



Đánh giá độ chính xác vị trí điểm lưới khống chế hầm lò mỏ Hà Lâm khi đo phương vị bằng kinh vĩ con quay

Nguyễn Việt Nghĩa^{1,*}, Võ Ngọc Dũng¹

¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:

Nhận bài 23/5/2016

Chấp nhận 23/7/2016

Đăng online 30/8/2016

Từ khóa:

Máy kinh vĩ con quay

Đường chuyền phương vị
hầm lò

TÓM TẮT

Do nhu cầu mở vỉa bằng giếng đứng, trong đó có mỏ Hà Lâm, các máy kinh vĩ con quay đang được ứng dụng rộng rãi ở Việt Nam để xác định phương vị cho cạnh lưới khống chế hầm lò. Việc đánh giá độ chính xác vị trí điểm lưới khống chế hầm lò là công đoạn quan trọng trong công tác thành lập lưới khống chế. Bài báo trình bày phương pháp và kết quả đánh giá độ chính xác cho mạng lưới khống chế hầm lò khi sử dụng máy kinh vĩ con quay trong công tác đo phương vị các cạnh của mạng lưới tại các mỏ hầm lò Việt Nam và ứng dụng cụ thể cho mỏ hầm lò Hà Lâm.

© 2016 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Trong những năm gần đây, điều kiện địa chất ngày càng xuống sâu, các mỏ hầm lò tại Việt Nam đang chuyển dần sang phương pháp khai thác hầm lò mở vỉa bằng giếng đứng. So với các công tác trắc địa trên mặt đất, các công trình hầm lò thực hiện trong lòng đất, trong điều kiện đặc biệt khó khăn: không gian chật hẹp, thiếu ánh sáng, thiếu không khí, ẩm ướt, ... và luôn tiềm ẩn các rủi ro, thiếu an toàn. Trong quá trình thi công đào lò, công tác trắc địa đóng vai trò quan trọng, mọi sơ suất về kỹ thuật đo đạc có thể làm cho đường hầm không đi đúng theo yêu cầu của thiết kế: các gương đối hướng không gặp nhau; đi nhầm vào các khu vực chứa khí mê-tan, chứa nước, các phá hủy kiến tạo địa

chất v.v... có thể làm đình trệ tiến độ công trình, tổn thất về kinh tế, thậm chí gây nguy hiểm chết người.

Mạng lưới trắc địa mặt bằng trong hầm lò ở mỏ có đặc trưng chủ yếu được thành lập dưới dạng đường chuyền đa giác, trong đó, đường chuyền đa giác treo là dạng lưới khống chế sử dụng thường xuyên. Mặc dù đòi hỏi độ chính xác cao nhưng lại không có điều kiện kiểm tra, vấn đề độ chính xác của lưới khống chế đường hầm luôn là đề tài được giới khoa học và công nghệ trắc địa quan tâm.

Ở Việt Nam, các phương pháp đánh giá độ chính xác cho mạng lưới khống chế mỏ chủ yếu được nghiên cứu bởi các tác giả (Nguyễn Đình Bé và nnk, 1999) nhưng chủ yếu tập trung giải quyết độ chính xác cho mạng lưới đo bằng máy đo góc truyền thống. Gần đây, đã có một số nghiên cứu về độ chính

*Tác giả liên hệ.

Email: nguyenvietnghia@humg.edu.vn

xác của mạng lưới khống chế hầm lò nhưng chủ yếu vẫn tập chung vào giải pháp nâng cao độ chính xác đo lưới bằng phương pháp đo góc độ chính xác cao hoặc mới chỉ đề cập giới thiệu về những khó khăn trong công tác đánh giá độ chính xác khi áp dụng máy kinh vĩ con quay (Phạm Công Khải, 2013), (Võ Chí Mỹ, 2013), (Võ Chí M., 2016).

