



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

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



Khảo sát mối quan hệ giữa độ chính xác cạnh đo Baseline với thời gian thu tín hiệu trong các mạng lưới vệ tinh

Nguyễn Việt Hà *

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 15/3/2017
 Chấp nhận 21/5/2017
 Đăng online 31/8/2017

Từ khóa:

Cạnh Baseline
 Lưới trắc địa
 Độ chính xác

Từ trước đến nay độ chính xác của cạnh Baseline đo tĩnh vẫn được xác định theo lý lịch máy và được xác định theo công thức tổng quát là $mD=a+b.Dppm$. Tuy nhiên, thực tế các trị đo cạnh nhận được có độ chính xác không như lý lịch máy và chưa có một tài liệu nào trong nước xác định độ chính xác cho các cạnh đo Baseline này, dẫn đến việc thiết kế phương án đo mạng lưới khống chế bằng công nghệ vệ tinh không sát với thực tế. Nội dung bài báo trình bày phương pháp xác định độ chính xác cạnh đo Baseline theo thời gian thu tín hiệu trong các mạng lưới vệ tinh. Đồng thời, đã tiến hành tính toán thực nghiệm trên một mạng lưới cụ thể ở Việt Nam để minh chứng cho những vấn đề lý luận trình bày trong bài báo.

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

1. Mở đầu

Như đã biết, trong công tác định vị vệ tinh, độ chính xác của các trị đo Baseline đo tĩnh được xác định theo lý lịch máy và lấy cố định là $\pm 5mm+1ppm$ đối với máy thu một tần số và $\pm 3mm+0,5ppm$ đối với máy thu hai tần số (Hofmann-Wellenhof 2008 ; Roy 2009). Giá trị độ chính xác trên được hãng đưa ra trong điều kiện lý tưởng, còn thực tế khi đo ngoài sản xuất độ chính xác cạnh đo Baseline phụ thuộc vào nhiều yếu tố như đồ hình vệ tinh, số lượng vệ tinh, thời điểm đo, khí hậu, thời tiết, vị trí đo, loại máy thu, thời gian đo,... Các yếu tố trên ảnh hưởng đến độ chính xác đo cạnh Baseline làm cho độ chính xác cạnh đo không như lý lịch máy, dẫn đến việc thiết

kế phương án đo mạng lưới khống chế bằng công nghệ vệ tinh không sát với thực tế.

Trên thế giới đã có một số nghiên cứu cho độ chính xác cạnh đo Baseline, tuy nhiên chủ yếu vẫn dừng lại ở nghiên cứu về vật lý cho các cạnh đo dài (Blewitt, 1989) hoặc nghiên cứu về ảnh hưởng của tâm pha anten (Rothacher, 1995).

Nội dung bài báo trình bày phương pháp xác định các tham số độ chính xác cạnh đo Baseline và tính toán thực nghiệm đối với một số liệu đo có thời lượng đo 45 phút, 60 phút, 90 phút, 180 phút, 270 phút, 360 phút, 450 phút, 540 phút để đưa ra độ chính xác cạnh đo Baseline đối với máy thu GNSS trong điều kiện Việt Nam.

2. Số liệu đo và cơ sở lý thuyết

2.1 Khu vực nghiên cứu và số liệu đo

Khu vực nghiên cứu là nhà máy thủy điện

*Tác giả liên hệ

E-mail: nguyenvietha@humg.edu.vn

Hòa Bình (Hình 1). Nhà máy thủy điện Hòa Bình là một công trình thủy điện của Việt Nam được xây dựng trên sông Đà thuộc miền bắc Việt Nam. Công trình khởi công xây dựng ngày 6 tháng 11 năm 1979, khánh thành ngày 20 tháng 12 năm 1994. Công suất điện năng theo thiết kế là 1.920 MW, gồm 8 tổ máy, mỗi tổ máy có công suất 240 MW. Sản lượng điện hàng năm là 8,16 tỷ KWH.

