

GIỚI THIỆU HỆ QUY CHIẾU ĐỘNG Ở MỘT SỐ NƯỚC TRONG KHU VỰC CHÂU Á - THÁI BÌNH DƯƠNG VÀ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG VÀO XÂY DỰNG HỆ QUY CHIẾU ĐỘNG Ở VIỆT NAM

KS. TRẦN PHÚC THẮNG

KS. ĐẶNG DƯƠNG PHI

Cục Đo đạc và Bản đồ Việt Nam

KS. DƯƠNG VĂN NAM

Sở Tài nguyên & Môi trường tỉnh Hà Nam

Tóm tắt:

Bài viết này giới thiệu các bước tiến hành xây dựng hệ quy chiếu động của một số nước trong khu vực như Nhật Bản, Trung Quốc như hệ quy chiếu động JGD2000 (Japanese Geodetic Datum 2000), hệ quy chiếu động CGCS2000 (Chinese Geodetic Coordinate System 2000). Trên cơ sở quá trình xây dựng các hệ quy chiếu động, nghiên cứu khả năng ứng dụng vào xây dựng hệ quy chiếu động ở Việt Nam.

I. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, hiện tượng tai biến thiên nhiên như: động đất, sóng thần, hạn hán, lũ lụt.... ngày càng xảy ra thường xuyên hơn trên thế giới. Mật độ gia tăng, quá trình kéo dài, sự biến đổi thất thường của khí hậu đã và đang gây nên nhiều khó khăn cho các nước trên thế giới, trong đó có Việt Nam. Động đất với cường độ lớn đã kéo theo nhiều thảm họa về thiên tai như: Sóng thần, lũ lụt, trượt lở đất...gây thiệt hại về con người, kinh tế-xã hội. Để góp phần vào nghiên cứu, dự báo các hiện tượng tai biến thiên nhiên do biến đổi khí hậu, ngành đo đạc bản đồ trên thế giới đã và đang nghiên cứu, xây dựng hệ quy chiếu động.

Trong bài báo này chúng tôi xin giới thiệu một số hệ quy chiếu động ở một số nước trong khu vực châu Á – Thái Bình Dương và khả năng ứng dụng để xây dựng hệ quy chiếu ở Việt Nam.

II. Giới thiệu hệ quy chiếu động của một số nước trong khu vực Châu Á - Thái Bình Dương.

1. Hệ quy chiếu động (JGD2000) ở Nhật Bản

Từ thế kỷ trước, Nhật Bản vẫn sử dụng hệ quy chiếu Tokyo97 đến tận đầu năm 2001 phục vụ cho đo đạc thành lập các loại bản đồ địa hình, địa chính và các nhiệm vụ khác...., Bắt đầu từ tháng 6/2001, Nhật Bản đã công bố một hệ quy chiếu mới có tên là JGD2000 (Japanese Geodetic Datum 2000) từ 01/4/2002. Hệ quy chiếu này tương thích với hệ thống tham chiếu mặt đất quốc tế (International Terrestrial Reference System - ITRS) được duy trì bởi tổ chức IERS (International Earth Rotation and Reference Systems Service). Tọa độ của hệ quy chiếu này được tính trên mặt ellipsoid GRS80.

Đối với Hệ quy chiếu Tokyo97 có trục tọa độ X, Y, Z lệch so với khung tham chiếu ITRS lần lượt là -146m, 507m và 681m. Điều này gây nhiều sai số trong quá trình nghiên cứu biến dạng vỏ Trái Đất, ảnh hưởng đến độ chính xác của kết quả tính. Chính vì vậy sự ra đời của hệ quy chiếu động JGD2000 là cần thiết nhằm mục đích khắc phục kết quả trên, đồng thời đảm bảo tính cập nhật liên tục của hệ quy chiếu đáp ứng nghiên cứu

biến động liên tục của vỏ Trái Đất tại khu vực. Hệ quy chiếu JGD2000 được xây dựng bằng cách đặt vị trí của 03 trạm giao thoa cạnh đáy rất dài VLBI (Very Long Baseline Interferometry) ở Nhật Bản tọa độ tính trong khung tham chiếu ITRF94(International Terrestrial Reference Frame 1994) tại epoch 1997. Trên cơ sở hệ quy chiếu JGD2000, Viện khảo sát địa lý Nhật Bản GSI(Geographical Survey Institute) đã tính toán lại tọa độ tất cả các điểm trắc địa trong hệ quy chiếu mới bằng phần mềm Bernese, GAMIT/GLOBK, GipSy.... như sau:

