

ỨNG DỤNG KỸ THUẬT ĐO GNSS ĐỘNG XỬ LÝ TỨC THỜI TRONG QUAN TRẮC CHUYỂN DỊCH, BIẾN DẠNG ĐƯỜNG SẮT DO XÂY DỰNG VÀ KHAI THÁC MỎ

KS. ĐÀO ĐỨC PHƯƠNG, ThS. BÙI KHẮC LUYÊN

Trường Đại học Mỏ-Địa chất

1. Tổng quan về quan trắc biến dạng

Biến dạng là hiện tượng tồn tại phổ biến trong tự nhiên, là sự biến đổi về vị trí, hình dạng và kích thước của thể biến dạng trong không gian và thời gian dưới tác động của các loại tải trọng và ngoại lực. Biến dạng nếu vượt quá giá trị giới hạn nhất định, có thể gây nên tai biến. Trong tự nhiên tại biến của biến dạng là rất phổ biến, như địa chấn, trượt lở, sụt lún, núi lửa phun trào, vỡ đê đập, sập cầu và công trình kiến trúc.

Công tác quan trắc biến dạng là sử dụng máy móc thiết bị và phương pháp trắc địa để tiến hành theo dõi, đo đạc hiện tượng biến dạng của thể biến dạng. Nhiệm vụ của quan trắc biến dạng là xác định trạng thái không gian và đặc trưng thời gian của sự biến đổi hình dạng, kích thước và vị trí của thể biến dạng dưới tác động của các loại tải trọng và ngoại lực.

2. Kỹ thuật đo GNSS động xử lý tức thời

2.1. Giới thiệu chung

Khái niệm cơ bản về kỹ thuật đo GNSS động xử lý tức thời được phát triển vào những năm 1980 bởi tác giả Ben Remondi từ Cơ quan Trắc địa Quốc gia Mỹ. Ngày nay, hầu hết các hãng sản xuất máy thu GNSS đã cung cấp chức năng đo GNSS động xử lý tức thời vào các thiết bị trong các ứng dụng đo đạc phục vụ trắc địa công trình, xây dựng và đo đạc hoạch định ranh giới.

2.2. Thiết bị trong đo GNSS động xử lý tức thời

Trong đo GNSS động xử lý tức thời đòi hỏi phải có ít nhất là hai máy thu GNSS hai tần số chất lượng cao, trong đó một máy đóng vai trò làm điểm cơ sở và một máy di động. Trạm cơ sở phải được đặt tại điểm đã biết tọa độ (mốc độ cao nhà nước nếu yêu cầu xác định độ cao chính xác) và phải có khả năng thu được cả trị đo khoảng cách giả cũng như trị đo phase sóng tải. Máy thu trong đo GNSS

động xử lý tức thời phải được tích hợp antenna chất lượng cao để làm giảm ảnh hưởng của hiện tượng đa đường dẫn đồng thời phải có khả năng thu dữ liệu ở tần suất thấp một giây hoặc thấp hơn. Bộ xử lý dữ liệu ở trạm cơ sở sẽ tính toán ra các số hiệu chỉnh cho khoảng cách giả và phase sóng tải và định dạng dữ liệu cho thiết bị liên kết dữ liệu. Các số hiệu chỉnh này sẽ được định dạng để chuyển đến máy thu di động thông qua bộ truyền dữ liệu, từ đó các giá trị tọa độ chính xác trong hệ tọa độ địa phương được xác định tức thời vào thời điểm đo đạc.

2.3. Bộ truyền dữ liệu

Bộ truyền dữ liệu được sử dụng cho hệ thống định vị xử lý tức thời sử dụng trị đo phase sóng tải khác với hệ thống định vị GNSS vì phân sử dụng trị đo code ở chỗ số lượng dữ liệu mà nó truyền đi. Hệ thống định vị sử dụng phase sóng tải yêu cầu tần suất dữ liệu nhỏ nhất là 4800 baud so với tần suất truyền dữ liệu 300 baud trong hệ thống định vị GNSS vì phân sử dụng trị đo code. Tần suất truyền dữ liệu cao cho phép loại trừ nhiễu hệ thống truyền dữ liệu tần số thấp và hạn chế khu vực bao phủ đối với hệ thống truyền dữ liệu tần số cao. Hệ thống truyền dữ liệu theo tần số UHF và VHF là phù hợp với tần suất truyền dữ liệu ở dạng này. Hệ thống định vị GNSS động xử lý tức thời thường được sử dụng với khoảng cách không vượt quá 20 km.

