

ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC ĐO CAO LƯỢNG GIÁC TRONG HẦM LÒ BẰNG THIẾT BỊ LASER

ThS. VÕ NGỌC DŨNG
Trường Đại học Mỏ-Địa chất

Do đặc thù cấu tạo địa chất, các vỉa than tại vùng mỏ Quảng Ninh thường có độ dốc lớn. Phương pháp đo cao lượng giác đã thể hiện nhiều ưu điểm trong các đường lò dốc. Khai thác khả năng ứng dụng máy toàn đạc điện tử có tích hợp chương trình đo laser cho công tác đo cao lượng giác trong mỏ hầm lò Việt Nam là định hướng của nghiên cứu này.

Gần đây, các loại máy toàn đạc điện tử của các hãng sản xuất máy trắc địa như Leica, Topcon, Trimble... đều có tích hợp chương trình đo laser. Với khả năng đồng thời đo góc và cạnh và sự hỗ trợ của các phần mềm tiện ích các máy toàn đạc điện tử thế hệ mới là công cụ hiệu quả cho công tác đo cao lượng giác trong hầm lò. Tùy thuộc vào nội dung, độ chính xác yêu cầu và điều kiện cụ thể trong hầm lò để sử dụng các thiết bị laser phù hợp với các chế độ đo có gương, không gương hoặc

các giải pháp tám phản xạ cải tiến gọn nhẹ phù hợp với điều kiện hầm lò.

1. Độ chính xác đo cao lượng giác khi sử dụng chế độ đo laser

❖ Mô hình thực nghiệm

Máy toàn đạc điện tử TC-02 đặt tại điểm 100, lần lượt đặt mia tại các điểm đã chọn, tiến hành đo cao lượng giác sử dụng laser đọc số trên mia. Độ chênh cao tính bằng công thức:

$$\Delta H_{i-100} = (i_{100} + dtgv - l) \quad (1)$$

Trong đó: ΔH_{i-100} - Hiệu độ cao giữa các điểm và điểm 100; i_{100} - Độ cao máy; d - Khoảng cách nằm ngang (chiều dài bằng); v_i - Góc đứng; l - Chiều cao tia ngắm.

Độ chênh cao đo được và giá trị chênh cao trung bình được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả tính độ chênh cao

i-j	$\Delta H_{i,j}$ đối với v_1 [mm]	$\Delta H_{i,j}$ đối với v_2 [mm]	$\Delta H_{i,j}$ đối với v_3 [mm]	$\Delta H_{i,j}$ đối với v_4 [mm]	$\Delta H_{i,j}$ đối với v_5 [mm]	ΔH_{TB} [mm]	[vv]
100-10	3	5	4	5	5	4,4	3,2
100-11	3	2	2	3	4	2,8	2,8
100-12	5	6	6	6	7	6,0	2,0
100-13	1	3	1	2	1	1,6	3,2
100-14	-4	-2	-3	-4	-3	-3,2	2,8
100-15	2	5	3	4	5	3,8	6,8
100-16	4	6	4	6	8	5,6	11,2
100-17	-2	2	0	0	2	0,4	11,2
100-18	0	2	0	0	2	0,8	4,8
100-19	7	9	10	10	11	9,4	9,2
100-20	14	14	10	12	15	13	16,0

Các điểm của đường chuyển độ cao thực nghiệm được đo bằng đo thủy chuẩn hình học. Hiệu độ chênh cao giữa kết quả đo cao lượng giác bằng máy TC-02 và đo cao hình học thể hiện ở bảng 2. Độ chính xác đo cao được xác định bằng công thức:

$$m_{\Delta H} = \pm \sqrt{\frac{\sum \delta \Delta H^2}{2n}} \quad (1)$$

Trong đó: $m_{\Delta H}$ - Sai số trung phương hiệu độ cao; $\delta \Delta H$ - Hiệu chênh cao giữa đo cao hình học và đo cao lượng giác; n - Số lần đo.

Từ các kết quả đo đạc, tính được giá trị $m_{\Delta H} \pm 2 \text{ mm}$.

Tiến hành thực nghiệm để xác định độ chính xác đo cao lượng giác trong hầm lò bằng máy TC-02 trong các trường hợp dùng gương và dùng bảng ngắm.

Quá trình đo được tiến hành vừa đo vào gương vừa đo vào bảng ngắm. Kết quả thể hiện ở Bảng 3.

Tại từng điểm, vừa đo góc đứng v_i , vừa đo khoảng cách d_i , độ chênh cao sẽ được tính theo công thức.

$$\Delta H_{-100} = (h_m + d_{i-100} \cdot \text{ctg} v_i - h_i). \quad (2)$$

Trong đó: h_m - Chiều cao máy; d_i - Chiều dài bằng (giữa điểm i và điểm 100); v_i - Góc đứng; h_i - Chiều cao tia ngắm.