- Sử dụng khoảng 1200 điểm GPS thuộc mạng lưới (GEONET).
- Sử dụng khoảng 38.000 điểm tam giác hạng 1, 2, 3 có đo GPS, sử dụng mạng lưới này để nội suy cho khoảng 64.000 điểm tam giác hạng 4. Sử dụng máy toàn đạc điện tử để kiểm tra kết quả nội suy.

Các bước tiến hành cơ bản để tính lại tọa độ của các điểm trắc địa trong hệ quy chiếu JGD2000 tại hình 1 như sau:

Bước 1:

- Xác định khung của hệ quy chiếu JGD2000 trên cơ sở tính tọa độ của 03 điểm trạm cố định VLBI trong khung tham chiếu ITRF94 được liên kết với các trạm IGS khu vực.

- Bình sai tọa độ của những điểm trạm thu GPS liên tục (CORS) trên cơ sở fix tọa độ của 03 điểm trạm cố định VLBI trong khung tham chiếu ITRF94.

- Xác định tọa độ của điểm gốc hệ quy chiếu Tokyo97 và JGD2000 trong khung tham chiếu ITRF94.

Bước 2:

- Chuyển tọa độ của các điểm mạng lưới trắc địa - thiền văn từ khung tham chiếu ITRF94 sang hệ quy chiếu Tokyo97.

- Bình sai tọa độ của các điểm tam giác hạng I đến hạng III của hệ quy chiếu

Tokyo97 trên cơ sở fix tọa độ của các điểm thiền văn - trắc địa.

- Chuyển tọa độ của các điểm tam giác hạng I đến hạng III từ hệ quy chiếu ToKyo97 sang khung tham chiếu ITRF94 .

Bước 3:

- Xác định các tham số chuyển đổi từ hệ quy chiếu Tokyo97 sang khung tham chiếu ITRF94 của các điểm tam giác hạng I đến hạng III.

- Nội suy tọa độ các điểm tam giác hạng IV trên cơ sở sử dụng các tham số chuyển đổi (sử dụng thuật toán nội suy, mô hình Grid).

Để xây dựng hệ quy chiếu JGD2000 viện khảo sát địa lý (GSI) đã sử dụng các dữ liệu cơ bản sau:

- Sử dụng 03 điểm VLBI và 595 điểm trạm GPS liên tục thuộc mạng lưới GEONET (gọi là các trạm CORS) để xây dựng khung tham chiếu này.

2. Hệ quy chiếu động CGCS2000 (Chinese Geodetic Coordinate System 2000) ở Trung Quốc

2.1. Tình trạng hệ quy chiếu ở Trung Quốc

Thành lập hệ thống tham chiếu mặt đất (terrestrial reference system - TRS) được xác định gồm hệ thống tọa độ và cấu trúc khung tham chiếu mặt đất. TRS bao gồm có các thành phần cơ bản sau: gốc, hướng của trục tọa độ (X,Y,Z) và tỷ lệ. Một hệ thống tham chiếu phải đặt một điểm gốc tham chiếu với tọa độ có độ chính xác cao và tốc độ dịch chuyển đến khung tham chiếu. Một hệ thống tham chiếu như vậy gọi là khung tham chiếu mặt đất TRF (Terrestrial Reference Frame).

