



LỰA CHỌN GIẢI PHÁP VÀ TÍCH HỢP CÔNG NGHỆ TRẮC ĐỊA PHÙ HỢP PHỤC VỤ ĐÀO LÒ ĐỐI HƯỚNG Ở MỎ THAN HẦM LÒ HẠ LONG

Võ Ngọc Dũng

Trường Đại học Mở - Địa chất

Email: vongocdung@humg.edu.vn

TÓM TẮT

Trong quá trình xây dựng và mở rộng mỏ, nhằm mục đích tăng diện công tác đào lò để rút ngắn thời gian, phương pháp đào lò đối hướng thường được áp dụng. Cho hướng đào lò đối hướng là một nội dung công tác quan trọng đòi hỏi phải lựa chọn các giải pháp kỹ thuật và thiết bị phù hợp. Mọi sai sót, nhầm lẫn hoặc giải pháp công nghệ không phù hợp, không đủ độ chính xác sẽ làm cho hai gương lò đối hướng không gặp nhau, gây đình trệ sản xuất, tổn thất kinh phí thậm chí nguy hiểm chết người. Bài báo giới thiệu kết quả lựa chọn các giải pháp công nghệ và thiết bị phù hợp, tối ưu bảo đảm quá trình thi công thành công công trình đối hướng ở mỏ than Hàm Lò với độ chính xác thông hướng $M_p = \pm 0.150$ m.

Từ khóa: Mỏ than Hạ Long, đào lò đối hướng, tích hợp công nghệ trắc địa.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đào lò đối hướng là một trong những nội dung quan trọng trong lĩnh vực xây dựng đường hầm và khai thác mỏ hầm lò. Đào lò đối hướng tiết kiệm được thời gian, đưa nhanh công trình vào sản xuất và nâng cao hiệu quả kinh tế. Đối hướng là công trình quan trọng trong mỏ, mọi sai sót, nhầm lẫn và không thực hiện nghiêm chỉnh các yêu cầu về kỹ thuật đo đạc và tính toán, sẽ làm cho hai gương lò đối hướng không gặp nhau, gây đình trệ và đảo lộn các phương án kỹ thuật, tổn thất kinh phí thậm chí nguy hiểm chết người. Do đó, nghiên cứu kỹ các đặc điểm của công trình đối hướng để lựa chọn các giải pháp công nghệ và thiết bị phù hợp phục vụ các nội dung cho hướng và dẫn hướng đào lò là nhiệm vụ quan trọng đảm bảo sự thành công của công trình đào lò đối hướng.

Theo kế hoạch sản xuất của Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam (TKV), sản lượng than khai thác đến năm 2021 của mỏ than hầm lò Hạ Long tại khu vực Khe Chàm là 1.000.000 tấn/năm [10]. Để đáp ứng mục tiêu này, cần phải mở rộng địa điểm khai thác ở khu vực vỉa 9, vỉa 10 khu IV Khe Chàm [8]. Tuy nhiên, mục tiêu sản xuất này chỉ có thể đạt được khi hệ thống thông gió và vận tải được xây dựng và nâng cấp. Ngoài ra, việc xây dựng giếng nghiêng vận tải từ mức -350 m lên mức -250 m sử dụng phương pháp đào đối hướng cần được thực hiện nhằm mục đích nối Khe Chàm I với Khe Chàm IV [8]. Công trình này được coi là

điều kiện cần thiết để thực hiện các nhiệm vụ quan trọng như thông gió, vận chuyển vật liệu trong quá trình đào lò và khai thác tại Khe Chàm IV. Đây là công trình đào đối hướng phức tạp, cần được thực hiện chính xác theo cả trong mặt phẳng thẳng đứng và mặt phẳng nằm ngang. Công trình đối hướng đi qua các khu vực trong điều kiện địa chất phức tạp, thông số độ cứng của đá lớn (từ 4 đến 6), và đi qua các vỉa than [4]. Vì vậy, cần phải phân tích tổng thể và lựa chọn giải pháp trắc địa tối ưu để đảm bảo đường lò được đào chính xác theo mặt phẳng nằm ngang (X, Y), cao độ (H), và độ dốc (i).