Bảng 2. So sánh kết quả đo cao lượng giác và đo cao hình học

Cạnh 100-i	Chiều dài D [m]	ΔH_{TB} [mm]	ΔH_{HH} [mm]	$\delta_{\Delta H}$ [mm]
100-10	3,445	4,4	4	0,4
100-11	8,444	2,8	3	-0,2
100-12	13,444	6,0	5	1,0
100-13	18,445	1,6	2	-0,4
100-14	23,445	-3,2	-2	-1,2
100-15	28,445	3,8	6	-2,2
100-16	33,758	5,6	8	-2,4
100-17	38,939	0,4	1	-0,6
100-18	44,117	0,8	1	-0,2
100-19	49,285	9,4	11	1,6
100-20	51,453	13	14	-1,0
$[\delta_{\Delta H} \delta_{\Delta H}]$				17,4

Bảng 3. So sánh kết quả các phương án đo laser và đo cao hình học

i-j	Gương ΔH [m]	$d\Delta H_G$ [mm]	Bảng ngắm ΔH [m]	$d\Delta H_{BN}$ [mm]	Đo cao hình học ΔH [m]
100-10	0,006	2	0,005	1	0,004
100-11	0,005	2	0,004	1	0,003
100-12	0,006	1	0,007	2	0,005
100-13	0,003	1	0,003	1	0,002
100-14	-0,002	0	-0,002	0	-0,002
100-15	0,006	0	0,005	1	0,006
100-16	0,009	1	0,009	1	0,008
100-17	0,004	3	0,001	0	0,001
100-18	0,004	3	0,004	3	0,001
100-19	0,014	3	0,011	0	0,011
100-20	0,016	2	0,014	0	0,014
$[d\Delta H_G d\Delta H_G] =$		42	$[d\Delta H_{BN} d\Delta H_{BN}] =$	18	

Độ chính xác đo cao được xác định theo công thức tính sai số trung phương độ chênh cao:

$$m_{\Delta H_G} = \pm \sqrt{\frac{[d\Delta H_G d\Delta H_G]}{2n}} \quad (3)$$

Trong đó: $m_{\Delta H_G}$ - Sai số trung phương hiệu độ cao; $d\Delta H_G$ - Số hiệu chỉnh độ chênh cao giữa 2 phương pháp hình học và lượng giác đo bằng gương; n - Số lượng điểm.

Cũng tương tự như vậy, tính sai số trung phương đo độ cao cho trường hợp dùng bảng ngắm.

$$m_{\Delta H_{BN}} = \pm \sqrt{\frac{[d\Delta H_{BN} d\Delta H_{BN}]}{2n}} \quad (4)$$

Trong đó: $m_{\Delta H_{BN}}$ - Sai số trung phương hiệu độ cao; $d\Delta H_{BN}$ - Số hiệu chỉnh độ chênh cao giữa 2

phương pháp hình học và lượng giác đo bằng bảng ngắm; n - Số lượng điểm.

Từ kết quả đo đạc thực nghiệm, tính được:

- ❖ Trường hợp dùng gương: $m_{\Delta H_G} = \pm 1,4 \text{ mm}$;
- ❖ Trường hợp dùng bảng ngắm: $m_{\Delta H_{BN}} = \pm 0,9 \text{ mm}$.

Độ chính xác đo cao lượng giác cũng có thể được xác định bằng công thức tính sai số trung phương của hàm lượng giác:

$$m_{\Delta H} = \pm \sqrt{m_{h_i}^2 + \left(\frac{d}{\sin^2 \alpha} \right)^2 \cdot \frac{m_{\alpha}^2}{\rho^2} + \text{ctg}^2 \alpha \cdot m_d^2 + m_0^2} \quad (5)$$

Trong đó: m_{h_i} - Sai số xác định độ cao máy ($m_{h_i} = 1 \text{ mm}$); m_{α} - Sai số xác định góc đứng ($m_{\alpha} = 10''$); m_d - Sai số xác định chiều dài ($m_d = 1 \text{ mm}$); m_0 - Sai số đọc mia ($m_0 = 1 \text{ mm}$); d - Chiều dài.

