



**Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất**

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



# Tính toán để quy chuyển véc tơ cạnh từ các tâm pha anten máy thu về các tâm mốc trắc địa

Đặng Nam Chính <sup>1,\*</sup>, Nguyễn Gia Trọng <sup>1</sup>, Nguyễn Văn Cương <sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Trung tâm Trắc địa Bản đồ biển, Tổng cục Biển và Hải đảo Việt Nam, Việt Nam

**THÔNG TIN BÀI BÁO**

**TÓM TẮT**

*Quá trình:*

Nhận bài 07/3/2017  
 Chấp nhận 07/4/2017  
 Đăng online 28/4/2017

*Từ khóa:*

Baseline processing  
 Relative Positioning  
 RTKLib

*Bài báo đề xuất một phương pháp quy chuyển véc tơ cạnh từ tâm pha ăng ten về tâm mốc mà không cần hiệu chỉnh độ cao ăng ten máy thu vào trị đo. Nguyên tắc của phương pháp tính là sau khi xử lý véc tơ cạnh từ các tệp số liệu nhận được từ các cặp máy thu chúng ta sẽ nhận được các thành phần véc tơ cạnh  $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$  xác định giữa các tâm pha anten (tâm điện tử) của các máy thu (coi độ cao anten bằng 0m). Tiếp theo là tính quy chuyển các thành phần của véc tơ cạnh đó về các tâm mốc trắc địa thông qua các trị đo chiều cao anten. Nội dung bài báo sẽ làm rõ cơ sở toán học của việc tính toán quy chuyển để phục vụ cho mục tiêu xây dựng chương trình xử lý véc tơ cạnh.*

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

**1. Mở đầu**

Trong định vị GPS tương đối để xác định véc tơ cạnh (baseline) tại các tâm mốc trắc địa, người ta phải đo độ cao anten tại 2 máy thu bằng thước thép cuộn. Cho đến nay, có rất ít tài liệu trình bày đầy đủ về vấn đề tính toán hiệu chỉnh độ cao anten trong quy chuyển véc tơ cạnh kể cả một số tài liệu giáo khoa (Hofmann- Wellenhof, và nnk,1993; Alfred Leick, 1995; Gunter Seeber, 2003). Trong đó, (Meyer và Hiscox, 2005) đã xác định ảnh hưởng của sự nhầm lẫn trong đo cao anten máy thu tới vị trí điểm xác định bằng véc tơ cạnh GPS. Các tác giả này cũng cho thấy do độ cong của Trái đất nên việc quy chuyển véc tơ cạnh từ các tâm pha anten về các tâm mốc trắc địa là bắt buộc.

Song các tác giả cũng không nêu rõ thuật toán tính chuyển véc tơ cạnh từ các tâm pha anten về các tâm mốc trắc địa. Các phần mềm xử lý véc tơ cạnh của hãng chế tạo máy thu GPS được chuyển giao cho khách hàng cũng chỉ là cung cấp phương tiện tính toán mà không bao giờ cung cấp thuật toán cụ thể trong tính toán quy chuyển véc tơ cạnh.

Trong phần mềm RTKLib (Takasu, 2007), có nêu nguyên tắc tính hiệu chỉnh chiều cao anten máy thu vào trị đo trước khi xử lý véc tơ cạnh để quy chuyển véc tơ cạnh từ tâm pha anten về tâm mốc trắc địa. Theo chúng tôi, việc tính cải chính độ cao anten vào các trị đo pha và khoảng cách giả trước khi giải cạnh sẽ làm tăng khối lượng tính toán, vì các số cải chính này có giá trị không cố định mà là hàm của thời gian (t) mặc dù giá trị độ cao anten (h) không đổi trong suốt quá trình thu tín hiệu. Chúng tôi nhận thấy rằng các trị đo khoảng cách giả hoặc trị đo pha giữa máy thu với các vệ tinh