Tháng 11/2016, lưới khống chế cơ sở mặt bằng phục vụ quan trắc dịch chuyển ngang tuyến đập nhà máy thủy điện Hòa Bình được đo bằng công nghệ vệ tinh với mục đích đánh giá khả năng

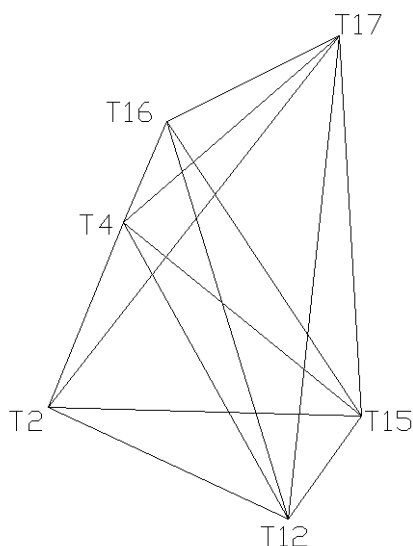
ứng dụng công nghệ đo vệ tinh trong quan trắc dịch chuyển ngang tuyến đập của nhà máy. Lưới được đo bằng 6 máy thu Trimble R4 theo đồ hình lưới như Hình 2 và đo liên tục với thời gian 9 giờ. Số liệu đo được trút ra máy tính và xử lý bằng phần mềm TBC3.5 của hãng Trimble. Khi xử lý số liệu tác giả chủ động cắt thời gian thu vệ tinh ra thành số liệu đo 45 phút, 60 phút, 90 phút, 180 phút, 270 phút, 360 phút, 450 phút và 540 phút để đánh giá độ chính xác cạnh đo Baseline trong điều kiện Việt Nam.



Hình 1. Khu vực nghiên cứu.

Bảng 1. Kết quả xử lý số liệu đo Baseline và độ chính xác.

From	To	S (km)	m _s 45'	m _s 60'	m _s 90'	m _s 180'	m _s 270'	m _s 360'	m _s 450'	m _s 540'
T17	T16	0.586	0.01297	0.03073	0.01376	0.00494	0.00326	0.00297	0.00288	0.00281
T17	T12	1.597	0.06514	0.04429	0.02430	0.01208	0.00682	0.00552	0.00549	0.00504
T17	T15	1.255	0.02675	0.01766	0.01388	0.00497	0.00332	0.00300	0.00295	0.00281
T17	T4	0.892	0.04128	0.02154	0.01398	0.00837	0.00556	0.00405	0.00406	0.00392
T17	T2	1.500	0.00876	0.00851	0.00748	0.00529	0.00394	0.00388	0.00380	0.00336
T16	T12	1.361	0.01606	0.01413	0.01022	0.00521	0.00438	0.00337	0.00302	0.00252
T16	T15	1.137	0.01042	0.00918	0.00678	0.00357	0.00295	0.00253	0.00218	0.00196
T16	T4	0.369	0.01959	0.01192	0.00693	0.00368	0.00319	0.00322	0.00235	0.00211
T16	T2	1.010	0.01088	0.00867	0.00568	0.00356	0.00307	0.00278	0.00239	0.00222
T12	T4	1.091	0.03084	0.03018	0.01186	0.00656	0.00481	0.00367	0.00324	0.00312
T12	T15	0.410	0.00462	0.00414	0.00295	0.00186	0.00145	0.00131	0.00108	0.00100
T12	T2	0.808	0.00465	0.00362	0.00284	0.00192	0.00154	0.00136	0.00123	0.00117
T15	T2	0.943	0.00551	0.00471	0.00354	0.00237	0.00184	0.00187	0.00159	0.00146
T4	T15	0.956	0.01802	0.01257	0.00757	0.00384	0.00302	0.00247	0.00224	0.00212
T4	T2	0.644	0.00672	0.00586	0.00488	0.00332	0.00246	0.00224	0.00191	0.00189



Hình 2. Sơ đồ mạng lưới cơ sở quan trắc dịch chuyển nhà máy thủy điện Hòa Bình.

Sau khi xử lý cạnh đo Baseline kết quả xử lý cạnh và độ chính xác các cạnh đo được trình bày ở Bảng 1.

2.2. Phương pháp xác định độ chính xác trị đo Baseline

Việc xác định độ chính xác cạnh đo Baseline dựa trên công thức xác định độ chính xác chung (Seeber 2003 ; K. M. Antanovic, 2006):

$$m_s = a_{mm} + b \cdot D_{ppm} \tag{1}$$

Công thức trên cho thấy mỗi cạnh đo ta biết khoảng cách D và độ chính xác ms của từng cạnh, nếu có 2 cạnh đo và sai số đo của từng cạnh, ta có thể xác định được hệ số a, b từ 2 phương trình dạng (1), khi số cạnh đo lớn hơn 2 ta sẽ xác định được hệ số a và b theo nguyên tắc số bình phương nhỏ nhất. Từ (1) với giả thiết các cạnh đo Baseline là độc lập và các sai số đo của từng cạnh là độc lập, các sai số trong (1) là sai số ngẫu nhiên ta sẽ lập được phương trình số hiệu chỉnh như sau:

$$v_s = a_{mm} + b \cdot D_{ppm} - m_s \tag{2}$$

Với n trị đo ta sẽ lập được n phương trình số hiệu chỉnh như công thức (2), hay viết dưới dạng ma trận như sau:

$$V = AX + L \tag{3}$$

Trong đó :

$$V = \begin{pmatrix} 1 & D_1 \\ \dots & \dots \\ 1 & D_n \end{pmatrix}; X = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}; L = \begin{pmatrix} -m_{s1} \\ \dots \\ -m_{sn} \end{pmatrix};$$

A là ma trận phương trình số hiệu chỉnh

Khi n>2, vector ẩn số X được xác định theo phương pháp số bình phương nhỏ nhất. Theo đó, từ (3) ta lập hệ phương trình chuẩn:

$$NX + B = 0 \tag{4}$$

Trong đó:

$$N = A^T A; B = A^T L$$

Giải hệ phương trình (4) ta sẽ xác định được hệ số a, b:

$$X = -N^{-1} B \tag{5}$$

Trong đó:

N⁻¹ là ma trận nghịch đảo của ma trận hệ số hệ phương trình chuẩn.

3. Tính toán thực nghiệm

Áp dụng lý thuyết đã nêu trên, tiến hành xử lý các cạnh Baseline bằng phần mềm TBC3.5 và xuất cạnh ra ta nhận được ΔX, ΔY, ΔZ và ma trận tương quan tương ứng của cạnh đo. Chiều dài cạnh đo được tính theo công thức:

$$D = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta Z^2} \tag{6}$$

Trong đó: D là khoảng cách Baseline đo được

Sai số đo cạnh Baseline được tính theo (K. M. Antanovic, 2006):

$$m_s = \sqrt{K_{\Delta x \Delta x} + K_{\Delta y \Delta y} + K_{\Delta z \Delta z}} \tag{7}$$

Trong đó :

K_{ΔxΔx}, K_{ΔyΔy}, K_{ΔzΔz} là hệ số tương quan của các trị đo Baseline.

Sau khi tính toán các hệ số a, b tương ứng theo thời gian đo, kết quả được thể hiện như trong Bảng 2.

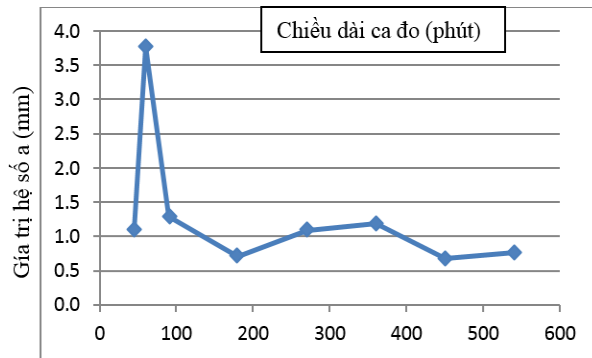
Từ kết quả tính toán trên sau khi phân tích các hệ số a, b và biểu diễn dưới dạng đồ thị ta được Hình 3 và Hình 4. Từ kết quả tính toán và đồ thị cho thấy: hệ số a ít thay đổi theo thời gian. Nếu lấy trung bình có được a=1,3 là hằng số cố định khi ta xác định độ chính xác cạnh đo baseline bằng các máy thu GNSS.

Bảng 2. Kết quả tính các hệ số a, b tương ứng theo thời gian đo.

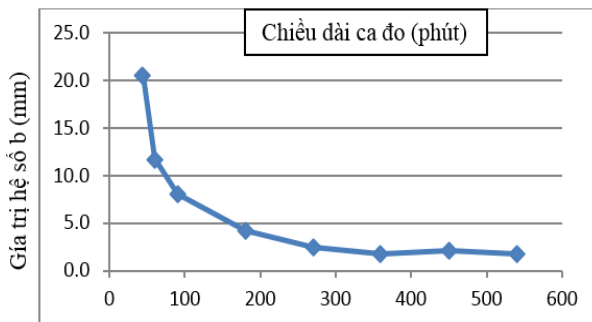
Hệ số	45'	60'	90'	180'	270'	360'	450'	540'
a	1.090868321	3.770757507	1.285575554	0.708322071	1.08908718	1.186046369	0.67699391	0.769984104
b	20.5060088	11.75467876	8.060147511	4.184574262	2.422891303	1.819051789	2.078321034	1.78205008

Đồ thị Hình 4 cho thấy hệ số b giảm dần theo thời gian, trong khoảng thời gian 45-90' hệ số b giảm đáng kể, điều này cho thấy khi xác định độ chính xác cạnh đo baseline bằng các máy thu GNSS theo công thức (1) thì hệ số b sẽ thay đổi theo thời gian đo.