Trong bài báo này, đề xuất phương án trắc địa tối ưu cho việc xây dựng đường lò vận tải từ -350 m đến -250 m, nối Khe Chàm I với Khe Chàm IV (Hình 1). Địa điểm này nằm ở phía bắc của một số mỏ than lộ thiên như Cọc Sáu, Cao Sơn và Đèo Nai. Công ty than Hạ Long là đơn vị được cấp phép khai thác than tại khu vực này.



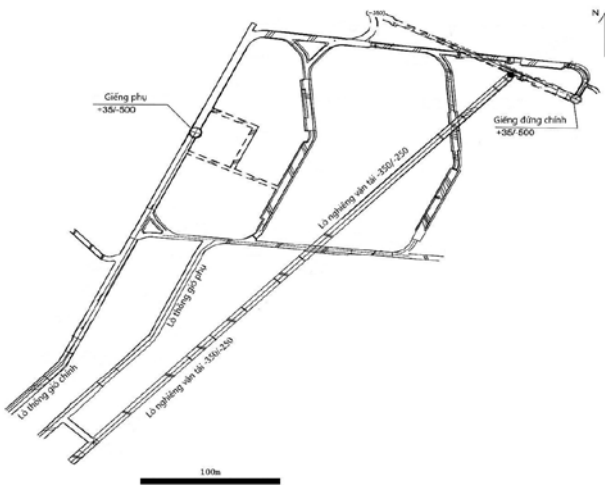
Hình 1. Vị trí địa lý của Khe Chàm I và IV



2. PHƯƠNG PHÁP VÀ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

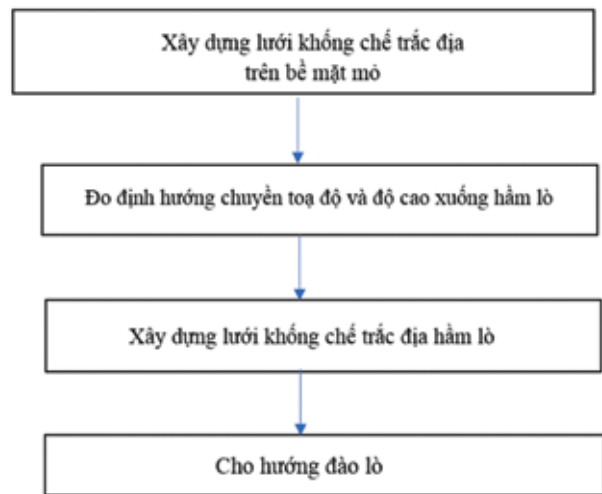
2.1. Phương pháp xây dựng đường lò vận tải

Phương án đào lò vận tải từ mức -350 m lên -250 m để kết nối Khe Chàm I và Khe Chàm IV được mô tả như sau: Từ đường lò XV trước đây đã xây dựng ở mức -250 m, xây dựng đường lò vận tải nối với lò vận tải chính ở mức -350 m để thông gió và vận chuyển Khe Chàm IV và Khe Chàm I. Mục đích của công trình này nhằm mở rộng diện tích đào và rút ngắn thời gian thi công xuống mức -350 m của công trình Khe Chàm II-IV. Đường lò



Hình 2. Bản đồ đường lò mỏ Khe Chàm

với các đường băng tải giữa mức -250 m và -350 m là công trình đầu tiên nối Khe Chàm II-IV với Khe Chàm I, nhằm mục tiêu kết nối hệ thống thông gió và vận tải của toàn bộ khu vực Khe Chàm II-IV trong suốt quá trình vận chuyển. Công tác đào lò và xây dựng cơ bản của dự án Khe Chàm II-IV do Công ty than Hạ Long thực hiện. Sau khi hoàn thành thi công đường lò -350/-250, hệ thống băng tải B1000, hệ thống tời ray P24 khổ đường 900 mm sẽ được lắp đặt để vận chuyển than, thiết bị, công nhân từ mức -350 m đến -250 m, nhằm đáp ứng năng lực vận tải được thiết kế (Hình 2).