Trong lịch sử phát triển ngành trắc địa, Trung Quốc đã sử dụng nhiều hệ thống tọa độ khác nhau như: Hệ thống tọa độ Beijing 1954 (BS-54), Hệ thống tọa độ Xi'an (XS-

80), hệ thống tọa độ địa tâm I (DX-I) và hệ thống tọa độ địa tâm II (DX-II), hệ thống tọa độ WGS-84. Những hệ thống tham chiếu này được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như: xây dựng, hàng không, vũ trụ, dẫn đường trên biển....Tuy nhiên, những hệ thống tham chiếu này tồn tại nhiều hạn chế trong ứng dụng.

Để khắc phục những hạn chế của các hệ quy chiếu cũ, Trung Quốc đã xây dựng một hệ quy chiếu mới có tên gọi là hệ tọa tọa độ trắc địa Trung Quốc năm 2000 (Chinese geodetic coordinate system 2000 - CGCS2000) có gốc trùng với tâm của Trái đất, các tham số như: a, b, f...được tham chiếu đến ellipsoid 1984. Cụ thể như sau:

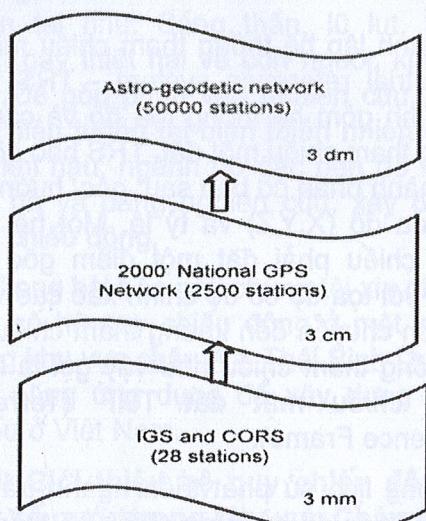
Bán trục chính (Semi-major axis):
 $a=6,378,137.0\text{m}$

Độ dẹt (Flattening): $f=1/298.257222101$

Hằng số trọng lực trái đất (Earth's gravitational constant): $GM=3.986004418 \times 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$

Vận tốc góc xoay của trái đất (Angular velocity of the Earth): $=7.292115 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$

Để xây dựng hệ quy chiếu này, các bước tiến hành sử dụng các số liệu như sau:



Hình 1: Khung tham chiếu của CGCS2000

Bước 1: Xây dựng khung tham chiếu cơ bản của CGCS2000, sử dụng mạng lưới các điểm trạm GPS cố định có độ chính xác đến mm về vị trí và tốc độ dịch chuyển 1mm/năm. Các trạm GPS cố định này được tính từ các trạm IGS trong khu vực (gồm 47 trạm trong ITRF97) làm điểm khống chế.

Bước 2: Sử dụng 2500 điểm khống chế GPS thuộc mạng lưới GPS quốc gia 2000' (được xây dựng từ năm 1988 đến năm 2000) để mở rộng cho khung tham chiếu CGCS2000. Sau nhiều năm tính toán loại trừ các nguồn sai số, mạng lưới này có độ chính xác về không gian khoảng 3cm. Nó được liên kết và bình sai với mạng lưới GPS mở rộng hạng 1, 2 quốc gia, mạng lưới GPS hạng A, B và mạng lưới quan trắc dịch chuyển vỏ Trái đất của Trung Quốc. Bình sai lưới này được tham chiếu đến khung tham chiếu ITRF97.

Bước 3: Để tăng mật độ của các điểm cho việc xây dựng khung tham chiếu CGCS2000, sử dụng 50 ngàn điểm trắc địa-thiên văn của mạng lưới trắc địa-thiên văn (hoàn thành năm 1991). Các điểm này được bình sai chung giữa mạng lưới trắc địa-thiên văn và mạng lưới GPS quốc gia 2000' với độ chính xác về mặt bằng khoảng 0.3cm, độ cao khoảng 0.5cm.

