

# PHƯƠNG PHÁP TÍNH CHUYỂN ĐỔI HỆ TỌA ĐỘ THI CÔNG SANG HỆ TỌA ĐỘ QUỐC TẾ WGS84 TẠI CẢNG HÀNG KHÔNG QUỐC TẾ T2 NỘI BÀI

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

Việc định vị thi công các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp nói chung đều dựa trên hệ tọa độ thi công xác lập trong quá trình thiết kế công trình. Đối với công trình cảng hàng không, việc định vị thi công cũng phải tuân thủ theo quy trình này, tuy nhiên do đặc thù của cảng hàng không quốc tế, các máy bay đến và đi đều phải theo một đường hàng không xác lập chung cho các nước trong hệ tọa độ quốc tế WGS84. Do vậy đặt ra bài toán vị trí máy bay đến và đi trong bản thiết kế thi công công trình có giá trị là bao nhiêu trong hệ tọa độ quốc tế WGS84? Đây cũng là bài toán mà tác giả đã giải quyết trong quá trình tham gia dự án xây dựng cảng hàng không quốc tế T2 Nội Bài giai đoạn 2012-2014.

## 1. Phương pháp tính chuyển tọa độ

### 1.1. Phương pháp tính chuyển tọa độ từ hệ tọa độ thi công ( $X_{NB}, Y_{NB}$ ) sang hệ tọa độ quốc gia VN2000 ( $X_{vn2000}, Y_{vn2000}$ )

Có một số phương pháp tính chuyển giữa các hệ tọa độ phẳng [1], [4], mỗi phương pháp lại có những ưu nhược điểm, dưới đây trình bày các bước tính chuyển tọa độ theo phương pháp Affine. Công thức tính chuyển cơ bản như sau:

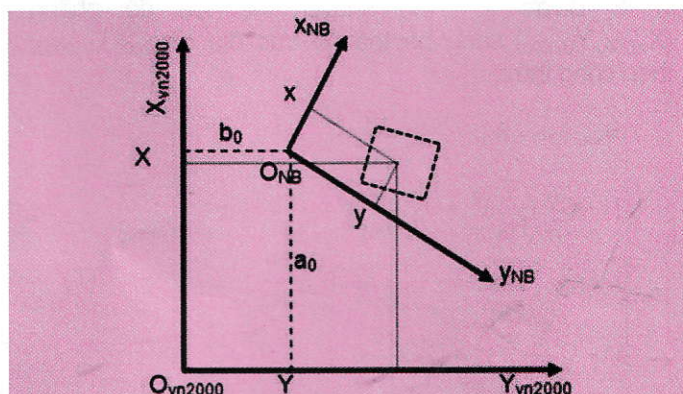
$$\begin{cases} X_{vn2000} = a_0 + a_1 \cdot X_{NB} + a_2 \cdot Y_{NB} \\ Y_{vn2000} = b_0 + b_1 \cdot X_{NB} + b_2 \cdot Y_{NB} \end{cases} \quad (1)$$

Trong đó:  $a_0, b_0, a_1, a_2, b_1, b_2$  - Sáu tham số chuyển đổi.

Việc xác định được giá trị của sáu tham số chuyển đổi phải có  $n$  điểm song trùng ( $n \geq 3$ ). Điểm song trùng là điểm vừa có tọa độ trong hệ "xoy", vừa có tọa độ trong hệ "XOY" và được thực hiện theo các bước sau:

❖ Bước 1. Tính giá trị trung bình của tọa độ:

$$x_s = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; \quad y_s = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}; \quad X_s = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}; \quad Y_s = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \quad (2)$$



H.1. Tính chuyển giữa hai hệ tọa độ phẳng

❖ Bước 2. Tính độ lệch tọa độ so với trị trung bình (độ lệch chuẩn):

$$\bar{x}_i = x_i - x_s; \quad \bar{y}_i = y_i - y_s; \quad \bar{X}_i = X_i - X_s; \quad \bar{Y}_i = Y_i - Y_s \quad (3)$$

❖ Bước 3. Tính các tham số  $a_1$  và  $a_2$ :

