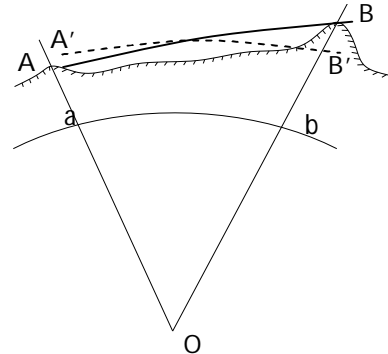


NHỮNG LƯU Ý KHI SỬ DỤNG TỌA ĐỘ NHÀ NƯỚC TRONG TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH

TS. NGUYỄN QUANG PHÚC
Trường Đại học Mỏ - Địa chất

1. Đặt vấn đề

Hệ thống lưới tọa độ Nhà nước các cấp hạng là cơ sở tọa độ để tiến hành các công tác trắc địa - địa hình và trắc địa công trình (TĐCT), phục vụ cho các mục đích khác nhau của nền kinh tế quốc dân và quốc phòng. Tuy nhiên, việc sử dụng tọa độ Nhà nước trong khi giải quyết các nhiệm vụ của TĐCT ở nước ta vẫn còn nhiều bất cập, gây ra những trở ngại không nhỏ trong thiết kế và thi công xây dựng công trình, làm ảnh hưởng đến tiến độ và thậm chí đến chất lượng các công trình xây dựng. Chỉ ra những bất cập đó, tác giả bài báo khuyến nghị các chuyên gia cần sử dụng hợp lý các giá trị tọa độ phẳng của lưới tọa độ Nhà nước trong khi tiến hành các công tác TĐCT. Trước hết, bàn về sự biến dạng kích thước và tỷ lệ lưới không chế tọa độ do hệ tọa độ và độ cao mặt chiếu gây ra.



Hình 1. Chiều cạnh đo lên mặt ellipsoid

2. Số hiệu chỉnh do chuyển trị đo về hệ tọa độ và độ cao mặt chiếu

Như đã biết, các trị đo trong lưới trắc địa (chiều dài, phương vị, góc hoặc hướng) được thực hiện trên bề mặt đất, chịu ảnh hưởng của trọng trường, chiết quang..., nhưng khi tính toán bình sai lại phải tiến hành trong một hệ tọa độ nào đó, bảo đảm chặt chẽ về mặt toán học. Vì vậy, đặt ra nhiệm vụ là trước lúc bình sai phải tính chuyển các trị đo từ bề mặt đất tự nhiên về các bề mặt toán học mà thực chất là tính khái lược các trị đo.

Thông thường, việc tính khái lược các trị đo trong mạng lưới trắc địa được thực hiện thông qua các số hiệu chỉnh do chiếu lên mặt ellipsoid quy chiếu và lên bề mặt của phép chiếu tọa độ phẳng. Tùy thuộc vào cấp hạng và quy mô lưới có thể phải tính đến tất cả các số hiệu chỉnh cho các loại trị đo nói trên. Ở đây, xin đề cập đến các số hiệu chỉnh cho trị đo cạnh đo chiếu lên các bề mặt này.

2.1. Số hiệu chỉnh do chiếu lên mặt ellipsoid quy chiếu

Gọi AB là khoảng cách nghiêng đo được giữa 2 điểm, A'B' là khoảng cách đã đưa về nằm ngang, ab là khoảng cách tương ứng của AB trên mặt ellipsoid (hình 1).

Để nhận được khoảng cách ab trên ellipsoid, cần phải đưa vào A'B' số hiệu chỉnh:

$$\Delta S_H = \frac{H_m - H_0}{R_m} S \quad (1)$$

Trong đó:

H_0 - độ cao của bề mặt quy chiếu;

H_m - độ cao trung bình của cạnh đo;

R_m - bán kính trung bình của ellipsoid;

S - khoảng cách đã đưa về nằm ngang.

2.2. Số hiệu chỉnh do chiếu về mặt phẳng

Để có thể tính được tọa độ phẳng cho các điểm không chế, tiếp theo cần phải chuyển các trị đo trên mặt ellipsoid quy chiếu về mặt phẳng. Số hiệu chỉnh chiều dài cạnh đo trong phép chiếu phẳng được tính theo công thức:

$$\Delta S_F = (m_0 - 1 + \frac{y_m^2}{2R_m^2}) S' \quad (2)$$

Trong đó:

y_m - trị trung bình của tung độ điểm đầu và cuối cạnh S ;

S' - chiều dài cạnh trên ellipsoid quy chiếu;

m_0 - hệ số biến dạng trên kinh tuyến trực của múi chiếu.

Đối với phép chiếu phẳng Gauss-Kruger, hệ số $m_0=1$; với phép chiếu phẳng UTM múi 6⁰, $m_0=0.9996$ và múi 3⁰, $m_0=0.9999$.