Sự ra đời của hệ quy chiếu CGCS2000 đã đáp ứng kịp thời cho nhu cầu phát triển kinh tế, xây dựng anh ninh quốc phòng trong thời kỳ biến động. Hệ quy chiếu CGCS2000 được tham chiếu đến khung ITRF97 tại epoch 2000. Tuy nhiên, cùng với phát triển của khoa học kỹ thuật và sự biến động liên tục của vỏ Trái đất, hệ quy chiếu CGCS2000 ngày càng phải được cải tiến, nâng cao độ chính xác và phải được chuyển đổi lại trong khung tham chiếu mới (ITRF05) đáp ứng nhiệm vụ nghiên cứu tức thời biến động của vỏ Trái đất tại khu vực.

Trong tương lai gần Trung Quốc sẽ sử dụng các trạm thu GPS liên tục (CORS) để

nâng cấp hệ thống quy chiếu CGCS2000. Những trạm CORS này sẽ nâng cao độ chính xác của hệ quy chiếu đáp ứng nhu cầu đòi hỏi độ chính xác trong quan trắc biến dạng.

III. Nghiên cứu, ứng dụng trong xây dựng hệ quy chiếu động ở Việt Nam

III.1. Giới thiệu sự phát triển hệ quy chiếu ở Việt Nam

Từ năm 1959, Ngành đo đạc và bản đồ Việt Nam đã bắt đầu triển khai xây dựng các mạng lưới tam giác hạng I, II Nhà nước. Trên cơ sở mạng lưới này, Việt Nam đã công bố Hệ tọa độ Hà Nội 1972 với các đặc trưng sau:

- Ellipsoid quy chiếu Krasovski, mặt chiếu phẳng Gauss;
- Điểm gốc tọa độ được tính chuyển từ hệ thống của Trung Quốc sang tại 1 điểm, lưới không được định vị cho phù hợp với hệ quy chiếu gốc;
- Mô hình Geoid của hệ thống này được xây dựng theo phương pháp thiên văn-trắc địa có độ chính xác không cao. Độ lệch dây dọi, độ cao geoid tính toán chưa có số liệu trọng lực tham gia;
- Đây không phải là một hệ quy chiếu địa phương của một quốc gia mà hệ quy chiếu khu vực.

Nhưng hệ tọa độ HN72 vẫn còn tồn tại một số hạn chế như: lưới trắc địa có độ chính xác không cao, các điểm tiếp biên giữa các khu đo có độ lệch lớn, mô hình Geoid địa phương và hệ tọa độ HN72 chưa khớp nhau, khả năng bảo mật hạn chế...

Sau 1975, Cục Đo đạc và Bản đồ Nhà nước đã tiến hành xây dựng nhiều mạng lưới tam giác hạng I, II phủ trùm cả nước với nhiều công nghệ khác nhau, độ chính xác khác nhau. Từ năm 1991, Cục Đo đạc và Bản đồ Nhà nước đã ứng dụng công nghệ định vị vệ tinh GPS vào xây dựng lưới trắc địa, lưới động lực các cấp hạng trên đất liền và trên biển. Công nghệ định vị vệ tinh GPS ra đời đã khắc phục nhiều hạn chế của phương pháp đo đạc truyền thống như: độ chính xác cao hơn, đo được cạnh dài hơn, thời gian thi công ngắn... Cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật, sự phát triển của kinh tế, an ninh quốc phòng...đòi hỏi cấp thiết phải có một hệ quy chiếu mới đáp ứng, khắc phục những hạn chế của hệ quy chiếu HN72. Ngày 12 tháng 7 năm 2000 Thủ tướng Phan Văn Khải đã ký quyết định số 83/2000/QĐ – TTg sử dụng hệ quy chiếu VN2000 thay thế cho hệ quy chiếu HN72.

Hệ quy chiếu và hệ tọa độ quốc gia VN-2000 có các tham số chính sau đây:

Ellipsoid quy chiếu quốc gia là Ellipsoid WGS-84 toàn cầu với kích thước: (Xem bảng 1)

- Vị trí Ellipsoid quy chiếu quốc gia: Ellipsoid WGS-84 toàn cầu được xác định vị trí (định vị) phù hợp với lãnh thổ Việt Nam trên cơ sở sử dụng điểm GPS cạnh dài có độ cao thuỷ chuẩn phân bố đều trên toàn lãnh thổ.

