



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Đánh giá độ chính xác xác định tọa độ bằng trạm tham chiếu đơn hoạt động liên tục - CORS

Vũ Trung Ruy ^{1,*}, Phạm Công Khải ¹

¹ Khoa Trắc địa - Bản đồ và Quản lý đất đai, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

TÓM TẮT

Quá trình:

Nhận bài 15/08/2017
 Chấp nhận 18/10/2017
 Đăng online 29/12/2017

Từ khóa:

Độ chính xác
 Trạm CORS
 Xác định tọa độ
 Bản đồ địa chính

Công nghệ trạm CORS đã được sử dụng khá rộng rãi trên nhiều nước trên thế giới và mang lại hiệu quả khá cao trong công tác đo đạc thành lập các bản đồ phục vụ các công trình. Đối với nước ta, công nghệ này mới được đưa vào sử dụng gần đây nên các ứng dụng của nó trong công tác đo đạc bản đồ tỷ lệ lớn còn có những hạn chế nhất định. Để mở rộng các ứng dụng đối với công nghệ này cần phải phân tích đánh giá độ chính xác đạt được của nó trên cơ sở lý thuyết, và thực tế đạt được khi đo đạc. Để làm rõ khả năng vấn đề này chúng tôi tiến hành phân tích các sai số ảnh hưởng đến kết quả đo, đồng thời thành lập một mạng lưới tọa độ gồm 10 điểm: KH-1, KH-2, KH-3, KH-4, KH-5, KH-6, KH-7, KH-8, KH-9, KH-10, có độ chính xác đo đạc tương đương độ chính xác mạng lưới hạng IV để so sánh với các kết quả tọa độ xác định được bằng công nghệ trạm CORS. Qua kết quả so sánh cho thấy sai lệch tọa độ phẳng xác định bằng phương pháp đo GPS tĩnh và xác định bằng trạm CORS đơn là không lớn: $\delta_{max}^S = 0,044\text{ m}$, $\delta_{min}^S = 0,004\text{ m}$. Với kết quả này có thể dùng trạm CORS đơn như đã có ở trường đại học Mỏ-Địa chất để thành lập các bản đồ địa chính có tỷ lệ 1:500 trở xuống, với khoảng cách từ trạm CORS tới khu đo không quá 7,5 km.

© 2017 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Đặt vấn đề

Công nghệ trạm CORS đã được sử dụng khá rộng rãi trên nhiều nước trên thế giới và mang lại hiệu quả khá cao trong công tác đo đạc thành lập các bản đồ phục vụ các công trình. Đối với nước ta, công nghệ này mới được đưa vào sử dụng khoảng một vài năm gần đây nên các nghiên cứu ứng dụng của nó vào đo đạc bản đồ địa chính tỷ lệ lớn 1/500 còn bị hạn chế. Chẳng hạn như:

- Công nghệ GNSS và lưới khống chế tọa độ quốc gia giai đoạn hiện nay - Tác giả: Bùi Thị Hồng Thắm, trường đại học Tài nguyên Môi trường Hà Nội, tạp chí số 14 - trang 53. Nội dung bài báo này đề cập về xu thế phát triển các phương pháp đo, quan điểm mới về lưới khống chế trắc địa quốc gia và hướng tới khái niệm trắc địa không lưới.

- Tìm hiểu về hệ thống trạm tham chiếu làm việc liên tục CORS - Tác giả: Trần Thị Hương, trường đại học TNMT Hà Nội, tạp chí khoa học đại học Tài nguyên môi trường tháng 10-2016. Bài báo này giới thiệu nguyên lý hoạt động, và thực trạng của trạm CORS trên thế giới và Việt Nam,

**Tác giả liên hệ*

E-mail: vutrungruy@humg.edu.vn

phạm vi hoạt động của trạm CORS đơn (10 đến 20 km), phạm vi hoạt động của CORS net (20 đến 100 km) và đạt độ chính xác cỡ cm.

- Nghiên cứu xây dựng giải pháp đo GPS theo công nghệ trạm tham chiếu ảo (VRS) ở Việt Nam phục vụ việc đa dạng hóa các ứng dụng trạm CORS - Tác giả: Lưu Hải Âu, Viện khoa học Đo đạc và Bản đồ - Bộ Tài nguyên và môi trường; đề tài đã hoàn thành năm 2014. Nội dung đề tài nghiên cứu khả năng ứng dụng của CORS net trong đo đạc bản đồ và khả năng độ chính xác của nó có thể đạt được trong công tác này.

