

XÂY DỰNG HÀM DỰ BÁO LÚN BỀ MẶT DO KHAI THÁC VỈA ĐỐC TẠI MỎ THAN THỐNG NHẤT

ThS. NGUYỄN QUỐC LONG
 Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Khai thác mỏ hầm lò gây ra sụt lún và biến dạng bề mặt, tác hại xấu tới các công trình trên bề mặt mỏ. Bởi vậy từ lâu các nhà trắc địa mỏ đã quan tâm xây dựng các hàm dự báo để đánh giá tác động của khai thác dưới cũng như để điều chỉnh các phương pháp khai thác nhằm giảm thiểu tác động của quá trình khai thác lên các đối tượng tự nhiên và nhân tạo.

Ảnh hưởng của khai thác vỉa dốc và vỉa bằng lên bề mặt có những khác biệt đòi hỏi phải có phương pháp dự báo riêng thích hợp. Trên thế giới đã có một số phương pháp dự báo lún bề mặt do khai thác vỉa dốc. Mặt khác mỗi hàm dự báo được xây dựng nhìn chung đều dựa trên những điều kiện địa chất-mỏ và số liệu quan trắc lún nhất định và chủ yếu thích ứng với thực tiễn đo. Trong khi đó ở VN các vỉa khai thác đều dốc nhưng lại chưa có phương pháp dự báo lún bề mặt nào được đề xuất. Khoảng trống ấy đòi hỏi phải được lấp đầy dần bằng những nỗ lực nghiên cứu.

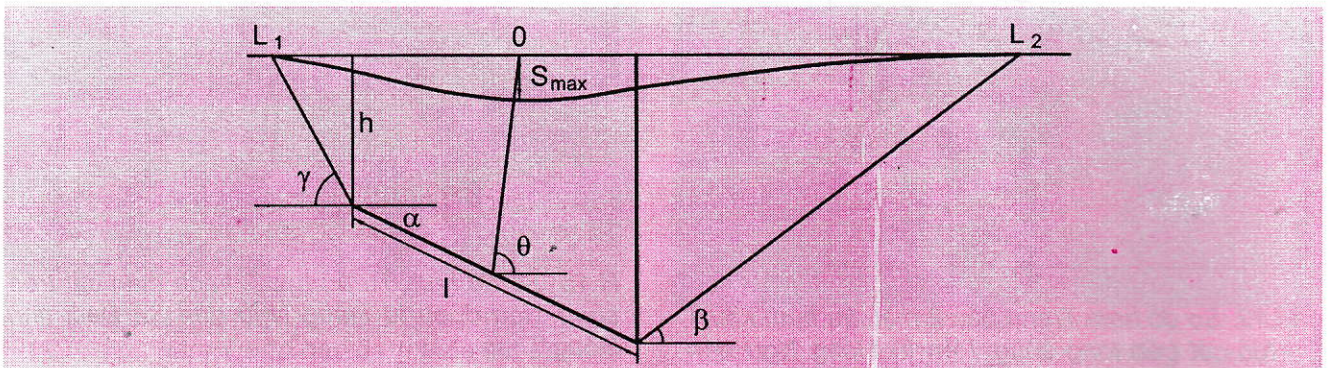
1. Cơ sở xây dựng hàm dự báo lún do khai thác vỉa nghiêng theo số liệu quan trắc

Các khảo sát thực địa cũng như nghiên cứu trên mô hình đã chỉ ra khác nhau cơ bản của hình dáng mặt cắt bồn lún trong trường hợp khai thác vỉa bằng và vỉa dốc là ở tính đối xứng. Trường hợp khai thác vỉa bằng thì bồn lún hình thành trên mặt đất có tính đối xứng rõ rệt qua trục đứng đi qua