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{y}_i^2 \cdot \sum_{i=1}^n (\bar{X}_i \cdot \bar{x}_i) - \sum_{i=1}^n (\bar{x}_i \cdot \bar{y}_i) \cdot \sum_{i=1}^n (\bar{X}_i \cdot \bar{y}_i)}{\sum_{i=1}^n \bar{x}_i^2 \cdot \sum_{i=1}^n \bar{y}_i^2 - (\sum_{i=1}^n \bar{x}_i \cdot \bar{y}_i)^2}$$

$$a_2 = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{x}_i^2 \cdot \sum_{i=1}^n (\bar{X}_i \cdot \bar{y}_i) - \sum_{i=1}^n (\bar{x}_i \cdot \bar{y}_i) \cdot \sum_{i=1}^n (\bar{X}_i \cdot \bar{x}_i)}{\sum_{i=1}^n \bar{x}_i^2 \cdot \sum_{i=1}^n \bar{y}_i^2 - (\sum_{i=1}^n \bar{x}_i \cdot \bar{y}_i)^2}$$

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{y}_i^2 \cdot \sum_{i=1}^n (\bar{Y}_i \cdot \bar{x}_i) - \sum_{i=1}^n (\bar{x}_i \cdot \bar{y}_i) \cdot \sum_{i=1}^n (\bar{Y}_i \cdot \bar{y}_i)}{\sum_{i=1}^n \bar{x}_i^2 \cdot \sum_{i=1}^n \bar{y}_i^2 - (\sum_{i=1}^n \bar{x}_i \cdot \bar{y}_i)^2}$$

$$b_2 = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{x}_i^2 \cdot \sum_{i=1}^n (\bar{Y}_i \cdot \bar{x}_i) - \sum_{i=1}^n (\bar{x}_i \cdot \bar{y}_i) \cdot \sum_{i=1}^n (\bar{Y}_i \cdot \bar{x}_i)}{\sum_{i=1}^n \bar{x}_i^2 \cdot \sum_{i=1}^n \bar{y}_i^2 - (\sum_{i=1}^n \bar{x}_i \cdot \bar{y}_i)^2} \quad (4)$$

❖ Bước 4. Tính tham số  $a_0$  và  $b_0$ :

$$a_0 = X_S - a_1 x_S - a_2 y_S; \quad b_0 = Y_S - b_1 x_S - b_2 y_S \quad (5)$$

Đánh giá độ chính xác  $m_P$  của các điểm song trùng sau khi tính chuyển như sau:

$$m_0 = m_x = m_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X'_i)^2 + \sum_{i=1}^n (Y_i - Y'_i)^2}{2n - 6}}$$

$$m_P = m_0 \sqrt{2} \quad (6)$$

**1.2. Tính chuyển từ hệ tọa độ quốc gia VN2000 sang hệ tọa độ Quốc tế WGS84**

Thủ tục chuyển từ hệ tọa độ quốc gia VN2000 ( $X_{vn2000}, Y_{vn2000}$ ) sang hệ tọa độ Quốc tế WGS84 ( $B_{WGS84}, L_{WGS84}$ ) bao gồm các bước như sau [3]:

❖ Bước 1. Tính chuyển hệ tọa độ phẳng ( $X_{vn2000}, Y_{vn2000}$ ) sang hệ tọa độ trắc địa ( $B_{vn2000}, L_{vn2000}$ ) theo công thức:

$$\left\{ \begin{aligned} B_{vn2000} &= B_0 - \frac{t_0 \cdot (1 - e^2 \cdot \sin^2 B)}{2 \cdot (1 - e^2)} \left( \frac{\tilde{y}}{N_0} \right)^2 \\ [1 + C_1^B \cdot \left( \frac{\tilde{y}}{N_0} \right)^2 + C_2^B \cdot \left( \frac{\tilde{y}}{N_0} \right)^4] \\ L_{vn2000} &= L_0 + l = L_0 + \sec B_0 \cdot \left( \frac{\tilde{y}}{N_0} \right) \\ [1 + C_1^L \cdot \left( \frac{\tilde{y}}{N_0} \right)^2 + C_2^L \cdot \left( \frac{\tilde{y}}{N_0} \right)^4] \\ v &= t_0 \cdot \frac{\tilde{y}}{N_0} \cdot [1 + C_1^v \cdot \left( \frac{\tilde{y}}{N_0} \right)^2 + C_2^v \cdot \left( \frac{\tilde{y}}{N_0} \right)^4] \\ m &= k_0 \cdot [1 + C_1^m \cdot \left( \frac{\tilde{y}}{N_0} \right)^2 + C_2^m \cdot \left( \frac{\tilde{y}}{N_0} \right)^4] \end{aligned} \right. \quad (7)$$