- Nghiên cứu khả năng ứng dụng công nghệ CORS trong đo đạc địa chính bằng phương pháp đo GPS động thời gian thực ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long (thực nghiệm ở tỉnh Bạc Liêu năm 2015) - Luận văn thạc sỹ của Mai Quý Dân, trường đại học Khoa học Tự nhiên do PGS TS Trần Quốc Bình hướng dẫn năm 2015. Nội dung luận văn này khảo sát về khả năng đo đạc của công nghệ trạm CORS (với số trạm tham chiếu từ hai trạm trở lên) trên các vùng dân cư có các độ phức tạp của địa hình và mức độ ảnh hưởng của việc phủ sóng 3G. Qua việc khảo sát tác giả đã đưa ra các nhận xét:

+ Đối với vùng dân cư dày đặc có nhiều công trình cao tầng thì không thể dùng công nghệ này để đo đạc thành lập bản đồ.

+ Đối với vùng dân cư thưa thớt, sóng 3G tốt, cây cối không cao và các công trình thấp tầng thì có thể áp dụng công nghệ này với sự giúp đỡ của các dụng cụ chuyên dùng.

+ Đối với vùng đồng lúa hoặc vùng nuôi trồng thủy sản, sóng 3G tốt thì hoàn toàn có thể áp dụng công nghệ này để thành lập các bản đồ có tỷ lệ 1/1000 trở xuống.

Tóm lại các nghiên cứu đo đạc thành lập bản đồ tỷ lệ lớn 1/500 đối với trạm CORS đơn như trạm N001 của trường đại học Mỏ-Địa chất là hầu như chưa có ở Việt Nam. Đây chính là mục tiêu của việc khảo sát đánh giá độ chính xác xác định tọa độ phẳng (x,y) để có thể mở rộng thêm ứng dụng đối với công nghệ này trong công tác đo đạc thành lập bản đồ địa chính tỷ lệ lớn.

2. Phương pháp kiểm nghiệm và quy trình tính toán

2.1. Phương pháp trạm CORS

2.1.1. Hệ thống trạm CORS và các thiết bị



Hình 1. Khóa bản quyền.



Hình 2. Ăng ten thu trạm CORS.



Hình 3. Hệ thống máy chủ.



Hình 4. Bộ thu nhận tín hiệu.

Trạm CORS đặt tại trường đại học Mỏ - Địa chất được thành lập và hoàn thành vào cuối năm 2013, do Tập đoàn Trắc địa Nam Phương đầu tư Hiện nay trạm mới chỉ có máy chủ như giới thiệu ở Hình 1, Hình 2, Hình 3 và Hình 4 còn các máy di động (rover) như giới thiệu ở Hình 6 thì chưa có nên khả năng khai thác sử dụng đối trạm này còn ít. Để có số liệu đo đạc cho bài viết này, chúng tôi đã mượn máy GPS 2 tần số S82-RTK của cơ quan ngoài để đo.



Hình 5. Máy di động.

Máy này có khả năng định vị với sai số vị trí điểm $M_p = \pm(10 \text{ mm} + 1 \text{ ppm})$, và $M_h = \pm(20 \text{ mm} + 1 \text{ ppm})$.

2.1.2. Các ảnh hưởng sai số đến độ chính xác định vị điểm di động

Theo lý thuyết sai số thì ảnh hưởng sai số định vị điểm di động gồm các yếu tố sau:

- Ảnh hưởng sai số vị trí điểm trạm CORS

Sai số vị trí điểm trạm CORS xác định được bằng bình sai mạng lưới GNSS kết nối điểm trạm CORS với mạng lưới quốc gia. Theo kết quả bình sai của mạng lưới này đã xác định được sai số vị trí điểm trạm CORS là $M_{ptr} = 0,008 \text{ m}$.

- Ảnh hưởng sai số do máy

Theo tính năng kỹ thuật của máy cho thấy nó có thể định vị điểm đơn với độ chính xác:

$$M_{pm} = \pm(a + b \times 10^{-6} \times D) \text{ mm} \quad (1)$$

Trong đó: a là sai số cố định của máy có đơn vị là mm; b là sai số biến đổi theo khoảng cách D trong môi trường lý tưởng; D là khoảng cách từ trạm CORS đến máy di động (Rover), có đơn vị là km.

