

HIỆU CHÍNH CÁC TRỊ ĐO TRONG MẠNG LƯỚI ĐỘ CAO NHÀ NƯỚC PHỤC VỤ XÂY DỰNG, CẬP NHẬT HỆ THỐNG THÔNG TIN TRẮC ĐỊA QUỐC GIA

THS. BÙI ĐĂNG QUANG
Cục Đo đạc và Bản đồ Việt Nam

Tóm tắt:

Hệ thống thông tin trắc địa quốc gia có nhiệm vụ lưu giữ cơ sở dữ liệu các trị đo, cơ sở dữ liệu kết quả tính toán bình sai các mạng lưới trắc địa và kết quả xác định mặt Quasigeoid. Ngoài ra, hệ thống còn cho phép cập nhật và xử lý thông tin biến động về các mạng lưới. Bài báo này đề cập đến việc nghiên cứu áp dụng thuật toán bình sai hiện đại kết hợp với các thực nghiệm về việc hiệu chỉnh các trị đo trong mạng lưới độ cao góp phần định hướng phát triển hệ thống thông tin trắc địa quốc gia tại Việt Nam.

I. Đặt vấn đề

Trong thực tế hiện nay, khi sử dụng, khai thác mạng lưới độ cao quốc gia thường phát sinh một số vấn đề sau:

- Mốc bị mất, bị dịch chuyển do tác động của ngoại cảnh. Khi phục hồi lại mốc phải đo lại một số tuyến đo liên quan;
- Cần thay thế trị đo có độ chính xác thấp hơn, bổ sung thêm các trị đo để tăng độ chính xác cho mạng lưới;
- Phát triển, bổ sung thêm một số trị đo cho mạng lưới khi ghép nối mạng lưới đo mới cùng độ chính xác vào mạng lưới quốc gia.

Về nguyên tắc, kết quả bình sai mạng lưới độ cao quốc gia sẽ được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu của hệ thống thông tin trắc địa quốc gia. Áp dụng các thuật toán bình sai hiện đại trong hệ thống thông tin trắc địa kết hợp với các kết quả bình sai được lưu giữ từ trước ta có thể giải quyết các vấn đề về thay đổi trị đo nêu trên, thậm chí cả trường hợp bổ sung vào mạng lưới các điểm mới. Điều này cho phép không phải tiến hành bình sai lại toàn bộ mạng lưới này. Đây là chức năng quan trọng của hệ thống thông tin trắc địa quốc gia.

Vấn đề đặt ra ở đây là lựa chọn được các thuật toán để giải quyết yêu cầu của bài toán đổi mới trị đo đồng thời các thuật toán đảm bảo các yêu cầu:

- Cho phép phát hiện sự có mặt và tìm kiếm trị đo thô trong quá trình bình sai;
- Hạn chế tối đa sự tích lũy của các sai số làm tròn trong quá trình tính toán bình sai;
- Giảm được thời gian tính toán và bộ nhớ của máy tính nhờ kỹ thuật ma trận thưa.

II. Giải quyết vấn đề

II.1. Quá trình phát triển của thuật toán truy hồi

Trong các công trình [3,4,5] giáo sư Markuze Y.I đã bắt đầu nghiên cứu và đề xuất thuật toán bình sai truy hồi để kiểm tra sự có mặt của sai số thô trong quá trình tính toán bình sai (thuật toán Q), thuật toán sử dụng được cho các bài toán đổi mới trị đo (đưa trị đo mới vào, loại bỏ trị đo cũ).

Tuy nhiên phương pháp này sử dụng ma trận Q là ma trận đầy gây ra sai số làm tròn lớn và không cho phép sử dụng kỹ thuật ma trận thưa.

Trong công trình [6], giáo sư Markuze Y.I

đã đề xuất phương pháp thay thế ma trận Q bằng ma trận ξ có cấu trúc băng để giảm bộ nhớ của máy tính. Tuy nhiên thuật toán này chỉ cho phép đưa vào trị đo mới vào mà không loại bỏ được trị đo cũ ra khỏi mạng lưới.

