

LỰA CHỌN PHƯƠNG PHÁP TÍNH SAI SỐ TRUNG PHƯƠNG VỊ TRÍ ĐIỂM GIỮA PHỤC VỤ VIỆC ĐÁNH GIÁ ĐỘ TIN CẬY CỦA ĐƯỜNG CHUYỀN ĐO HAI GÓC NỐI

PGS. TS. TRƯƠNG QUANG HIẾU⁽¹⁾, ThS. TÔNG THỊ HẠNH⁽²⁾

⁽¹⁾Trường Đại học Mở - Địa chất

⁽²⁾Học viện Kỹ thuật Quân sự

Tóm tắt:

Bài báo nhằm phân tích khả năng ứng dụng của sai số trung phương vị trí điểm giữa để đánh giá độ tin cậy đường chuyền đo hai góc nối. Đề xuất các phương pháp tính sai số vị trí điểm giữa, từ đó lựa chọn phương pháp đánh giá độ chính xác hợp lý.

1. Đặt vấn đề

Để phương án đo:

$$W: = \langle L_W, X_W, U_W \rangle \quad (1.1)$$

là đường chuyền đo 2 góc nối có p điểm cần tìm thì:

- Vector trị đo L_W là vector gồm (p+2) góc và (p+1) cạnh đo.

- Vector đại lượng cần tìm X_W là vector tọa độ của p điểm cần tìm.

- Các ràng buộc U_W có thể là ràng buộc giữa các điểm gốc và các điểm cần tìm tạo thành một đường đa giác.

Mục đích cuối cùng của phương án đo (1.1) là xác định tọa độ p điểm cần tìm với độ tin cậy cao nhất. Độ tin cậy trên đặc trưng bằng ma trận hiệp phương sai:

$$M_{X_W^*} = \sigma_0^2 \cdot Q_{XX} \quad (2p \times 2p) \quad (1.2)$$

Lựa chọn các “đặc số” đặc trưng cho ma trận (1.2) là hàm mục tiêu đánh giá độ tin cậy của đường chuyền đo 2 góc nối phải có tính khoa học và thực tiễn. Trong bài báo này chúng tôi chọn một dạng hàm mục tiêu là sai số trung phương vị trí điểm giữa của đường chuyền. Hàm mục tiêu này là một dạng đơn giản của vết ma trận (1.2) khi không xét đến ảnh hưởng của sai số vị trí các điểm cần tìm còn lại trong đường chuyền. Sau khi phân tích khả năng đặc trưng của hàm mục tiêu trên, để đánh giá độ tin cậy của đường chuyền chúng tôi sẽ đưa ra một số phương pháp tính sai số trung phương vị trí điểm giữa nhằm tăng khả năng ứng dụng của hàm mục tiêu này.

2. Nội dung

Sai số trung phương vị trí điểm giữa (điểm yếu) của đường chuyền đo 2 góc nối tính theo công thức:

$$M_G^2 = M_{X_G}^2 + M_{Y_G}^2 = \sigma_0^2 \cdot (Q_{XX_G} + Q_{YY_G}) \quad (1.3)$$

Ngày nhận bài: 24/3/2016

Ngày chấp nhận đăng: 15/5/2016

Đẳng thức (1.3) là một dạng “đặc số” đơn giản của ma trận (1.2). Vì tổng bình phương sai số trung phương vị trí điểm tính theo hai hướng tương ứng vuông góc bất kỳ là một hằng số, nên khi M_{ngG} và M_{dG} là sai số dịch vị ngang và dịch vị dọc của điểm giữa G thì ta viết được:

$$M_G^2 = M_{X(G)}^2 + M_{Y(G)}^2 = M_{ng(G)}^2 + M_{d(G)}^2 = \text{const} \quad (1.4)$$