Theo thiết kế sản xuất máy GPS 2 tần số S82T có: $a = 10 \text{ mm}$, $b = 1 \text{ ppm}$. Vậy theo công thức (1) với khoảng cách từ trạm CORS đến máy di động là 1km thì ảnh hưởng sai số do máy đến vị trí điểm là: $M_{pm} = 0,011 \text{ m}$.

- Ảnh hưởng sai số do cân máy

Các máy di động (Rover) thường được lắp trên đầu sào gương 2 m có gắn ống thủy tròn. Nếu chiều cao của sào là $l = 2 \text{ m}$, khoảng chia của ống thủy là $\tau = 10 \text{ phút}$, và cân chỉnh sào gương với sai số là $u_l = \tau/5$ sẽ tính được ảnh hưởng của sai số cân sào gương là: $M_{pc} = l \times \tau \times u_l / \rho$

$$M_{pc} = 0,001 \text{ m} \quad (2)$$

- Ảnh hưởng sai số do định tâm sào



Hình 6. Sổ ghi điện tử.

Đường kính sào gương (d_s) để đo GPS thường là 0,030 mm. Nếu đặt tâm sào vào tâm mốc với sai lệch bằng 1/10 đường kính của sào gương, sẽ tính được sai số định tâm sào là: $M_{ps} = 0,003 \text{ m}$

- Ảnh hưởng sai số do độ trễ truyền tín hiệu sóng 3G (M_{p3G})

Khi định vị điểm theo trạm CORS đơn thì cả máy trạm CORS và máy di động cùng thu tín hiệu các vệ tinh GNSS, và tự tính ra tọa độ của chúng. Khi máy di động tính xong sẽ gửi tọa độ của nó về máy trạm CORS bằng sóng 3G. Máy tại trạm CORS sẽ tính ra số chênh giữa tọa độ tính được tại trạm và tọa độ gốc của máy, rồi truyền cho máy di động hiệu chỉnh lại tọa độ của mình. Do việc truyền qua lại như vậy sẽ sinh ra sai số trễ tín hiệu. Hiện nay chưa tính được chính xác giá trị sai số do độ trễ này vì không xác định được chính xác sự ảnh hưởng của môi trường khu đo, và ảnh hưởng của băng thông truyền sóng 3G đến kết quả đo.

Như vậy các ảnh hưởng sai số đến độ chính xác định vị điểm di động sẽ là:

$$M_{pLT} = \sqrt{(M_{ptr})^2 + (M_{pm})^2 + (M_{pc})^2 + (M_{ps})^2 + (M_{p3G})^2} \quad (3)$$

2.1.3. Công tác đo đạc

Để xác định lại ảnh hưởng của các sai số đã nêu trên theo thực tế đo đạc, chúng tôi tiến hành thành lập một mạng lưới GPS gồm 10 điểm KH-1, KH-2, KH-3, KH-4, KH-5, KH-6, KH-7, KH-8, KH-9, KH-10 và sử dụng 2 điểm gốc hạng III nhà nước: 104548, điểm 116437. Các điểm này được liên kết với nhau như Hình 7 và cách xa dần đối với trạm CORS-001. Sau khi bố trí, xây dựng xong các mốc của mạng lưới thì tiến hành đo đạc mạng lưới này theo 2 phương pháp khác nhau: định vị GPS tĩnh

và trạm CORS, rồi so sánh các kết quả với nhau.

- Kết quả tọa độ các điểm xác định theo phương pháp đo GPS tĩnh

Sau khi chôn các mốc xong, dùng 04 máy GPS Trimble R3 đo tĩnh với thời gian thu tính hiệu đồng thời của các máy > 60 phút, và tiến hành xử lý số liệu bằng phần mềm Trimble Business Center 2.4 có khóa bản quyền của hãng Trimble, được kết quả như trong Bảng 1.

- Kết quả tọa độ các điểm xác định theo phương pháp đo trạm CORS

Đối với phương pháp đo trạm CORS, chúng tôi sử dụng máy GPS S82-RTK đo lại các điểm nói trên và được kết quả thống kê trong Bảng 1.