Trong đó:  $B_0$  là vĩ tuyến trung bình có chiều dài là  $\tilde{x}$  trên e-lipsoid;  $t_0 = \tan B_0$ ;  $\eta_0 = e' \cdot \cos B_0$ ;  
 $\tilde{y} = y/k_0$ ;  $\tilde{x} = x/k_0$ ;  $k_0 = 0.9999$ ;

$$N_0 = a / \sqrt{1 - e^2 \cdot \sin^2 B_0}$$

$$C_1^B = -(5 + 3 \cdot t_0^2 + \eta_0^2 - 9 \cdot \eta_0^2 \cdot t_0^2) / 12$$

$$C_2^B = (61 + 90 \cdot t_0^2 + 45 \cdot t_0^4) / 360$$

$$C_1^L = -(1 + 2 \cdot t_0^2 + \eta_0^2) / 6$$

$$C_2^L = (5 + 28 \cdot t_0^2 + 24 \cdot t_0^4 + 6 \cdot \eta_0^2 + 8 \cdot \eta_0^2 \cdot t_0^2) / 120$$

$$C_1^v = (2 + 5 \cdot t_0^2 + 3 \cdot t_0^4) / 15$$

$$C_2^v = -(1 + t_0^2 - \eta_0^2 - 2 \cdot \eta_0^4) / 3$$

$$C_1^m = (1 + \eta_0^2) / 2; \quad C_2^m = 1/24$$

❖ Bước 2. Tính chuyển từ hệ tọa độ trắc địa ( $B_{vn2000}, L_{vn2000}, H_{vn2000}$ ) sang hệ tọa độ vuông góc không gian ( $X_{vn2000}, Y_{vn2000}, Z_{vn2000}$ ) theo công thức:

$$\left\{ \begin{aligned} X_{vn2000} &= (N + H_{vn2000}) \cdot \cos B_{vn2000} \cdot \cos L_{vn2000} \\ Y_{vn2000} &= (N + H_{vn2000}) \cdot \cos B_{vn2000} \cdot \sin L_{vn2000} \\ Z_{vn2000} &= [N \cdot (1 - e^2) + H_{vn2000}] \cdot \sin B_{vn2000} \end{aligned} \right. \quad (8)$$

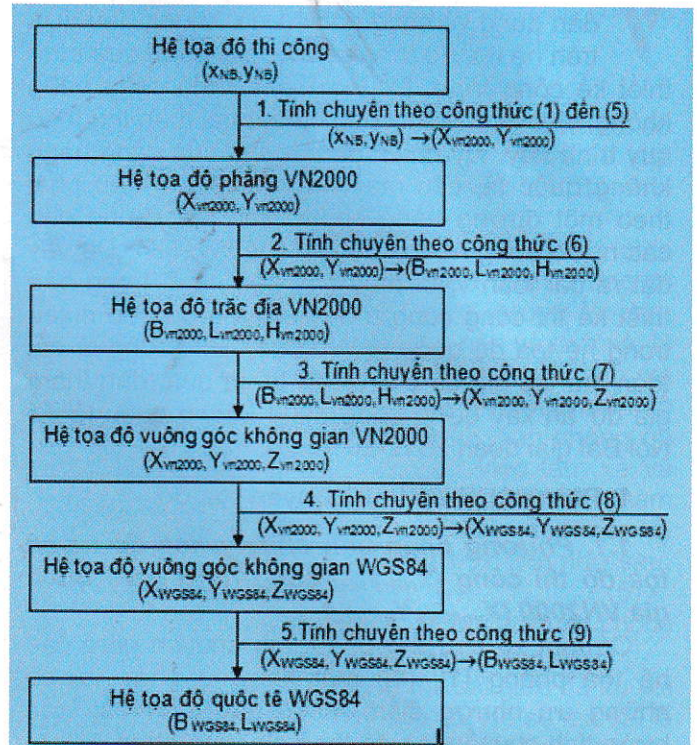
Tại đây:  $a = 6378137,0 \text{ m}$ ;  $e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$ ;  $N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \cdot \sin^2 B_{vn2000}}}$ ;