2. Ứng dụng máy kinh vĩ con quay trong các đường hầm tại các mỏ hầm lò

Các thiết bị con quay đã được sử dụng từ rất sớm, người Đức đã sử dụng thiết bị con quay vào năm 1903. Năm 1915, các nhà khoa học Trường Đại học bách khoa Vác-sa-va (Ba Lan) đã nghiên cứu và thử nghiệm sử dụng thiết bị con quay để xác định phương vị cạnh. Tuy vậy, mãi cho đến năm 1949, các thực nghiệm ứng dụng thiết bị con quay trong trắc địa mới chính thức thành công tại Clausthal và Saint-Peterburg (W. W. Staley, 1964). Các thiết bị con quay đầu tiên có cấu trúc phức tạp, nặng nề (500-600 kg); thời gian đo kéo dài 5-6 giờ; độ chính xác xác định phương vị từ 1,0'-1,5'. Ngày nay, cùng với sự phát triển của khoa học-công nghệ, các thiết bị con quay ứng dụng trong trắc địa nói chung và trắc địa mỏ nói riêng ngày càng được cải tiến với độ chính xác cao, kích thước nhỏ gọn phù hợp với điều kiện đo đạc trong hầm lò, đặc biệt là phát minh của O. Rellenstman. Hệ thống O. Rellenstman đang được sử dụng rộng rãi trong cấu trúc các thiết bị con quay hiện đại có hình dáng nhỏ gọn hơn, dựa trên nguyên lý treo con quay trên thanh kim loại thay cho việc thả con quay trong dung dịch điện phân.

Ngoài các thiết bị con quay phổ biến trên đây, ở các nước có nhu cầu phát triển các công trình đường hầm, các thiết bị con quay khác cũng được ứng dụng trong công tác đo phương vị cạnh đường hầm và đặc biệt là ứng dụng trong công tác định hướng mặt bằng xác định phương vị cạnh đầu tiên của mạng lưới đường hầm.

Trong trắc địa mỏ, các thiết bị con quay được chia làm hai nhóm: kinh vĩ con quay (Girotheodolite) và la bàn con quay

(Girocompass) lắp trên trục quay của máy kinh vĩ.

Hiện nay, các thiết bị con quay cho phép đo kết nối với với các máy kinh vĩ điện tử một cách tự động hoặc bán tự động. Các máy kinh vĩ con quay như GAK-1 (Wild), Sokkia, GYROMAT (DMT),... cho phép xác định góc phương vị với độ chính xác rất cao, thời gian đo nhanh (2 ÷ 10 phút), thao tác đơn giản với cấu trúc gọn nhẹ, đảm bảo an toàn làm việc trong điều kiện thi công trong các mỏ hầm lò.

3. Ước tính độ chính xác lưới đường chuyền kinh vĩ hầm lò

Xuất phát từ đặc thù của đường hầm lò của mỏ, lưới khống chế mặt bằng trong hầm lò mỏ chủ yếu được thành lập dưới dạng đường chuyền đa giác treo tự do. Để nâng cao độ chính xác của mạng lưới khống chế đường hầm, các cạnh đường chuyền đa giác được đo bằng kinh vĩ con quay. Có hai phương án đo phương vị con quay (Võ Chí Mỹ, 2013):

Đo phương vị của tất cả các cạnh đường chuyền (đường chuyền phương vị) hoặc đo phương vị một số cạnh trong đường chuyền (đường chuyền đo góc và phương vị).

3.1. Đường chuyền phương vị con quay

Trong Hình 1, thay vì đo các góc bằng, theo phương pháp truyền thống, tiến hành đo góc phương vị con quay của tất cả các cạnh của đường chuyền, ta có:

$$m_{\alpha_1}^2 = m_{\alpha_2}^2 = \dots = m_{\alpha_k}^2 = m_{\alpha} \quad (1)$$

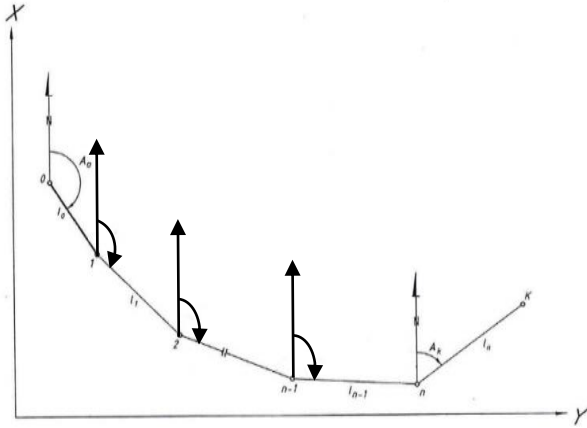
Vi phân phương trình tính tọa độ rồi chuyển sang sai số trung phương để xác định sai số vị trí điểm cuối đường chuyền lần lượt theo X và theo Y: $\left(\frac{\partial x_c}{\partial x_0}\right) = 1$

$$\left(\frac{\partial x_c}{\partial \alpha_0}\right) = -l_0 \sin \alpha_0, \left(\frac{\partial x_c}{\partial \alpha_1}\right) = -l_1 \sin \alpha_1, \left(\frac{\partial x_c}{\partial \alpha_n}\right) = -l_n \sin \alpha_n \quad (2)$$