*\*Tác giả liên hệ*

*E-mail: namchinh50@gmail.com*

được mặc định là các trị đo giữa tâm pha anten máy thu tới tâm pha anten vệ tinh. Trong định vị tương đối sử dụng các phương trình sai phân bậc hai, chúng ta sẽ xác định được véc tơ cạnh giữa hai tâm pha anten máy thu. Để chuyển véc tơ cạnh này về véc tơ cạnh giữa hai tâm mốc trắc địa, người ta tiến hành đo chiều cao anten các máy thu tại hai điểm đầu và cuối cạnh với sai số đo không vượt quá  $\pm 1\text{mm}$ . Việc tính toán quy chuyển này có thể thực hiện sau khi đã có lời giải véc tơ cạnh, tức là đã nhận được véc tơ cạnh giữa hai tâm pha anten máy thu. Phương pháp tính toán quy chuyển như vậy sẽ có lợi hơn do không cần phải tính cái chính vào các trị đo vốn là hàm của thời gian (t) (Takasu, 2007). Theo cách tính này sẽ tách rời việc giải véc tơ cạnh thành hai giai đoạn rõ ràng, giai đoạn thứ nhất là tính véc tơ cạnh, giai đoạn thứ hai là tính quy chuyển véc tơ cạnh về tâm mốc trắc địa. Nếu như có nhầm lẫn trong độ cao anten mà cần phải tính toán lại chúng ta chỉ tính lại số cái chính quy chuyển mà không phải giải lại véc tơ cạnh.

Với cách tiếp cận nêu trên, chúng tôi sẽ làm rõ cơ sở lý thuyết của các phương pháp tính quy chuyển véc tơ cạnh để hoàn thiện thuật toán phục vụ cho lập trình bài toán giải véc tơ cạnh từ dữ liệu dạng Rinex.

## 2. Cơ sở lý thuyết thiết lập phương trình tính chuyển

Ở đây chúng tôi sẽ trình bày cơ sở của hai phương pháp tính toán quy chuyển véc tơ cạnh gồm phương pháp tính cái chính độ cao anten vào các trị đo trước xử lý véc tơ cạnh được áp dụng trong một số phần mềm thông dụng và phương pháp tính quy chuyển sau xử lý véc tơ cạnh, không cái chính vào trị đo.

### 2.1. Phương trình tính chuyển sử dụng trong các phần mềm đã có

Trong các phần mềm, để tính véc tơ cạnh giữa hai tâm mốc trắc địa, tiến hành tính hiệu chỉnh độ cao anten máy thu vào trị đo dựa trên các phương trình tính chuyển tọa độ từ hệ tọa độ địa diện sang hệ tọa độ địa tâm (Takasu, 2007). Theo đó, phương trình tự tính toán được xác định theo các phương trình (1), (2), (3), (4).

Ký hiệu  $e(t)$  là các thành phần định hướng của véc tơ nối từ vệ tinh tới tâm pha máy thu tại thời điểm  $t$  trong hệ tọa độ vuông góc không gian địa

diện chân trời, như vậy  $e(t)$  được tính theo phương trình

$$e(t) = \begin{bmatrix} \sin(Az)\cos(EI) \\ \cos(Az)\cos(EI) \\ \sin(EI) \end{bmatrix} \quad (1)$$

Trong đó  $Az$ ,  $EI$  là phương vị và góc cao của vệ tinh, các giá trị này thay đổi theo từng thời điểm quan sát do vệ tinh liên tục chuyển động trên quỹ đạo theo thời gian.

Xác định véc tơ tọa độ của tâm pha anten trong hệ tọa độ địa diện có gốc là tâm mốc:

$$r = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \delta e \\ \delta n \\ \delta h \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ h \end{pmatrix} \quad (2)$$

Trong Phương trình (2)  $\delta e$ ,  $\delta n$ ,  $\delta h$  là độ lệch giữa tâm pha (tâm điện tử) và tâm hình học của anten máy thu,  $h$  là chiều cao anten máy thu đo được.