$H_{vn2000}$  là độ cao của các điểm trong quá trình thi công.

❖ Bước 3. Tính chuyển từ hệ tọa độ vuông góc không gian trong VN2000 ( $X_{vn2000}, Y_{vn2000}, Z_{vn2000}$ ) sang hệ tọa độ vuông góc không gian WGS84 ( $X_{WGS84}, Y_{WGS84}, Z_{WGS84}$ ) theo công thức:

$$\left\{ \begin{aligned} X_{WGS84} &= \Delta X_0 + k^{-1} \cdot (X_{vn2000} + \omega_0 \cdot Y_{vn2000} + \psi_0 \cdot Z_{vn2000}) \\ Y_{WGS84} &= \Delta Y_0 + k^{-1} \cdot (-\omega_0 \cdot X_{vn2000} + Y_{vn2000} + \varepsilon_0 \cdot Z_{vn2000}) \\ Z_{WGS84} &= \Delta Z_0 + k^{-1} \cdot (\psi_0 \cdot X_{vn2000} - \varepsilon_0 \cdot Y_{vn2000} + Z_{vn2000}) \end{aligned} \right. \quad (9)$$

Trong đó:  $k = 1,000000252906278$ ;  $\omega_0 = -0,00928836''$ ;  
 $\psi_0 = 0,01975479''$ ;  $\varepsilon_0 = -0,00427372''$ ;  $\Delta X_0 = -191,90441429 \text{ m}$ ;  
 $\Delta Y_0 = -39,30318279 \text{ m}$ ;  $\Delta Z_0 = -111,45032835 \text{ m}$ ;



**H.2. Sơ đồ quy trình tính chuyển hệ tọa độ thi công sang hệ tọa độ Quốc tế WGS84**

❖ Bước 4. tính chuyển từ hệ tọa độ vuông góc không gian ( $X_{WGS84}, Y_{WGS84}, Z_{WGS84}$ ) sang hệ tọa độ trắc địa ( $B_{WGS84}, L_{WGS84}$ ):

$$\left\{ \begin{aligned} B_{WGS84} &= \arctg \frac{Z_{WGS84} + e^2 \cdot N \cdot \sin B_{WGS84}}{\sqrt{X_{WGS84}^2 + Y_{WGS84}^2}} \\ L_{WGS84} &= \arctg \frac{Y_{WGS84}}{X_{WGS84}} \end{aligned} \right. \quad (10)$$

Trong đó:  $e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$ ;  $N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \cdot \sin^2 B_{WGS84}}}$

**1.3. Quy trình tính chuyển hệ tọa độ thi công sang hệ tọa độ quốc tế WGS84**

Quy trình tính chuyển hệ tọa độ thi công sang hệ tọa độ quốc tế WGS84 được thực hiện theo 5 bước theo sơ đồ H.2.

**2. Tính chuyển tọa độ thi công sang hệ tọa độ WGS84**

**2.1. Dữ liệu định vị và thi công công trình [2]**

Dự án cảng hàng không quốc tế T2 Nội Bài được định vị dựa trên 4 điểm có tọa độ trong hai hệ VN2000 và hệ tọa độ thi công (Bảng 1). Dữ liệu tọa độ thi công các điểm đến và đi của máy bay tại cảng hàng không T2 Nội Bài được thể hiện trong cột 3 và 4 của Bảng 2.