Theo các kết quả nghiên cứu trong [7], PGS.TSKH. Hà Minh Hòa đã đề xuất thuật toán bình sai truy hồi với phép biến đổi xoay (thuật toán T) để giải quyết các bài toán về đổi mới trị đo, phát hiện trị đo thô và hạn chế sai số làm tròn trong tính toán bình sai với việc sử dụng kỹ thuật ma trận thưa [2].

Các kết quả nghiên cứu trong [1] đã chỉ ra rằng, khi sử dụng phép biến đổi vuông góc thì giá trị nghiệm nhận được sau bình sai không bị nhiễu bởi sự tích lũy sai số làm tròn. Phép biến đổi vuông góc áp dụng trong thuật toán truy hồi T chính là phép biến đổi xoay Givens.

Trong các công trình nghiên cứu [7,8], lý thuyết bình sai truy hồi với phép biến đổi xoay đã hoàn thiện. Thuật toán bình sai truy hồi T hoàn toàn áp dụng được cho các bài toán về đổi mới trị đo: loại bỏ trị đo, đưa trị đo mới vào mạng lưới độ cao phục vụ việc xây dựng hệ thống thông tin trắc địa quốc gia [9].

11.2. Bài toán đổi mới trị đo trong mạng lưới độ cao nhà nước

Với một bài toán bình sai truy hồi theo phương pháp xoay (thuật toán T), sau bình sai, ngoài các giá trị cần tính toán in ra báo cáo thì cần phải lưu giữ lại ma trận biến đổi T_n , véc tơ số hạng tự do Y_n , dạng toàn phương $\Phi_n = [PVV]$, véc tơ ẩn số (tham số) gần đúng $X^{(0)}$. Thực chất việc lưu giữ vectơ $X^{(0)}$ là không cần thiết khi loại bỏ trị đo, nhưng khi bổ sung mới trị đo thì vẫn cần thành phần trên.

11.2.1. Loại bỏ trị đo cũ ra khỏi mạng lưới

Với bài toán bình sai truy hồi mạng lưới gồm n trị đo và k ẩn số như phần trên, ta có

thể loại bỏ một hoặc nhiều trị đo ra khỏi mạng lưới do tính chất từng bài toán. Việc loại bỏ trị đo ra khỏi kết quả bình sai mạng lưới được thực hiện với từng trị đo một.

Khi thực hiện loại bỏ trị đo thứ y_i ra khỏi kết quả bình sai truy hồi như trên, trị đo y_i có phương trình số cải chính sau:

$$V_i = a_i \delta X + l_i^{(0)}, \text{ với trọng số } p_i.$$

Lập ma trận phụ \hat{B} :

$$\hat{B} = \begin{pmatrix} \hat{T} & \hat{t}_i \\ 0 & \delta^{(0)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} T_n & Y_n & (t_{\Delta})_i \\ 0 & \Phi_n^{1/2} & (t_{\Phi})_i \\ 0 & 0 & \delta^{(0)} \end{pmatrix} \quad (1)$$

ở đây ma trận T_n – ma trận tam giác trên liên hệ với ma trận chuẩn $R=T^T T$,

ma trận $t = \begin{pmatrix} t_{\Delta} \\ t_{\Phi} \end{pmatrix}$ lấy từ kết quả của quá trình bình sai truy hồi mà chương trình lưu giữ lại.

Các giá trị còn lại của công thức (1) tính theo các công thức (2), (3), (4) dưới đây:

Vectơ $(t_{\Delta})_i$ tính theo công thức:

$$(t_{\Delta})_i = T_n^{-T} \cdot a_i^T \quad (2)$$

Giá trị $(t_{\Phi})_i$ có thể tính theo công thức:

$$\Phi_n^{1/2} \cdot t_{\Phi} = -l_i^{(0)} - Y_n^T \cdot (t_{\Delta})_i = -v_i \quad (3)$$

Giá trị.

$$\delta^{(0)} = \left(P^{-1} - (t_{\Delta}^T)_i (t_{\Delta})_i - \frac{v_i^2}{\Phi_n} \right)^{1/2} \quad (4)$$

Việc tính giá trị $(t_{\Phi})_i$ theo công thức (3) có thể sử dụng giá trị của vectơ $X^{(0)}$ hoặc vectơ v_i .