3. Ứng dụng kỹ thuật đo GNSS động xử lý tức thời trong quan trắc chuyển dịch, biến dạng đường sắt do ảnh hưởng của quá trình xây dựng và khai thác mỏ

3.1. Đánh giá độ chính xác của kỹ thuật đo GNSS động xử lý tức thời và ảnh hưởng của độ chính xác theo khoảng thời gian thu tín hiệu

Để ứng dụng kỹ thuật đo GNSS động xử lý tức thời trong quan trắc chuyển dịch, biến dạng đường

sắt, trước hết chúng tôi tiến hành khảo sát độ chính xác cũng như ảnh hưởng của độ chính xác theo khoảng thời gian thu tín hiệu. Để thực hiện khảo sát trên, chúng tôi làm như sau: trước hết chúng tôi tiến hành xây dựng một hệ thống lưới khống chế có độ chính xác cao trên khu vực khai thác mỏ. Hệ thống lưới này được trang bị các thiết bị định tâm bắt buộc và được tiến hành đo đạc bằng kỹ thuật đo GNSS tĩnh bằng các máy thu GNSS hai tần số GR5 của hãng Topcon, với khoảng thời gian thu tín hiệu mỗi ca đo là 90 phút, tần suất thu tín hiệu là 1 giây. Tọa độ các điểm được thể hiện trong bảng sau.

Để đánh giá độ chính xác của kỹ thuật đo GNSS động xử lý tức thời cũng như ảnh hưởng của độ chính xác theo thời gian đo chúng tôi đã sử dụng điểm P4 làm điểm cơ sở, điểm P1 làm điểm động. Tại vị trí điểm P1 chúng tôi đã tiến hành đo đạc với

nhiều khoảng thời gian đo khác nhau. Ở mỗi khoảng thời gian đo sẽ có các thành phần tọa độ và độ cao, các giá trị này được so sánh với tọa độ và độ cao đo tĩnh, từ đó có được giá trị độ lệch, kết quả được thể hiện trong bảng và biểu đồ H.1.

Bảng 1. Tọa độ các điểm lưới khống chế khu vực khai thác mỏ (Hệ tọa độ VN2000, kinh tuyến trung ương 105000', múi chiếu 30)

Tên điểm	x, m	y, m	h, m
092476	2394150.596	566500.778	81.621
P1	2395021.656	569278.357	98.595
P2	2395011.143	569072.099	100.917
P3	2394710.696	569453.211	61.713
P4	2394690.382	568852.200	62.244

Bảng 2. Tọa độ điểm đo động xử lý tức thời ở các khoảng thời gian đo khác nhau

T.gian đo, giây	x, m	y, m	h (m)	dx, mm	dy, mm	dH, mm	dV, mm	dP, mm
1	2395021.651	569278.365	98.578	-5	8	9	-17	19
2	2395021.657	569278.361	98.582	1	4	4	-13	14
3	2395021.661	569278.359	98.563	5	2	5	-32	32
4	2395021.659	569278.358	98.567	3	1	3	-28	28
5	2395021.661	569278.358	98.566	5	1	5	-29	29
6	2395021.662	569278.359	98.568	6	2	6	-27	28
10	2395021.662	569278.360	98.568	6	3	7	-27	28
15	2395021.659	569278.360	98.563	3	3	4	-32	32
20	2395021.657	569278.359	98.565	1	2	2	-30	30
25	2395021.654	569278.359	98.569	-2	2	3	-26	26
30	2395021.660	569278.360	98.572	4	3	5	-23	24
40	2395021.657	569278.354	98.570	1	-3	3	-25	25
35	2395021.654	569278.354	98.576	-2	-3	4	-19	19
45	2395021.651	569278.355	98.572	-5	-2	5	-23	24
50	2395021.655	569278.355	98.564	-1	-2	2	-31	31
60	2395021.654	569278.354	98.568	-2	-3	4	-27	27
300	2395021.656	569278.352	98.567	0	-5	5	-28	28

Trong Bảng 2: dH, dV, dP tương ứng là độ lệch theo thành phần tọa độ mặt bằng, theo độ cao và theo vị trí tổng hợp giữa kết quả đo GNSS động xử lý tức thời với kết quả đo tĩnh.

