

PHÂN TÍCH ĐỘ ỔN ĐỊNH HỆ THỐNG MỐC ĐỘ CAO CƠ SỞ TRONG QUAN TRẮC LÚN CÔNG TRÌNH

PGS. TS. TRẦN KHÁNH

Trường Đại học Mở - Địa chất

ThS. PHẠM ĐÌNH DƯƠNG

Trường Cao đẳng Công nghiệp xây dựng

Tóm tắt:

Bài báo đưa ra đề xuất ứng dụng phương pháp bình sai tự do để phân tích độ ổn định của hệ thống mốc độ cao cơ sở trong quan trắc lún công trình. Phương pháp xử lý số liệu này có nhiều ưu điểm nổi trội so với các phương pháp phân tích khác đã được công bố. Trong bài báo cũng đã đưa ra hệ thống công thức và quy trình tính toán cụ thể để triển khai phương pháp xử lý số liệu này trong các ứng dụng thực tế.

I. Đặt vấn đề

Xây dựng hệ thống mốc cơ sở (mốc chuẩn) và kiểm soát, đánh giá độ ổn định của hệ thống mốc này luôn là một trong những khâu trọng yếu đối với công tác quan trắc độ lún công trình. Hiện nay ở nước ta, hệ thống mốc chuẩn để đo lún công trình thường được xây dựng dưới hình thức cụm mốc. Trong mỗi chu kỳ quan trắc thực hiện đo kiểm tra chênh cao giữa các mốc trong cụm và như vậy tạo thành một mạng lưới độ cao độc lập. Trong bài báo này sẽ đưa ra các phân tích, so sánh một số phương pháp xử lý số liệu lưới khống chế độ cao nêu trên.

II. Một số phương pháp phân tích, đánh giá độ ổn định hệ thống mốc chuẩn

Có nhiều phương pháp xử lý số liệu lưới khống chế độ cao cơ sở trong quan trắc lún đã được nghiên cứu đề xuất, trong số đó có 2 phương pháp kinh điển là: phương pháp Tjernhikov, và phương pháp Costachel [4]. Chúng tôi tóm lược nguyên tắc xử lý trong 2 phương pháp trên:

1) Trong phương pháp Tjernhikov "Độ cao trung bình của cả cụm mốc cơ sở được coi là không đổi" trong các chu kỳ quan trắc. Như vậy trong phương pháp xử lý này không

đặt ra nhiệm vụ đánh giá độ ổn định của hệ thống mốc khống chế cơ sở và chính điều đó là một nhược điểm của phương pháp.

2) Trong phương pháp Costachel, ở mỗi chu kỳ quan trắc sẽ xác định một mốc cơ sở ổn định nhất, "Độ cao của điểm mốc cơ sở ổn định nhất được coi là không đổi và được nhận làm độ cao gốc cho toàn lưới". Nguyên tắc xác định độ cao gốc như vậy có nhược điểm là đã chỉ dựa vào một mốc cơ sở và bỏ qua các điểm khác (mặc dù những điểm đó có thể cũng ổn định).

3) Trong tài liệu [1] đã đề xuất áp dụng phương pháp bình sai tự do để xử lý số liệu lưới độ cao cơ sở trong quan trắc lún công trình, phương pháp xử lý này được dựa trên giả thiết "Độ cao trung bình của các mốc ổn định là không đổi". Về thực chất, lưới độ cao cơ sở trong quan trắc độ lún là mạng lưới độc lập, được đo lập trong các chu kỳ quan trắc, mạng lưới nêu trên là lưới trắc địa tự do và vì vậy, áp dụng phương pháp bình sai tự do để xử lý lưới trong trường hợp này là hợp lý nhất. Vấn đề cần thiết là cần xác định được tiêu chuẩn phù hợp để định vị mạng lưới ở các chu kỳ đo khác nhau.

Việc xử lý số liệu lưới độ cao trong các chu kỳ đo theo phương pháp bình sai tự do

được triển khai theo thuật toán sau [2,3]:

1- Trong mạng lưới coi độ cao tất cả các điểm mốc cơ sở đều là ẩn số

2- Theo phương pháp bình sai gián tiếp lập hệ phương trình số hiệu chỉnh trị đo:

$$A\delta H + L = V \quad (1)$$

3- Lập hệ phương trình chuẩn:

$$R\delta H + b = 0 \quad (2)$$

4- Lập điều kiện định vị mạng lưới, dạng:

$$C^T \delta H = 0 \quad (3)$$

5- Giải hệ phương trình chuẩn (2) với điều kiện (3) theo thuật toán bình sai tự do, cụ thể là:

- Tính ma trận giả nghịch đảo theo công thức:

$$R^- = (R + CP_0C^T)^{-1} - T^T P_0^{-1} T \quad (4)$$

- Vector ẩn số:

$$\delta H = -R^- b \quad (5)$$

Vấn đề cần thiết ở đây là xác định cách chọn vector định vị C trong công thức (3). Trong tài liệu [1] đã chỉ ra rằng: đối với lưới khống chế đo lún cần phải chọn các phần tử vector C theo quy tắc:

$C_i = 1$ - Với i là điểm gốc ổn định

$C_i = 0$ - Với các điểm khác

Nếu ký hiệu $S_i = H_i^{(n)} - H_i^{(1)}$ là giá trị thay đổi độ cao của điểm mốc i giữa 2 chu kỳ quan trắc thứ (1) và (n), M_{S_i} là sai số trung phương xác định độ thay đổi đó, dễ nhận thấy: nếu mốc i ổn định, tức là giá trị chênh lệch độ cao S_i chỉ do sai số đo gây nên thì trị tuyệt đối của S_i không được vượt quá sai số giới hạn xác định đại lượng đó [4]. Như vậy chúng ta rút ra được tiêu chuẩn để đánh giá độ ổn định của mốc chuẩn là:

Điểm khống chế được coi là ổn định nếu chênh lệch độ cao của điểm ở các chu kỳ đang xét không vượt quá sai số giới hạn xác

định độ chênh lệch đó, cụ thể là:

$$|S_i| \leq t.M_{S_i} \quad (7)$$

Trong đó:

- t là hệ số xác định tiêu chuẩn sai số giới hạn (thông thường chọn $t = 2 \div 3$).

Các công thức (3) và (7) là đủ để định vị lưới độ cao cơ sở trong quá trình xử lý lưới ở mỗi chu kỳ quan trắc, tuy nhiên 2 công thức có quan hệ ràng buộc, tương hỗ lẫn nhau: việc định vị được lưới theo biểu thức (3) chỉ có thể thực hiện sau khi đã xác định được các mốc ổn định (kiểm tra theo (7)), ngược lại, chỉ sau khi định vị xong lưới chúng ta mới có thể đánh giá được tính chất ổn định của từng mốc trong hệ thống. Do không thể triển khai tính toán đồng thời theo cả 2 công thức (3) và (7) mà chỉ có thể thực hiện tính toán tự theo từng công thức, nên giải pháp hợp lý trong trường hợp này là thực hiện tính toán nhích dần. Trong tài liệu [2] đã đề xuất áp dụng trình tự tính toán nhích dần như sau:

Bước 1: Trong chu kỳ đầu thực hiện xử lý mạng độ cao cơ sở theo phương pháp bình sai lưới tự do (với hệ độ cao gần đúng tùy chọn).

Bước 2: Trong chu kỳ đang khảo sát, giả định tất cả các điểm khống chế trong lưới là ổn định, chọn điều kiện định vị lưới ban đầu ($C_i = 1$ đối với tất cả các điểm mốc trong lưới).

Bước 3: Thực hiện tính toán bình sai với vector độ cao gần đúng được chọn bằng độ cao bình sai của các điểm tương ứng trong chu kỳ đầu (được lấy làm mốc so sánh). Tính giá trị chênh lệch độ cao S của tất cả các điểm mốc trong lưới và áp dụng tiêu chuẩn (7) để kiểm tra độ ổn định của các điểm mốc (chỉ thực hiện việc kiểm tra đối với các điểm mốc có $C \neq 0$).

Bước 4: Có thể xảy ra một trong hai khả năng sau:

- Nếu phát hiện một số mốc độ cao cơ sở

không ổn định (theo tiêu chuẩn 7) thì sẽ loại một điểm mốc có độ lún lớn nhất (kí hiệu là điểm i) ra khỏi tập hợp điểm lưới cơ sở (bằng cách gán cho mốc đó giá trị $C_j = 0$) và quay lại thực hiện tính toán từ bước 3.

- Nếu các điểm mốc độ cao cơ sở được kiểm tra đều ổn định thì việc quá trình tính toán sẽ dừng lại và thực hiện định vị lưới theo các mốc ổn định.