Sau khi lập xong ma trận phụ \hat{B} ta thực hiện việc biến đổi từ hàng cuối cùng $k+1$ của ma trận \hat{T} lần lượt theo thứ tự hàng $k+1, k, \dots, 1$.

- Biến đổi hàng $k+1$:

Lập ma trận M_{k+1} với giá trị hàng, cột như sau:

$$M_{k+1} = \begin{pmatrix} b_{k+1} & \{ \}_i \\ \eta^{(k)} & \delta^{(k)} \end{pmatrix}_{2 \times (k+2)} \quad (5)$$

các giá trị b_{k+1} , $\{t_i\}_{k+1}$ lấy từ hàng $(k+1)$ của ma trận \hat{B} (1);

các giá trị $\eta^{(k)}$ lấy bằng 0, giá trị $\delta^{(k)} = \delta^{(0)}$ (4)

Tạo ma trận xoay

$$H_{k+1} = \begin{pmatrix} C_{k+1} & S_{k+1} \\ -S_{k+1} & C_{k+1} \end{pmatrix}^{2 \times 2} \quad (6)$$

ở đây $C_{k+1} = \frac{x}{f}$; $S_{k+1} = -\frac{y}{f}$; $f = (x^2 + y^2)^{1/2}$; $x = \delta^{(k)}$

$y = \{t_i\}_{k+1}$ của ma trận M_{k+1} (5).

Hàng b_{k+1} được biến đổi nhờ phép nhân hai ma trận (6) và (5), ta được ma trận mới ký hiệu như sau:

$$\bar{M}_{k+1} = \begin{pmatrix} \bar{b}_{k+1} & \{t_i\}_{k+1} \\ \bar{\eta}^{(k)} & \bar{\delta}^{(k)} \end{pmatrix}_{2 \times (k+2)} \quad (7)$$

- Biến đổi hàng k:

Lập ma trận M_k với giá trị hàng, cột như sau:

$$M_k = \begin{pmatrix} b_k & \{t_i\}_k \\ \eta^{(k-1)} & \delta^{(k-1)} \end{pmatrix}_{2 \times (k+2)} \quad (8)$$

các giá trị b_k , $\{t_i\}_k$ lấy từ hàng k của ma trận \hat{B} theo (1);

các giá trị $\eta^{(k-1)} = \bar{\eta}^{(k)}$ và giá trị $\delta^{(k-1)} = \bar{\delta}^{(k)}$ theo (7).

Tạo ma trận xoay H_k tương tự như (6), biến đổi xoay nhờ phép nhân ma trận như trên ta sẽ nhận được ma trận

$$\bar{M}_k = \begin{pmatrix} \bar{b}_k & \{t_i\}_k \\ \bar{\eta}^{(k-1)} & \bar{\delta}^{(k-1)} \end{pmatrix}_{2 \times (k+2)} \quad (9)$$

Tiếp tục biến đổi hàng thứ $(k-1)$ cho tới hàng 1 như nguyên tắc trên ta sẽ nhận được ma trận phụ biến đổi là:

$$\bar{B} = \begin{pmatrix} T_{n-1} & Y_{n-1} & 0 \\ 0 & \Phi_{n-1}^{1/2} & 0 \\ P_i^{1/2} \cdot a_i & -P_i^{1/2} \cdot t_i^{(0)} & P_i^{-1/2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \bar{b}_1 & \{t_i\}_1 \\ \vdots & \vdots \\ \bar{b}_{k+1} & \{t_i\}_{k+1} \\ \bar{\eta}^0 & \bar{\delta}^0 \end{pmatrix} \quad (10)$$

Ta có

$$\begin{pmatrix} T_{n-1} & Y_{n-1} \\ 0 & \Phi_{n-1}^{1/2} \end{pmatrix}_{(k+1) \times (k+1)} = \begin{pmatrix} \bar{b}_1 \\ \vdots \\ \bar{b}_{k+1} \end{pmatrix}_{(k+1) \times (k+1)} \quad (11)$$