điểm trung tâm ruộng khấu. Tính đối xứng sẽ không còn khi khai thác vỉa dốc [5], [6]. Tính bất đối xứng của đường cong mặt cắt bồn lún cần được tính đến khi xây dựng phương pháp dự báo lún do khai thác vỉa dốc. Một giải pháp đã được đề xuất là mỗi nửa mặt cắt của bồn lún (phía xuôi dốc và phía ngược dốc) được biểu diễn bằng một hàm mặt cắt riêng biệt, hai hàm này được kết hợp lại với nhau thành 1 hàm thống nhất dự báo đường cong lún qua mặt cắt chính theo phương trình (1). Các tham số của phương trình (1) được thể hiện trên hình H.1 [3]:

$$\eta(s) = \eta_{\max} \cdot \left[c \cdot e^{-f \left(\frac{-s}{L_1} \right)^g} + d \cdot e^{-p \left(\frac{s}{L_2} \right)^q} \right] \quad (1)$$

Trong đó: $\eta(s)$ - Giá trị độ lún cần xác định tại điểm xét; η_{\max} - Độ lún cực đại của bồn dịch chuyển; s - Khoảng cách từ điểm có độ lún cực đại tới điểm cần dự báo, s mang giá trị âm tại các điểm ở phía ngược dốc và dương đối với các điểm ở phía xuôi dốc của bồn; L_1 và L_2 - Lần lượt là kích thước bán bồn dịch chuyển theo hướng ngược và xuôi dốc; h - Độ sâu khai thác ở ranh giới trên của lò chợ; l - Kích thước của lò chợ; β - Góc dịch chuyển theo hướng xuôi dốc; γ - Góc dịch chuyển theo hướng ngược dốc; θ - Góc lún cực đại của bồn lún; c và d - Các hệ số điều kiện; f, g, p, q - Các tham số của hàm mặt cắt thu được từ dữ liệu đo đạc thực địa.



H.1. Các tham số của h đảm bảo vỉa dốc [3]

Ngoài các tham số được xác định từ thực địa như góc dốc của vỉa α , độ dày vỉa m , các góc dịch chuyển theo hướng ngược dốc γ và xuôi dốc β , góc lún cực đại θ , độ lún cực đại tương đối a (hệ số lún), độ sâu khai thác tại ranh giới trên lò chợ h , thì các tham số khác được tính như sau:

❖ Độ lún cực đại toàn phần [4], [5], [6]:

$$\eta_{max} = a.m.\cos\alpha.N \quad (2)$$

❖ Bán kính bồn dịch chuyển:

$$R_1 = h.\cotan(\gamma)+0,5.l.\cos(\alpha)+ (h+0,5.l.\sin(\alpha))\cotan(\theta); \quad (3)$$

$$R_2 = 0,5.l.\cos(\alpha)-(h+0,5.l.\sin(\alpha))\cotan(\theta)+ (h+l.\sin(\alpha)\cotan(\beta)). \quad (4)$$

❖ Các hệ số điều kiện [3]:

$$\begin{cases} c = 1, d = 0 & (x < 0) \\ c = 0, d = 1 & (x > 0) \\ c = 0.5, d = 0.5 & (x = 0) \end{cases} \quad (5)$$

Để xác định được hàm dự báo thì cần xác định giá trị các tham số f, g, p, q của phương trình (1). Nếu ký hiệu $\eta_{(s_i)}$ là giá trị độ lún của điểm i tương ứng với khoảng cách s , $\eta^{do}_{(s_i)}$ là giá trị lún đo từ thực tế và $V_{(s_i)}$ là trị hiệu chỉnh độ lún tại điểm xét, ta có mối quan hệ sau:

$$\eta_{(s_i)} = \eta^{do}_{(s_i)} + V_{(s_i)} \quad (6)$$

Các ẩn số f, g, p, q được xác định theo nguyên lý số bình phương nhỏ nhất $[V_{(s_i)} V_{(s_i)}]=min$.

