

NGHIÊN CỨU THUẬT TOÁN HÀM MŨ XÁC ĐỊNH THÔNG SỐ DỊCH CHUYỂN ĐỨNG ĐẤT ĐÁ THẢI PHỤC VỤ QUY HOẠCH HOÀN THỔ BÃI THẢI, PHÁT TRIỂN TÀI NGUYÊN MÔI TRƯỜNG VÙNG KHAI THÁC BỀN VỮNG

TS. NGUYỄN BÁ DŨNG

Trường đại học TN và MT Hà Nội

ThS. ĐẶNG TUYẾT MINH

Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt:

Hoạt động khai thác vùng than Quảng Ninh đang gia tăng sản lượng chóng mặt, phá vỡ quy hoạch khai thác ngành than, huỷ hoại cảnh quan môi trường. Việc nghiên cứu các thuật toán xác định các thông số dịch chuyển và biến dạng bãi thải phục vụ công tác quy hoạch hoàn thổ đất đá thải đóng vai trò quan trọng. Trong bài báo này phân tích thuật toán hàm mũ mô tả dịch chuyển đất đá thải, xác định các thông số dịch chuyển đất đá đã được thực hiện ở bãi thải. Tuy nhiên, không chỉ có hàm mũ xấp xỉ mà còn nhiều hàm toán khác có thể mô tả, xác định dịch chuyển và biến dạng đất đá. Qua bài báo giới thiệu cùng nghiên cứu và so sánh để lựa chọn hàm toán tối ưu xác định các thông số dịch chuyển và biến dạng đất đá mỏ.

MỞ ĐẦU

Công Nghiệp khai thác mỏ tại Việt Nam đã ra đời và trải qua quá trình phát triển hơn 100 năm. Hiện nay Tập đoàn Công nghiệp Than và Khoáng sản Việt Nam (TKV) có 29 mỏ lộ thiên, 14 mỏ khai thác hầm lò và ba cụm sang tuyến trung tâm. Hàng năm xúc bốc đổ thải hàng 100 triệu m³ đất đá, thải ra môi trường khoảng 30 triệu m³ nước thải mỏ, đào hàng trăm km đường lò. Tại các khu vực khai thác than lộ thiên xảy ra các vụ sạt lở núi thải gây hậu quả rất nghiêm trọng về người và tài sản tại vùng khai thác. Nguyên nhân không gì khác hơn là do hệ thống bãi thải đều đổ thải theo phương pháp bãi thải cao, cao trình của các "núi thải" không được xử lý cắt tầng, che chắn và hoàn nguyên đúng quy trình kỹ thuật. (Xem hình 1)

1. Phân tích hàm mũ dự báo dịch chuyển đất đá mỏ theo số liệu quan trắc

Đã có nhiều tác giả đi sâu nghiên cứu và đề xuất các công thức mô tả quá trình và

quy luật dịch chuyển đất đá theo thời gian do ảnh hưởng của khai thác.

Quá trình dịch chuyển đất đá bãi thải được mô tả bằng hàm mũ xấp xỉ có dạng:

$$W_t = W_c (1 - e^{-ct}) \quad (1)$$

Trong đó:

W_t - giá trị dịch chuyển sau thời gian t ;

W_c - giá trị dịch chuyển toàn phần

C - hệ số thời gian phụ thuộc vào tính chất cơ lý đất đá bãi thải

Để xác định giá trị dịch chuyển toàn phần, cần phải tiến hành đo đạc quan trắc nhiều chu kỳ cho đến khi quá trình lún kết thúc. Tuy nhiên, giá trị dịch chuyển đứng (lún) toàn phần có thể được xác định thông qua hàm dự báo dịch chuyển đứng bãi thải (3.11) từ kết quả đo đạc một số chu kỳ. Khi tiến hành đo n chu kỳ quan trắc ($n > 2$), giá trị W_{co} , C_0 sẽ được xác định gần đúng, và các thông số W_c , C được xác định theo phương pháp số bình phương nhỏ nhất:

Hình 1: Toàn cảnh bãi thải Nam Đèo Nai và các khu vực dân cư lân cận



$$[VV] = \min$$

$$V_i = a_i \cdot d_c + b_i \cdot dw_c + l_i \quad (5)$$

Tiến hành khai triển hàm số (1) thành chuỗi và giữ lại đến số hạng bậc nhất ta có:

Hay ma trận hệ phương trình số hiệu chỉnh có dạng

$$W_{ii} = (W_{ti})_0 + \left(\frac{W_{ti}}{\delta_c} \right) \Delta_c + \left(\frac{W_{ti}}{\delta_{wc}} \right) \Delta_{wc} \quad (2)$$

$$V = A \cdot X + L$$

Trong đó $\Delta W_c = W_c - W_{c0}$
 $(W_t) = W_c (1 - e^{-c_0 \cdot t})$

Trong đó

$$V = \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_i \\ \dots \\ V_n \end{bmatrix} \quad A = \begin{bmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \\ a_i & b_i \\ \dots & \dots \\ a_n & b_n \end{bmatrix}$$

C_0 giá trị gần đúng của tham số phụ thuộc vào tính chất cơ lý đất đá bãi thải.

W_{c0} giá trị gần đúng của tham số lún toàn phần.

Sau khi triển khai và đặt

$$a_i = \left(\frac{W_{ti}}{\delta_c} \right) = W_{c_0} \cdot t_i \cdot e^{-c_0 \cdot t_i} \quad (3)$$

$$b_i = \left(\frac{W_{ti}}{\delta_{wc}} \right) = 1 - e^{-c_0 \cdot t_i} \quad (4)$$

$$v_i = W_{ti} - W'_{ti} \quad l_i = (W_{ti})_0 - W'_{ti}$$

W'_{ti} là giá trị dịch chuyển đúng đo được qua các chu kỳ quan trắc

Lập hệ phương trình số hiệu chỉnh có dạng

Từ hệ phương trình số hiệu chỉnh ta lập hệ phương trình chuẩn có dạng

$$[aa] d_c + [ab] dw_c + [al] = 0$$

$$[ba] d_c + [bb] dw_c + [bl] = 0$$

Hay hệ phương trình chuẩn dạng ma trận

$$N.X + M = 0$$

Trong đó $N = A^T . A$

$$X = \begin{pmatrix} d_c \\ d_{wc} \end{pmatrix}$$

$$M = A^T . L$$

Giải hệ phương trình chuẩn ta có

$$X = -N^{-1} . M = \begin{pmatrix} d_c \\ d_{wc} \end{pmatrix}$$

Từ đó ta xác định được giá trị dịch chuyển toàn phần của đất đá thải và tham số thời gian phụ thuộc vào tính chất cơ lý của đất đá là:

$$W_c = W_{c0} + dW_c$$

$$C = C_0 + d_c$$

Ta xác định được hệ số phương trình (5) và tính sai số trung phương trọng số đơn vị theo công thức

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[VV]}{(n-2)}}$$

(n là số chu kỳ đo)

Sai số trung phương của các ẩn số cho ta độ chính xác các tham số dịch chuyển toàn phần W_c và tham số thời gian do ảnh hưởng của tính chất cơ lý đất đá là:

$$m_{W_c} = \mu \sqrt{Q_{11}} \quad m_c = \mu \sqrt{Q_{22}}$$

trong đó Q_{11} , Q_{22} là phần tử đường chéo của ma trận nghịch đảo hệ phương trình chuẩn (6).

Sau khi xác định được các tham số dịch chuyển toàn phần W_c và C tham số thời gian do ảnh hưởng của tính chất cơ lý đất đá, chúng ta dự báo lún ở thời điểm cần xác định nào đó là

$t_c = t_n + \Delta t$ (trong đó t_n là giá trị thời gian ở chu kỳ quan trắc cuối cùng). Và giá trị lún tại

(6) thời điểm này được xác định theo công thức:

$$W_{t_k} = W_c (1 - e^{-c.t_k}) \quad (7)$$

Để đánh giá độ chính xác của dự báo dịch chuyển biến dạng ta tiến hành lập hàm trọng số để đánh giá độ chính xác:

$$f_{wc} = W_{c0} . t_k . e^{-c_0 . t_k}$$

$$f_c = 1 - e^{-c_0 . t_k}$$

Sai số trung phương của dự báo sẽ được tính theo công thức:

$$MW_{t_k} = \mu \sqrt{F^T . Q_F} \quad (8)$$

Trong đó Q là ma trận nghịch đảo của ma trận hệ phương trình chuẩn (6).