Bảng 1. Hệ tọa độ định vị công trình cảng hàng không T2 Nội Bài

Tên điểm	Hệ tọa độ VN2000		Hệ tọa độ thi công		Vị trí
	X (m)	Y (m)	x(m)	y(m)	
1	2	3	4	5	6
GOC 1	2348097.122	582076.756	5000.000	5000.000	Đường băng 1A-11L
DC03	2347533.422	581458.700	4571.804	4281.390	Khu dự án nhà ga T2
DC08	2347166.982	582671.197	5838.464	4282.018	Khu vực nhà ga T1
DC11	2347139.693	582016.150	5219.429	4066.087	Khu dự án nhà ga T2

Bảng 2. Kết quả tính chuyển tọa độ từ hệ tọa độ thi công sang hệ quốc gia VN2000

Vị trí đỗ máy bay	Ký hiệu	Hệ tọa độ thi công Theo bản vẽ thiết kế thi công		Hệ tọa độ VN2000 Tính theo công thức (9)	
		x (m)	y (m)	X (m)	Y (m)
1	2	3	4	5	6
51	VDGS 1	4694.126	4326.890	2347541.524	581588.958
50	VDGS 2	4774.126	4326.890	2347518.343	581665.526
49	VDGS 3	4846.626	4326.890	2347497.334	581734.915
48	VDGS 4	4909.806	4328.883	2347480.934	581795.962
47	VDGS 5	4919.126	4326.890	2347476.326	581804.305
46	SIGN BOARD 1	4932.709	4355.498	2347499.771	581825.595
45	VDGS 7	5005.425	4333.710	2347457.846	581888.877
44	VDGS 6	5012.826	4326.890	2347449.174	581893.985
43	SIGN BOARD 2	5021.392	4353.756	2347472.406	581909.968
42	VDGS 8	5085.326	4326.890	2347428.166	581963.374
41	VDGS 9	5157.826	4326.890	2347407.158	582032.763
40	VDGS 10	5230.326	4326.890	2347386.149	582102.153
39	VDGS 11	5302.826	4326.890	2347365.141	582171.542
38	VDGS 12	5365.719	4328.876	2347348.817	582232.312
37	VDGS 13	5375.326	4326.890	2347344.132	582240.932
36	SIGN BOARD 3	5386.826	4352.480	2347365.292	582259.354
35	VDGS 15	5461.909	4333.707	2347325.568	582325.775
34	VDGS 14	5469.026	4326.890	2347316.981	582330.612
33	SIGN BOARD 4	5477.334	4352.064	2347338.668	582345.858
32	VDGS 16	5541.526	4326.890	2347295.973	582400.001
31	VDGS 17	5614.026	4326.890	2347274.964	582469.391
30	VDGS 18	5686.526	4326.890	2347253.956	582538.780

**2.2. Tính chuyển tọa độ theo phương pháp Affine**

Dựa vào dữ liệu trong Bảng 1 và các bước tính

chuyển theo công thức từ (1) đến (4) xác định được phương trình tính chuyển giữa hai hệ tọa độ như công thức (9). Lần lượt thay tọa độ thi công của các điểm vào công thức (9) sẽ xác định được tọa độ trong hệ VN2000, kết quả tính được trình bày trong cột 5 và 6 của Bảng 2.

$$\begin{cases} X_{vn2000} = 2344760494 - 0.28977x_{NB} + 0.95710y_{NB} \\ Y_{vn2000} = 575842425 + 0.95710x_{NB} + 0.28977y_{NB} \end{cases} \quad (9)$$

**2.3. Tính chuyển hệ tọa độ quốc gia VN2000 sang hệ tọa độ quốc tế WGS84**

Việc tính chuyển được thực hiện theo 4 bước và sử dụng các công thức từ (5) đến (8) để tính, kết quả được trình bày trong cột 3 và 4 của Bảng 2.