Tiếp theo ta ký hiệu

$$\begin{cases} f = f^0 + \delta f \\ g = g^0 + \delta g \\ p = p^0 + \delta p \\ q = q^0 + \delta q \end{cases} \quad (7)$$

Với f^0, g^0, p^0, q^0 là các trị gần đúng và $\delta f, \delta g, \delta p, \delta q$ số hiệu chỉnh tương ứng.

Kết hợp với biểu thức (7) thì phương trình số hiệu chỉnh (6) có thể viết dưới dạng:

$$V_{(s_i)} = \eta_{(s_i)}(f^0 + \delta f, g^0 + \delta g, p^0 + \delta p, q^0 + \delta q) - \eta^{do}_{(s_i)} \quad (8)$$

Bởi vì (1) là hàm phi tuyến nên cần biến đổi về dạng tuyến tính theo các tham số $\delta f, \delta g, \delta p, \delta q$ bằng cách khai triển theo chuỗi Taylor và chỉ giữ lại các số hạng bậc nhất. Sau khi khai triển ta có phương trình dạng tuyến tính (9):

$$V_{(s_i)} = \left(\frac{\partial \eta_{(s_i)}}{\partial f}\right)_0 \delta f + \left(\frac{\partial \eta_{(s_i)}}{\partial g}\right)_0 \delta g + \left(\frac{\partial \eta_{(s_i)}}{\partial p}\right)_0 \delta p + \left(\frac{\partial \eta_{(s_i)}}{\partial q}\right)_0 \delta q + \ell_i \quad (9)$$

Với ℓ_i là số hạng tự do:

$$\ell_i = \eta_{(s_i)}(f^0, g^0, p^0, q^0) - \eta^{do}_{(s_i)}$$

Ký hiệu $\left(\frac{\partial \eta_{(s_i)}}{\partial f}\right)_0 = a_{i1}$,

$\left(\frac{\partial \eta_{(s_i)}}{\partial g}\right)_0 = a_{i2}$, $\left(\frac{\partial \eta_{(s_i)}}{\partial p}\right)_0 = a_{i3}$ và $\left(\frac{\partial \eta_{(s_i)}}{\partial q}\right)_0 = a_{i4}$ là

các hệ số, với i là số trị đo lún, lúc đó phương trình (9) được viết dưới dạng ma trận tổng quát:

$$V=A.X+L \quad (10)$$

Trong đó A là ma trận hệ số, V là véc tơ số hiệu chỉnh, L là véc tơ số hạng tự do, X là véc tơ ẩn số:

$$A = \begin{bmatrix} a_{1.1} & a_{1.2} & a_{1.3} & a_{1.4} \\ a_{2.1} & a_{2.2} & a_{2.3} & a_{2.4} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n.1} & a_{n.2} & a_{n.3} & a_{n.4} \end{bmatrix};$$

$$V = \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \dots \\ V_n \end{bmatrix}; L = \begin{bmatrix} \ell_1 \\ \ell_2 \\ \dots \\ \ell_n \end{bmatrix}; X = \begin{bmatrix} \delta f \\ \delta g \\ \delta p \\ \delta q \end{bmatrix}$$

Từ các phương trình số hiệu chỉnh (10) và điều kiện $[V_{(s_i)} V_{(s_i)}]=min$, ta lập được hệ phương trình chuẩn:

$$(A^T A)X + (A^T L)=0. \quad (11)$$

Từ (11) ta giải nghiệm là véc tơ số hiệu chỉnh của ẩn số cần xác định

$$X = - (A^T A)^{-1} A^T L \quad (12)$$

Giá trị các tham số f, g, p, q cần tìm được tính theo (7).

2. Giới thiệu về số liệu quan trắc và các tham số đầu vào của hàm dự báo

Mỏ Thống Nhất thuộc bể than Quảng Ninh khai thác than bằng phương pháp hàm lò. Các vỉa than đều dốc. Trạm quan trắc trên bề mặt mỏ Thống Nhất bao gồm 5 tuyến, tuyến A, B, C theo phương và tuyến P, T theo dốc. Mỗi tuyến có từ 20÷40 điểm mốc công tác, khoảng cách giữa các mốc trung bình 15÷30 m. Mỗi tuyến được quan trắc trong 11 chu kỳ, mỗi chu kỳ cách nhau 3 tháng. Trong quá trình quan trắc thì nhiều mốc bị mất, tuy nhiên trong báo cáo [2] không nói rõ đó là những mốc nào. Các mốc này đã được nội suy theo các điểm lân cận và chính nó ở chu kỳ trước.