Để thấy được độ lớn của các số hiệu chỉnh nói trên, có thể tham khảo kết quả tính ở bảng 1 dưới đây (lấy với chiều dài cạnh bằng 1 km).

Bảng 1. Số hiệu chỉnh do chiếu cạnh đo lên mặt ellipsoid và mặt phẳng

Số hiệu chỉnh độ cao (mm)		Số hiệu chỉnh UTM múi 6 ⁰ (mm)		Số hiệu chỉnh UTM múi 3 ⁰ (mm)		Số hiệu chỉnh Gauss-Kruger (mm)	
$H_m (m)$	ΔS_H	$y_m (km)$	ΔS_F	$y_m (km)$	ΔS_F	$y_m (km)$	ΔS_F
0	0.00	0	-400.00	0	-100.00	0	0.00
50	- 7.85	100	-276.82	50	-69.20	50	30.80
100	- 15.70	150	-122.84	90	-0.22	75	69.29
150	- 23.54	180	-0.88	110	49.05	100	123.18
200	- 31.39	200	92.74	120	77.39	120	177.40
637	- 99.98	220	196.21	130	108.18	150	277.16

Từ các kết quả tính ở bảng 1 có thể nhận thấy:

- Độ cao trung bình của cạnh đo càng lớn thì số hiệu chỉnh càng lớn và ngược lại. Trên độ cao của bề mặt quy chiếu, số hiệu chỉnh này bằng 0.

- Trong phép chiếu Gauss-Kruger, cạnh càng xa kinh tuyến trục có số hiệu chỉnh càng lớn và ngược lại. Trên kinh tuyến trục, số hiệu chỉnh này bằng 0.

- Trong phép chiếu UTM, có 2 vị trí mà tại đó, số hiệu chỉnh xấp xỉ bằng 0, đó là vị trí cạnh đo cách kinh tuyến trục 180 km (với múi 6⁰) và 90 km (với múi 3⁰) tính theo đường xích đạo. Càng xa vị trí này, số hiệu chỉnh có trị số càng lớn.

3. Sự khác biệt giữa hệ tọa độ Nhà nước và hệ tọa độ công trình

Hệ tọa độ Nhà nước là hệ tọa độ được lựa chọn theo những quy định chung của các cơ quan quản lý Nhà nước về Trắc địa - Bản đồ. Theo đó, trước năm 2000 nước ta sử dụng hệ tọa độ HN-72, ellipsoid quy chiếu Kraxovski, phép chiếu phẳng Gauss-Kruger, hệ độ cao Hòn Dấu. Sau năm 2000, nước ta sử dụng hệ tọa độ VN-2000, ellipsoid quy chiếu WGS-84, phép chiếu phẳng UTM, hệ độ cao Hòn Dấu. Điều đáng chú ý là trước khi bình sai, các trị đo trong lưới trắc địa Nhà nước đã được chiếu xuống mặt ellipsoid quy chiếu. Điều đó cũng có nghĩa là *tọa độ phẳng của lưới tọa độ Nhà nước và của các mạng lưới chêm dày tiếp theo cũng sẽ được xác định trên bề mặt của ellipsoid quy chiếu* (có độ cao H=0m). Lưới tọa độ Nhà nước chủ yếu được sử dụng để đo vẽ bản đồ địa hình các tỷ lệ. Để làm giảm biến dạng của múi chiếu, trong khi đo vẽ bản đồ tỷ lệ lớn còn sử dụng múi chiếu với độ rộng 3⁰.

Hệ tọa độ công trình là hệ tọa độ được lựa chọn phù hợp với đặc điểm và yêu cầu kỹ thuật đối với từng công trình. Việc lựa chọn này phải bảo đảm điều kiện sao cho các số hiệu chỉnh tính theo các công thức (1) và (2) phải xấp xỉ bằng 0 để cho lưới không bị biến dạng bởi các số hiệu chỉnh chiếu. Theo đó, độ cao mặt chiếu tọa độ phẳng được chọn bằng độ cao trung bình của khu xây dựng; kinh tuyến trung ương của múi chiếu chọn đi qua giữa khu vực xây dựng (trong phép chiếu Gauss-Kruger) hoặc cách xa khu xây dựng trong khoảng 90km và 180km (trong phép chiếu phẳng UTM tương ứng với múi chiếu có độ rộng 3⁰ và 6⁰).

Về nguyên tắc, hoàn toàn có thể tính chuyển qua lại giữa hai hệ thống tọa độ này.

4. Những bất cập khi sử dụng tọa độ Nhà nước trong TĐCT

Sự khác biệt về cách thức lựa chọn hệ tọa độ và mặt chiếu giữa 2 hệ tọa độ nói trên, nếu không được chú trọng đúng mức sẽ dẫn đến những rắc rối trong quá trình sử dụng. Xin chỉ ra những bất cập khi sử dụng tọa độ Nhà nước trong các công tác TĐCT.