Vectơ nghiệm δX_{n-1} nhận được từ giải hệ:

$$T_{n-1} \cdot \delta X_{n-1} = Y_{n-1} \quad (12)$$

II.2.2. Đưa trị đo mới vào mạng lưới

Sau khi loại bỏ trị đo y_i có phương trình số cải chính $V_i = a_i \delta X + I_i^{(0)}$, với trọng số p_i ra khỏi mạng lưới như phần II.2.1 ta thu được ma trận T_{n-1} , Y_{n-1} và giá trị ϕ_{n-1} . Muốn đưa trị đo mới y_j có phương trình số cải chính $V_j = a_j \delta X + I_j^{(0)}$ (trong đó giá trị $I_j^{(0)}$ tính được nhờ vào việc lưu giữ thành phần độ cao gần đúng $X^{(0)}$ của các ẩn số) vào tính toán bình sai cần thực hiện các công việc sau:

Lập ma trận B ban đầu:

$$B_{n-1} = \begin{pmatrix} T_{n-1} & Y_{n-1} \\ \sqrt{P_j} \cdot A_j & -\sqrt{P_j} \cdot I_j^{(0)} \end{pmatrix} \quad (13)$$

Trong đó ma trận T_{n-1} , Y_{n-1} ta thu được từ công thức (11). Thực hiện quá trình bình sai truy hồi với phép biến đổi xoay [8] ta sẽ thu được ma trận phụ biến đổi

$$\bar{B}_{n-1} = B_n = \begin{pmatrix} T_n & Y_n \\ 0 & \sqrt{\Delta \phi_n} \end{pmatrix} \quad (14)$$

Từ ma trận phụ biến đổi B_n , tính lại các giá trị cho mạng lưới bình sai theo [8].

II.2.3. Bài toán đưa trị đo mới với việc thay đổi ẩn

Trong mạng lưới độ cao Quốc gia còn xuất hiện nhu cầu của việc bình sai lại mạng lưới khi có thêm trị đo và ẩn số do phát triển thêm một số đường độ cao cùng cấp hạng từ mạng lưới đã có.

Nếu như mạng lưới cũ được bình sai bằng các phương pháp trước đây, khi ghép nối thêm trị đo và thêm ẩn số thì việc giải bài toán trên phải thực hiện lại toàn bộ quá trình

của một bài toán bình sai với ẩn số mới và trị đo mới.

Nhưng với bài toán bình sai truy hồi khi đưa thêm trị đo (kèm ẩn số) vào mạng lưới, thì việc bình sai mạng lưới sẽ được thực hiện đơn giản hơn nhiều.

Giả sử một mạng lưới gồm n trị đo, k ẩn số, sau khi thực hiện bình sai truy hồi ta có các giá trị được lưu giữ gồm: Ma trận T_n , Y_n và dạng toàn phương [PVV].

Sau đó cần bổ sung vào mạng lưới trên thêm n' trị đo và k' ẩn số. Để bình sai cả mạng lưới cũ và mạng lưới bổ sung cùng với nhau ta thực hiện các công việc sau:

- Lập phương trình số hiệu chỉnh cho n' trị đo mới với (k+k') ẩn số:

$$V_i = A'_i \delta X + l_i^{(0)}, \text{ với trọng số } P'_i.$$

- Coi ma trận phụ biến đổi \bar{B}_n của quá trình đưa n trị đo đầu tiên vào có công thức như sau:

$$\bar{B}_n = \begin{bmatrix} T_n & 0 & Y_n \\ 0 & T_n & 0 \\ 0 & 0 & \sqrt{\Delta\Phi_n} \end{bmatrix}_{(k+k') \times (k+k')} \quad (15)$$

trong công thức (15), ma trận $T_n = 10^{-6} \cdot E_{k \times k}$; các giá trị của ma trận T_n , vectơ Y_n lấy từ kết quả của quá trình bình sai truy hồi với n trị đo và k ẩn số ban đầu.

- Thực hiện quá trình bình sai truy hồi như [8] với việc đưa lần lượt n' trị đo vào tính toán bình sai.

