kết quả chiếu trục công trình lên cao

Trong quy trình chuyển trục lên các sàn xây dựng nêu ở [3], cần thành lập và đo nối chính xác các điểm GPS ở bên ngoài công trình với lưới khống chế cơ sở trên mặt bằng móng. Khi đó sử dụng hệ tọa độ địa diện có điểm gốc trùng với một điểm khống chế cơ sở (chẳng hạn điểm I - hình 1), các trục O_x , O_y song song với trục tương ứng của công trình, trục O_z trùng với pháp tuyến của Elipxôid. Phân bề mặt Elipxôid trên công trình sẽ nghiêng với mặt thủy chuẩn đi qua các điểm khống chế cơ sở trên mặt bằng móng một góc bằng giá trị độ lệch dây dọi (hình 1).

Từ kết quả tính toán trong [3] chúng ta thấy rằng chênh lệch khoảng cách giữa đường dây dọi và pháp tuyến với Elipxôid tăng theo giá trị độ lệch dây dọi và chiều cao của công trình. Với độ lệch dây dọi $v = 10''$; $\Delta H = 200\text{m}$ thì chênh lệch khoảng cách giữa đường dây dọi và pháp tuyến với Elipxôid xấp xỉ bằng 10mm . Nếu chiều cao công trình lớn hơn thì giá trị chênh lệch này sẽ còn tăng hơn nữa. Như vậy độ lệch dây dọi cần phải được quan tâm khi chuyển trục công trình lên các sàn xây dựng trong thi công nhà siêu cao tầng.

Trên phạm vi nhỏ của công trình có thể coi độ lệch dây dọi là như nhau cả về độ lớn và hướng, điều đó dẫn tới vector ảnh hưởng của độ lệch dây dọi tại các điểm chiếu trên một mặt sàn xây dựng là như nhau cả về độ lớn và hướng (các đoạn $I_G-I_E \dots, IV_G-IV_E$ trên hình 1 có độ lớn và phương vị như nhau). Như vậy ảnh hưởng độ lệch dây dọi chỉ làm cho các điểm bị lệch đi mà không làm thay đổi kích thước lưới chiếu.

Khi đo GPS trên mặt sàn đầu tiên của mỗi phân đoạn để chính xác hóa lưới trục, chúng ta đặt máy tại điểm đã được chiếu lên mặt sàn đó theo phương đường dây dọi. Tuy nhiên khi sử dụng công nghệ GPS, để tính tọa độ địa diện chân trời trên mặt bằng móng cần chiếu kết quả đo xuống mặt phẳng này theo phương pháp tuyến của Elipxôid. Nếu không để ý đến sai số đo GPS thì bản thân độ lệch dây dọi đã làm sai lệch tọa độ địa diện tính toán được so với giá trị tương ứng của điểm cơ sở trên mặt bằng móng.

Công thức tính tọa độ địa diện chân trời theo tọa độ vuông góc không gian và tọa độ trắc địa như sau [4]:

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

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

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 Elipxôid WGS-84.

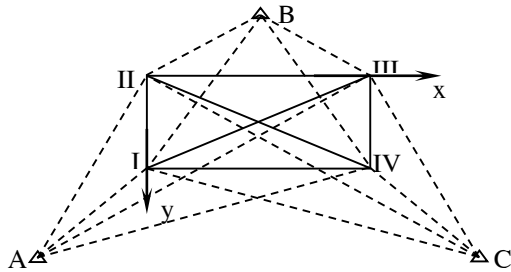
Từ công thức (2) thấy rằng, nếu các điểm nằm trên cùng một đường pháp tuyến với Elipxôid thì tọa độ địa diện chân trời (x , y) của chúng bằng nhau.

Phần tiếp theo chúng tôi sẽ trình bày phương pháp xác định độ lệch dây dọi trên khu vực xây dựng công trình.

2.2.2. Phương pháp xác định độ lệch dây dọi trên khu vực xây dựng nhà siêu cao tầng

Trong phạm vi nhỏ của công trình xây dựng nhà siêu cao tầng, có thể xác định độ lệch dây dọi theo trình tự sau:

1) Sau khi chọn các điểm khống chế GPS ở bên ngoài công trình theo điều kiện nêu trong [3] với số điểm ít nhất và hợp lý nhất là 3 (ký hiệu là A, B, C - hình 2), tiến hành đo nối một điểm (chẳng hạn điểm A) với điểm khống chế nhà nước trên khu vực bằng công nghệ GPS để xác định tọa độ và độ cao trắc địa tại điểm này.