Hình 3. Quy trình công tác trắc địa phục vụ thi công công trình đối hướng mỏ than Hạ Long

2.2. Giải pháp trắc địa cho đào lò đối hướng

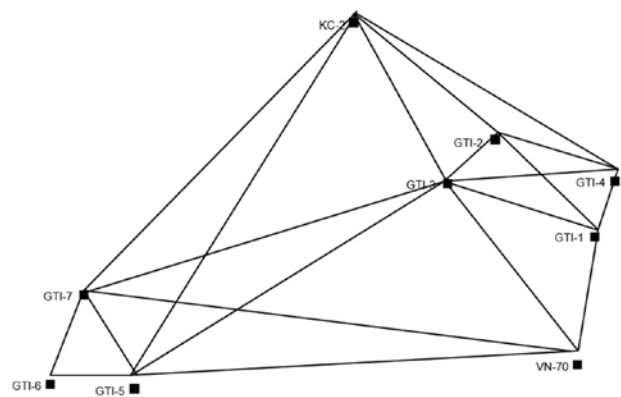
Công tác đào đối hướng đường lò vận tải là dạng công việc đặc biệt đòi hỏi kỹ thuật trắc địa, bao gồm cả công tác đo đạc thực địa và xử lý dữ liệu đo phải được thực hiện với độ chính xác cao. Trong nghiên cứu này, một quy trình đo đạc tối ưu đã được đề xuất (Hình Hình 3).

2.3. Xây dựng lưới khống chế trên bề mặt mỏ

Trên mặt đất, gần miệng giếng đứng, một lưới khống chế trắc địa được xây dựng bằng công nghệ GNSS. Lưới GNSS bao gồm 9 điểm với đồ hình được phân bố hợp lý (Hình 4) và vị trí của chúng thuận lợi cho công tác định hướng [9]

2.4. Đo định hướng chuyển tọa độ xuống hầm lò

Đo định hướng là công tác đo chuyển từ trên mặt đất xuống hầm lò nhằm xác định tọa độ phẳng

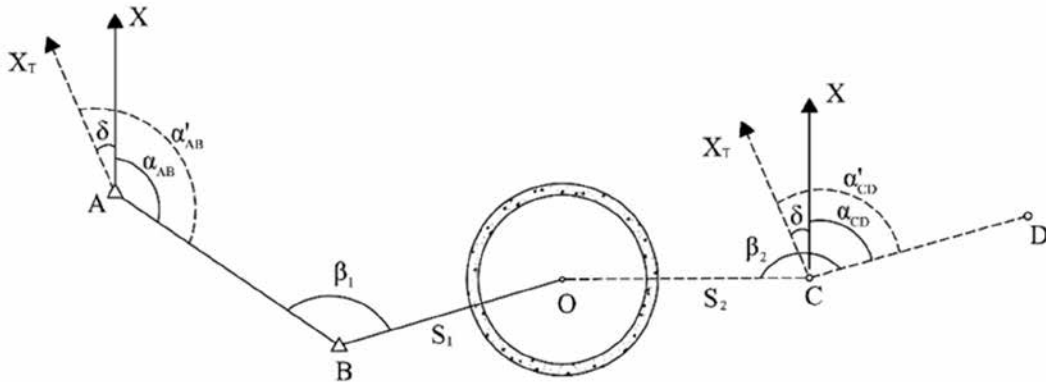


Hình 4. Lưới khống chế trên bề mặt mỏ [9]

và góc phương vị cho điểm đầu tiên và cạnh đầu tiên của lưới khống chế trắc địa hầm lò, tạo nên sự liên hệ hình học giữa mạng lưới trắc địa trên mặt đất và mạng lưới trắc địa dưới hầm lò. Độ chính xác tọa độ điểm đầu tiên và phương vị cạnh đầu

tiên là nhân tố quan trọng quyết định độ chính xác của lưới khống chế hầm lò - cơ sở trực tiếp cho công tác cho hướng, dẫn hướng và kiểm tra trong suốt quy trình thi công đối hướng mỏ Khe Chàm. Mặt khác, do không có điều kiện tiếp cận từ hai phía, lưới khống chế khu vực này chỉ có thể thực hiện dưới dạng đường chuyền treo [5]. Trong khu vực Khe Chàm IV, có một giếng đứng nên phương pháp định hướng được thực hiện với phương pháp

chiếu điểm một dây dọi và đo nối bằng công nghệ con quay (Hình 5). Mặc dù đã sử dụng số lượng và trọng lượng quả nặng đủ lớn nhưng do giếng đứng có độ sâu khá lớn (550 m), lượng gió trong giếng thổi mạnh tạo nên sự dao động của quả dọi. Biên độ dao động và vị trí đứng yên của quả dọi đã được quan trắc bằng máy Leica Flexline TS09. Kết quả tính toán vị trí đứng yên của quả dọi đã được xác định và cố định bằng đĩa định vị (Hình 6a).