ở dạng khái quát: $\left(\frac{\partial x_c}{\partial \alpha_i}\right) = -l_i \sin \alpha_i$

$$\left(\frac{\partial x_c}{\partial l_0}\right) = \cos \alpha_0, \left(\frac{\partial x_c}{\partial l_1}\right) = \cos \alpha_1, \left(\frac{\partial x_c}{\partial l_n}\right) = \cos \alpha_n$$

ở dạng khái quát: $\left(\frac{\partial x_c}{\partial l_i}\right) = \cos \alpha_i$



Hình 1. Sơ đồ đánh giá độ chính xác đường chuyền phương vị con quay

Sau khi thay các giá trị trên vào phương trình tính sai số trung phương, sẽ có:

$$\left. \begin{aligned} m_{x_c}^2 &= m_{x_0}^2 + \sum_{i=0}^n (l_i \sin \alpha_i)^2 \cdot \frac{m_{\alpha_i}^2}{\rho^2} + \sum_{i=0}^n (\cos^2 \alpha_i \cdot m_{l_i}^2) \\ m_{y_c}^2 &= m_{y_0}^2 + \sum_{i=0}^n (l_i \cos \alpha_i)^2 \cdot \frac{m_{\alpha_i}^2}{\rho^2} + \sum_{i=0}^n (\sin^2 \alpha_i \cdot m_{l_i}^2) \end{aligned} \right\} (3)$$

$$m_{p_c}^2 = m_p^2 + \sum_{i=0}^n \left(l_i^2 \cdot \frac{m_{\alpha_i}^2}{\rho^2} \right) + \sum_{i=0}^n m_{l_i}^2 \quad (4)$$

trong đó: n - số góc phương vị = số cạnh trong đường chuyền.

3.2. Đường chuyền đo góc và phương vị con quay

Với điều kiện khó khăn trong các đường hầm lò ở mỏ, có thể áp dụng phương pháp chỉ đo xác định phương vị một số cạnh trong đường chuyền bằng máy kinh vĩ con quay còn một số cạnh thì sử dụng máy kinh vĩ để đo góc đường chuyền. Để ước tính độ chính xác trong các đường chuyền loại này, cần chia đường chuyền thành các phân đoạn giữa các cạnh đo phương vị. Sai số trung phương phương vị cạnh cuối đường chuyền được tính bằng công thức:

$$m_{\alpha_c}^2 = m_{\alpha_i}^2 + \sum_{i=1}^{n_i} m_{\beta_i}^2 \quad (5)$$

trong đó: m_{α_c} - sai số trung phương phương vị cạnh cuối; m_{α_i} - sai số trung phương phương vị cuối trong phân đoạn; n - số góc trong đường chuyền.

Sai số trung phương theo các trục x và y sẽ là:

$$\begin{aligned} m_{x_c}^2 &= m_{x_0}^2 + \sum_{j=1}^{N_g} \left(r_{jy}^2 \frac{m_{\alpha_j}^2}{\rho^2} \right) + \sum_{j=1}^{N_g} \left\{ \sum_{i=1}^{N_k} \left(R_{iy}^2 \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} \right) \right\} + \sum_{i=1}^{n_b} (\cos^2 \alpha_i \cdot m_{l_i}^2) \\ m_{y_c}^2 &= m_{y_0}^2 + \sum_{j=1}^{N_g} \left(r_{jx}^2 \frac{m_{\alpha_j}^2}{\rho^2} \right) + \sum_{j=1}^{N_g} \left\{ \sum_{i=1}^{N_k} \left(R_{ix}^2 \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} \right) \right\} + \sum_{i=1}^{n_b} (\sin^2 \alpha_i \cdot m_{l_i}^2) \end{aligned} \quad (3.5)$$

Sai số trung phương vị trí điểm cuối trong đường chuyền đo góc và phương vị:

$$\begin{aligned} m_{p_c}^2 &= m_{p_0}^2 + \sum_{j=1}^{N_g} \left(r_j^2 \frac{m_{\alpha_j}^2}{\rho^2} \right) + \sum_{j=1}^{N_g} \left\{ \sum_{i=1}^{N_k} \left(R_i^2 \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} \right) \right\} + \sum_{i=1}^{n_b} m_{l_i}^2 \end{aligned} \quad (6)$$

trong đó: N_g - số góc phương vị; n_i - số góc bằng trong đường chuyền; n_b - tổng số cạnh trong đường chuyền; $R_i, R_{i(x,y)}$ - đường nối điểm cuối với các điểm đường chuyền.