- Điểm gốc tọa độ quốc gia: Điểm N00 đặt tại Viện Nghiên cứu Địa chính (Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ), đường Hoàng Quốc Việt, Hà Nội.

Bảng 1

Bán trục lớn	$a =$	6378137,0m
Độ dẹt	$f =$	1: 298,257223563
Tốc độ góc quay quanh trục	$\omega =$	$7292115,0 \times 10^{-11} \text{rad/s}$
Hằng số trọng trường Trái đất	$GM =$	$3986005.108 \text{m}^3 \text{s}^{-2}$

- Hệ thống tọa độ phẳng: Hệ tọa độ phẳng UTM quốc tế, được thiết lập trên cơ sở lưới chiếu hình trụ ngang đồng gốc.

Sự ra đời của Hệ quy chiếu và hệ tọa độ quốc gia VN2000 đánh dấu bước đột phá lớn cho sự phát triển của kinh tế, an ninh quốc phòng của đất nước và góp phần nâng cao vai trò của ngành khoa học đo đạc bản đồ.

Qua hơn 10 năm sử dụng Hệ quy chiếu và hệ tọa độ quốc gia VN2000 trong việc thành lập các loại bản đồ, các tỷ lệ, nhìn chung các sản phẩm đã đáp ứng được nhu cầu phát triển kinh tế, an ninh quốc phòng và cơ bản có sự thống nhất về tọa độ, độ chính xác đạt yêu cầu. Nhưng với sự biến động liên tục của Trái đất (như Trái đất nóng lên, nước biển dâng, động đất, sóng thần...), đòi hỏi ngành khoa học nghiên cứu về Trái đất cần phải không ngừng thay đổi, phát triển để đáp ứng được biến đổi "động" này, chính vì thế khái niệm về một hệ quy chiếu không còn mang vai trò "tĩnh", bất biến nữa mà liên tục được cập nhật, thay đổi, phải đóng vai trò "động" trong sự biến đổi của Trái đất.

III.2. Nghiên cứu, ứng dụng trong xây dựng hệ quy chiếu động ở Việt Nam

Trên thế giới và một số nước trong khu vực Châu Á - Thái Bình Dương từ nhiều năm trước đã nghiên cứu, xây dựng hệ quy chiếu động như: hệ quy chiếu động CGCS2000 (Chinese geodetic coordinate system 2000) ở Trung Quốc, JGD2000 (Japanese Geodetic Datum 2000) ở Nhật Bản, Geocentric Datum of Malaysia 2000 (GDM2000) ở Malaysia....ở Việt Nam, ý tưởng nghiên cứu, xây dựng hệ quy chiếu động đã được bắt đầu khởi động từ những năm gần đây. Để xây dựng hệ quy chiếu động, cần phải đảm bảo một số nguyên tắc sau:

- Đảm bảo tính phù hợp nhất với lãnh thổ Việt Nam;

- Đảm bảo độ chính xác cao nhất có thể đáp ứng yêu cầu nghiên cứu chuyển dịch vỏ Trái đất, động đất, dự báo trượt lở đất;

- Lựa chọn ít nhất một điểm gốc định vị (để giữ ổn định thì vị trí điểm gốc phải được khoan sâu đến tầng đá gốc);

- Đảm bảo tính phù hợp với hệ quy chiếu quốc tế và khu vực;

- Đảm bảo tính cập nhật số liệu liên tục trong khung tham chiếu ITRF05 (nên sử dụng một số trạm thu GPS liên tục (CORS));

- Đảm bảo thuận tiện trong việc xác định các tham số chuyển đổi giữa các hệ quy chiếu cũ và hệ quy chiếu mới được xây dựng;

- Xây dựng một mô hình Geoid địa phương phù hợp với hệ quy chiếu động.