Từ kết quả được thể hiện trên Bảng 2 và hình H.1 có thể thấy rằng độ chính xác vị trí mặt bằng lớn nhất là 9 mm tương ứng với khoảng thời gian đo là 1 giây. Khi thời gian đo tăng lên thì độ chính xác vị trí mặt bằng có thể được cải thiện, và khi khoảng thời gian này là 15 giây hoặc nhiều hơn thì

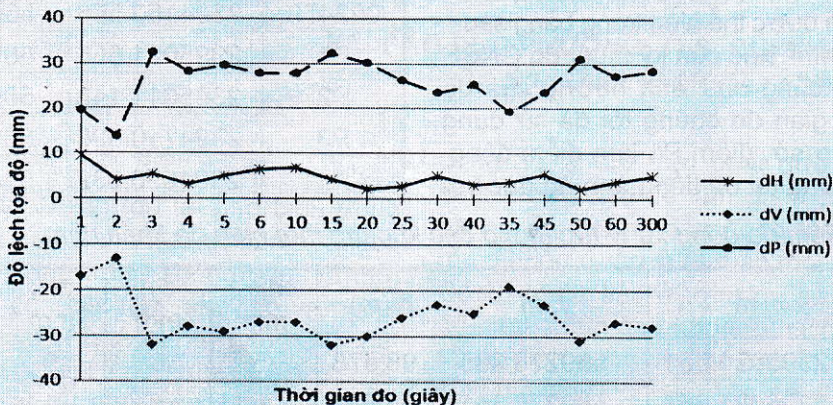
độ chính xác đạt được là tương đối ổn định, với độ lệch lớn nhất không quá 5 mm. Thành phần độ lệch về độ cao nhìn chung lớn hơn so với tọa độ mặt bằng, với giá trị độ lệch lớn nhất và nhỏ nhất ương ứng là -32 mm và -13 mm.

3.2. Quan trắc chuyển dịch, biến dạng đường sắt do ảnh hưởng của quá trình xây dựng và khai thác mỏ bằng kỹ thuật đo GNSS động xử lý tức thời

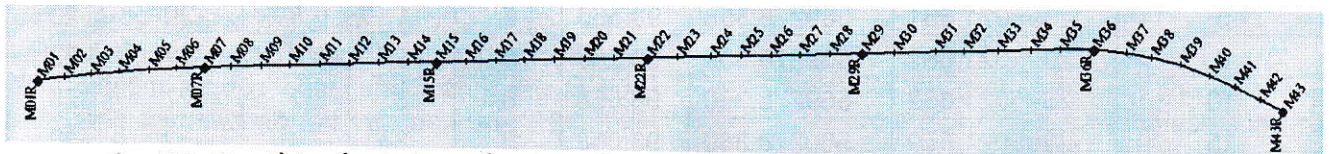
Với độ chính xác khảo sát ở trên có thể thấy rằng việc quan trắc chuyển dịch, biến dạng công trình với yêu cầu độ chính xác không cao, ví dụ trong phạm vi một vài cm, là hoàn toàn khả thi. Chúng tôi đã ứng dụng kỹ thuật trên vào việc quan trắc chuyển dịch, biến dạng công trình đường sắt. Khoảng thời gian đo đối với các điểm đo chỉ tiết là 15 giây, vị trí điểm và tọa độ đo đặc được thể hiện trong H.2.