Trong các bài toán xây dựng mặt cắt bồn lún thì ta chỉ quan tâm tới đường cong lún cực đại, vì vậy khi xây dựng mô hình lún tác giả sử dụng số liệu quan trắc chu kỳ đầu và chu kỳ cuối của tuyến C, toàn tuyến bao gồm 24 điểm mốc công tác (quan trắc), độ lún cực đại quan trắc trên thực địa là 1.386 m. Các thông số đầu vào của hàm dự báo (1) bao gồm các thông số địa chất-khai thác của vỉa than được thể hiện trên Bảng 1 [2].

3. Xác định tham số hàm dự báo lún bề mặt theo hướng dốc vỉa khai thác

Dựa trên cơ sở lý thuyết đã trình bày ở trên tác giả đã xây dựng phần mềm tính các tham số f, g, p, q của hàm dự báo (1) với dữ liệu đầu vào là giá trị các thông số địa chất mỏ (Bảng 1), độ lún tại 24 điểm và khoảng cách từ các điểm này tới vị trí lún cực đại trên mặt cắt tuyến C là tuyến quan trắc theo hướng dốc vỉa khai thác. Giá trị bốn tham số tính được từ tập dữ liệu quan trắc được giới thiệu trong Bảng 2.

Bảng 1. Các tham số địa chất-khai thác

Thông số địa chất-khai thác				
Góc dịch động, độ	α	β	γ	θ
	22	60	83	72
Các tham số khác, m	m	l	h	a
	2	328	140	0,75

Bảng 2. Các tham số hàm dự báo lún

Tham số			
f	g	p	q
6,30	2,64	4,36	1,72

Bảng 3. So sánh độ lệch giữa độ lún thực tế và dự báo

Tên điểm	Khoảng cách	Độ lún thực tế	Độ lún dự báo	Độ lệch
C1	-268	0,000	-0,002	0,002
a2	-204	-0,120	-0,059	-0,060
P3	-190	-0,175	-0,103	-0,071
P4	-171	-0,230	-0,199	-0,030
P5	-154	-0,307	-0,325	0,019
P6	-141	-0,350	-0,445	0,095
P7	-123	-0,585	-0,637	0,051
P8	-106	-0,875	-0,829	-0,047
P9	-90	-1,046	-1,000	-0,047
P10	-69	-1,206	-1,186	-0,020
P11	-51	-1,365	-1,295	-0,067
P12	-40	-1,239	-1,339	0,104
P13	-14	-1,311	-1,383	0,077
P14	0	-1,386	-1,319	0,005
P15	9	-1,264	-1,348	0,088
P16	32	-1,116	-1,064	-0,052
P17	49	-0,923	-0,787	-0,137
P18	60	-0,429	-0,615	0,185
P19	75	-0,378	-0,413	0,035
P20	93	-0,311	-0,234	-0,077
P21	108	-0,100	-0,136	0,036
P22	123	-0,155	-0,074	-0,080
P23	142	-0,035	-0,031	-0,003
P24	156	0,000	-0,016	0,016

Thay giá trị của các tham số này vào phương trình (1) ta có được hàm dự báo lún bề mặt mỏ Thống Nhất do khai thác vỉa dốc phía dưới dạng mũ (1), cụ thể:

$$\eta(s) = \eta_{\max} \cdot \left[c \cdot e^{-6.30 \left(\frac{-s}{L_1}\right)^{2.64}} + d \cdot e^{-4.36 \left(\frac{s}{L_2}\right)^{1.72}} \right] \quad (13)$$

Dựa vào các quan hệ từ (2) đến (4) và khoảng cách s của từng điểm, hàm (12) cho phép xác định được độ lún của các điểm, cả điểm quan trắc lẫn điểm cần dự báo trên mặt cắt theo hướng dốc của vỉa.