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

Xác định dị thường độ cao tại điểm A theo một trong hai cách sau:

- Dẫn độ cao hình học (độ chính xác từ hạng IV trở lên) từ điểm khống chế độ cao nhà nước đến điểm A, từ đó tính dị thường độ cao tại điểm này theo công thức:

$$\zeta_A = H_A - h_A \quad (3)$$

trong đó: H_A là độ cao trắc địa của điểm A; h_A là độ cao thủy chuẩn của điểm A.

- Nội suy dị thường độ cao tại điểm A từ mô hình trọng trường EGM-2008 với kích thước khung $1' \times 1'$ [1].

2) Tiến hành đo GPS tương đối giữa các điểm A, B, C để xác định chênh cao trắc địa, đồng thời đo thủy chuẩn hình học chính xác (thủy chuẩn cấp II) để xác định chênh cao giữa các điểm này, sẽ có:

$$\zeta_i = H_i - h_i; \zeta_j = H_j - h_j$$

$$\Delta\zeta_{ij} = \zeta_j - \zeta_i = (H_j - H_i) - (h_j - h_i)$$

các chênh cao $(H_j - H_i)$, $(h_j - h_i)$ được lấy từ kết quả đo GPS tương đối và đo thủy chuẩn hình học chính xác.

Dị thường độ cao tại hai điểm B và C được tính từ dị thường độ cao điểm A theo công thức:

$$\zeta_j = \zeta_i + \Delta\zeta_{ij} \quad (4)$$

3) Biểu diễn dị thường độ cao dưới dạng hàm tuyến tính của tọa độ B, L:

$$\zeta_i = a_0 + a_1B_i + a_2L_i \quad (5)$$

trong đó: a_0, a_1, a_2 là ba tham số cần xác định. Với ba điểm đã biết dị thường độ cao A, B, C, có

thể giải bài toán để xác định a_0, a_1, a_2 theo các công thức đã biết.

4) Tính các độ lệch dây dọi thành phần bằng cách lấy đạo hàm riêng của hàm (5) theo các đối số B, L ta được kết quả [1]:

$$\xi = -\frac{a_1}{R} \quad (\text{rad}) \quad (6)$$

$$\eta = -\frac{a_2}{R \cdot \cos B} \quad (\text{rad}) \quad (7)$$

$$v = \sqrt{\eta^2 + \xi^2} \quad (8)$$

trong đó: ξ, η là độ lệch dây dọi thành phần trên mặt phẳng kinh tuyến và mặt phẳng thẳng đứng thứ nhất; R là bán kính cung kinh tuyến.

Để ước lượng độ chính xác xác định độ lệch dây dọi, có thể sử dụng công thức:

$$m_v = \frac{\rho}{S} \sqrt{m_{\Delta H}^2 + m_{\Delta h}^2} \quad (9)$$

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

$m_{\Delta H}$ là sai số trung phương chênh cao trắc địa đo được bằng công nghệ GPS;

$m_{\Delta h}$ là sai số trung phương chênh cao đo bằng thủy chuẩn hình học chính xác;

S là khoảng cách trung bình giữa các điểm khống chế GPS ở bên ngoài công trình.

Với các máy thu GPS hiện nay, dễ dàng đạt được độ chính xác $m_{\Delta H} = 10\text{mm}$ trên khoảng cách $S = 1\text{km}$; có thể lấy độ chính xác của thủy chuẩn hạng II: $m_{\Delta h} = 2\text{mm/km}$, từ công thức (9) tính được $m_v = 2''$. Từ bảng 2 của [3] ta thấy với $\Delta v = 2''$; $\Delta H = 200\text{m}$ thì $\Delta S_v = 1,94\text{mm}$, được coi là xấp xỉ với sai số đo cạnh chính xác. Với chiều dài cạnh S ngắn hơn, để nâng cao độ chính xác xác định độ lệch dây dọi cần chọn loại máy thu GPS có độ chính xác cao hơn để đo chênh cao trắc địa.

2.3. Ảnh hưởng của độ dịch chuyển phân trên ngôi nhà do các yếu tố ngoại cảnh đến kết quả chuyển trục công trình lên các sàn xây dựng

Trong xây dựng nhà siêu cao tầng, tác động của các yếu tố ngoại cảnh: gió, nhiệt độ, tính đàn dạng của vật liệu xây dựng... làm ngôi nhà bị dao động và biến dạng.

Trong [2] đã hệ thống và nêu khả năng ứng dụng công nghệ GPS để xác định độ nghiêng của nhà cao tầng và siêu cao tầng.