Quy trình tính toán nêu trên có thể được thể hiện thông qua sơ đồ sau: (Xem hình 1)

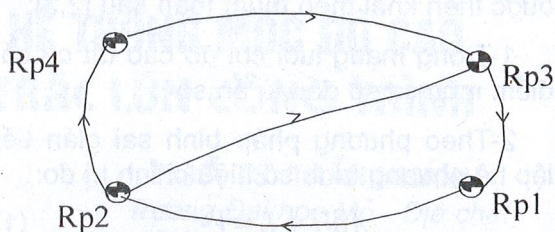
II-Thực nghiệm so sánh các phương pháp xử lý lưới độ cao cơ sở

Để so sánh, đối chứng các phương pháp xử lý số liệu lưới khống chế đo lún, chúng tôi chọn một mạng lưới quan trắc lún ở thực tế sản xuất. Lưới quan trắc thử nghiệm là một mạng lưới khống chế đo lún (hình 2) được xây dựng từ 4 điểm khống chế độ cao (ký hiệu Rp1-Rp4) và 4 chu kỳ quan trắc. Nội dung thực nghiệm bao gồm:

1-Phương án 1: Bình sai lưới tự do

2-Phương án 2: Xử lý lưới theo phương pháp Trernhicov

3-Phương án 3: Xử lý lưới theo phương pháp Costachel



Hình 2: Sơ đồ lưới quan trắc độ lún
(Xem bảng 1, 2, 3, 4)

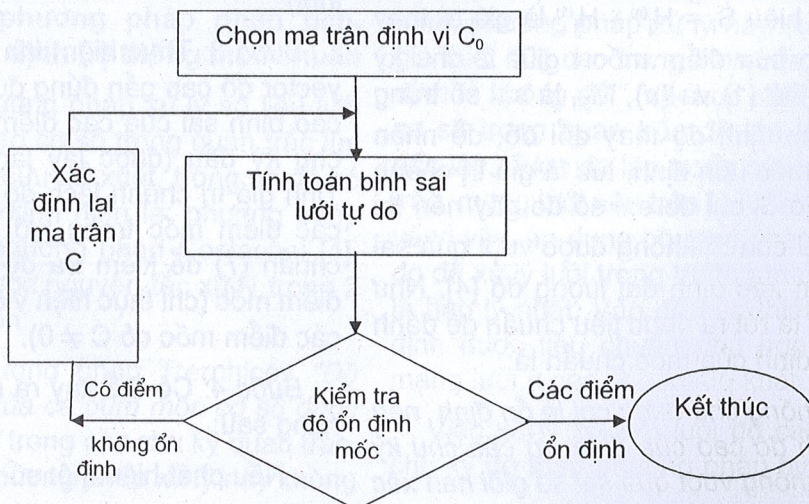
Kết quả xử lý đã xác định được: trong chu kỳ 2: mốc ổn định là Rp3, chu kỳ 3: mốc ổn định là Rp1, chu kỳ 4: mốc ổn định là Rp1

Trong mỗi chu kỳ, độ cao của các mốc ổn định nói trên được lấy làm số liệu gốc để thực hiện tính toán cho toàn bộ lưới quan trắc.

So sánh kết quả xử lý lưới quan trắc độ lún theo ba phương pháp, chúng tôi rút ra một số nhận định sau:

1-Phương pháp xử lý Trernhicov không đề cập đến vấn đề đánh giá độ ổn định của lưới cơ sở, vì vậy những điểm mốc cơ sở không ổn định (ví dụ: điểm Rp2 trong ví dụ thực nghiệm) vẫn được coi là điểm khống chế cho quá trình xử lý tiếp theo, điều này sẽ dẫn đến sự sai lệch các kết quả cuối cùng.

Hình 1: Sơ đồ xử lý số liệu lưới độ cao cơ sở



Bảng 1: Giá trị đo chênh cao trong lưới

Số TT	Tên đoạn đo		Số trạm đo	Kết quả đo chênh cao (mm)			
				Chu kỳ 1	Chu kỳ 2	Chu kỳ 3	Chu kỳ 4
13	Rp2	Rp4	1	-868.86	-868.39	-868.05	-867.52
14	Rp4	Rp3	1	204.13	204.23	204.33	204.48
15	Rp3	Rp1	1	453.61	453.51	453.32	453.04
16	Rp1	Rp2	1	211.33	210.84	210.43	209.81
17	Rp2	Rp3	1	-664.51	-664.65	-663.75	-663.19

Phương án 1: Bình sai lưới tự do

Bảng 2: Đánh giá độ ổn định lưới độ cao cơ sở

	$\mu_1=0.25$		Tên điểm mốc lưới cơ sở							
	Chu kỳ 1		Rp1		Rp2		Rp3		Rp4	
Chu kỳ 2	S	0.10	S	-0.20	S	0.02	S	0.08		
$\mu_2=0.22$	m_s	0.18	m_s	0.14	m_s	0.13	m_s	0.17		
Đánh giá	ổn định		ổn định		ổn định		ổn định			
Chu kỳ 3	S	-0.06	S	-0.82	S	0.10	S	-0.04		
$\mu_3=0.24$	m_s	0.19	m_s	0.17	m_s	0.13	m_s	0.17		
Đánh giá	ổn định		không ổn định		ổn định		ổn định			
Chu kỳ 4	S	-0.12	S	-1.39	S	0.20	S	-0.07		
$\mu_4=0.24$	m_s	0.19	m_s	0.18	m_s	0.14	m_s	0.17		
Đánh giá	ổn định		không ổn định		ổn định		ổn định			