4.1. Trong khảo sát công trình

Nhiệm vụ cơ bản của công tác trắc địa trong thời kỳ khảo sát công trình là đo vẽ *thành lập bản đồ địa hình công trình* và mặt cắt, phục vụ cho các bước thiết kế tổng thể, thiết kế kỹ thuật và thiết kế thi công công trình. Cũng cần lưu ý rằng bản đồ địa hình công trình là loại bản đồ được biểu diễn trong hệ tọa công trình. Thông thường, nếu đã có sẵn các bản đồ địa hình ở tỷ lệ thích hợp thì người ta sử dụng luôn các bản đồ này cho thiết kế công trình, hoặc nếu không sẽ sử dụng các điểm tọa độ Nhà nước như những số liệu gốc để phát triển hệ thống lưới đo vẽ bản đồ trên khu vực xây dựng công trình. Nhằm lần xảy ra khi chúng ta *đã không đo vẽ bản đồ địa hình công trình* mà chỉ đơn giản là *đo vẽ bản đồ địa hình*, tức là đã không sử dụng bản đồ địa hình công trình mà đã sử dụng bản đồ địa hình cho thiết kế. Nếu lưu ý rằng "sai số giới hạn vị trí điểm của lưới đo vẽ so với điểm của lưới Nhà nước và lưới tầng dày không được vượt quá 0,2mm trên bản đồ" [6] thì có thể thấy các số hiệu chỉnh do

chọn hệ tọa độ và độ cao mặt chiếu nêu trong bảng 1 ảnh hưởng không đáng kể đến hai loại bản đồ nói trên. Tuy nhiên, chúng lại làm biến dạng rất đáng kể đến kích thước thực tế của công trình trên mặt đất. Ví dụ: ở độ cao 637m, kích thước thiết kế của đối tượng trên bản vẽ ngắn hơn kích thước của nó trên mặt đất là 99,98mm/1km; ở khoảng cách 100km so với kinh tuyến trục, kích thước thiết kế trên bản vẽ lớn hơn thực tế là 123,18mm/1km trong phép chiếu Gauss-Kruger (bảng 1). Vì thế trong phần lớn các trường hợp, không thể sử dụng bản đồ địa hình cho thiết kế công trình.

4.2. Trong thi công công trình

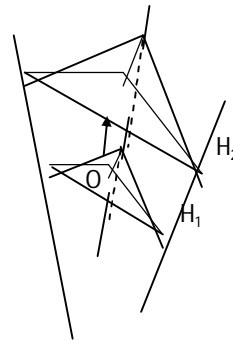
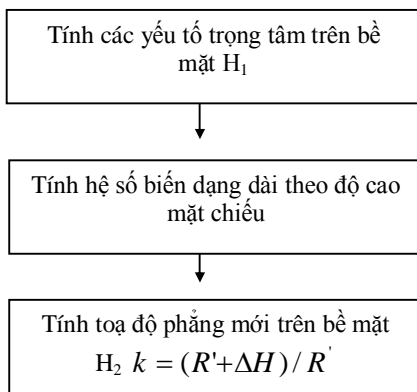
Để phát triển các bậc lưới thi công, nhất thiết phải sử dụng tọa độ các điểm của lưới cũ đã được xác định hoặc là trong hệ tọa độ Nhà nước hoặc trong hệ tọa độ công trình. Một thực tế là khi sử dụng các điểm của lưới Nhà nước để phát triển lưới thi công, người ta đã lưu ý chuyển đổi các điểm từ hệ tọa độ Nhà nước sang hệ tọa độ công trình theo quy trình tính chuyển 2 bước thông qua tọa độ trắc địa B,L. Tuy nhiên, việc tính chuyển độ cao mặt chiếu tọa độ phẳng phù hợp với công trình lại chưa được quan tâm đúng mức, mặc dầu số hiệu chỉnh này là rất đáng kể (xem cột 2 bảng 1). Đôi khi, người ta lại sử dụng các điểm lưới cũ như những số liệu gốc, không có sai số để phát triển lưới thi công. Điều này không phù hợp với đặc điểm của lưới thi công: lưới có độ chính xác cao hơn lưới cũ, được phát triển trong hệ tọa độ đã chọn khi khảo sát công trình, không chịu ảnh hưởng của sai số số liệu gốc... Nếu sử dụng tọa độ các điểm lưới cũ như những số liệu gốc tối thiểu để phát triển lưới thi công thì sẽ loại bỏ được ảnh hưởng sai số của số liệu gốc, nhưng về thực chất, lưới mới thành lập lại được xác định trong hệ tọa độ giả định, là hệ tọa độ được chọn theo quy ước của người sử dụng.