Để sử dụng về sau của công thức (1.4), GS. Hausbrandt [1] đã chứng minh được công thức tính sai số trung phương dịch vị dọc, dịch vị ngang điểm thứ i ($i = 1 \div p$) của đường chuyền lý tưởng (đuôi thẳng, cạnh đều) đo 2 góc nối, cụ thể:

- Sai số dịch vị ngang:

$$\begin{aligned} M_{ng(i)} &= \frac{\sigma_\beta}{\rho''} \cdot S \cdot \sqrt{\frac{i(p-i+1)(p-i+2)(i+1)}{6(p+1)(p+2)(p+3)} [p(2i+1) - (2i^2 - 2i - 3)]} \\ &= \frac{\sigma_\beta}{\rho''} \cdot S \cdot \overline{M}_{ng(i)} \end{aligned} \quad (1.5a)$$

- Sai số dịch vị dọc:

$$M_{d(i)} = \sigma_S \sqrt{\frac{i(p-i+1)}{p+1}} = \sigma_S \cdot \overline{M}_{d(i)} \quad (1.5b)$$

Khi: $\frac{\sigma_\beta}{\rho''} \approx \frac{\sigma_S}{S}$

Hay: $u = \frac{T_S}{T_\beta} \approx 1$

với: σ_S và σ_β là sai số trung phương của cạnh đo và góc đo,

T_S và T_β là mẫu số của sai số trung phương tương đối dãy trị đo góc và dãy trị đo cạnh.

Thì các sai số $M_{ng(i)}$ và $M_{d(i)}$ chỉ phụ thuộc vào số lượng điểm cần tìm p và chỉ số của điểm cần tìm trong đường chuyền. Đồng thời ta có tỷ số:

$$\frac{M_{ng(i)}}{M_{d(i)}} \approx \frac{\overline{M}_{ng(i)}}{\overline{M}_{d(i)}} \quad (1.5c)$$

Trong bảng (1-1) là giá trị và sự thay đổi các giá trị $\overline{M}_{ng(i)}$ và $\overline{M}_{d(i)}$ với số điểm cần tìm $p = 7$ điểm và $p = 9$ điểm. (Xem bảng 1)

Từ kết quả trong bảng 1-1, ta thấy:

- Khi chấp nhận $\frac{\sigma_\beta}{\rho''} \approx \frac{\sigma_S}{S}$ (hay $u \approx 1$) thì các sai số dịch vị ngang $\overline{M}_{ng(i)}$ và dịch vị dọc $\overline{M}_{d(i)}$ có giá trị đối xứng qua giá trị tương ứng của điểm giữa.

- Tại điểm giữa của đường chuyền các sai số $\overline{M}_{ng(i)}$ và $\overline{M}_{d(i)}$ có giá trị lớn nhất, các giá trị tăng dần khi số lượng điểm p cần tìm tăng.

Bảng (1-1)

Giá trị $\bar{M}_{ng(i)}$ và $\bar{M}_{d(i)}$ với các trường hợp $p = 7$ điểm và $p = 9$ điểm

Số lượng điểm	Chỉ số điểm $\bar{M}_{ng(i)}$ $\bar{M}_{d(i)}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		7	$\bar{M}_{ng(i)}$	0,789	1,408	1,826	1,972	1,826	1,408	0,789
	$\bar{M}_{d(i)}$	0,935	1,225	1,369	1,414	1,369	1,225	0,935		
9	$\bar{M}_{ng(i)}$	0,826	1,549	2,141	2,523	2,654	2,523	2,141	1,549	0,826
	$\bar{M}_{d(i)}$	0,949	1,265	1,449	1,549	1,581	1,549	1,449	1,265	0,949

- Trừ các điểm đầu và điểm cuối của đường chuyền thì các sai số dịch vị ngang luôn lớn hơn sai số dịch vị dọc. Độ lệch này sẽ đạt giá trị lớn nhất tại vị trí điểm giữa. Khi số lượng điểm cần tìm tăng thì độ lệch này cũng tăng.