Nếu không tính đến số hiệu chỉnh lệch tâm pha anten theo vị trí của vệ tinh, số hiệu chỉnh do chiều cao anten máy thu vào trị đo đối với mỗi vệ tinh được tính theo phương trình:

$$\delta_{h.ant} = \text{dot}(r, e, 3) = r_1 e_1 + r_2 e_2 + r_3 e_3 = h \cdot \sin(EI) \quad (3)$$

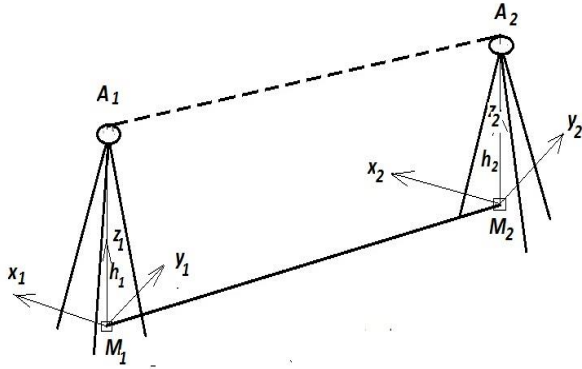
Nếu có tính đến số hiệu chỉnh lệch tâm pha anten theo vị trí của vệ tinh (kí hiệu là  $\delta_{pcv}$ ), cần thực hiện quá trình nội suy  $\delta_{pcv}$  cho từng tần số dựa vào thông tin về anten được cung cấp bởi các tổ chức cung cấp dịch vụ về GNSS (ví dụ như IGS cung cấp tệp igs08.atx). Và trong trường hợp này, số hiệu chỉnh vào trị đo do chiều cao anten được tính như sau:

$$\delta_{h.ant} = \text{dot}(r, e, 3) + \delta_{PCV} \quad (4)$$

### 2.2. Đề xuất phương trình tính chuyển không hiệu chỉnh vào trị đo

Ký hiệu  $A_1$  và  $A_2$  là tâm pha anten của hai máy thu tại hai trạm máy GPS, tương ứng  $M_1$  và  $M_2$  là tâm mốc tại hai trạm máy đó. Chúng ta thiết lập hai hệ tọa độ địa diện chân trời địa phương có gốc tại  $M_1$  và  $M_2$  (Hình 1) Các trục tọa độ địa diện chân trời địa phương tại  $M_1$  là  $x_1, y_1$  và  $z_1$ , trong đó độ cao anten ( $h_1$ ) được xác định theo trục  $z_1$ . Tương tự, các trục tọa độ địa diện chân trời địa phương tại  $M_2$  là  $x_2, y_2$  và  $z_2$ , trong đó độ cao anten ( $h_2$ ) được xác định theo trục  $z_2$ .

Để tính toán quy chuyển các thành phần véc tơ cạnh từ tâm pha anten máy thu  $A_1, A_2$  về các tâm



Hình 1. Chiều cao anten máy thu tại các trạm đo M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>.

mốc M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, cần phải thiết lập các ma trận xoay R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> tại các điểm này. Các giá trị chiều cao anten là một trong các thành phần của hệ địa diện chân trời tại trạm máy thu. Có thể nhận thấy rằng, các giá trị tọa độ địa diện chân trời của vị trí tâm pha anten A<sub>1</sub> trong hệ địa diện có gốc tại M<sub>1</sub> là:

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ h_1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Tương tự, các giá trị tọa độ địa diện chân trời của vị trí tâm pha anten A<sub>2</sub> trong hệ địa diện có gốc tại M<sub>2</sub> là:

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ h_2 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Ma trận xoay xác định tại trạm máy M<sub>1</sub> là R<sub>1</sub>, có dạng:

$$R_1 = \begin{bmatrix} -\sin B_1 \cos L_1 & -\sin L_1 & \cos B_1 \cos L_1 \\ -\sin B_1 \sin L_1 & \cos L_1 & \cos B_1 \sin L_1 \\ \cos B_1 & 0 & \sin B_1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Ma trận xoay xác định tại trạm máy M<sub>2</sub> là R<sub>2</sub>, có dạng:

$$R_2 = \begin{bmatrix} -\sin B_2 \cos L_2 & -\sin L_2 & \cos B_2 \cos L_2 \\ -\sin B_2 \sin L_2 & \cos L_2 & \cos B_2 \sin L_2 \\ \cos B_2 & 0 & \sin B_2 \end{bmatrix} \quad (8)$$

Trong đó B<sub>1</sub>; L<sub>1</sub>; B<sub>2</sub>; L<sub>2</sub> là độ vĩ và độ kinh trắc địa của điểm A<sub>1</sub> và A<sub>2</sub>.