IV. Kết luận

Quá trình xây dựng và phát triển hệ quy chiếu động trên thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng là rất cần thiết và quan trọng. Sự ra đời của nó gắn liền với sự vận động, biến đổi liên tục của Trái đất. Những ứng dụng của nó trong ngành khoa học về Trái đất có thể dự báo, dự đoán được thiên tai xảy ra trong tương lai gần. Ngoài ra, còn giúp những nhà hoạch định chính sách vạch ra những định hướng cho sự phát triển kinh tế-xã hội, an ninh quốc phòng.○

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Murakami, M. and S. Ogi (1999): Realization of Japanese Geodetic Datum 2000 (JGD2000), Bulletin of the Geographical Survey Institute.

[2]. Imakiire,T, and M. Murakami (2002): Establishment of the New Geodetic Reference Frame of Japan (JGD2000), General Meeting Proceedings.

[3]. Tobita, M(2002): Coordinate transformation software "TKY2JGD" from Tokyo Datum to a geocentric reference system,

Japanese Geodetic Datum 2000, Journal of the Geographical Survey Institute.

[4]. Chen Junyong. Chinese Modern Geodetic Datum - Chinese Geodetic Coordinate System 2000 (CGCS 2000) and Its Frame. *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*, 2008 (in Chinese).

[5]. Tang Y Z, Yang Y X, Song X Y. Adjustment method and result of national 2000 GPS control network (in Chinese). *J Geod Geodyn*.

[6]. Yang Y X. Main progress of geodetic coordination system in China Bull Surv Map, 2005.○

KHUNG VÀ HỆ QUY CHIẾU...

(Tiếp theo trang 47)

- Sử dụng các sản phẩm của Tổ chức quốc tế về hệ thống định vị vệ tinh dẫn đường toàn cầu IGS (International GNSS Service) (ví dụ như quỹ đạo vệ tinh và đồng hồ) liên quan đến khung quy chiếu trái đất quốc tế. Tuy nhiên, người sử dụng phải có kiến thức về các phiên bản của khung quy chiếu trái đất quốc tế và các sản phẩm của IGS.

- Cố định hoặc ràng buộc một vài các tọa độ của trạm của khung quy chiếu trái đất quốc tế trong sự phân tích đo đạc hệ thống định vị vệ tinh dẫn đường toàn cầu của các trạm động hoặc các trạm cố định.

- Sử dụng công thức chuyển đổi để tính toán giữa khung quy chiếu trái đất và khung quy chiếu trái đất quốc tế.○

5. Kết luận

Với sự phát triển của khoa học, kỹ thuật quan trắc, đo đạc và xử lý số liệu ngày càng nâng cao về độ chính xác. Từ những thành quả khoa học cho thấy, khung quy chiếu trái đất phiên bản sau đã thay thế cho khung quy chiếu trái đất phiên bản trước đó đáp ứng các yêu cầu nghiên cứu khoa học về trái đất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Đặng Nam Chính, 2009, Hệ quy chiếu trắc địa, Trường Đại học Mỏ-Địa Chất.

[2]. Đỗ Ngọc Đường, Vấn đề khung tọa độ của trái đất, Trường Đại học Mỏ-Địa Chất.

[3]. <http://itrf.ensg.ign.fr/>

[4]. Boucher, 2001, Terrestrial coordinate systems and frames.

[5]. Altamimi, Z., Boucher, C., and Sillard, P., 2002, New trends for the realization of the International Terrestrial Reference System.○

Summary

TERRESTRIAL REFERENCE SYSTEM AND FRAME

MSc. Bui Thi Hong Tham

Ha Noi University for natural resources and environment

Terrestrial reference system and frame has used to solve many scientific issues which have degree of accuracy as kinematics, national terrestrial reference system, horizontal motions over the Earth,... This paper introduces overview about terrestrial reference system and frame, and produces of international terrestrial reference frame.○