Hình 5. Sơ đồ đo định hướng qua giếng đứng.

Góc phương vị cạnh khởi đầu của lưới khống chế hầm lò được xác định bằng máy kinh vĩ con quay GTA1800R với độ chính xác $m_a = \pm 10''$ (Hình 6b). Các đại lượng góc bằng và chiều dài cạnh trong lưới

khống chế hầm lò được đo bằng máy Leica FlexLine TS09 với độ chính xác đo góc: $m_\beta = \pm 1''$ và đo cạnh là $m_d = \pm 1.5 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$ cho chế độ có gương và $m_d = \pm 2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$ ở chế độ đo không gương (Hình 6.c)



Hình 6. (a) Đĩa định vị gắn trên khung thép, (b) Máy kinh vĩ con quay và (c) Máy Leica FlexLine TS09

Góc phương vị cạnh khởi đầu của lưới khống chế hầm lò được xác định bằng máy kinh vĩ con quay, và được tính theo công thức sau:

$$\alpha = \alpha_g + \delta, \text{ độ} \quad (1)$$

Trong đó: α_g - góc phương vị đo bằng máy kinh vĩ con quay, độ;

δ – Góc lệch giữa góc phương vị đo bằng máy kinh vĩ con quay và góc phương vị tọa độ, độ;

Để xác định δ , tiến hành đo phương vị con quay α_g của một cạnh giữa hai điểm đã biết tạo độ trong hệ tọa độ VN-2000. Tính phương vị tọa độ của cạnh AB là α_{AB} theo công thức (2).



$$\alpha_{AB} = \arctg \frac{\Delta X_{AB}}{\Delta Y_{AB}}, \text{ độ} \tag{2}$$

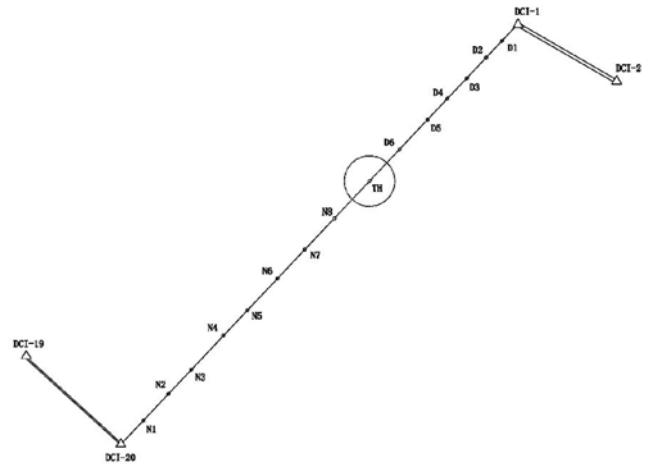
Và góc lệch giữa góc phương vị con quay và phương vị tọa độ sẽ bằng:

$$\delta = \alpha_{AB} - \alpha_g, \text{ độ} \tag{3}$$

2.5. Thiết kế lưới khống chế cơ sở hầm lò

Dựa trên bản thiết kế đường lò vận tải, lưới khống chế hầm lò dưới dạng đường chuyền treo được thiết kế, xuất phát từ giếng đứng, và một lưới từ đường lò vận tải chính (Hình 7). Đối với đường chuyền thứ nhất từ giếng đứng, cạnh cơ sở đầu tiên có tọa độ được xác định thông qua đo định hướng qua giếng. Với đường truyền còn lại, từ đường lò vận tải chính, cạnh cơ sở là một trong các cạnh của lưới khống chế cơ sở đã được thành lập từ trước.

