

Hệ tọa độ quốc gia Việt Nam và những lưu ý khi sử dụng trong thiết kế và thi công xây dựng công trình

1. Đặt vấn đề

Hệ tọa độ (HTĐ) là một công cụ đồ họa rất quen thuộc đối với các cán bộ làm công tác thiết kế và thi công xây dựng công trình. Từ trước đến nay trong xây dựng chúng ta thường sử dụng hai HTĐ chính đó là HTĐ độc lập và HTĐ quốc gia. Do còn thiếu thông tin và chưa thực sự nắm vững những đặc điểm của HTĐ quốc gia nên việc sử dụng nó trong quá trình thiết kế và thi công xây dựng công trình đã gây ra rất nhiều trục trặc ảnh hưởng trực tiếp đến tiến độ và chất lượng của công trình. Trong bài này chúng tôi nhấn mạnh đến một tính chất rất quan trọng của HTĐ quốc gia và giả pháp để ngăn ngừa những trục trặc trong quá trình thi công xây dựng công trình do HTĐ này có khả năng gây ra.

2. Các hệ tọa độ dùng trong xây dựng

2.1. Hệ tọa độ độc lập

Muốn xác lập HTĐ độc lập trước hết cần chọn một mặt phẳng nằm ngang tại khu vực xây dựng công trình trên đó dựng 2 đường thẳng vuông góc với nhau gọi là 2 trục của hệ tọa độ một trục được ký hiệu là X (trục nằm ngang) còn trục kia là Y. Với HTĐ như trên một điểm bất kỳ trên mặt phẳng sẽ được xác định bởi một cặp số thực x và y gọi là tọa độ phẳng của điểm đó. Như vậy HTĐ độc lập là một HTĐ phẳng hoàn toàn trong đó không có khái niệm độ cao vì vậy độ cao của các điểm trên mặt bằng sẽ được xác định như một yếu tố riêng.

HTĐ độc lập rất đơn giản, chính xác và tiện dụng. Tuy nhiên do mặt đất là mặt cong nên HTĐ này chỉ có thể áp dụng được cho các công trình có quy mô không quá 5km^2 bởi vì chỉ trong khuôn khổ này thì có thể coi mặt đất là mặt phẳng.

2.2. Hệ tọa độ quốc gia

Trước năm 2000 HTĐ quốc gia Việt Nam là hệ HN-72. Đây là HTĐ được xác lập trên Elipxoid Kraxovski 1940, phép chiếu Gauss - Kriugher và hệ độ cao Hòn Dấu. Sau năm 2000 chúng ta sử dụng HTĐ quốc gia mới có tên là VN-2000. Đây là HTĐ được xác lập trên Elipxoid WGS-84, phép chiếu UTM (Universal Transverse Mercator) và hệ độ cao Hòn Dấu. Như vậy đối với mỗi một HTĐ quốc gia chúng ta thấy có 3 yếu tố cơ bản đó là Elipxoid trái đất, phép chiếu và hệ độ cao. Trong cả 2 HTĐ quốc gia HN-72 và VN-2000 độ cao được lấy theo hệ độ cao Hòn Dấu, vì vậy trong khuôn khổ bài này chúng tôi không đề cập tới. Ở đây chúng tôi chỉ nói về phép chiếu được sử dụng.

Tuy trong hai HTĐ HN-72 và VN-2000 sử dụng hai phép chiếu có tên khác nhau là phép chiếu Gauss-Kriugher và UTM nhưng về bản chất hai phép chiếu này là hoàn toàn giống nhau (chúng chỉ khác nhau một chút ít về chi tiết chúng ta sẽ xét sau). Thực chất đây là phép chiếu hình trụ ngang đồng góc. bản chất của nó như sau: Giả sử chúng ta có một tờ giấy đủ lớn để cuộn lại thành một hình trụ có đường kính bằng đường kính của trái đất rồi lồng nó vào trái đất theo phương nằm ngang. như vậy trái đất chỉ tiếp xúc với tờ giấy theo một đường tròn duy nhất đi qua hai cực của nó (đường kính tuyến, trong trường hợp này, gọi là kinh tuyến trục). Nếu thực hiện phép chiếu từ tâm quả đất và sau đó trải tờ giấy đã cuộn ra thì chúng ta sẽ được hai đường thẳng vuông góc với nhau đó chính là các trục tọa độ của HTĐ quốc gia trong đó trục ngang được ký hiệu là trục X còn trục đứng là trục Y. Để tránh các giá trị âm của tọa độ y người ta tịnh tiến trục X sang phía Tây 500km. Toàn bộ cách làm trên đây chính là cách xác lập HTĐ quốc gia HN-72 mà chúng ta đã sử dụng từ năm 2000 trở về trước. Với cách chiếu như trên thì một đoạn thẳng AB nào đó trên mặt đất sẽ được thể hiện trên bản vẽ trong hệ tọa độ HN-72 bằng đoạn thẳng A'B' của đối tượng trên bản vẽ lớn hơn kích thước thực của nó trên mặt đất.