Từ các phân tích trên cho phép ta sử dụng sai số trung phương vị trí điểm giữa làm hàm mục tiêu đánh giá độ tin cậy của đường chuyền đo 2 góc nối. Dùng hàm mục tiêu này để so sánh với các chỉ tiêu kỹ thuật tương ứng.

Các công thức (1.5) được chứng minh chặt chẽ bằng phương pháp bình sai gián tiếp đường chuyền lý tưởng đo 2 góc nối. Trong [2], PGS. Trương Quang Hiếu đã đăng tải các công thức tính sai số trung phương dịch vị ngang và dịch vị dọc của điểm giữa đường chuyền đo 2 góc nối, các công thức có dạng:

- Sai số dịch vị ngang:

$$M_{ng(G)} = 0,3536.L_1 \cdot \sqrt{\frac{N+1,5}{3}} \cdot \frac{\sigma_\beta}{\rho''} \tag{1.6a}$$

- Sai số dịch vị dọc:

$$M_{d(G)} = 0,7071 \cdot \sqrt{N} \cdot \sigma_S \tag{1.6b}$$

Trong đó: $N = \frac{p+1}{2}$; $L_1 = N.S$; S là chiều dài trung bình cạnh đường chuyền.

Từ các công thức (1.6a) và (1.6b) ta rút ra quan hệ giữa sai số dịch vị ngang và dịch vị dọc của điểm giữa đường chuyền:

$$\frac{M_{ng(G)}}{M_{d(G)}} \approx \frac{1}{2} \cdot u \cdot \sqrt{\frac{N(N+1,5)}{3}} \tag{1.7}$$

Tỷ số (1.7) chủ yếu phụ thuộc vào lượng điểm cần tìm trong đường chuyền. Cụ thể, khi $u \approx 1$, với đường chuyền có $p = 7$ điểm cần tìm thì $\frac{M_{ng(G)}}{M_{d(G)}} \approx 1,35$ và với đường chuyền có $p = 9$ điểm cần tìm thì $\frac{M_{ng(G)}}{M_{d(G)}} \approx 1,65$. Các tỷ số này có giá trị gần bằng các tỷ số tương ứng khi tính theo công thức (1.5c) (theo công thức 1.5c, với $p = 7$ thì $\frac{M_{ng(G)}}{M_{d(G)}} \approx 1,39$ và $p = 9$ thì $\frac{M_{ng(G)}}{M_{d(G)}} \approx 1,68$).

Vậy để tính sai số trung phương vị trí điểm giữa đường chuyền đo 2 góc nối chúng ta có thể lựa chọn một trong các phương pháp sau đây:

- Tính sai số trung phương vị trí điểm giữa theo công thức (1.3), trong đó $M_{ng(G)}$ và $M_{d(G)}$ được xác định từ bài toán bình sai chặt chẽ.

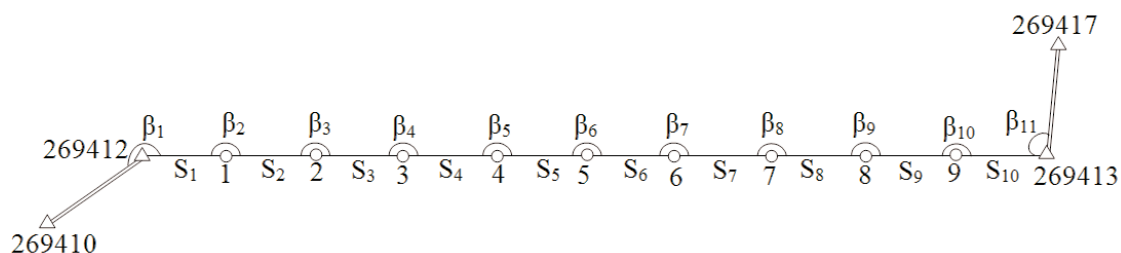
Tính sai số trung phương vị trí điểm giữa theo các công thức (1.6a) và (1.6b) khi biết sai số trung phương dây trị đo góc (σ_{β}^*) và dây trị đo cạnh (σ_S^*) sau bình sai. Khi sử dụng các công thức này với trường hợp đường chuyền có cạnh không đều nhau thì đại lượng L_1 được tính từ cạnh khởi tính đến điểm giữa.