Công tác đo đạc được tiến hành trong năm 2012

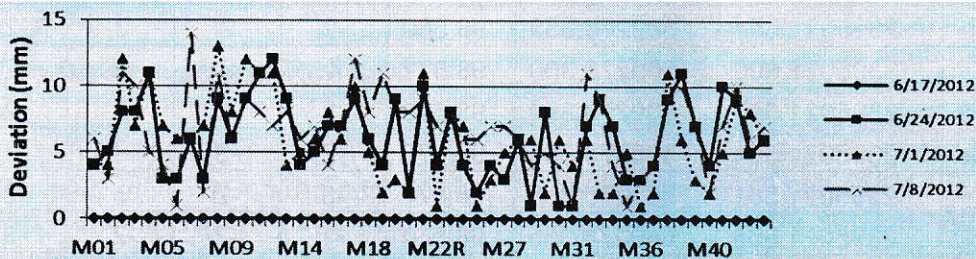
với tổng số 8 chu kỳ, bao gồm các chu kỳ đo trong các ngày: 17 tháng 6, 24 tháng 6, 1 tháng 7, 8 tháng 7, 15 tháng 7, 22 tháng 7, 29 tháng 7 và 5 tháng 8. Trong đó, chu kỳ đo ngày 17 tháng 6 là chu kỳ đầu với độ lệch bằng 0, các chu kỳ tiếp theo được so sánh với chu kỳ ngày 17 tháng 6, từ đó có được giá trị thể hiện mức độ chuyển dịch của hệ thống đường sắt nói trên. Biểu đồ thể hiện mức độ chuyển dịch của hệ thống đường sắt được thể hiện trong các hình vẽ H.3, H.4.



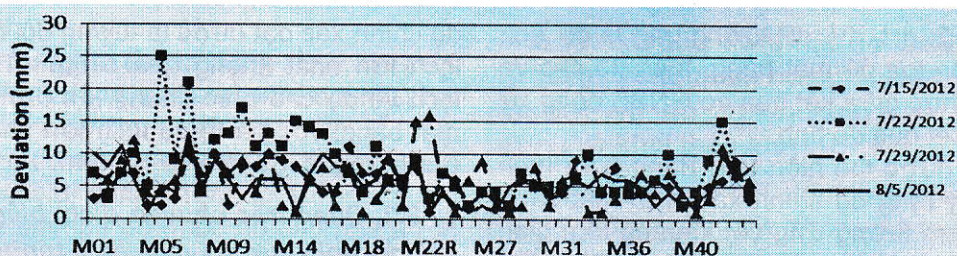
H.1. Biểu đồ thể hiện độ lệch tọa độ và độ cao giữa kết quả đo GNSS động xử lý tức thời và kết quả đo tĩnh



H.2. Sơ đồ tuyến đường sắt được sử dụng trong quan trắc chuyển dịch, biến dạng



H.3. Biểu đồ thể hiện mức độ chuyển dịch mặt bằng của hệ thống đường sắt trong các ngày 24/6, 1/7, 8/7 so với chu kỳ đầu ngày 17/6



H.4. Biểu đồ thể hiện mức độ chuyển dịch mặt bằng của hệ thống đường sắt trong các ngày 15/7, 22/7, 29/7 và 5/8 so với chu kỳ đầu ngày 17/6

Để đánh giá mức độ biến dạng của hệ thống đường sắt chúng tôi đã lựa chọn ra tổng số 7 điểm được phân bố tương đối đều theo chiều dọc tuyến đường sắt, bao gồm các điểm M01, M07, M15, M22, M29, M36 và M43. Tại các điểm trên chúng tôi tiến hành đo đạc ở cả hai vị trí bên trái và bên phải của tuyến đường sắt để xác định tọa độ của các cặp điểm trái và phải.

Từ cặp điểm trái, phải chúng tôi tính được khoảng cách giữa hai điểm, khoảng cách này được xem là đặc trưng cho khoảng cách của hai tuyến đường ray trái và phải, đồng thời hiệu của các khoảng cách ở các chu kỳ khác nhau được xem như đặc trưng cho mức độ biến dạng của hệ thống đường sắt. Kết quả được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3. Khoảng cách đặc trưng cho tuyến đường sắt ở các chu kỳ khác nhau (Đơn vị: mét)