Như vậy, chúng ta thấy HTĐ quốc gia không phải là HTĐ phẳng như HTĐ độc lập mà nó là một HTĐ vuông góc không gian. HTĐ này có một tính chất đặc biệt đó là không có sự tương thích hoàn toàn giữa kích thước của các đối tượng trên mặt đất và trên bản vẽ. Nếu ký hiệu kích thước của các đối tượng trên mặt đất là D_G và kích thước trên bản vẽ của nó trong HTĐ quốc gia là D thì ta sẽ có quan hệ:

$$D = kD_G \quad (1)$$

Trong đó: k gọi là hệ số chiều dài (scale factor)

Hệ số chiều dài k được tính theo công thức sau:

$$k = k_0 + \frac{y_{tb}^2}{2R^2} \quad (2)$$

Trong đó:

k_0 - Hệ số chiều dài tại kinh tuyến trục;

y_{tb} - Giá trị tọa độ y trung bình của mặt bằng xây dựng;

R - Bán kính của quả đất.

Giá trị k_0 được chọn riêng cho từng HTĐ. Trong HTĐ HN -72 $k_0=1$, vì vậy công thức (1) có dạng:

$$D = \left(1 + \frac{y_{tb}^2}{2R^2}\right) D_G \quad (3)$$

Công thức (3) cho thấy nếu sử dụng HTĐ HN - 72 thì chỉ có duy nhất tại kinh tuyến trục ($y_{tb} = 0$) là kích thước trên bản vẽ bằng kích thước trên mặt đất còn ở các khu vực khác kích thước của các đối tượng trên bản vẽ bao giờ cũng lớn hơn kích thước thực của chúng trên mặt đất. Ở rìa của múi chiếu 6° biến dạng có thể đạt tới giá trị 1.3m/1km, điều này gây ra rất nhiều bất tiện trong quá trình thi công xây dựng công trình.

Tuy về mặt lý thuyết chỉ có các đối tượng nằm trên kinh tuyến trục là không bị biến dạng nhưng trong thực tế có thể giới hạn vùng không biến dạng bằng một dải có bề rộng khoảng 40km (20km sang phải và 20km sang trái kinh tuyến trục)). Trong vùng này biến dạng chiều dài của các đối tượng $< 4\text{mm}/1\text{km}$ và có thể coi là không đáng kể.

Trong HTĐ VN -2000 người ta chọn $k_0 = 0,9996$. Với cách chọn này quan hệ giữa kích thước của các đối tượng trên mặt đất và trên bản vẽ sẽ được thể hiện bằng công thức sau đây:

$$D = \left(0,9996 + \frac{y_{tb}^2}{2R^2}\right) D_G \quad (4)$$

Công thức (4) cho chúng ta thấy khi sử dụng HTĐ VN-2000 sẽ có 2 khu vực mà ở đó hệ số chiều dài $m=1$ (nghĩa là ở đó có sự tương thích hoàn toàn giữa kích thước của các đối tượng trên mặt đất và trên bản vẽ hay gọi là khu vực không biến dạng) hai khu vực đó có giá trị tọa độ $y_{tb} = \sqrt{0.0004 \times 2R^2} \approx \pm 180\text{km}$. Đôi khi trong một số trường hợp, để hạn chế giá trị biến dạng của lưới chiếu, người ta còn sử dụng múi chiếu 3° . Trong HTĐ VN-2000 múi 3° người ta chọn $k_0 = 0.9999$ và quan hệ giữa kích thước của các đối tượng trên mặt đất và trên bản vẽ được thể hiện bằng công thức sau:

$$D = \left(0,9999 + \frac{y_{tb}^2}{2R^2}\right) D_G \quad (4')$$

Với múi chiều 3° trong HTĐ VN -2000 khu vực không biến dạng có tọa độ:

$$y_{tb} = \sqrt{0.0001 \times 2R^2} \approx \pm 90km$$

Sự không tương thích giữa kích thước của các đối tượng trên bản vẽ và kích thước thực của chúng trên mặt đất được gọi là biến dạng của lưới chiếu. Giá trị biến dạng lớn hay nhỏ tùy thuộc vào lưới chiếu được sử dụng trong HTĐ và vị trí của khu vực xây dựng so với kinh tuyến trục. Ví dụ nếu sử dụng HTĐ HN -72 thì tại kinh tuyến trục các đối tượng không bị biến dạng, càng xa kinh tuyến trục thì biến dạng càng lớn. Nếu sử dụng HTĐ VN -2000 thì tại kinh tuyến trục biến dạng của các đối tượng là lớn nhất và **kích thước trên bản vẽ sẽ nhỏ hơn kích thước thực của chúng trên mặt đất**. Trong bảng 1 dưới đây chúng tôi đưa ra một vài số liệu về biến dạng do lưới chiếu trong HTĐ HN -72 của một số công trình tiêu biểu.