2.2. Tính toán so sánh

2.2.1. Công thức tính toán

Sau khi đã xác định được tọa độ các điểm của mạng lưới bằng hai phương pháp, chúng tôi đem so sánh hai kết quả này với nhau:

Gọi tọa độ phẳng của điểm xác định bằng phương pháp đo GPS tĩnh là (X_i^t, Y_i^t) , ($i = 104548, KH-1, \dots, KH-10$), và tọa độ phẳng của điểm xác định bằng phương pháp đo trạm CORS là (X_i^c, Y_i^c) , ta có công thức so sánh như sau:

$$\left. \begin{aligned} \delta_i^x &= X_i^c - X_i^t \\ \delta_i^y &= Y_i^c - Y_i^t \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

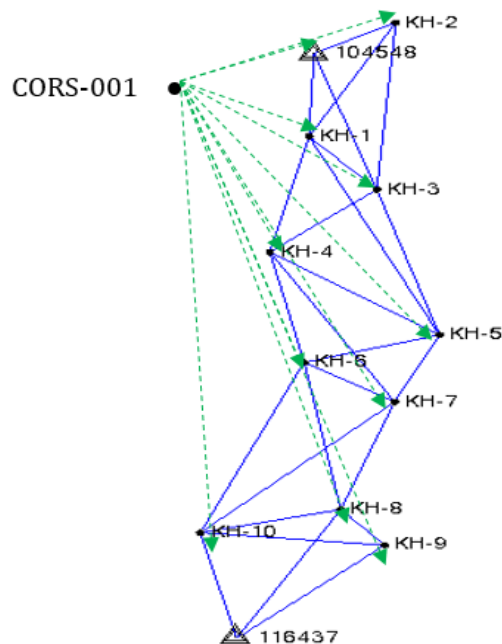
$$\delta_i^s = \sqrt{(\delta_i^x)^2 + (\delta_i^y)^2} \quad (5)$$

Trong đó: δ_i^x là sai lệch tọa độ theo trục X giữa phương pháp đo GPS tĩnh và phương pháp trạm CORS của của điểm thứ i ; δ_i^y là sai lệch tọa độ theo trục Y giữa phương pháp đo GPS tĩnh và phương pháp trạm CORS của của điểm thứ i ; δ_i^s là sai lệch vị trí điểm giữa phương pháp đo GPS tĩnh và phương pháp trạm CORS của của điểm thứ i .

Ở đây tọa độ các điểm của mạng lưới xác định bằng phương pháp đo GPS tĩnh được coi là số liệu gốc vì nó có độ chính xác cao ($Mp_{max} = 0,007$ m), đồng thời đã được nhiều đề tài khẳng định về độ chính xác của phương pháp này.

2.2.2. Kết quả tính toán

Từ các số liệu trên Bảng 1 và theo công thức (4) tính được sai lệch tọa độ lớn nhất theo trục tọa độ X là $\delta_{max}^x = -0,038$ m; sai lệch tọa độ lớn nhất theo trục tọa độ Y là $\delta_{max}^y = 0,028$ m. Đồng thời



Hình 7. Sơ đồ mạng lưới GPS.

cũng tính được sai lệch vị trí điểm lớn nhất theo công thức (5) là $\delta_{max}^s = 0,044$ m, và $\delta_{min}^s = 0,004$ m. Các kết quả tính toán chi tiết được thống kê trong Bảng 1.

Nếu coi các giá trị đo bằng GPS tĩnh là các không có sai số thì có thể tính được sai số trung phương m theo công thức Gauss:

$$m = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}} \quad (6)$$

Trong đó: Δ là độ lệch vị trí tọa độ; n số điểm đo.

Theo công thức (6) tính được sai số trung phương độ lệch vị trí của các điểm đo là: $m_s = \pm 0,025$ m.

Theo yêu cầu đo đạc bản đồ địa chính thì sai số vị trí điểm chi tiết cho phép là $m_p \leq 0,2$ mm nhân với mẫu số tỷ lệ của bản đồ. Nếu đo vẽ bản đồ tỷ lệ 1/500 thì sai số vị trí điểm cho phép là 0,100 m, như vậy phương pháp đo trạm CORS như đã nêu trên hoàn toàn có thể dùng để đo đạc thành lập bản đồ địa chính tỷ lệ 1/500.