Để ước tính độ chính xác của điểm thông hầm và khẳng định độ tin cậy của đường truyền thiết kế, sai số trung phương tọa độ điểm thông hầm được tính theo công thức sau [7]:



Hình 7. Lưới khống chế dưới dạng đường chuyền treo

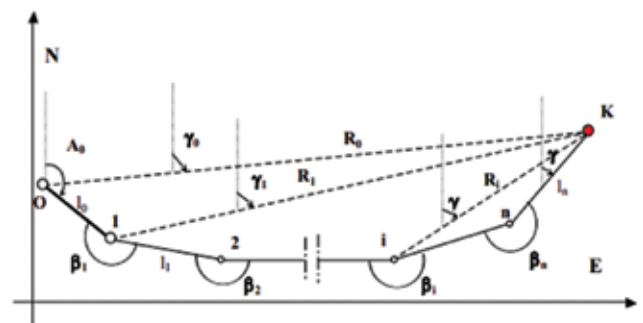
$$\sigma_{Nq}^2 = \sigma_{No}^2 + R_0^2 \sin^2 \gamma_0 \frac{\sigma_{Ao}^2}{\rho^2} + \sum_{i=0}^n (R_i \sin \gamma_i)^2 \frac{\sigma_{\beta_i}^2}{\rho^2} + \sum_{i=0}^n \cos^2 A_i \sigma_{l_i}^2 \tag{4}$$

$$= \sigma_s^2 = \sigma_{No}^2 + R_0^2 \cos^2 \gamma_0 \frac{\sigma_{Ao}^2}{\rho^2} + \sum_{i=0}^n (R_i \cos \gamma_i)^2 \frac{\sigma_{\beta_i}^2}{\rho^2} + \sum_{i=0}^n \sin^2 A_i \sigma_{l_i}^2 \tag{5}$$

Trong đó: σ_N, σ_E lần lượt là sai số trung phương tọa độ điểm theo trục tọa độ X và Y (m); R là chiều dài từ điểm thông hầm tới từng điểm của đường truyền (m); γ_i là góc phương vị cạnh nối điểm thông hầm tới các điểm của đường truyền (radian); A là góc phương vị của các cạnh trong đường chuyền (radian).

Từ công thức (3) và (4) có thể thấy rằng: $R_i \sin \gamma_i$ là phép chiếu đường nối giữa điểm thông hầm và mỗi điểm trong đường truyền xuống trục X, trong khi $R_i \cos \gamma_i$ là kết quả chiếu xuống trục Y (Hình 8).

Trong đó: s_N, s_E lần lượt là sai số trung phương tọa độ điểm theo trục tọa độ X và Y, m; R- chiều dài từ điểm thông hầm tới từng điểm của đường truyền, m; γ_i - góc phương vị cạnh nối điểm thông hầm tới các điểm của đường truyền, rad; A- góc phương vị của các cạnh trong đường chuyền, rad.



Hình 8. Phân tích đồ giải độ chính xác đường chuyền treo [7].

Tuy nhiên, trong nghiên cứu này, đường lò được thiết kế là thẳng, vì vậy lưới khống chế có dạng đường chuyền treo đuỗi thẳng (Hình 7). Bên cạnh đó, tất cả các cạnh là bằng nhau, và sai số của điểm nối thông hầm được tính như sau [7]:



$$q = \frac{L}{\rho} \sqrt{\sigma_{A_0}^2 + \sigma_{\beta}^2 \frac{2n^2 + 3n + 1}{6n}}, m \tag{6}$$

Trong đó:

q - Sai số điểm đào thông, m;

L - Chiều dài cạnh đường chuyền (từ điểm định hướng), m;

Σ_{A_0} - Sai số trung phương của phương vị định hướng, rad;

σ_{β} - Sai số trung phương đo góc, rad;

$$s = \sigma_l \sqrt{n}, m \tag{7}$$

Trong đó:

S = Sai số trung phương theo trục dọc, m;

σ_l - Sai số trung phương đo cạnh, m;

n = Số lượng cạnh đường chuyền.