Phân tích công thức trên đây, cho nhận xét rằng: thành phần đầu và cuối là đại lượng không đổi, chúng không phụ thuộc vào chiều dài tia ngắm, cũng như không phụ thuộc vào độ lớn của góc nghiêng. Giả sử $\alpha=90^\circ$, chiều dài phổ biến trong mỏ là $d=50$ m. Khi thay các giá trị này vào công thức trên ta thấy: giá trị của thành phần thứ 3 sẽ bằng 0 (nghĩa là độ chính xác đo chiều dài không có ý nghĩa), trái lại thành phần thứ 2 (thể hiện ảnh hưởng sai số đo góc) bằng 0,8 mm. Có thể kết luận rằng: Khi ống kính nằm ngang, độ chính xác đo chiều cao máy và số đọc trên mia đóng vai trò quan trọng.

Giả thiết góc $\alpha=45^\circ$ với khoảng cách $d=50$ m, thành phần thứ 2 tăng lên bằng 1,6 mm, thành phần thứ 3 tăng lên 1 mm. Ta có nhận xét rằng: Khi góc nghiêng tăng dần độ chính xác đo góc và xác định chiều dài đóng vai trò quan trọng trong độ chính xác đo cao. Bảng 4 là giá trị sai số đo cao lượng giác trong hầm lò đo thực nghiệm với các góc nghiêng và chiều dài thay đổi.

Bảng 4. Sai số trung phương độ cao phụ thuộc vào góc nghiêng và chiều dài tia ngắm

α [°]	D, m		
	10	20	30
45	1,8mm	1,8mm	2,3mm
60	1,5mm	1,6mm	1,8mm
80	1,4mm	1,5mm	1,6mm
90	1,4mm	1,4mm	1,6mm

3. Kết luận

So sánh các kết quả đo thực nghiệm cho thấy rằng: Độ chính xác đo cao trong hầm lò giảm dần tỷ lệ với độ lớn của góc đứng và chiều dài tia ngắm. Tuy vậy, so với trên mặt đất, các cạnh trong mỏ hầm lò Quảng Ninh có chiều dài tối đa là 50 mét. Và cũng không có hầm lò nào có độ dốc lớn hơn 60° trừ các giếng nghiêng. So sánh với yêu cầu của Quy phạm Trắc địa mỏ Việt Nam (Bộ Công nghiệp phát hành năm 1999) độ chính xác đo cao lượng giác bằng máy TC-02 trong mỏ hầm lò là hoàn toàn bảo đảm theo các yêu cầu kỹ thuật.

Xuất phát từ điều kiện địa chất phức tạp, các đường lò của các mỏ thuộc bể than Quảng Ninh thường có độ dốc lớn. Việc đo cao hình học gặp nhiều khó khăn, có nhiều đường lò độ dốc lớn yêu cầu đặt rất nhiều trạm máy. Thực tế đó làm cho công tác đo cao mất nhiều thời gian và công sức. Với độ chính xác cao đã kiểm tra trên đây, máy toàn đạc điện tử laser thế hệ mới (TC-02, T-06, TC-11, TC-15...) hoàn toàn có thể sử dụng để đo cao lượng giác trong hầm lò. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bui Thanh Lan, Vo Chi My, Chu Dinh Thuy, (2008). Application of laser instrument in underground mine surveying of Quangninh coalfield, Advances in Mining and Tunneling, Publishing House for Science and Technology. Ha Noi.
2. Võ Chí Mỹ, (2009), Hiệu quả ứng dụng kỹ thuật laser trong xây dựng và khai thác mỏ, Báo cáo Hội nghị khoa học „Laser và Môi trường”. Hà Nội.
3. Võ Ngọc Dũng, (2012). Ảnh hưởng của chiết quang đối với độ chính xác kết quả đo laser trong mỏ hầm lò. Tuyển tập báo cáo HNKH mỏ lần thứ 23, Hà Nội.
4. Weglowski-Krol M. (2008) Influence of refraction on the laser sight line. Master dissertation, University of Science and Technology, Crakow.

Người biên tập: Nguyễn Đình Bé

SUMMARY

The underground coal mines in Quảng Ninh have significant slant workings due to the geological characteristics of coal layers. While geometric leveling methods have revealed its very low efficiency and time-consuming, trigonometric survey still shows its effect, especially when using total stations with reflectorless equipments which can increase surveying quality and accuracy. The accuracy analysis of trigonometric leveling with laser total stations in underground mines have been presented in the paper.

ĐỌC THƠM CẢ TẠ

1. Ai cũng khen sự thật nhưng không phải ai cũng thích nó. *Tục ngữ Nga.*
2. Ai không quý trọng cuộc sống người đó không đáng sống. *Leonard.*
3. Không có chiếc chìa khoá vạn năng nào để mở cửa vào cuộc sống nội tâm của một dân tộc, ngoại trừ ngôn ngữ của chính dân tộc đó. *L. Hevett.*
4. Không có gì làm con vui hơn vinh dự của người cha. Không có gì làm cha vui hơn thành quả của con cái. *Sophocles.*

VTH sưu tầm