Tại trạm M<sub>1</sub>, chúng ta sẽ tính chuyển các thành phần lệch tâm của anten A<sub>1</sub> từ hệ địa diện sang hệ địa tâm như sau:

$$\begin{bmatrix} \delta x_1 \\ \delta y_1 \\ \delta z_1 \end{bmatrix} = R_1 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ h_1 \end{bmatrix} = h_1 \begin{bmatrix} \cos B_1 \cos L_1 \\ \cos B_1 \sin L_1 \\ \sin B_1 \end{bmatrix} \quad (9)$$

Tương tự, tại trạm M<sub>2</sub>, chúng ta sẽ tính chuyển các thành phần lệch tâm của anten A<sub>2</sub> từ hệ địa diện sang hệ địa tâm như sau:

$$\begin{bmatrix} \delta x_2 \\ \delta y_2 \\ \delta z_2 \end{bmatrix} = R_2 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ h_2 \end{bmatrix} = h_2 \begin{bmatrix} \cos B_2 \cos L_2 \\ \cos B_2 \sin L_2 \\ \sin B_2 \end{bmatrix} \quad (10)$$

Như vậy các số cải chính vào các thành phần của véc tơ cạnh (xác định trong hệ địa tâm) để chuyển từ hai tâm anten về hai tâm mốc trắc địa sẽ là:

$$\begin{bmatrix} \theta x_{12} \\ \theta y_{12} \\ \theta z_{12} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \delta x_2 \\ \delta y_2 \\ \delta z_2 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \delta x_1 \\ \delta y_1 \\ \delta z_1 \end{bmatrix} = h_2 \begin{bmatrix} \cos B_2 \cos L_2 \\ \cos B_2 \sin L_2 \\ \sin B_2 \end{bmatrix} - h_1 \begin{bmatrix} \cos B_1 \cos L_1 \\ \cos B_1 \sin L_1 \\ \sin B_1 \end{bmatrix} \quad (11)$$

Ký hiệu các thành phần véc tơ cạnh trong hệ địa tâm giữa hai tâm pha anten là ΔX<sub>12</sub>, ΔY<sub>12</sub>, ΔZ<sub>12</sub> chúng ta sẽ tính được véc tơ cạnh cũng trong hệ địa tâm nhưng đã được chuyển về hai tâm mốc theo phương trình:

$$\begin{bmatrix} \Delta \bar{X}_{12} \\ \Delta \bar{Y}_{12} \\ \Delta \bar{Z}_{12} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta X_{12} \\ \Delta Y_{12} \\ \Delta Z_{12} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \theta x_{12} \\ \theta y_{12} \\ \theta z_{12} \end{bmatrix} \quad (12)$$

Như vậy các phương trình (11) và (12) trên đây chính là phương trình tính chuyển véc tơ cạnh từ hai tâm pha anten máy thu về hai tâm mốc trắc địa. Số liệu cần thiết để tính chuyển là giá trị độ cao anten đo được của hai trạm máy và tọa độ trắc địa B, L của hai trạm máy đó.

Có thể thấy rằng, khi đổi chiều tính véc tơ cạnh, các giá số tọa độ ΔX<sub>12</sub>, ΔY<sub>12</sub>, ΔZ<sub>12</sub> sẽ đổi dấu và khi đó các số cải chính xác định theo phương trình (11) cũng sẽ đổi dấu, như vậy kết quả tính trị tuyệt đối của véc tơ cạnh sau quy chuyển sẽ không thay đổi. Phương trình tính toán các số cải chính không phức tạp, có thể lập thành một modul trong chương trình xử lý giải véc tơ cạnh.