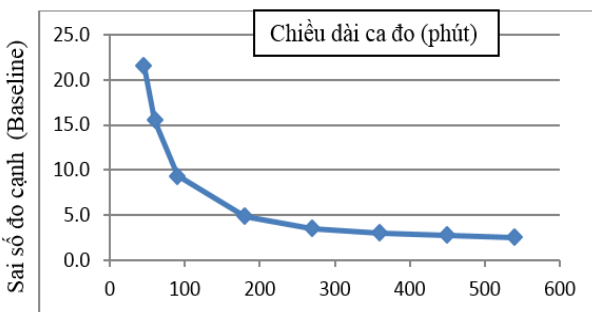
Từ kết quả thực nghiệm, nếu lấy cạnh dài 1km để tính sai số m_s theo thời gian ta sẽ được kết quả biểu diễn như trên Hình 5. Kết quả này bước đầu



Hình 3. Đồ thị biểu diễn hệ số a xác định được theo thời gian đo.



Hình 4. Đồ thị biểu diễn hệ số b xác định được theo thời gian đo.



Hình 5. Đồ thị biểu diễn sai số đo cạnh Baseline xác định được theo thời gian đo.

khẳng định về mối quan hệ về thời gian đo với sai số đo cạnh baseline bằng máy thu GNSS tại Việt Nam.

4. Kết luận

Sau khi nghiên cứu lý thuyết và tính toán thực nghiệm, bước đầu đã đưa ra được mối quan hệ giữa độ chính xác cạnh đo baseline với thời gian thu tín hiệu trong các mạng lưới vệ tinh tại Việt Nam, điều này cho phép việc thiết kế các mạng lưới vệ tinh được hiệu quả hơn.

Phương pháp xác định độ chính xác cạnh đo baseline mà tác giả đưa ra phù hợp với dữ liệu đo vệ tinh cho một khu vực phía bắc Việt Nam. Do thời gian và điều kiện thực nghiệm còn hạn chế, tác giả mong muốn tiếp tục đánh giá trên nhiều số liệu đo với các đặc điểm khác nhau về vị trí, khí hậu, địa hình của Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

- Blewitt, G., 1989. "Carrier phase ambiguity resolution for the global positioning system applied to geodetic baseline upto 2000km." *Geophysical Research* 94.
- Hofmann-Wellenhof, L., Wasle, 2008. "GNSS-Global Navigation Satellite Systems GPS, Glonass, Galileo and more." *Springer Wien New York*.
- Antanovic, K. M., 2006. Ứng dụng hệ thống vệ tinh trong trắc địa.
- Rothacher, M., Schaer, S., L., Mervart, Beutler, G., 1995. Determination of Antenna Phase Center Variations Using GPS Data. *IGS Workshop Special Topics And New Directions*.
- Roy, P. S. k., 2009. "GPS Measurements Techniques." from http://nptel.ac.in/courses/105104100/lectureB_13/B_13_11summary.htm.
- Seeber, G., 2003. *Satellite Geodesy: Foundations, Methods, and Applications*. Berlin, Walter de Gruyter.

ABSTRACT

Surveying relationship between accuracy of GNSS baseline and time measuring for the construction networks

Ha Viet Nguyen

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

Up to now, the accuracy for estimation of GNSS statics measuring baseline is usually using from machine's catalog with $mD=a+b.Dppm$. However, the fact that the receiving value is usually not same with machine's catalog and there is not research of estimating accuracy of GNSS baseline in Vietnam. So, leading to the estimation and evaluation for construction is not true. The accuracy of the design of the measurement network by satellite technology is not close to reality. The paper presents the method for determining GNSS baseline accuracy according to the time receive signals for construction networks; Has conducted empirical calculations on a specific network in Vietnam to demonstrate the theoretical issues presented in the paper.

Key word: baseline, network, accuracy.