Những bất cập trên đây có thể được giải quyết nhờ thuật toán bình sai lưới tự do khi xử lý lưới thi công công trình, trong đó các điểm của lưới cũ đã có tọa độ chỉ được sử dụng như những điểm định vị mà không được sử dụng như những số liệu gốc [3].

Những phân tích đã trình bày ở trên cho thấy, để sử dụng hiệu quả tọa độ Nhà nước trong các công tác TĐCT, cần phải tính chuyển chúng về hệ tọa độ và độ cao mặt chiếu phù hợp với công trình.

5. Vấn đề tính chuyển tọa độ

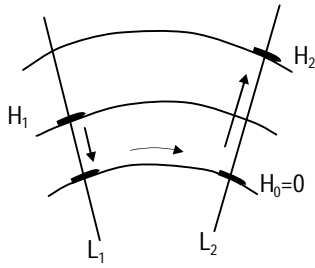
Thuật toán tính chuyển hệ tọa độ đã được giới thiệu trong nhiều tài liệu chuyên ngành [1, 5] (modul 1). Còn để tính chuyển độ cao mặt chiếu tọa độ phẳng, có thể sử dụng thuật toán biến đổi đồng dạng theo độ cao mặt chiếu do tác giả đề xuất (modul 2). Thuật toán này cho phép biến đổi đồng dạng góc mạng lưới tọa độ phẳng, còn biến dạng dài được xác định phù hợp với hệ số biến dạng do độ cao mặt chiếu tính theo (1). Giả sử $(x,y)_1$ là tập tọa độ phẳng đã được xác định trên bề mặt có độ cao H_1 (hình 2). Nay cần tính chuyển lên bề mặt có độ cao H_2 . Quy trình tính chuyển được mô tả như sau:



Hình 2. Thuật toán biến đổi đồng dạng theo độ cao mặt chiếu

Sử dụng hai modul này, có thể tính chuyển tọa độ phẳng giữa hai hệ tọa độ. Giả sử có tập tọa độ phẳng $(x,y)_1$ đã được xác định trong hệ tọa độ có kinh tuyến trục L_1 và độ cao mặt chiếu H_1 . Nay cần tính chuyển về hệ tọa độ công trình có kinh tuyến trục chọn là L_2 và độ cao mặt chiếu H_2 (hình 3). Quy trình tính chuyển được mô tả như sau:

- Bước 1: dùng modul 2 tính chuyển độ cao mặt chiếu từ H_1 xuống H_0 ;
- Bước 2: dùng modul 1 tính chuyển tọa độ từ múi chiếu kinh tuyến trục L_1 sang múi chiếu kinh tuyến trục L_2 trên bề mặt H_0 ;
- Bước 3: dùng modul 2 tính chuyển độ cao mặt chiếu từ H_0 lên H_2 .



Hình 3. Quy trình tính chuyển tọa độ

6. Kết luận và kiến nghị

- Khi tiến hành các công tác TĐCT, cần sử dụng hợp lý các điểm tọa độ Nhà nước có trên khu vực xây dựng. Nếu các điểm tọa độ Nhà nước không thuộc hệ tọa độ công trình thì trước khi sử dụng cần phải tính chuyển chúng về hệ tọa độ công trình theo quy trình 2 bước: tính chuyển tọa độ và độ cao mặt chiếu.

- Thuật toán và quy trình tính chuyển độ cao mặt chiếu tọa độ phẳng như đã đề xuất trong bài báo là đơn giản, hiệu quả và dễ dàng triển khai lập trình trên máy tính.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ĐỖ NGỌC ĐƯỜNG, ĐẶNG NAM CHINH. Công nghệ GPS. *Bài giảng cho sinh viên chuyên ngành Trắc địa*, 2007.
2. NGÔ VĂN HỘI. Hệ tọa độ quốc gia Việt Nam và những lưu ý khi sử dụng trong thiết kế và thi công xây dựng công trình. *Tạp chí KHCN Xây dựng*, số 3/2005.
3. NGUYỄN QUANG PHÚC. Bàn thêm về vấn đề định vị lưới tự do trắc địa công trình. *Tạp chí KHKT Mỏ - Địa chất*, số 19, tr. 98-102, 2007.
4. TCXDVN 364 : 2006. Tiêu chuẩn kỹ thuật đo và xử lý số liệu GPS trong TĐCT.
5. М. Н. БУЛУШЕВ и др. Справочник геодезиста. Книга 1. Под ред. В. Д. БОЛЬШАКОВА и Г. П. ЛЕВЧУКА. Изд. "Недра", Москва, 1985.
6. ЛЕВЧУК Г. П., НОВАК В. Е, КОНУСОВ В. Г. Прикладная геодезия, Изд. "Недра", Москва, 1981.