Vị trí điểm	17/6	24/6	1/7	8/7	15/7	22/7	29/7	5/8
M01	0.654	0.658	0.654	0.652	0.656	0.650	0.653	0.652
M07	0.703	0.704	0.708	0.704	0.703	0.697	0.702	0.696
M15	0.697	0.708	0.710	0.708	0.705	0.709	0.709	0.711
M22	0.690	0.685	0.685	0.682	0.682	0.683	0.666	0.683
M29	0.683	0.687	0.687	0.689	0.686	0.690	0.685	0.691
M36	1.059	1.066	1.060	1.059	1.065	1.059	1.068	1.063
M43	0.668	0.675	0.677	0.681	0.680	0.680	0.680	0.682

Bảng 4. Hiệu khoảng cách đặc trưng cho tuyến đường sắt ở các chu kỳ sau so với chu kỳ đầu ngày 17 tháng 6 (Đơn vị: mét)

Vị trí điểm	24/6	1/7	8/7	15/7	22/7	29/7	5/8
M01	0.003	0.000	-0.003	0.002	-0.004	-0.002	-0.002
M07	0.001	0.005	0.001	0.000	-0.006	-0.001	-0.007
M15	0.011	0.013	0.011	0.008	0.012	0.012	0.014
M22	-0.005	-0.005	-0.008	-0.008	-0.007	-0.024	-0.007
M29	0.004	0.004	0.006	0.003	0.007	0.002	0.008
M36	0.007	0.001	0.000	0.006	0.000	0.009	0.004
M43	0.007	0.009	0.013	0.012	0.012	0.012	0.014

Bảng 5. Hiệu khoảng cách đặc trưng cho tuyến đường sắt ở các chu kỳ đo ngày 8/7, 15/7, 22/7, 29/7 và 5/8 so với chu kỳ đo ngày 1/7 (Đơn vị: mét)

Vị trí điểm	1/7	8/7	15/7	22/7	29/7	5/8
M01	-0.004	-0.006	-0.001	-0.008	-0.005	-0.006
M07	0.004	0.000	-0.001	-0.007	-0.002	-0.008
M15	0.002	0.000	-0.003	0.001	0.001	0.003
M22	0.000	-0.003	-0.003	-0.002	-0.019	-0.002
M29	0.000	0.002	-0.001	0.003	-0.002	0.004
M36	-0.006	-0.007	-0.001	-0.007	0.002	-0.003
M43	0.002	0.006	0.005	0.005	0.005	0.007

Kết quả trên Bảng 3 cho thấy ở điểm M36 khoảng cách đặc trưng là xấp xỉ 1 mét, trong khi đó ở các điểm còn lại khoảng cách đặc trưng là khoảng 0.7 m. Lý do của sự khác nhau này là do ở các vị trí khác

nhau điểm đo đạc được lựa chọn khác nhau, ở trong hoặc ngoài của hai đường ray. Điều này không ảnh hưởng đến kết quả bởi nó vẫn đặc trưng cho khoảng cách giữa hai ray trái và phải.

Trên Bảng 4 là hiệu khoảng cách đặc trưng cho tuyến đường sắt ở các chu kỳ sau so với chu kỳ đầu là ngày 17 tháng 6. Kết quả cho thấy mức độ biến dạng lớn nhất là ở điểm M22 với độ lệch lớn nhất là 24 mm. Ở các điểm khác độ lệch lớn nhất trong phạm vi không quá 1.5 cm. Ta có thể thấy rằng ở các vị trí có độ lệch lớn là M15 và M43 các giá trị độ lệch là xấp xỉ nhau và cùng dấu, điều này là do ở chu kỳ đầu tiên kết quả đo đạc là không đáng tin cậy. Lý do dẫn đến những kết quả không đáng tin cậy của chu kỳ đầu tiên là do trong quá trình đo đạc thao tác của người đo chưa được thực hiện một cách triệt để trong việc hạn chế ảnh hưởng của sai số định tâm và cân bằng sào gương. Để đánh giá vấn đề này, chúng tôi tiến hành so sánh khoảng cách đặc trưng của các chu kỳ trong các ngày 8 tháng 7, 15 tháng 7, 22 tháng 7, 29 tháng 7 và 5/8 so với khoảng cách đặc trưng của chu kỳ đo đạc thứ 2, ngày 1 tháng 7, nghĩa là bỏ qua kết quả đo đạc của chu kỳ đầu. Kết quả thể hiện trong Bảng 5.