### 3. Tính toán kiểm tra độ chính xác

Để kiểm chứng tính chính xác của thuật toán của phương pháp tính nêu trên, chúng tôi tiến hành tính thực nghiệm với 6 cặp số liệu định vị tương đối tĩnh của các véc tơ cạnh có chiều dài khác nhau, lần lượt xấp xỉ 1km, 2km, 4,5km, 7,5km, 18km, 47km. Các số liệu này đều được đo ở Việt Nam. Mỗi cặp số liệu sẽ được tính theo hai

phương án như sau:

- **Phương án 1:** Tính gia số tọa độ vuông góc không gian địa tâm của cạnh bằng phần mềm TTC (Trimble Total Control v.2.73) cho trường hợp sử dụng chiều cao anten đo được (tính véc tơ cạnh cho các tâm mốc trắc địa).

- **Phương án 2:** Tính gia số tọa độ vuông góc không gian địa tâm của cạnh bằng phần mềm TTC với độ cao anten  $h = 0$  (tính cho tâm pha anten

máy thu) và tính thêm số cải chính do độ cao anten máy thu dựa vào các phương trình đã đề xuất ở trên. Cuối cùng là tính các thành phần véc tơ cạnh giữa các tâm mốc trắc địa theo phương trình (12).

Đặc điểm của 6 cặp số liệu sử dụng để tính toán kiểm tra được trình bày trong Bảng 1. Với 6 cặp số liệu, sẽ tính toán theo 2 phương án đã trình bày ở trên, kết quả tính toán được thể hiện trong các Bảng 2, Bảng 3, Bảng 4.

Bảng 1. Một số đặc điểm của các cặp dữ liệu tính toán thực nghiệm.

TT	Chiều dài cạnh	Điểm	Tọa độ trắc địa		Độ cao anten (h) (m)
			B	L	
1	Cạnh xấp xỉ 1km	Đầu	20059'57.332108"	105042'31.579803"	1.520
		Cuối	21000'19.083348"	105042'17.121210"	1.541
2	Cạnh xấp xỉ 2km	Đầu	20047'43.365690"	105049'13.758067"	1.111
		Cuối	20046'55.597018"	105048'27.010839"	1.477
3	Cạnh xấp xỉ 4,5km	Đầu	20059'55.484039"	105039'44.025134"	1.962
		Cuối	21000'19.060715"	105042'17.099720"	1.418
4	Cạnh xấp xỉ 7,5km	Đầu	21000'19.083348"	105042'17.121210"	1.541
		Cuối	21000'41.301718"	105046'36.345588"	2.124
5	Cạnh xấp xỉ 18km	Đầu	21018'37.624434"	105049'20.057037"	2.128
		Cuối	21009'06.803619"	105050'05.786769"	0.000
6	Cạnh xấp xỉ 47km	Đầu	20059'47.503109"	105031'03.369268"	1.998
		Cuối	21018'37.624434"	105049'20.057037"	2.128

Bảng 2. Gia số tọa độ của các cạnh tính bằng phần mềm TTC trong trường hợp sử dụng độ cao ăng ten đo (tính cho tâm mốc trắc địa).

TT	Gia số tọa độ (m)			Chiều dài	Ghi chú
	$\Delta X_m$	$\Delta Y_m$	$\Delta Z_m$		
1	-466.677	117.424	-625.238	788.986	Cạnh xấp xỉ 1km
2	-1158.929	-869.357	1373.750	1996.519	Cạnh xấp xỉ 2km
3	4185.053	1449.671	-675.283	4480.203	Cạnh xấp xỉ 4,5km
4	7137.958	2268.370	-637.352	7516.792	Cạnh xấp xỉ 7,5km
5	3000.823	-5753.551	16365.043	17604.628	Cạnh xấp xỉ 18km
6	27056.279	20697.872	-32384.155	47001.890	Cạnh xấp xỉ 47km

Bảng 3: Gia số tọa độ của các cạnh tính bằng phần mềm TTC với giá trị  $h = 0$  (tính cho tâm pha ăng ten máy thu).