Trong trường hợp khoảng cách giữa các phương vị cách đều nhau trên toàn bộ đường chuyền, lúc đó sai số trung phương phương vị cạnh cuối:

$$m_{\alpha_n}^2 = m_{\alpha}^2 + i \cdot m_{\beta}^2 \quad (7)$$

Dịch vị ngang:

$$q^2 = q_0^2 + \frac{1}{k} \left(L \cdot \frac{m_{\alpha}}{\rho} \right)^2 + \frac{1}{k^2} \left(L \cdot \frac{m_{\beta}}{\rho} \right)^2 \cdot \frac{n_k}{3}, \quad (\text{dla } n \rightarrow \infty) \quad (8)$$

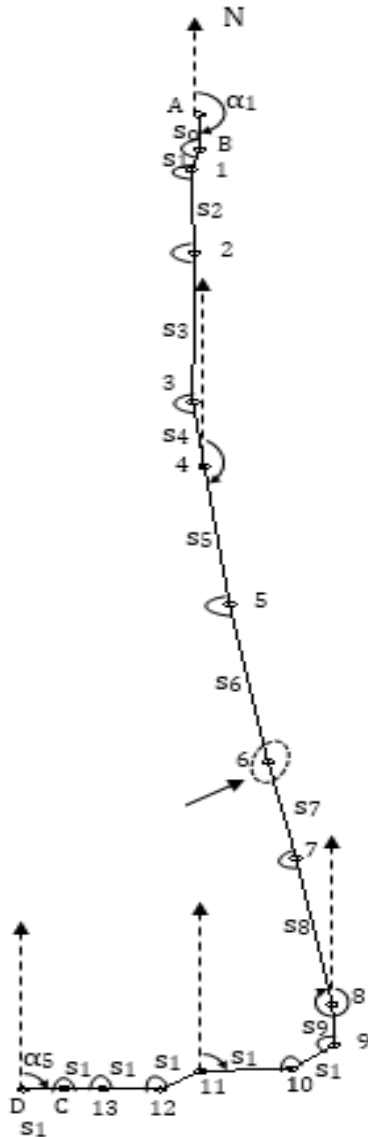
và dịch vị dọc

$$s^2 = s_0^2 + n \cdot m_l^2 \quad (9)$$

trong đó: i - số góc tính từ phương vị cuối cùng đến điểm cuối đường chuyền; k - số góc phương vị (kể cả phương vị đầu); n - tổng số cạnh.

4. Ước tính độ chính xác của lưới đường chuyền sử dụng máy kinh vĩ con quay và toàn đạc điện tử phục vụ đào lò đối hướng mức -300m tại mỏ Hà Lầm

Tại mỏ Hà Lầm, để phục vụ công tác đào lò đối hướng giữa giếng gió mức -295 và giếng phụ mức -300 với chiều dài đường lò hơn 1,5 km. Đòi hỏi cần phải thiết kế và ước tính độ chính xác của lưới đường chuyền hầm sử dụng máy kinh vĩ con quay để xác định phương vị và toàn đạc điện tử để đo góc - cạnh đường chuyền (Hình 2).



Hình 2: Sơ đồ đường lò nối từ giếng gió (mức -295m) sang giếng phụ (mức -300m) tại mỏ Hà Lầm.

Máy kinh vĩ con quay được sử dụng tại mỏ Hà Lầm là loại GTA1800R có độ chính xác xác định phương vị 25", thời gian đo tối thiểu là 60 phút. Toàn đạc điện tử sử dụng đo góc cạnh là Leica TC02 với độ chính xác đo góc 2", đo cạnh 2 ± 2 pm. Từ công thức 3.4 ÷ 3.9, có thể xác định được sai số vị trí gặp nhau của hai đường lò đào đối hướng $m_P = \pm 2,5$ cm. Trong khi đó, nếu mạng lưới chỉ áp dụng phương pháp đo đạc góc cạnh truyền thống thì sai số ước tính vị trí điểm gặp nhau của

Bảng 2. Thiết kế đường chuyển kinh vĩ hầm lò phục vụ đào lò đối hướng từ giếng gió (mức -295m) sang giếng phụ (mức -300m) tại mỏ Hà Lầm sử dụng máy toàn đạc điện tử và máy kinh vĩ con quay.