- Với trị đo thứ nhất ta có:

$$B_{n+1} = \begin{bmatrix} T_{n+1} & Y_{n+1} \\ \sqrt{P'_1} \cdot A'_1 & -\sqrt{P'_1} \cdot l_1^{(0)} \end{bmatrix}_{(k+k'+1) \times (k+k'+1)} \quad (16)$$

trong (16), B_{n+1} là ma trận ban đầu với trị đo thứ nhất bổ sung;

T_{n+1} , Y_{n+1} là các ma trận ban đầu theo (15) với:

$$T_{n+1} = \begin{bmatrix} T_n & 0 \\ 0 & T_{n'} \end{bmatrix}, \quad Y_{n+1} = \begin{bmatrix} Y_n \\ 0 \end{bmatrix} \quad (17)$$

$A'_1, P'_1, l_1^{(0)}$, là các giá trị của ma trận hệ số, trọng số và số hạng tự do của trị đo đầu tiên đưa vào tính toán.

Thực hiện phép biến đổi xoay lần lượt từ hàng đầu tiên cho tới hàng thứ (k+k'), theo nguyên lý trình bày trong [8], chúng ta sẽ nhận được ma trận phụ biến đổi có cấu trúc sau:

$$\bar{B}_{n+1} = \begin{bmatrix} \bar{T}_{n+1} & \bar{Y}_{n+1} \\ 0 & \sqrt{\Delta\phi_{n+1}} \end{bmatrix} \quad (18)$$

Lần lượt thực hiện với tất cả n' trị đo thêm trong lưới ta sẽ thu được ma trận phụ cuối cùng là:

$$\bar{B}_{n+n'} = \begin{bmatrix} \bar{T}_{n+n'} & \bar{Y}_{n+n'} \\ 0 & \sqrt{\Delta\phi_{n+n'}} \end{bmatrix} \quad (19)$$

Nghiệm của bài toán theo (19) là:

$$X = \bar{T}_{n+n'}^{-1} \bar{Y}_{n+n'}, \quad H = H^0 + X; \quad (20)$$

Dạng toàn phương:

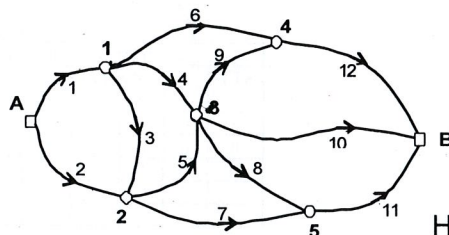
$$[PVV]_{n+n'} = [PVV]_n + \sum_{i=1}^{n'} \Delta\phi_{n+i} \quad (21)$$

III. Kết quả thực nghiệm:

Mạng lưới độ cao có sơ đồ và số liệu đo trong bảng 1,2 dưới đây:

Bảng 1

Bảng số liệu gốc			
STT	$\Delta h(m)$	L(km)	Độ cao gốc
1	3.542	3	HA: 10.675 m
2	4.708	5	HB: 26.489 m
3	1.174	8	
4	2.471	2	
5	1.281	10	
6	7.608	15	
7	-4.710	30	
8	-6.001	18	
9	5.120	7	
10	9.790	27	
11	15.775	6	
12	4.677	14	



Hình 1

Bảng 2

STT	Phương trình số hiệu chỉnh					li' (m)	Pi = 1/L	Độ cao gần đúng các án
	Ma trận hệ số							
	1	2	3	4	5			
1	1	0	0	0	0	0	0.33333	H ₁ ^o =14.217 m
2	0	1	0	0	0	0	0.2	H ₂ ^o =15.383 m
3	-1	1	0	0	0	-0.008	0.125	H ₃ ^o =16.688 m
4	-1	0	1	0	0	0	0.5	H ₄ ^o =21.808 m
5	0	-1	1	0	0	0.024	0.1	H ₅ ^o =10.687 m
6	-1	0	0	1	0	-0.017	0.06667	
7	0	-1	0	0	1	0.014	0.03333	
8	0	0	-1	0	1	0	0.05556	
9	0	0	-1	1	0	0	0.14286	
10	0	0	-1	0	0	0.011	0.03704	
11	0	0	0	0	-1	0.027	0.16667	
12	0	0	0	-1	0	0.004	0.07143	