3. Kết luận

Qua việc khảo sát so sánh tọa độ điểm xác định được giữa phương pháp đo GPS tĩnh và phương pháp trạm CORS đơn cho thấy sự sai khác là không lớn: $\delta_{max}^s = 0,044$ m, $\delta_{min}^s = 0,004$ m, và sai số trung phương độ lệch vị trí của các điểm đo là: $m_s = \pm 0,025$ m.

Bảng 1. Kết quả tính sai lệch vị trí điểm của các điểm mạng lưới.

GPS Tĩnh			CORS		Độ lệch		
T điểm	X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)	dx(m)	dy(m)	dS(m)
104548	2332590,893	581018,697	2332590,900	581018,688	0,007	-0,009	0,011
KH-1	2331078,161	580952,520	2331078,157	580952,516	-0,004	-0,004	0,006
KH-2	2333147,615	582109,681	2333147,623	582109,684	0,008	0,003	0,009
KH-3	2330112,400	581855,510	2330112,398	581855,524	-0,002	0,014	0,014
KH-4	2328976,440	580430,385	2328976,438	580430,382	-0,002	-0,003	0,004
KH-5	2327466,300	582693,099	2327466,290	582693,116	-0,010	0,017	0,020
KH-6	2326970,116	580887,986	2326970,102	580887,993	-0,014	0,007	0,016
KH-7	2326251,236	582094,451	2326251,219	582094,479	-0,017	0,028	0,033
KH-8	2324291,465	581377,192	2324291,433	581377,215	-0,032	0,023	0,039
KH-9	2323643,828	581962,164	2323643,790	581962,187	-0,038	0,023	0,044
KH-10	2323870,602	579504,400	2323870,574	579504,418	-0,028	0,018	0,033

Với kết quả so sánh này cho thấy hoàn toàn có thể dùng phương pháp trạm CORS đơn để đo đạc thành lập bản đồ địa chính tỷ lệ 1/500 theo quy phạm hiện hành, với khoảng cách từ máy đo động đến trạm CORS không quá 7,5 km.

Tài liệu tham khảo

- Bùi Thị Hồng Thắm, 2014. Công nghệ GNSS và lưới khống chế tọa độ quốc gia giai đoạn hiện nay, *Tạp chí Khoa học Tài nguyên Môi trường* 14.
- Trần Thị Hương, 2016. Tìm hiểu về hệ thống trạm tham chiếu làm việc liên tục CORS, *Tạp chí Khoa học Tài nguyên Môi trường*.

Lưu Hải Âu, 2014. Nghiên cứu xây dựng giải pháp đo GPS theo công nghệ trạm tham chiếu ảo (VRS) ở Việt Nam phục vụ việc đa dạng hóa các ứng dụng trạm CORS. *Đề tài Khoa học công nghệ cấp Bộ*, Viện khoa học Đo đạc và Bản đồ. Bộ Tài nguyên và Môi trường.

Mai Quý Dân, 2015. Nghiên cứu khả năng ứng dụng công nghệ CORS trong đo đạc địa chính bằng phương pháp đo GPS động thời gian thực ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long (thực nghiệm ở tỉnh Bạc Liêu năm 2015), *Luận văn thạc sĩ*, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên.

ABSTRACT

Establishment of testing network to assess the accuracy of continuously operating reference station (CORS)

Ruy Trung Vu ¹, Khai Cong Pham ¹

¹ Faculty of Geomatics and Land Administration, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

Continuously Operating Reference Station CORS has been popularly used in many countries, and proved strong efficiency in mapping. However, as that this method is newly introduced in Vietnam, there still exist many restrictions in applying CORS in large-scaled mapping. To extend the application, we established a coordinate network with 10 points: KH-1, KH-2, KH-3, KH-4, KH-5, KH-6, KH-7, KH-8, KH-9, KH-10, with the same accuracy as of level IV national network to compare with the results obtained by CORS method. The results show that the errors between the plane coordinates measured by static GPS and CORS station methods are insignificant: $\delta_{max}^S = 0,044$ m, $\delta_{min}^S = 0,004$ m. This confirms that single CORS stations set up in Hanoi University of Mining and Geology could be practically employed for cadastral mapping at scales larger than 1/500 with the distances between CORS stations and measured points of less than 7,5 km.