Điểm	Khoảng cách S(m)	Góc bằng β_i	Góc phương vị α_i	Hướng đào lò	
A	49.794		179°18'30"	↓	
B	29.059	168°46'58"			
1	116.994	191°24'43"			
2	210.898	178°54'15"			
3	91.455	184°33'33"			
4	195.822		355°39'02"		
5	224.137	181°27'11"		↑	
6			Điểm gặp nhau		
7	136.376	178°47'45"			
8	208.623		353°59'20"		
9	57.097	140°52'29"			
10	43.317	130°02'45"			
11	54.502		87°19'38"		
12	36.050	131°04'23"			
13	34.860	182°22'39"			
C	23.159	181°50'12"			
D	25.045		87°42'58"		



Hình 3. Máy kinh vĩ con quay điện tử GTA1800R

đường lò $m_P = \pm 2,4$ m (Lê Văn Cảnh, Nguyễn Việt Nghĩa, 2014).

5. Kết luận

Cùng với sự phát triển kinh tế - xã hội và an ninh quốc phòng của đất nước, nhu cầu xây dựng các công trình đường hầm ngày càng lớn. Trong điều kiện đặc trưng của lưới khống chế đường hầm, việc nghiên cứu ứng dụng thiết bị con quay sẽ nâng cao độ chính

xác mạng lưới khống chế hầm lò, giảm thời gian công sức.

Tùy thuộc vào khả năng thiết bị con quay, sai số thông hướng cho phép của đường hầm mà quyết định việc thành lập đường chuyền phương vị hay đường chuyền đo góc kết hợp phương vị. Trước khi đo phương vị con quay, cần tiến hành đánh giá độ chính xác đối với từng loại đường chuyền.

Thông qua giá trị ước tính độ chính xác của vị trí điểm gặp nhau của đường lò đào đối hướng từ giếng gió mức - 295m sang giếng phụ mức - 300m tại mỏ than Hà Lâm sử dụng máy kinh vĩ con quay GTA1800R và toàn đạc điện tử đã cho thấy rằng, việc ứng dụng máy kinh vĩ con quay để xác định phương vị cạnh đường chuyền cơ sở hầm lò đã tăng đáng kể độ chính xác cho mạng lưới đường chuyền trong lò. So với phương pháp đo truyền thống chỉ đo góc, cạnh thì sai số vị trí điểm gặp nhau của đường lò đào đối hướng là $\pm 2,4$ m, trong khi nếu áp dụng máy kinh vĩ con quay để xác định phương vị cho các cạnh cơ sở của đường chuyền hầm lò thì sai số vị trí điểm gặp nhau là $\approx \pm 3$ cm.

Cần căn cứ vào kết quả ước tính độ chính xác để xác định số lượng và vị trí tối ưu cần phải đo góc phương vị con quay sao cho bảo đảm được cả các yêu cầu kỹ thuật và kinh tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Borshch-Komponiets, V., Navitny, A., and Knysh, G. (1989). Mine surveying. Union of Soviet Socialist Republics.
- Lê Văn Cảnh và Nguyễn Việt Nghĩa (2014). Improving the accuracy of orientation of tunnel driving in deep vertical shafts at Ha Lam coal mine. The 3rd International Conference on Advances in Mining and Tunneling, Vũng Tàu, Tr. 323-327.
- Nguyễn Đình Bé, Võ Chí Mỹ, Nguyễn Xuân Thụy (1999). Trắc địa mỏ. NXB Giao thông Vận tải, Hà Nội.
- Phạm Công Khải (2013). Nghiên cứu giải pháp nâng cao độ chính xác đo định hướng qua giếng đứng. Tạp chí Công nghiệp mỏ, 2B.
- Staley, W. W. (1964). Introduction to Mine Surveying. Stanford University Press, CA.
- Võ Chí Mỹ (2013). Nghiên cứu ứng dụng máy kinh vĩ con quay xác định phương vị lưới khống chế hầm lò và công trình đường hầm, Giáo trình Đào tạo Nâng cao Năng lực, Vinacomin.
- Võ Chí Mỹ (2016). Trắc địa mỏ. NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.

ABSTRACT

Estimation of horizontal position accuracy of HaLam underground control network using gyro-theodolite

Nghia Viet Nguyen¹, Dung Ngoc Vo¹

¹Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

HaLam is one of the underground mines in which mine structure is with vertical opening shaft. Therefore, the use of gyro-theodolite has been widely applied in Vietnam for determining the azimuth for baseline of underground control network. The accuracy estimation for underground control stations is an important step for the establishment of control networks. The paper presents the method and results of using gyro-theodolite for the measuring azimuth baselines of underground control network in Vietnam and specification for HaLam underground mines.