III.1. Bình sai truy hồi mạng lưới trên theo thuật toán T ta sẽ có kết quả trong bảng 3,4:

Bảng 3

$\bar{B}_{12} =$	1.012423	-0.123466	-0.493865	-0.065852	0	-0.002107
	0	0.665647	-0.241833	-0.012214	-0.050072	0.005418
	0	0	0.730119	-0.244256	-0.092682	-0.002360
	0	0	0	0.465632	-0.049931	0.001654
	0	0	0	0	0.491904	0.008474
	0	0	0	0	0	0.000458

Bảng 4

Delta X=	-0.000162471	H1=	14.2168	[pvv]
	0.009810878	H2=	15.3928	0.0001046
	0.000761045	H3=	16.6888	
	0.005399348	H4=	21.8134	
	0.017227853	H5=	10.7042	

III.2. Bài toán đổi mới trị đo

Giả sử mốc số 5 bị mất mốc, cần phục hồi lại tại thực địa. Số liệu đo mới của các trị đo liên quan đến mốc 5 trong bảng 5,6:

Bảng 5

STT	Δh(m)	L(km)
7	-3.030	30
8	-4.352	18
11	14.159	6
Độ cao gốc		
HA: 10.675 m		
HB: 26.489 m		

Bảng 6

STT	Phương trình số hiệu chỉnh					li' (m)	Pi = 1/L	Độ cao gần đúng các án
	Ma trận hệ số							
	1	2	3	4	5			
7	0	-1	0	0	1	-0.017	0.03333	H ₇ ^o =14.217 m
8	0	0	-1	0	1	0	0.05556	H ₈ ^o =15.383 m
11	0	0	0	0	-1	-0.006	0.16667	H ₁₁ ^o =16.688 m
								H ₄ ^o =21.808 m
								H _{5m} ^o =12.336 m

Bước 1: Ta loại bỏ các trị đo liên quan đến mốc thứ 5 là trị thứ 7,8,11. Sau khi loại bỏ theo phần II.2.1 ta được kết quả trong bảng 7,8:

Bảng 7

$\bar{B}_9 =$	1.012423	-0.123466	-0.493865	-0.065852	0	-0.002107
	0	0.640122	-0.251476	-0.012701	0	0.004905
	0	0	0.687573	-0.259719	0	-0.002618
	0	0	0	0.457174	0	0.001450
	0	0	0	0	0.000001	0
	0	0	0	0	0	-0.000273

Bảng 8

Delta X =	-0.002330603	H1=	14.2147	[pvv] 0.0000530
	0.006700651	H2=	15.3897	
	-0.00260898	H3=	16.6854	
	0.003171305	H4=	21.8112	
	0	H5=	10.687	

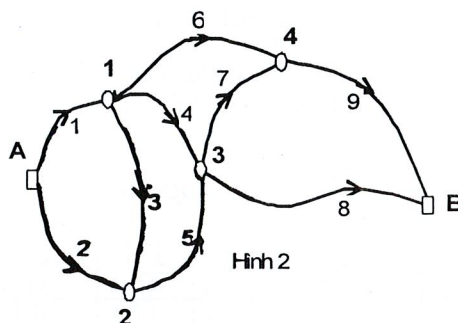
Bước 2: Đưa các trị đo mới trong bảng 5,6 vào theo phần II.2.2 ta sẽ được kết quả trong bảng 9,10:

Bảng 9

$\bar{B}_{12} =$	1.012423	-0.123466	-0.493865	-0.065852	0	-0.002107
	0	0.665647	-0.241833	-0.012214	-0.050072	0.003866
	0	0	0.730119	-0.244256	-0.092682	-0.002874
	0	0	0	0.465632	-0.049931	0.001343
	0	0	0	0	0.491904	-0.000893
	0	0	0	0	0	-0.000428