Phương án 2: Bình sai theo phương pháp TERNICOV

Bảng 3: Kết quả xử lý lưới khống chế

Số TT	Tên điểm	Chu kỳ 1		Chu kỳ 2		Chu kỳ 3		Chu kỳ 4	
		H (mm)	M_H (mm)	S (mm)	M_S (mm)	S (mm)	M_S (mm)	S (mm)	M_S (mm)
1	Rp1	7224.95	0.14	0.10	0.18	0.15	0.19	0.23	0.19
2	Rp2	7436.18	0.11	-0.20	0.14	-0.62	0.15	-1.05	0.15
3	Rp3	6771.45	0.10	0.02	0.13	0.31	0.14	0.55	0.14
4	Rp4	6567.42	0.13	0.08	0.17	0.16	0.17	0.27	0.18

Phương án 3: Bình sai theo phương pháp Costachel

Bảng 4: Kết quả xử lý lưới khống chế

Số TT	Tên điểm	Chu kỳ 1		Chu kỳ 2		Chu kỳ 3		Chu kỳ 4	
		H (mm)	M _H (mm)	S (mm)	M _S (mm)	S (mm)	M _S (mm)	S (mm)	M _S (mm)
1	Rp1	7224.95	0.14	0.08	0.22	0.00	0.14	0.00	0.14
2	Rp2	7436.18	0.11	-0.22	0.18	-0.77	0.22	-1.27	0.22
3	Rp3	6771.45	0.10	0.00	0.10	0.16	0.21	0.32	0.21
4	Rp4	6567.42	0.13	0.07	0.20	0.01	0.26	0.05	0.26

2-Trong phương pháp xử lý Costachel, chỉ lấy độ cao của một điểm mốc ổn định làm cơ sở khống chế. Những điểm khác, mặc dù có thể vẫn ổn định (ví dụ: điểm Rp3, Rp4 trong thực nghiệm) không được tham gia vào quá trình tính toán tiếp theo với vai trò là điểm gốc, việc bỏ qua lượng thông tin như vậy sẽ làm giảm độ tin cậy của phương pháp.

3-Phương pháp xử lý lưới khống chế theo phương pháp bình sai tự do phù hợp với suy luận logic và đáp ứng được các mục tiêu, nhiệm vụ đề ra đối với công tác xử lý số liệu quan trắc độ lún công trình.

III. Kết luận

- Việc phân tích độ ổn định của lưới khống chế cơ sở trong quan trắc độ lún công trình có thể được thực hiện một cách hiệu quả nhờ ứng dụng phương pháp bình sai lưới trắc địa tự do.

- Trong quá trình tính toán cần đề ra điều

Summary

ANALYSING THE STABILITY OF REFERENCE LEVELING NETWORK IN MONITORING SETTLEMENT OF CONSTRUCTIONS

Ass. Prof. Dr. Tran Khanh

MSc. Pham Dinh Duong

University of Mining and Geology

The paper presents a solution of using free adjustments method for analysing stability of reference leveling network that monitoring settlement of constructions. This processing method have more advantage than known methods. In the paper introduced formulas and calculation process for using this processing method in practice.○

kiện định vị phù hợp. Tiêu chuẩn đánh giá độ ổn định mốc khống chế được xác lập trên cơ sở phân tích độ chính xác lưới và đặc điểm kết cấu công trình.○

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Trần Khánh. *Bình sai lưới tự do và ứng dụng trong xử lý số liệu trắc địa công trình*. Tuyển tập các công trình khoa học - ĐH Mỏ Địa chất, tập XXI, 1996

[2]. Trần Khánh. *Phân tích độ ổn định lưới khống chế cơ sở trong quan trắc chuyển dịch ngang công trình*, báo cáo hội nghị khoa học lần 14, Đại học Mỏ Địa chất, Hà nội -1996

[3]. Trần Khánh. *Xác lập cơ sở lý luận cho việc ứng dụng phương pháp bình sai tự do để xử lý số liệu trắc địa công trình*. Tạp chí KHKT Mỏ Địa chất, số 16-2006.

[4]. D.X.Mikhelev và nnk (1977), *Công tác trắc địa trong nghiên cứu biến dạng công trình*. nxb Nedra, Moskva.○