Độ lún tại vị trí các điểm quan trắc được xác định từ mô hình (13), sau đó so sánh chúng với dữ liệu đo thực tế tương ứng, kết quả giới thiệu ở Bảng 3.

Giá trị độ lệch nhỏ nhất là 0,002 m tại điểm P1, độ lệch lớn nhất là -0,185 m tại điểm P18 (xấp xỉ 13 % độ lún lớn nhất). Tổng cộng có tất cả 3 điểm có độ lệch lớn hơn $\pm 0,100$ m và 21 điểm có độ lệch nhỏ hơn $\pm 0,100$ m.

Trên biểu đồ dễ dàng nhận thấy các điểm có độ lệch lớn hơn $\pm 0,100$ m có quy luật lún bất thường, không tương đồng với các điểm lân cận, nhiều khả năng mốc của những điểm này đã mất và quá trình hồi phục lại các mốc này không đạt độ chính xác.

Độ trùng khớp đường cong lún dự báo và đường cong lún thực tế được đánh giá thông qua trị số RMS.

Với kết quả độ lệch mô hình rất nhỏ, cỡ 7,4 cm (tương đương 6 % độ lún cực đại), có thể cho phép đánh giá mô hình dự báo (13) có tính phù hợp cao với kết quả quan trắc.

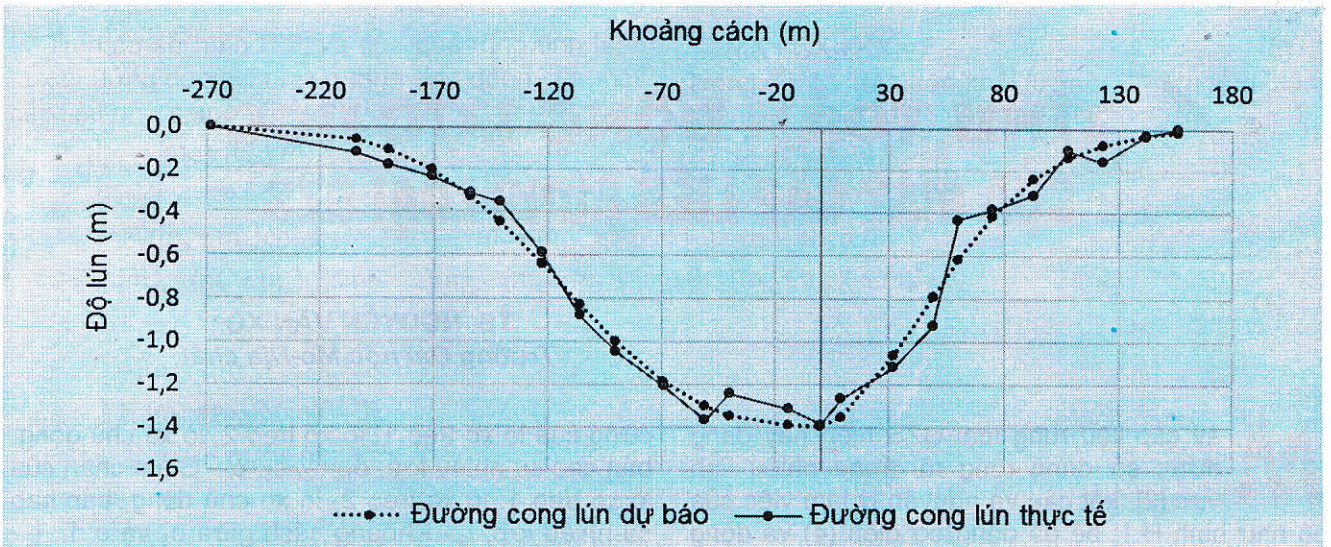
Biểu đồ so sánh đường cong độ lún thực tế và đường cong độ lún dự báo theo mô hình (13) được thể hiện trên hình H.2.