**3. Kết luận**

Dữ liệu tính chuyển trong Bảng 1, Bảng 2 là dữ liệu thực tế của công trình cảng hàng không quốc tế T2 Nội Bài, hiện tại công trình đã đi vào hoạt động, mọi chuyến bay đến và đi đều ổn định chính xác tại vị trí theo yêu cầu của quản lý bay. Điều này chứng tỏ quy trình tính chuyển tọa độ từ hệ tọa độ thi công sang hệ tọa độ quốc tế WGS84 đã đảm bảo độ chính xác và có thể áp dụng trong thi công các công trình cảng hàng không quốc tế xây dựng tại Việt Nam. □

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Phan Văn Hiến và nnk (1999). Trắc địa công trình. Nxb Giao thông Vận tải.
2. Northern Airports Corporation (2010). Noibai international airport terminal 2 construction project

(Specification, section 4000-Terminal Equipment Work).

3. Tổng cục Địa chính (2001). Thông tư số 973 /2001/TT-TCĐC áp dụng hệ quy chiếu và hệ tọa độ quốc gia VN2000.

4. Mark D Brg, Mark VaKrvld, Ovrmars, Schwarzkopf (2000), Computational Geometry algorithms and applications (2nd), London.

**Người biên tập: Võ Chí Mỹ**

**SUMMARY**

The article presents the content of a coordinate transformation method for transfer coordinates from construction (local coordinate system) to international WGS84 coordinate system apply to locate the parking of aircraft at T2 Noibai airports. Based on the specific requirements of the airports and the theory of calculating the coordinate transformation, the article gave the workflow for transforming coordinates from construction to international coordinates using transformations affine and the other formula [3]. Results of transformation were compared with data measured by the method of satellites positioning have confirmed the accuracy of the method, useable for aircraft come to stop position in WGS84 coordinate system.

**TIN VĂN NGÀNH MỎ...**

(Tiếp theo trang 105)

**14. Platinum Group Metals thông báo về việc hoàn tất công tác chuẩn bị phục vụ cho việc triển khai dự án tại Nam Phi**

Tập đoàn Platinum Group Metals Ltd. vừa đưa ra thông báo, trong đó cho biết tiến độ đáng khích lệ của công tác chuẩn bị để triển khai dự án khai thác ở khu vực mỏ West Bushveld-1 (WBJV Project 1).

Khu vực mỏ này nằm gần thị trấn Rustenburg, Nam Phi. Dự án sản xuất được dự kiến triển khai vào cuối năm 2015. Mọi công tác chuẩn bị đã được hoàn thành tới 90 %. Công tác chuẩn bị cho vận hành thử các thiết bị trong dây chuyền của nhà máy tuyển và chế biến được lên kế hoạch vào tháng tám năm nay và theo kế hoạch thì các sản phẩm quặng tinh sẽ xuất xưởng vào Quý IV của năm sau.

Các nguồn tin cũng cho hay rằng căn cứ vào kết quả khảo sát thăm dò thì phần trữ lượng và tài nguyên của khu vực mỏ này phù hợp với kế hoạch

phát triển mỏ bằng giải pháp cơ giới hóa ở những khu vực có thân quặng tập trung, vỉa dày, tuy nhiên phải tiến hành khai thác bằng phương pháp hầm lò.

Trữ lượng tài nguyên của khu vực mỏ này được công bố đạt 44,7 triệu tấn quặng với hàm lượng platin kim loại trung bình từ 3,81 đến 4,48 g /tấn và trữ lượng tin cậy là - 32,44 triệu tấn. Theo kế hoạch thì trong năm 2016, sản lượng quặng tinh kim loại quý của Tập đoàn ở khu vực này sẽ đạt 3,6 tấn (116 nghìn ounce) platin, palladium, rodium và vàng. Vào năm 2017 sản lượng sẽ đạt 5,75 tấn (185 nghìn ounce). Công suất thiết kế của khu vực mỏ dự kiến đạt 7,78 tấn kim loại quý/năm (250 nghìn ounce). Chi phí để sản xuất 1 ounce kim loại quý là 526 USD, bao gồm cả các chi phí khai thác tuyển luyện cho cả đồng, niken và các kim loại đồng hành khác từ khu vực Merensky và 774 USD/ounce ở khu vực UG-2. Platinum Group Metals Ltd. có đầy đủ các điều kiện đáp ứng các yêu cầu để vay nguồn vốn tín dụng 40 triệu USD vào mùa thu năm nay. □

(Nguồn Platinum Group Metals Ltd. 08/2015)

**Đức Toàn**