Tính sai số trung phương vị trí điểm giữa dựa vào việc tính sai số trung phương hoặc của dây trị đo góc σ_{β}^* hoặc của dây trị đo cạnh σ_S^* và quan hệ (1.7) khi nhận $u \approx 1$. Thông thường ta xác định được sai số dịch vị ngang $M_{ng(G)}$ dựa vào sai số trung phương dây trị đo góc (σ_{β}^*) bằng cách nhận trọng số $P = 1$. Sau bình sai sai số trung phương trọng số đơn vị $\sigma_0 = \sigma_{\beta}^*$. Phương pháp này sẽ cho giá trị gần đúng của sai số trung phương vị trí điểm giữa vì nhận $u \approx 1$.

3. Tính toán thực nghiệm

Nội dung của thực nghiệm là sử dụng các phương pháp trình bày trong bài báo để tính sai số trung phương vị trí điểm giữa của đường chuyền địa chính đo 2 góc nối trên hình 1-1. Đường chuyền có yêu cầu về sai số trung phương vị trí điểm là $\pm 5\text{cm}$.

3.1. Sơ đồ lưới



Hình 1-1

3.2. Số liệu góc

Bảng 1-2

Tên điểm	X (m)	Y (m)
269410	2011136,642	558395,440
269412	2009312,002	562701,304
269413	2004176,722	571078,531
269417	2001027,024	571206,792

Bảng 1-3

Trị đo góc				Trị đo cạnh	
TT	(°)	(')	(")	TT	(m)
1	179	06	13	1	1103,785
2	205	28	56	2	1056,895
3	147	52	50	3	1061,166
4	204	10	02	4	965,077
5	160	20	50	5	955,752
6	201	32	18	6	938,771
7	162	00	56	7	935,645
8	191	12	49	8	1015,202
9	188	37	47	9	984,481
10	165	05	51	10	982,985
11	239	13	26	11	

3.4. Tính sai số trung phương vị trí điểm giữa (điểm 5)

Lưới (1-1) được bình sai chặt chẽ theo phương pháp điều kiện. Kết quả tính toán đầy đủ có trong [3], dưới đây chúng tôi chỉ trích những số liệu cần thiết phục vụ việc tính toán của bài báo.

Nhận trọng số các trị đo: $P_B = \frac{1}{\sigma_B^2}; P_S = \frac{1}{\sigma_S^2}$

và sai số trung phương trọng số đơn vị sau bình sai: $\sigma_0^* \approx 1,0$

Trọng số đảo của tọa độ điểm 5 sau bình sai:

$$Q_{XX(5)} = 0,126; Q_{YY(5)} = 0,060$$

Tổng số điểm cần tìm $p = 9$; $N = 5$; $L_1 = 5142,675\text{m}$; $\sigma_{\beta}^* = 2,5''$; $\sigma_S^* = 1,0\text{cm}$

Kết quả tính toán theo 3 phương pháp như sau:

1) Tính sai số trung phương vị trí điểm giữa từ kết quả bình sai chặt chẽ:

$$M_5 = \sigma_0^* \sqrt{Q_{XX(s)} + Q_{YY(s)}} \approx 0,43\text{dm} = 4,3\text{cm}$$

2) Tính sai số trung phương vị trí điểm giữa dựa vào sai số dịch vị dọc, dịch vị ngang khi biết sai số trung phương dãy trị đo góc σ_{β}^* và dãy trị đo cạnh σ_S^* :

$$M_{\text{ng}(s)} = 0,3536 \cdot L_1 \cdot \sqrt{\frac{N+1,5}{3}} \cdot \frac{\sigma_{\beta}^*}{\rho''} \approx 3,2\text{cm}$$

$$M_{\text{d}(s)} = 0,7071 \cdot \sqrt{N} \cdot \sigma_S^* \approx 1,6\text{cm}$$