Sai số trung phương điểm đào thông được tính theo công thức sau:

$$M_{TH} = \sqrt{q^2 + s^2}, m \tag{8}$$

Sai số vị trí điểm đào thông hướng có thể được ước tính từ hai đường chuyền. Đường chuyền khởi phát từ giếng đứng và đường truyền khởi phát từ đường lò vận tải chính, lần lượt ta có M_{TH1} và M_{TH2} . Giá trị M_{TH} phải đạt tiêu chuẩn trắc địa Việt Nam [5, 10]. M_{TH} được ước tính từ trước với các giá trị L và n được lấy từ đường truyền thiết kế, còn các giá trị sai số trung phương phương vị, cạnh đường truyền, góc đo được xác định từ định hướng qua giếng và lưới khống chế cơ sở hầm lò của mỏ, các thông số của máy toàn đạc điện tử (Leica TS09) [5].

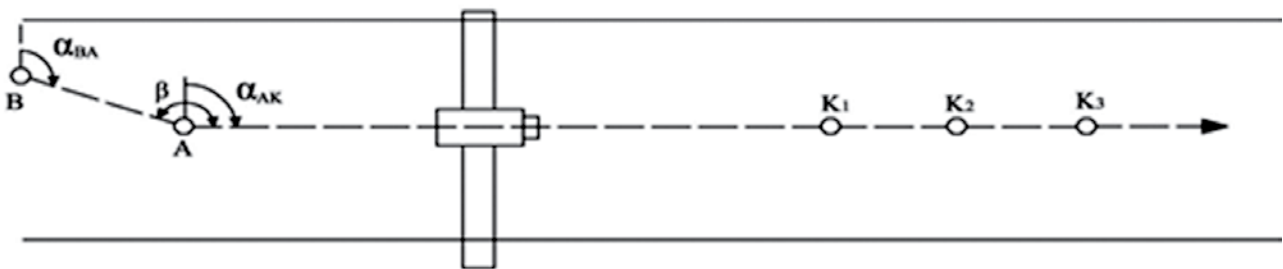
2.6. Công tác cho hướng đào lò

Hướng của trục chính của đường lò trong mặt phẳng nằm ngang được xác định bởi góc β được tạo bởi cạnh của đường chuyền và trục chính của đường lò. Hướng của trục đường lò được thực hiện qua chức năng "Setting out" trên máy toàn đạc điện tử theo phương vị đã thiết kế. Sau



Hình 9. Thiết bị laser YBJ-1200.

khi hướng trục của đường lò được thiết lập, nó được cố định bằng thiết bị laser YBJ-1200 (Hình 9) theo bản vẽ thiết kế. Tiếp theo, máy chiếu laser được gắn trên giá đỡ chuyên dụng, để thiết bị chiếu laser có thể di chuyển trên giá đỡ theo hướng vuông góc với trục chính của đường hầm (Hình 10).



Hình 10. Cho hướng sử dụng thiết bị laser YBJ-1200.



	Phương vị cạnh	Phương vị cạnh đầu tiên dưới lò
Tên cạnh	GT4 — IV-2	DCI-19 — DCI-20
Phương vị tính từ tọa độ điểm	152°14'28"	359°18'32"
Phương vị đo bằng máy kinh vĩ con quay GTA1800R	152°30'13"	359°34'17"
Độ lệch phương vị	0°15'45"	0°15'45"

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Bảng 1 thể hiện kết quả của công tác định hướng với góc phương vị của cạnh đầu tiên của đường chuyền được đo bằng máy kinh vĩ con quay GTA1800R. Độ lệch của góc phương vị là 15'45". Kết quả này đáp ứng được yêu cầu về độ chính xác theo quy phạm trắc địa mỏ Việt Nam.

Mỗi trạm đường chuyền được kết nối bởi các trạm đo xây dựng khi đường lò phát triển. Với chiều dài 1,0 km, đường chuyền có 15 trạm. Để sử dụng lâu dài, các điểm đường chuyền được bố trí trên nóc lò, trong khi một vài điểm có thể được bố trí dưới nền lò và được xây bằng xi măng. Lưới được bình sai, và kết quả đáp ứng yêu cầu của qui phạm như sau:

- Sai số trung phương tương đối của cạnh: $\frac{f_s}{S} < \frac{1}{10000}$;
- Sai số trung phương đo góc: $M_\beta < 15''$;