Nhìn vào kết quả được thể hiện trong Bảng 5 ta thấy, để đánh giá mức độ chuyển dịch, biến dạng giữa các chu kỳ đo thì chu kỳ gốc dùng để so sánh cần phải được lựa chọn một cách hợp lý. Ngoài ra trong kỹ thuật đo GNSS động xử lý tức thời vấn đề định tâm, cân bằng sào gương là rất quan trọng bởi nó có thể gây ra sai số đo đạc lớn.

4. Kết luận và kiến nghị

Kỹ thuật đo GNSS động xử lý tức thời có thể cho độ chính xác cao về mặt bằng khi tín hiệu đo đạc tốt cũng như không chịu ảnh hưởng của các nguồn sai số khác như sai số định tâm, cân bằng thiết bị. Tuy vậy, vì một số lý do khác nhau độ chính xác về độ cao chưa thể đáp ứng được yêu cầu cho nhiều dạng công việc hiện nay.

Với độ chính xác như trên, kỹ thuật đo này hoàn toàn có thể được ứng dụng trong việc quan trắc chuyển dịch, biến dạng về vị trí mặt bằng của các loại công trình có yêu cầu độ chính xác không cao, ví dụ trong phạm vi một vài centimet.

Để có thể ứng dụng kỹ thuật đo GNSS động xử lý tức thời một cách hiệu quả nhất, ngoài yêu cầu chung đối với thiết bị cũng như tín hiệu đo đạc cần phải thực hiện các thao tác đo đạc một cách chặt chẽ nhất nhằm hạn chế tối đa các nguồn sai số do người đo, đặc biệt là sai số gây nên do quá trình định tâm và cân bằng sào gương.

Để đánh giá mức độ chuyển dịch và biến dạng của công trình thông qua việc so sánh kết quả đo đạc ở nhiều chu kỳ khác nhau thì chu kỳ gốc được sử dụng trong việc so sánh cần phải được lựa chọn một cách thích hợp. Đó phải là chu kỳ có độ tin cậy cao nhất. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đặng Nam Chinh (chủ biên), Đỗ Ngọc Đường, 2012. Bài giảng Định vị vệ tinh. Hà Nội. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
2. Đặng Nam Chinh, 2008. Bài giảng Quan trắc và chuyển dịch mặt đất (dành cho học viên cao học ngành Trắc địa). Trường Đại học Mỏ-Địa chất.
3. Trần Khánh, 2009. Bài giảng Quan trắc và phân tích chuyển dịch biến dạng công trình. Trường Đại học Mỏ - Địa chất.
4. Huang Sheng Xiang, Yin Hui, Jiang Sheng (Biên dịch: Phan Văn Hiến, Phạm Quốc Khánh. Hiệu đính: Dương Văn Phong), 2012. Xử lý số liệu quan trắc biến dạng. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
5. US Army Corps of Engineers, 2003. NAVSTAR Global Positioning System Surveying. Washington, USA.

Người biên tập: Nguyễn Đình Bé

SUMMARY

In Vietnam, mineral exploitation has over 170 years of history. The mine construction and exploitation act on earth's surface and the components in the entrail of the earth and cause subsidence, movement and deformation of works in and around mining area. The paper shows preliminary results of research into the precision of real-time kinematic GNSS technique and its application to monitoring of railway due to mine construction and exploitation. It can be seen that RTK GNSS technique can be used in the monitoring of movement and deformation of works that has less precision requirement of several centimeters.

ĐỌC TRẮC ĐỊA MỎ

1. Muốn biết mình giàu có đến đâu, hãy đếm số bạn hữu của mình. Đ. O. Be.
2. Ở đâu có những tình yêu vĩ đại, ở đó sẽ có những điều kỳ diệu. W. Cather.
3. Muốn có một bữa ăn ngon và một người vợ hiền thì bạn phải biết chờ đợi. Ngạn ngữ Đan Mạch.
3. Trên đời không có gì vĩ đại bằng con người. Trong con người không có gì vĩ đại bằng trí tuệ. A. Hamilton.

VTH sưu tầm