Ý kiến của chúng tôi về vấn đề này như sau:

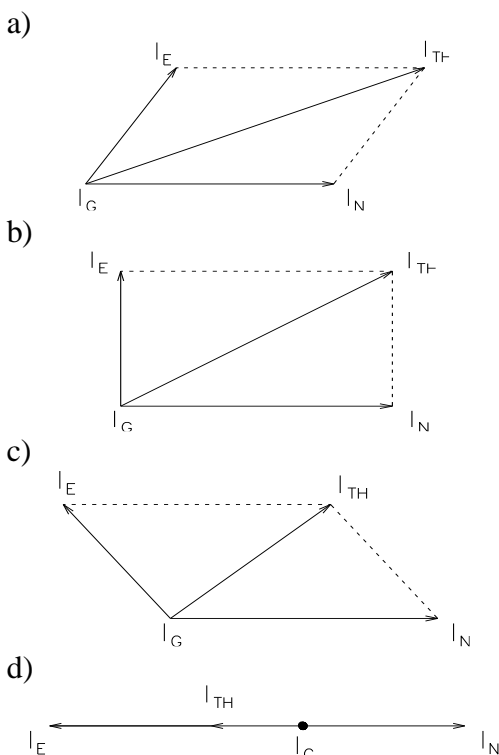
- Dưới tác động của nhiều yếu tố, nhà cao tầng và siêu cao tầng bị chuyển dịch theo hướng tác động của ngoại lực. Chuyển dịch của phần

trên ngôi nhà có thể mang tính đàn hồi và trở về vị trí cũ, cũng có thể mang tính đàn hồi không hoàn toàn và chuyển sang vị trí mới, gây nên độ nghiêng và biến dạng công trình.

Khi đó các điểm trục được chiếu lên các sàn xây dựng ở phía trên công trình sẽ thay đổi vị trí, nhưng do tính chặt chẽ về kết cấu của công trình nên khoảng cách giữa chúng (các kích thước của lưới chiếu) sẽ thay đổi không đáng kể. Nhận xét này cũng tương tự như nhận xét về ảnh hưởng của độ lệch dây dọi đến kết quả chiếu trục.

- Khi sử dụng công nghệ GPS để xác định tọa độ các điểm trục công trình đã được chiếu lên phần đỉnh của công trình, từ đó tính toán tọa độ địa diện chân trời tương ứng trên mặt phẳng tọa độ gốc, sự sai khác về tọa độ địa diện của từng điểm không phải chỉ do ảnh hưởng độ nghiêng công trình gây ra mà còn bao hàm ảnh hưởng của độ lệch dây dọi. Tuy nhiên ảnh hưởng tổng hợp này không làm thay đổi các kích thước của lưới chiếu trục lên các sàn xây dựng ở phần trên của công trình.

Ảnh hưởng tổng hợp của độ lệch dây dọi và độ nghiêng công trình có giá trị có thể lớn hơn, cũng có thể nhỏ hơn ảnh hưởng của bản thân độ nghiêng công trình. Điều này được minh chứng qua hình 3.



Hình 3. Biểu diễn ảnh hưởng của các vec tơ đến kết quả chiếu trục

Trên hình 3 thể hiện các vec tơ dịch chuyển riêng cho điểm I (các điểm II, III, IV cũng dịch chuyển tương tự), trong đó: $I_G I_E$ - vec tơ ảnh hưởng của độ lệch dây dọi; $I_G I_N$ - vec tơ ảnh hưởng của độ nghiêng công trình; $I_G I_{TH}$ - vec tơ ảnh hưởng tổng hợp.

Từ hình 3 thấy rằng: khi góc hợp bởi các vec tơ $I_G I_E$ và $I_G I_N$ nhỏ hơn hoặc bằng 90° (trường hợp a và b), vec tơ ảnh hưởng tổng hợp $I_G I_{TH}$ có giá trị lớn hơn các vec tơ thành phần; còn khi góc hợp bởi các vec tơ $I_G I_E$ và $I_G I_N$ lớn hơn 90° (trường hợp c và d), vec tơ ảnh hưởng tổng hợp $I_G I_{TH}$ có giá trị nhỏ hơn một trong hai vec tơ thành phần (có thể là vec tơ độ nghiêng).

Điều đó có nghĩa là, để xác định được độ nghiêng của nhà cao tầng và siêu cao tầng, từ đó so sánh với yêu cầu quy định độ nghiêng giới hạn của công trình trong [5], cần tách được ảnh hưởng của độ lệch dây dọi trong độ lệch tọa độ của điểm chiếu. Nếu không, vô hình trung sẽ dẫn đến kết luận sai lầm về độ nghiêng của ngôi nhà.