Theo lý thuyết giá trị lún cực đại chỉ đạt được khi tham số thời gian $t = \infty$, tuy nhiên trong thực tế người ta coi thời gian tắt lún là thời gian độ dịch chuyển thực tế đạt khoảng 95% giá trị dịch chuyển tới hạn (ký hiệu là T_c).

Ta có phương trình xác định thời gian dịch chuyển

$$(W_{tc}) = W_c (1 - e^{-c.t_c})$$

$$0.95 W_c = W_c (1 - e^{-c.t_c})$$

$$e^{-c.t_c} = 1 - 0.95 = 0.05$$

Xác định được:

$$T_c = \ln(0.05)/(-c) = -2.9957/(-c)$$

2. Kết quả xác định dịch chuyển đất đá thải theo số liệu quan trắc

Trên cơ sở phân tích hàm số mũ mô tả dịch chuyển biến dạng đất đá thải, tiến hành đánh giá xác định giá trị dịch chuyển cho các điểm quan trắc trên bãi thải Nam Đèo Nai. Các điểm quan trắc được bố trí trên các tầng của bãi thải Nam Đèo Nai, tiến hành xác định hàm dịch chuyển cho 1 điểm trên bãi thải. Tính chất cơ lý đất đá tại bãi thải Nam Đèo Nai được nêu trong bảng 1.

Ta có kết quả quan trắc dịch chuyển đất đá tại bãi thải tại điểm 12 trên tầng 220 m bãi thải Nam Đèo Nai, được đo 4 chu kỳ, thời gian 1 chu kỳ quan trắc là 5 tháng được nêu trong bảng 2.

Chọn các giá trị gần đúng

$$W_{C_0} = - 2.82$$

$$C_0 = 0.2$$

Hệ số các phương trình số hiệu chỉnh được nêu trong bảng 3

Lập và giải hệ phương trình chuẩn ta có

$$dW_c = - 0.024$$

$$d_c = - 0.028$$

Ta xác định được các giá trị dịch chuyển toàn phần của điểm quan trắc (điểm 12 trên bãi thải) là:

$$W_c = W_{C_0} + dW_c = - 0.282 - 0.024 = - 0.306$$

$$c = c_0 + d_c = 0.2 - 0.028 = 0.172$$

Ta xác định được phương trình hàm mũ xác định dịch chuyển đứng tại điểm 12 là:

$$W_t = - 0.306 (1 - e^{-0.172t}) \quad (9)$$

Thời gian xác định đất đá ngừng dịch chuyển là tại điểm 12 là:

$$t_c = \ln(0.05)/(-c) = - 2.9957/(-c) = 17.4 \text{ tháng}$$

Dự báo giá trị dịch chuyển đứng tại thời điểm $t_i = 16$ tháng thay vào công thức (9) ta có:

$$W_t = - 0.286 \text{ m}$$

Độ chính xác dự báo:

$$m_{W_{t16}} = \pm 0.003 \text{ m}$$

3. Kết luận

Qua nghiên cứu khảo sát hàm mũ xác định dịch chuyển đứng đất đá cho thấy:

- Hàm mũ dự báo được giá trị và thời gian dịch chuyển đứng đất đá trên bề mặt bãi

Bảng 1: Một số tính chất cơ lý đất đá bãi thải Nam Đèo Nai

Độ rỗng η [%]	Tỷ trọng γ [t/m^3]	Tỷ trọng bão hoà γ [t/m^3]	Lực dính kết C [t/m^2]	Góc ma sát trong φ [°]
21	2.05	2.26	2.0	30