TT	Hiệu tọa độ (m)			Chiều dài	Ghi chú
	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta Z$		
1	-466.672	117.405	-625.246	788.986	Cạnh xấp xỉ 1km
2	-1158.836	-869.687	1373.621	1996.519	Cạnh xấp xỉ 2km
3	4184.917	1450.160	-675.089	4480.205	Cạnh xấp xỉ 4,5km
4	7138.108	2267.847	-637.562	7516.795	Cạnh xấp xỉ 7,5km
5	3000.283	-5751.644	16365.816	17604.631	Cạnh xấp xỉ 18km
6	27056.322	20697.763	-32384.215	47001.908	Cạnh xấp xỉ 47km

Từ các kết quả tính trong bảng 3 và bảng 4, dễ dàng nhận được gia số tọa độ giữa hai tâm mốc trắc địa theo phương trình (12). Kết quả tính được trình bày trong Bảng 5.

Độ lệch kết quả giữa hai phương án được tính như sau:

Tính độ lệch các thành phần gia số tọa độ vuông góc không gian:

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= \Delta \bar{X}_m - \Delta X_m \\ \varepsilon_y &= \Delta \bar{Y}_m - \Delta Y_m \\ \varepsilon_z &= \Delta \bar{Z}_m - \Delta Z_m \end{aligned} \quad (13)$$

Tính độ lệch tổng hợp:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_x^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_z^2} \quad (14)$$

Kết quả tính độ lệch theo các phương trình trên được trình bày trong Bảng 6.

#### 4. Kết luận và kiến nghị

- Đã làm rõ cơ sở toán học của việc tính toán quy chuyển véc tơ cạnh xác định giữa hai tâm pha anten về hai tâm mốc trắc địa. Với độ cao anten (h) của máy thu thường có giá trị nhỏ hơn 2 m, ảnh hưởng của độ lệch dây dọi là rất nhỏ, có thể bỏ qua.

- Kết quả tính các số cải chính do độ cao anten máy thu vào gia số tọa độ véc tơ cạnh theo các phương trình chúng tôi đề xuất sai khác với kết quả tính theo phần mềm TTC khá nhỏ, ở khoảng cách dưới 20km, lớn nhất chỉ là 1mm. Sai số này nằm trong phạm vi sai số tính toán véc tơ cạnh.

- Với cạnh dài 47km, (xấp xỉ 50km), có độ lệch gia số tọa độ lớn nhất tới 2mm, độ lệch tổng hợp là 2,4mm. Độ lệch này có thể là do độ ổn định lời giải cạnh dài trên 20km của phần mềm TTC không tốt, vì độ lệch của cặp số liệu này được tính theo 2

Bảng 4. Kết quả tính số cải chính vào các thành phần của véc tơ cạnh theo phương trình 11.

TT	Cạnh tính	Số cải chính do độ cao anten (m)		
		$\theta x$ (m)	$\theta y$ (m)	$\theta z$ (m)
1	Cạnh xấp xỉ 1km	-0.005	0.019	0.008
2	Cạnh xấp xỉ 2km	-0.093	0.330	0.130
3	Cạnh xấp xỉ 4,5km	0.136	-0.489	-0.195
4	Cạnh xấp xỉ 7,5km	-0.150	0.523	0.209
5	Cạnh xấp xỉ 18km	0.540	-1.907	-0.773
6	Cạnh xấp xỉ 47km	-0.042	0.110	0.058

Bảng 5 Gia số tọa độ giữa các tâm mốc trắc địa sau khi cải chính độ cao ăng ten theo hệ thống phương trình đã đề xuất.

TT	Gia số tọa độ (m)			Ghi chú
	$\Delta \bar{X}_m$	$\Delta \bar{Y}_m$	$\Delta \bar{Z}_m$	
1	-466.677	117.424	-625.238	Cạnh xấp xỉ 1km
2	-1158.929	-869.357	1373.751	Cạnh xấp xỉ 2km
3	4185.053	1449.671	-675.284	Cạnh xấp xỉ 4,5km
4	7137.958	2268.37	-637.353	Cạnh xấp xỉ 7,5km
5	3000.823	-5753.551	16365.043	Cạnh xấp xỉ 18km
6	27056.280	20697.873	-32384.157	Cạnh xấp xỉ 47km

Bảng 6. Độ lệch gia số tọa độ của các cạnh tính theo hai phương án.