Theo sự phát triển của đường lò ở mỗi giai đoạn xây dựng, trắc địa mỏ triển khai các nhiệm vụ như đo và kiểm tra, so sánh sai số đo với sai

số ước tính. Thường xuyên cập nhật tình trạng của công trường, điều chỉnh nhanh chóng hướng sử dụng bản thiết kế. Với quy trình đo đạc hợp lý, công tác xây dựng đường lò vận tải từ mức -350 m đến -225 m đã thành công với độ chính xác cao với sai số thông hướng:

$$M_p = \pm 0.150 \text{ m}$$

4. KẾT LUẬN

Công tác trắc địa mỏ đóng một vai trò quan trọng trong các công việc đào lò đặc biệt như đào lò đối hướng. Việc đào lò đối hướng nối Khe Chàm II với Khe Chàm IV là một công việc phức tạp. Một giải pháp trắc địa hợp lý trong đó thiết lập lưới khống chế mặt đất bằng công nghệ GNSS, đo định hướng và độ cao bằng phương pháp kinh vĩ con quay kết hợp trực, thiết lập lưới khống chế cơ sở hầm lò và định hướng bằng thiết bị laser là những yếu tố then chốt để hoàn thành công trình lò vận tải với hiệu suất và độ chính xác cao □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Công ty than Hạ Long (2018), Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam: Phê duyệt quy hoạch xây dựng mạng lưới khống chế trắc địa, mạng lưới công trình ngầm, bản đồ địa hình vùng Khe Chàm. Ha Long.
2. Công ty than Hạ Long (2021), Thiết kế xây dựng giếng nghiêng vận tải từ mức -350 m đến -250 m cho dự án Khe Chàm II-IV. Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam.
3. Công ty than Hạ Long, Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (2020). Báo cáo kỹ thuật thành lập lưới khống chế trắc địa, lưới khống chế công trình ngầm, và bản đồ địa hình khu vực Khe Chàm.
4. Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (2018), Phê duyệt kế hoạch thăm dò và sản lượng năm.
5. Võ Chí Mỹ, Trắc địa mỏ. (2016), Hà Nội: Nhà xuất bản Khoa học và Công nghệ
6. Bộ Khoa học và Công nghệ (2015). Tiêu chuẩn quốc gia Việt Nam TCVN 10673 về công tác Trắc địa mỏ. Hà Nội.



7. Jarosz, A. and C. Moy. (2016) Error Propagation and Survey Strategies for Long, Underground, Open Traverses. 16th international congress for mine surveying. Brisbane, Australia.
8. Stiros, S.C. (2009). Orientation and alignment of the 5th century bc tunnel of eupalinus at samos (greeCE). Survey review - Directorate of Overseas Surveys, 41(313): p. 218-225.
9. Stiros, S.C., Alignment and breakthrough errors in tunneling. Tunnelling and Underground Space Technology, 2009. 24(2): p. 236-244.
10. Velasco-Gómez, J., et al., Use of the gyrotheodolite in underground networks of long high-speed railway tunnels. Survey review - Directorate of Overseas Surveys, 2016. 48(350): p. 329-337.

SELECTING SUITABLE SOLUTION AND INTEGRATED MINE-SURVEYING TECHNOLOGIES FOR SERVING TUNNEL DRIVING WITH ONCOMING WORKING FACES IN HA LONG UNDERGROUND COAL MINE

Vo Ngoc Dung

Hanoi University of Mining and Geology

ABSTRACT

During the construction and expansion of mines, in order to increase the area of driving tunnels and save time, the driving method by heading oncoming meeting working faces is often applied. Alignment of the orientation of tunnel driving of oncoming heading faces is an important work that requires choosing appropriate technical solutions and equipment. Any errors, mistakes or inappropriate technological solutions that do not give enough accuracy will cause that two oncoming faces do not meet each other, then causing production delays, loss of moneys and even deadly danger. This article introduces the results of selecting appropriate, optimal technological solutions and equipment that have ensured the success of the construction process of tunnel driving by two oncoming opposite directions in the Ha Long coal mine with an allowed orientation accuracy of $M_p = \pm 0.150$ m.

Keywords: *Ha Long coal mine, dig mine working in opposite direction/driving tunnels with oncoming working faces, integrating geodetic technologies.*

Ngày nhận bài: 01/12/2023;

Ngày gửi phản biện: 05/12/2023;

Ngày nhận phản biện: 20/02/2024;

Ngày chấp nhận đăng: 25/02/2024.

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: *Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam.*