Bảng 2: Số liệu quan trắc tại điểm 12 bãi thải Nam Đèo Nai

Chu kỳ quan trắc	Thời gian T_i (tháng)	Độ lún (m)	Ghi chú
0	0	0	
1	5	- 0.178	
2	10	- 0.259	
3	15	- 0.282	

Bảng 3: Bảng tính hệ số các phương trình số hiệu chỉnh

t_i	ΔW_{t_i}	a_i	b_i	l_i
5	- 0.178	- 0.519	0.632	0
10	- 0.259	- 0.380	0.865	0.015
15	- 0.282	- 0.207	0.9511	0.014

thải. Thông qua các thông số này xác định được phương trình dịch chuyển cho từng điểm quan trắc, trên cơ sở đó xác định được các thông số dịch chuyển cho toàn bãi thải, làm cơ sở xây dựng và thiết kế các chương trình phần mềm để có thể dự báo nhanh và chính xác dịch chuyển và biến dạng đất đá thải trên hệ thống bãi thải.

- Dựa trên kết quả đo quan trắc các điểm dịch chuyển là cơ sở xác định dịch chuyển toàn phần, dự báo thời gian ngừng dịch chuyển và thiết lập hàm dự báo lún cho từng điểm quan trắc biến dạng cũng như hệ thống điểm quan trắc trên toàn bãi thải, cho phép xác định bình đồ lún trên toàn bãi thải, các dữ liệu này là cơ sở quan trọng giúp cho các nhà hoạch định chiến lược phát triển đề ra các phương án qui hoạch hoàn thổ và phục hồi chức năng kinh tế của bãi thải theo từng hướng khác nhau một cách phù hợp.

4. Kiến nghị

Hàm mũ xấp xỉ cho phép chúng ta phân tích và dự báo giá trị dịch chuyển và biến dạng đất đá thải. Tuy nhiên, ngoài hàm mũ xấp xỉ mô tả dịch chuyển và biến dạng đất đá thải thì còn nhiều hàm toán khác có thể mô tả được dịch chuyển và biến dạng đất đá thải. Qua bài báo này chúng tôi cũng mong muốn có nhiều tác giả cùng nghiên cứu phân tích các thuật toán để có thể xác định dịch chuyển và biến dạng tối ưu hơn, qua đó cùng trao đổi nghiên cứu để đưa ra các phương án xây dựng thuật toán xác định

dịch chuyển biến dạng đất đá thải tối ưu, phục vụ công tác quy hoạch hoàn thổ đất mỏ, phục hồi phát triển tài nguyên môi trường vùng khai thác bền vững. ○

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Võ Chí Mỹ, 1989. Xác định qui luật dịch chuyển và biến dạng bãi thải làm cơ sở cho qui hoạch và xử lý phục hồi chức năng kinh tế. Tuyển tập các công trình khoa học Mỏ - Địa Chất tập XIV, Hà Nội.

[2]. Võ Chí Mỹ, 1992. Khảo sát các biến động môi trường do ảnh hưởng của quá trình khai thác mỏ, Tạp chí công nghiệp mỏ, Hà Nội.

[3]. Võ Chí Mỹ, 1993. Quá trình dịch chuyển đất đá và biến dạng bãi thải. Tuyển tập công trình khoa học Hội nghị cơ học toàn quốc, Hà Nội.

[4]. Hoàng Kim Vĩnh, 1993. Thiết kế đập chắn bùn thí nghiệm bãi thải thủy lực động tụ Nam Cọc Sáu, Quảng Ninh.

[5]. Tổng Công Ty Than Việt Nam, 2004. Báo cáo nghiên cứu khả thi cải tạo môi trường cảnh quan khu vực bãi thải Nam Đèo Nai, Hà Nội.

[6]. Đặng Nam Chinh, 1997. Giáo trình quan trắc dịch chuyển mặt đất, Hà Nội

[7]. Kiều Kim Trúc, 1996. Luận án PTS khoa học kỹ thuật, Nghiên cứu sự biến dạng bờ mỏ và các biện pháp điều khiển hợp lý, Hà Nội. ○