Bảng 1. Giá trị biến dạng của một số công trình tiêu biểu

T T	Tên công trình	HTĐ và kinh tuyến trục sử dụng	Khoảng cách từ mặt bằng đến kinh tuyến trục	Giá trị biến dạng chiều dài
1	Nhà máy lọc dầu Dung Quất, Quảng Ngãi	HN-72, $108^\circ E$	102km	128mm/1km
2	Cầu dây văng Bãi Cháy, Quảng Ninh	HN-72, $105^\circ E$	210km	540mm/1km
3	Cầu Tân Đệ, Thái Bình	HN-72, $105^\circ E$	150km	277mm/1km

Từ những điều đã nêu ở trên chúng ta thấy khi sử dụng HTĐ quốc gia để thiết kế và thi công xây dựng công trình cần phải đặc biệt lưu ý xem khu vực xây dựng có nằm trong vùng có hệ số chiều dài $m = 1$ hay không, tức là kiểm tra điều kiện:

$$|y_{tb} - 500km| \leq 20km \quad (5)$$

nếu sử dụng HTĐ HN -72 và điều kiện:

$$|y_{tb} - 500km| \leq 180km \pm 20km \quad (6)$$

nếu sử dụng HTĐ VN-2000

Nếu các điều kiện (5) hoặc (6) không được thỏa mãn thì phải thực hiện chuyển tạo độ (tức là nhận kinh tuyến hợp lý làm kinh tuyến trục).

Tính chuyển tọa độ là một việc khá phức tạp vì phải sử dụng các công thức lượng giác trên mặt cầu. Để thuận tiện cho việc tính chuyển tọa độ trong phần mềm TDCT Ver 1.0 chúng tôi có xây dựng một modul để thực hiện công việc này.

Số liệu trong bảng trên là tọa độ của các điểm khống chế trên một khu vực xây dựng tại địa bàn Hà Nội trong HTĐ HN-72, với kinh tuyến $105^\circ E$ được nhận làm kinh tuyến trục. Ở đây chúng ta thấy điều kiện (5) không được thỏa mãn vì vậy nếu dùng các tọa độ này để thiết kế công trình (ví dụ một cây cầu bắc giữa hai mỏ M1 và M2) thì chiều dài thiết kế của cây cầu này sẽ lớn hơn chiều dài thực tế giữa 2 mỏ dẫn đến tình trạng nếu đúc sẵn các dầm cầu đúng

theo bản vẽ thiết kế và xây sẵn 2 mô M1 và M2 trên mặt đất thì sẽ không lắp được cầu nếu không cưa bớt một phần chiều dài của nó. Những sai sót kiểu như thế này đã xảy ra với nhiều công trình lớn trong cả nước như Nhà máy lọc dầu Dung Quất (Quảng Ngãi), cầu dây văng Bãi Cháy (Quảng Ninh), cầu Tân Đệ (Thái Bình), cầu Yên Lệnh (Hưng Yên)...

Trong ví dụ trên để chiều dài thiết kế của cây cầu đúng bằng chiều dài giữa 2 mô của nó trên mặt đất thì nó phải được thiết kế trong HTĐ quốc gia HN-72 với kinh tuyến trục là kinh tuyến đi qua khu vực xây dựng (trong ví dụ này kinh tuyến $105^{\circ}45'E$ - kinh tuyến đi qua khu vực Hà Nội) tức là thực hiện quá trình tính chuyển tọa độ. Kết quả tính chuyển tọa độ bằng phần mềm TĐCT Ver 1.0.

Cần lưu ý rằng trong các thông tư hướng dẫn sử dụng HTĐ quốc gia gửi các địa phương, Tổng cục Địa chính (nay là Bộ Tài nguyên và Môi trường) đã có hướng dẫn rất cụ thể về kinh tuyến trục hợp lý cho từng tỉnh, từng thành phố trong cả nước. Tuy nhiên, do không thực sự am hiểu sâu sắc về HTĐ này nên các cán bộ kỹ thuật đã không thực hiện đúng các quy định dẫn đến những sai sót đáng tiếc trong quá trình thiết kế và những trục trặc không đáng có trong quá trình thi công xây dựng công trình.

3. Kết luận

HTĐ quốc gia là một hệ rất phức tạp vì vậy chỉ nên sử dụng nó trong những trường hợp cần thiết. Đối với các công trình xây dựng có quy mô không lớn quá 5km^2 tốt nhất nên sử dụng HTĐ độc lập. Trong trường hợp bắt buộc phải sử dụng HTĐ quốc gia thì cần phải đặc biệt lưu ý sao cho kinh tuyến trục của HTĐ này đi qua khu vực xây dựng công trình bằng cách kiểm tra các điều kiện (5) hoặc (6). Trong thực tế đã có rất nhiều công trình được thiết kế trong HTĐ quốc gia mà các điều kiện (5) hoặc (6) không được đảm bảo gây rất nhiều trục trặc trong quá trình thi công. Trong trường hợp cần tính chuyển tọa độ, các đơn vị có thể liên hệ với Phòng TĐCT của Viện KHCN Xây dựng để nhận được sự trợ giúp cần thiết.

TS. Ngô Văn Hoi

(Nguồn tin: T/C KHCN Xây dựng, số 3/2005)