Bảng 10

Delta X =	-0.002946928	H1=	14.2141	[pvv] 0.0000759
	0.004533582	H2=	15.3875	
	-0.003266592	H3=	16.6847	
	0.002690678	H4=	21.8107	
	-0.001814829	H5=	12.3342	



III.3. Đưa thêm trị đo làm thay đổi điểm gốc

* Sơ đồ mạng lưới ban đầu hình 2 (số liệu đo như bảng 11,12):

Bảng 11

Bảng số liệu gốc			
STT	Δh (m)	L(km)	Độ cao gốc
1	3.542	3	HA: 10.675 m
2	4.708	5	HB: 26.489 m
3	1.174	8	
4	2.471	2	
5	1.281	10	
6	7.608	15	
7	5.120	7	
8	9.790	27	
9	4.677	14	

Bảng 12

STT	Phương trình số hiệu chỉnh				l^0 (m)	$P_i = 1/L$	Độ cao gần đúng các ẩn
	Ma trận hệ số						
	1	2	3	4			
1	1	0	0	0	0	0.33333	$H_1^0=14.217$ m
2	0	1	0	0	0	0.2	$H_2^0=15.383$ m
3	-1	1	0	0	-0.008	0.125	$H_3^0=16.688$ m
4	-1	0	1	0	0	0.5	$H_4^0=21.808$ m
5	0	-1	1	0	0.024	0.1	
6	-1	0	0	1	-0.017	0.06667	
7	0	0	-1	1	0	0.14286	
8	0	0	-1	0	0.011	0.03704	
9	0	0	0	-1	0.004	0.07143	

* Bình sai truy hồi theo thuật toán T ta có kết quả trong bảng 13, 14:

Bảng 13

$\bar{B}_9 =$	1.012423	-0.123466	-0.493865	-0.065852	0	-0.002107
	0	0.640122	-0.251476	-0.012701	0	0.004905
	0	0	0.687573	-0.259719	0	-0.002618
	0	0	0	0.457174	0	0.001450
	0	0	0	0	0.000001	0
	0	0	0	0	0	-0.000273

Bảng 14

Delta X=	-0.002330603	H1=	14.2147	[pvv]
	0.006700651	H2=	15.3897	
	-0.002608980	H3=	16.6854	0.0000530
	0.003171305	H4=	21.8112	

* Trong mạng lưới như hình 2, cần bổ sung thêm mốc 5 và các trị đo mới liên quan. Số liệu đo chênh cao từ mốc 5 đến mốc 2,3,B và độ cao gần đúng tính được của điểm 5 được thống kê trong bảng 15:

Bảng 15

Trị đo	Điểm đầu	Điểm cuối	Δh (m)	L(km)	Độ cao gần đúng
10	2	5	-4.710	30	$H_5^0=10.687$ m
11	3	5	-6.001	18	
12	5	B	15.775	6	

* Lập ma trận phụ ban đầu như bảng 16:

Bảng 16

$\bar{B}_9 =$	1.012423	-0.123466	-0.493865	-0.065852	-0.002107
	0	0.640122	-0.251476	-0.012701	0.004905
	0	0	0.687573	-0.259719	-0.002618
	0	0	0	0.457174	0.001450
	0	0	0	0	-0.000273

* Bình sai truy hồi đưa lần lượt các ẩn số vào tính toán, kết quả trong bảng 17,18:

Bảng 17

$\bar{B}_{12} =$	1.012423	-0.123466	-0.493865	-0.065852	0	-0.002107
	0	0.665647	-0.241833	-0.012214	-0.050072	0.003866
	0	0	0.730119	-0.244256	-0.092682	-0.002874
	0	0	0	0.465632	-0.049931	0.001343
	0	0	0	0	0.491904	-0.000893
	0	0	0	0	0	-0.000428

Bảng 18

Delta X=	-0.000162471	H1=	14.2168	[pvv] 0.0001046
	0.009810878	H2=	15.3928	
	0.000761045	H3=	16.6888	
	0.005399348	H4=	21.8134	
	0.017227853	H5=	10.7042	

Kết quả bình sai sau khi đưa thêm ẩn số trong phần III.3 (bảng 17,18) hoàn toàn tương tự với kết quả bình sai truy hồi trong phần III.1 (bảng 3,4). Điều này cho thấy thuật toán bình sai truy hồi hoàn toàn áp dụng được với việc bổ sung các điểm mới vào mạng lưới.