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\eta_{s_i} - \eta_{s_i}^{do})^2} = 0.074 \text{ (m)}$$

Trong đó: η_{s_i} và $\eta_{s_i}^{do}$ - Tương ứng là giá trị lún dự báo và giá trị độ lún quan trắc thực tế tại điểm thứ i.

3. Kết luận

Quá trình nghiên cứu vận dụng phương pháp dự báo hàm mặt cắt lún bề mặt do khai thác vỉa dốc theo đề xuất của Asadi để xây dựng hàm dự báo lún bề mặt mỏ Thống Nhất cho thấy đây là hướng triển khai nghiên cứu đúng, bảo đảm tính chặt chẽ của lý thuyết, dễ thực hiện và nhất là thích ứng với điều kiện dữ liệu quan trắc lún tại bể than Quảng Ninh.



H.2. Biểu đồ so sánh đường cong lún dự báo và thực tế trên tuyến C

Hàm dự báo lún bề mặt (12) do khai thác vỉa dốc tại mỏ Thống nhất cho phép dự báo lún tại các điểm mặt cắt chính theo hướng khai thác một cách nhanh chóng, dễ dàng với độ phù hợp thỏa đáng, có thể ứng dụng vào thực tế. Tuy nhiên cần những nỗ lực tiếp theo, một mặt để giải thích thấu đáo những độ lệch dị thường và để nâng cao hơn nữa độ chính xác dự báo lún bề mặt, mặt khác sử dụng tối đa số mặt cắt đã quan trắc tại mỏ Thống Nhất cũng như tại các mỏ hầm lò khác trong bể than Quảng Ninh để mở rộng phạm vi vùng dự báo. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Đình Bé, Vương Trọng Kha. Dịch chuyển và biến dạng đất đá trong khai thác mỏ. NXB Giao thông Vận tải. 2000.
2. Kiều Kim Trúc. Xác định các thông số dịch chuyển mặt đất khu Lộ Trí mỏ Thống Nhất, và hiệu chỉnh trụ bảo vệ đường ô tô lên mỏ than Đèo Nai. Báo cáo đề tài cấp Bộ. Viện nghiên cứu khoa học kỹ thuật mỏ. Hà Nội. 1991.
3. Asadi A., K. Shahriar, K. Goshtasbi, and K. Najm. Development of a new mathematical model for prediction of surface subsidence due to inclined coal-seam mining. 2005.
4. Gren Karol, Edward Popielek. Wplyw eksploatacji gorniczej na powierzchnie i gorotworu. Wydawnictwo AGH. 1990.
5. Kratzsch Helmut. Mining Subsidence Engineering. Springer-Verlach Berlin Heidelberg Neew York. 1983.
6. Whittaker Barry N., david J. Reddish. Subsidence: Occurrence, Prediction and Control. Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York-Tokio. 1989.

Người biên tập: Võ Trọng Hùng

SUMMARY

This paper presents the methodology of building the surface subsidence prediction function due to underground mining and the method of determining the parameters of this profile function. Based on the prediction function proposed by Asadi and subsidence monitoring data at Thống Nhất coal mine, the author has built a prediction function and evaluating the accuracy of prediction results with observation data. The results show that the proposed function matching the actual monitoring data.

CÁC YẾU TỐ TÁC ĐỘNG...

(Tiếp theo trang 17)

5. Prokopov S.G. Giải pháp mới trong thiết kế cốt giằng đứng; Novotrerkas-2005.

Người biên tập: Đào Đức Tạo

SUMMARY

The shaft set is one of the important parts of mine vertical shaft and hoist system. The article analyses the effected factors to the it's operating abilily, as well as introduces the method calculation of elongation of the set's guides and beams on relation with temperature change.