Sai số vị trí điểm 5 sẽ là:

$$M_5 = \sqrt{M_{\text{ng}(s)}^2 + M_{\text{d}(s)}^2} = \sqrt{3,2^2 + 1,6^2} \approx 3,6\text{cm}$$

3) Tính sai số trung phương vị trí điểm giữa dựa vào sai số dịch vị ngang khi chỉ biết sai số trung phương dãy trị đo góc $\sigma_{\beta}^* = 2,5''$:

Ứng với $p = 9$ điểm và $u = 1$ thì tỷ lệ (1.7) $\approx 1,65$. Ta có:

$$M_{\text{ng}(s)} \approx 3,2\text{cm}$$

$$M_{\text{d}(s)} = \frac{M_{\text{ng}(s)}}{1,65} \approx 1,9\text{cm}$$

Cuối cùng:

$$M_5 = \sqrt{M_{\text{ng}(s)}^2 + M_{\text{d}(s)}^2} = \sqrt{3,2^2 + 1,9^2} = 3,7\text{cm}$$

4. Kết luận

Từ nội dung trình bày trong bài báo, chúng tôi rút ra một số kết luận sau:

- Dùng sai số trung phương vị trí điểm giữa có thể đánh giá độ tin cậy của đường chuyền đo 2 góc nối, vì chỉ cần đạt tiêu chuẩn kỹ thuật về sai số vị trí điểm giữa thì các điểm còn lại sẽ đạt chỉ tiêu về sai số vị trí điểm.

- Từ kết quả của ba cách tính sai số trung phương vị trí điểm trên ta thấy độ chênh giữa các kết quả là không lớn (cao nhất là 7mm). Độ chênh này được tạo nên chủ yếu từ tính

chất lý tưởng của đường chuyền.

- Phương pháp tính thứ 3 được coi là phương pháp có tính hiệu quả nhất vì trong quá trình bình sai đường chuyền ta chỉ cần nhận trọng số $P_{\beta} = 1$ mà không cần phải lập một hàm trọng số nào nữa.○

Tài liệu tham khảo

[1]. S. Hausbrandt (1971), *Rachunek, Wyrównawczy i obliczenia geodezyjne*, P.P.W.K, Warszawa.

[2]. Trương Quang Hiếu (1988), *projektowanie sieci geodezyjnych zaktadanych w warunkach pionierskich dta celów gospodarczych zeszczególnym uwzglsdnieniem Wietnamu*, Praca doktorska, Warszawa.

[3]. Trương Minh Hùng (2016), *Lựa chọn phương pháp xử lý tuyến đường chuyền phục vụ nghiên cứu biến dạng đập thủy điện*, luận văn Thạc sỹ Kỹ thuật, Hà Nội.

[4]. Trương Quang Hiếu và Lê Ngọc Giang (2014), *Xác định đại lượng đặc trưng độ tin cậy của đường chuyền*, Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ số 22.

[5]. Nguyễn Việt Hải Linh (2014), *Đánh giá độ tin cậy đường chuyền thông qua đại lượng đặc trưng cho Elip sai số vị trí điểm*, luận văn Thạc sỹ Kỹ thuật, Trường Đại học Mở - Địa chất, Hà Nội.○

Summary

Selection of method for calculating the standard deviation of midstation's position in order to evaluate the precision of closed connecting traverse

Assoc. Prof. Dr. Truong Quang Hieu, University of Mining and Geology

MSc. Tong Thi Hanh, Military Technical Academy

The paper aims to analyze the applicability of the standard deviation of midstation's position to evaluate the precision of closed connecting traverse. A suitable calculation method of the standard deviation of midstation's position is chosen from several shown ones.○