IV. Kết luận

Từ những lập luận và kết quả thực nghiệm trên cho thấy rằng, việc áp dụng thuật toán bình sai truy hồi với phép biến đổi xoay hoàn toàn áp dụng được cho các bài toán hiệu chỉnh trị đo (đưa vào mới, thay đổi trị đo cũ và đưa vào các trị đo mới) trong mạng lưới độ cao quốc gia. Việc hoàn thiện và phát triển tiếp các kỹ năng như kỹ thuật ma trận thưa, tìm kiếm trị đo thô v.v... cùng với các phép biến đổi xoay khác sẽ cho phép phát triển các modul bình sai hiện đại trong việc xây dựng hệ thống thông tin trắc địa quốc gia.

Các thuật toán xử lý trên xây dựng trong hệ thống thông tin trắc địa quốc gia sẽ là cơ sở cho phép chúng ta quản lý, khai thác, cập nhật hệ thống các điểm mốc trắc địa một cách khoa học phục vụ các nhiệm vụ phát triển kinh tế xã hội và an ninh quốc phòng.○

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Wilkinson Jh. Kh, Rain. (1976). Sổ tay các thuật ngữ toán trên ngôn ngữ algol. Đại số tuyến tính. Bản dịch từ tiếng anh sang tiếng Nga. Matxcova, Maisinostroenie. (Tiếng

Nga).

[2]. Pissanetxki X.(1998). Công nghệ ma trận thưa. Bản dịch từ tiếng anh sang tiếng Nga. Matxcova.Mir.

[3]. Markuze Y.I. Phân tích và bình sai các mạng lưới trắc địa với việc kiểm tra các sai số thô IZV.VUZOV.Geodezio I Aerophotoxemka, N5, 1986, trang 9-18. (Tiếng Nga).

[4]. Markuze Y.I. Bình sai các mạng lưới trắc địa với việc kiểm tra các sai số thô IZV.VUZOV. Geodezia I Aerophotoxemka, N5, 1986, trang 9-18. (Tiếng Nga).

[5]. Markuze Y.I. Các thuật toán để bình sai các mạng lưới trắc địa trên máy tính điện tử. Matxcova, Nedra, 1989,248 trg (Tiếng Nga).

[6]. Markuze Y.I. Bình sai truy hồi với các tam giác chuyển động. IZV.VUZOV. Geodezia I Aerophotoxemka, N1, 1992. (Tiếng Nga).

[7]. Hà Minh Hòa. Quay trở lại bình sai truy hồi với các trị đo phụ thuộc. IZV.VUZOV. Geodezia I Aerophotoxemka, N2, 1992, trang 37-47. (Tiếng Nga)

[8]. Hà Minh Hòa. Phương pháp bình sai truy hồi trong quy trình biến đổi xoay Givens. Báo cáo khoa học tại hội nghị khoa học lần thứ 12, trường Đại học Mở Địa chất, quyển 7. 1996, trg73-77. Hà Nội

[9]. Hà Minh Hòa. Tính đến sự đổi mới thông tin đo đạc trong các mạng lưới trắc địa theo phép biến đổi xoay. IZV VUZOV. Geodezia i Aerophotoxemka. N2-3, 1994, trg 35-44 (Tiếng Nga).○

Summary

CORRECTION OF OBSERVATIONS IN THE NATIONAL LEVELLING NETWORK FOR HELPING TO BUILD AND UPDATE THE GEODETIC INFORMATION SYSTEM IN VIETNAM

MSc. Bui Dang Quang

Department of Survey and Mapping of Vietnam

The National Geodetic Information System is responsible for storing the database of observations, adjustment results of the geodetic networks, and the results of determination of Quasigeoid. In addition, the system also allows updating and processing the variations of the network. This paper discusses the application of the modern adjustment algorithm with examples of observation's correction in levelling network for development of the National Geodetic Information System of Vietnam.○