3. Giải pháp hạn chế ảnh hưởng của các yếu tố đến độ chính xác chuyển trục công trình lên các sàn xây dựng trong thi công nhà siêu cao tầng

Trong [3] đã kiến nghị các giải pháp và quy trình cần thiết, nhằm chính xác hóa hình chiếu lưới không 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 nhờ công nghệ GPS và máy toàn đạc điện tử chính xác (để đo các cạnh, kể cả đường chéo của lưới).

Ở đây chúng tôi bổ sung một số vấn đề vào quy trình này như sau:

- Để hiệu chỉnh ảnh hưởng của độ không song song của các đường dây dọi có thể sử dụng công thức (1), với các đoạn cần hiệu chỉnh là khoảng cách từ tâm (giao của hai đường chéo) đến các điểm chiếu, hướng từ điểm chiếu vào tâm công trình.

- Để hiệu chỉnh ảnh hưởng của độ lệch dây dọi, sử dụng phương pháp và quy trình nêu trong mục 2.2.2 để xác định độ lệch dây dọi trong phạm vi công trình, từ đó tính được ảnh hưởng độ lệch dây dọi theo công thức:

$$\Delta S_{\xi} = \frac{\xi}{\rho} \cdot \Delta H; \quad \Delta S_{\eta} = \frac{\eta}{\rho} \cdot \Delta H \quad (10)$$

- Để xác định độ nghiêng công trình, ở đầu mỗi đoạn chiếu tiến hành đo GPS với máy thu được đặt tại các điểm A, B, C ở bên ngoài công trình và các điểm chiếu I_G, II_G, III_G, IV_G. Nên tổ chức đo 2 ÷ 3 lần trong một ngày (sáng, trưa, chiều); thời gian mỗi ca đo từ 60 ÷ 90ph. Tọa độ tính được là tọa độ trung bình của các lần đo, từ đó tính ra tọa độ địa diện chân trời tại mặt bằng gốc theo công thức (2). Sau khi tách ảnh hưởng của độ lệch dây dọi, phần độ lệch còn lại sẽ là độ nghiêng công trình.

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

4. Kết luận

Từ những luận giải nêu trên, có thể rút ra một số kết luận như sau về ảnh hưởng của một số yếu tố đến kết quả và độ chính xác chiếu trục công trình lên các sàn xây dựng trong thi công nhà siêu cao tầng:

1) Ảnh hưởng độ không song song của các đường dây dọi mang tính hệ thống về đầu và hoàn toàn có thể hiệu chỉnh vào kết quả chiếu trục, làm tăng độ chính xác lưới trục ở đầu mỗi đoạn chiếu trong phương pháp chiếu phân đoạn bằng máy chiếu đứng.

2) Sự sai lệch tọa độ địa diện trên mặt bằng gốc xác định từ kết quả đo GPS tại các điểm chiếu ở phần trên và bên ngoài công trình so với

giá trị ban đầu bao gồm cả ảnh hưởng của độ nghiêng công trình và ảnh hưởng độ lệch dây dọi tại các điểm chiếu. Những ảnh hưởng này chỉ làm sai lệch vị trí mà không làm thay đổi kích thước lưới chiếu. Để kết luận về độ nghiêng ngôi nhà, cần xác định và tách riêng ảnh hưởng của độ lệch dây dọi theo phương pháp chúng tôi đã trình bày trong bài báo này.

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 Mỏ - Địa chất, 11/2014.
- [2]. Lê Ngọc Giang, Nguyễn Quang Minh, 2012. Xác định độ thẳng đứng của công trình nhà cao tầng bằng công nghệ GPS. Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất, số 40 - 10/2012.
- [3]. Nguyễn Quang Thắng, 2014. Giải pháp nâng cao 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 Mỏ - Địa chất, số 44 - 10/2013.
- [4]. Trần Viết 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 2006.
- [5]. TCVN 9342: 2012. Công trình bê tông cốt thép toàn khối xây dựng bằng phương pháp cốp pha trượt - Thi công và nghiệm thu, Hà Nội, 2012.

ABSTRACT

Explaining the influence of some factors on engineering axis transfer accuracy to floors in constructing superhigh building

Nguyen Quang Thang, Hanoi University of Mining and Geology

Axis transferring to floors is a job which have important role in all surveying task when constructing high and superhigh buildings. For these, it must be to combine GPS and total station measurements to get more accurate projection of control basic networks on the first floor of each projected segment of measured by vertical optical instrument. In the paper, the influence of some factors was studied and explained: plumb lines are not parallel, the deviation of plumb line, the fluctuating of building caused by surroundings... to get more accurate axis projection in constructing superhigh building.