TT	Cạnh tính	Độ lệch các thành phần tọa độ (m)			Độ lệch tổng hợp $\varepsilon$ (m)
		$\varepsilon_x$	$\varepsilon_y$	$\varepsilon_z$	
1	Cạnh xấp xỉ 1km	0.000	0.000	0.000	0.000
2	Cạnh xấp xỉ 2km	0.000	0.000	0.001	0.001
3	Cạnh xấp xỉ 4,5km	0.000	0.000	-0.001	0.001
4	Cạnh xấp xỉ 7,5km	0.000	0.000	-0.001	0.001
5	Cạnh xấp xỉ 18km	0.000	0.000	0.000	0.000
6	Cạnh xấp xỉ 47km	0.001	0.001	-0.002	0.0024

phương án (phương án sử dụng độ cao anten  $h$  và phương án lấy độ cao anten  $h=0$ ).

- Việc tính toán quy chuyển véc tơ cạnh theo nguyên tắc nêu trên về bản chất là không cần xét tới độ cao anten khi giải cạnh, véc tơ nhận được là véc tơ giữa các tâm pha anten máy thu, sau đó tính quy chuyển về tâm các mốc dựa vào các độ cao anten đo được và tọa độ trắc địa B,L của các điểm đầu và cuối của véc tơ cạnh. Các giá trị tọa độ này được tính từ tọa độ định vị tuyệt đối (X, Y, Z), luôn có trong các tệp dữ liệu đo dạng Rinex.

- Vấn đề tính toán quy chuyển véc tơ cạnh về tâm mốc trắc địa sau khi giải véc tơ cạnh với  $h=0$  có thể áp dụng để xây dựng các phần mềm xử lý bài toán định vị GPS tương đối thay cho phần mềm nhập ngoại. Tuy nhiên đối với cạnh dài trên 20km cũng cần có những nghiên cứu, khảo sát thêm để khẳng định khả năng ứng dụng cho các trường hợp cạnh dài.

#### Tài liệu tham khảo

Ackroyd, N. and Lorimer, R., 1994. *Global Navigation a GPS user's guide*. London, New York, Hamburg, Hongkong, 208 pages.

Đặng Nam Chinh, Đỗ Ngọc Đường, 2012. *Định vị vệ tinh*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 290 trang.

Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H. and Collin, J., 2001. *Global Positioning System*. Springer - Verlag Wien, New York, 399 pages.

Leick, A., 2004. *GPS Satellite Surveying, Third Edition*. John Wiley & Son, INC. Hoboken, New Jersey, 399 pages.

Nguyễn Gia Trọng, Vũ Văn Trí, Phạm Ngọc Quang, 2013. Thuật toán tính cạnh sử dụng các trị đo khoảng cách giả theo mã, *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất* 41, 75 - 80.

Seeber, G., 2003. *Satellite Geodesy*. Walter de Gruyter, Berlin-New York, 612 pages.

Takasu, T., 2007. RTKLIB: An Open Source Program Package for GNSS Positioning, <URL: <http://www.rtklib.com>>.

Thomas H. M. and Hiscox, A., 2005. Position Errors caused by GPS height of Instrument blunders. *Survey Review* 38, 298, 262 - 273.

## ABSTRACT

### Calculation for baseline translation from antennas phase center to the geodetic makers

Chinh Nam Dang <sup>1</sup>, Trong Gia Nguyen <sup>1</sup>, Cuong Van Nguyen <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Geomatics and Land Administration, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam.

<sup>2</sup> Center for Sea Survey and Mapping, Vietnam Administration of Seas and Islands, Vietnam.

In this paper, we propose a new method to translate baseline from antennas phase center to geodetic makers without correcting the height of antennas to measurements. The principle of this method is processing baseline with height of antennas phase center as zero (it means that we process baselines between two antennas phase center). After that, the baselines processing results will be translated to geodetic makers by using antennas' height. This paper will clarify the mathematical principle in calculating to translation baselines, can be used for programming in GNSS baseline processing.