LIÊN HIỆP CÁC HỘI KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT VIỆT NAM

HỘI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ VIỆT NAM

TUYỂN TẬP BÁO CÁO "KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ - NHỮNG THÀNH TỰU VÀ PHƯƠNG HƯỚNG PHÁT TRIỂN"

NHÀ XUẤT BẢN CÔNG THƯƠNG

Tháng 11 năm 2020

47 Một số kết quả ứng dụng công nghệ địa tin học trong khai thác mỏ 427
kiều Kim Trúc - Võ Chí Mỹ

48 Lựa chọn giải pháp trắc địa phù hợp đào đối hướng lò nghiêng băng tải mức -350/-250 nối khu Khe Chàm I với khu Khe Chàm IV tại Công ty Than Hạ Long 438
Bùi Đình Thanh - Nguyễn Phi Hùng

49 Đánh giá độ chính xác DSM mỏ lộ thiên được thành lập từ ảnh bay chụp UAV có định vị tâm ảnh bằng công nghệ đo GNSS/PPK 443
Nguyễn Quốc Long - Lê Văn Cảnh - Cao Xuân Cường
Hà Minh Thọ - Lê Tiến Quảng - Nguyễn Văn Khải - Lê Thành Trung
Nguyễn Quy Quốc Vương - Nguyễn Công Viên - Phạm Tuấn Ninh

50 Hiệu quả ứng dụng máy kinh vĩ con quay xác định phương vị đo định hướng mặt bằng lưới khống chế mỏ hầm lò Núi Béo 450
Võ Ngọc Dũng - Nguyễn Tiến Dụng

HIỆU QUẢ ỨNG DỤNG MÁY KINH VĨ CON QUAY XÁC ĐỊNH PHƯƠNG VỊ ĐO ĐỊNH HƯỚNG MẶT BẰNG LƯỚI KHỐNG CHẾ MỎ HẦM LÒ NÚI BÉO

Võ Ngọc Dũng
Trường Đại học Mỏ - Địa chất
Nguyễn Tiến Dụng
Công ty Cổ phần Than Núi Béo - Vinacomin

Tóm tắt

Lưới khống chế trắc địa trong hầm lò là cơ sở cho công tác đo vẽ thành lập bản đồ, đo đạc phục vụ thi công và giải quyết các nhiệm vụ trắc địa trong quá trình xây dựng, mở rộng và khai thác mỏ. Độ chính xác toạ độ điểm khống chế hầm lò phụ thuộc vào độ chính xác đo chiều dài (di) và phương vị (αi). Cùng với sự phát triển của khoa học, công nghệ, các thiết bị con quay ngày càng được ứng dụng trong nội dung xác định phương vị cạnh lưới khống chế hầm lò. Bài viết trình bày kết quả ứng dụng thiết bị con quay GYRO II của hãng SOKKIA (Nhật Bản) trong xác định góc phương vị đo định hướng mạng lưới khống chế hầm lò mỏ Núi Béo nhằm nâng cao độ chính xác, độ tin cậy hệ thống toạ độ phẳng (X,Y) mạng lưới khống chế mặt bằng hầm lò, góp phần nâng cao hiệu quả sản xuất và an toàn lao động trong mỏ.

Từ khóa: *Đo định hướng mặt bằng, phương vị hầm lò, thiết bị con quay, mỏ than Núi Béo.*

1. Mở đầu

Trải qua một thời gian dài trong quá trình hình thành và phát triển công nghiệp mỏ Việt Nam, hầu hết các mỏ hầm lò được mở vỉa bằng lò bằng và giếng nghiêng. Công tác đo định hướng mặt bằng (X,Y, α) được tiến hành đơn giản, thông qua việc đo nối trực tiếp đường chuyền kinh vĩ hầm lò với lưới khống chế trên mặt đất từ điểm tiệm cận ở cửa lò bằng. Mông Dương đã từng là mỏ hầm lò duy nhất ở Việt Nam mở vỉa bằng giếng đứng, và công tác định hướng được tiến hành bằng phương pháp tam giác liên hệ. Cùng với thời gian, điều kiện địa chất ngày càng khó khăn, các vỉa than ngày càng xuống sâu, các mỏ khai thác than Việt Nam đã và đang chuyển dần sang khai thác hầm lò với phương pháp mở vỉa được chuyển từ phương pháp lò bằng, giếng nghiêng sang phương pháp mở vỉa bằng giếng đứng. Các mỏ Hà Lầm, Núi Béo, Khe Chàm II-IV và một số các mỏ khác cũng đang trong quá trình thi công mở vỉa bằng giếng đứng với độ sâu lớn (Hà Lầm: 450m, Núi Béo: 400m, Khe Chàm II-IV: 700m v.v...). Trong những năm gần đây, các thiết bị con quay đang được ứng dụng trong công tác trắc địa - bản đồ ở Việt Nam. Công ty Than Núi Béo, Vinacomin là một trong những đơn vị đầu tiên ứng dụng kinh vĩ con quay trong công tác định hướng mặt bằng qua giếng đứng. Báo cáo trình bày phương pháp và hiệu quả ứng dụng thiết bị con quay trong xác định phương vị định hướng mặt bằng lưới khống chế mỏ hầm lò Núi Béo.

2. Đánh giá các phương pháp định hướng mặt bằng qua giếng đứng

Để có cơ sở lựa chọn và đánh giá hiệu quả phương pháp định hướng mặt bằng phù

hợp trong điều kiện các mỏ hầm lò Việt Nam, cần có phân tích ưu nhược điểm và điều kiện ứng dụng của các phương pháp hiện đang được sử dụng phổ biến trên thế giới.

a/ Phương pháp tam giác liên hệ

Sau khi hoàn thành công tác chiếu điểm bằng hai dây dọi P_1 và P_2 xuống độ sâu sân ga dưới giếng, toạ độ điểm đầu tiên và góc phương vị cạnh đầu tiên của mạng lưới khống chế dưới hầm lò được xác định thông qua việc giải hai tam giác trên mặt đất và dưới hầm lò (tam giác liên hệ) [1, 2]. Ở Việt Nam, phương pháp này đã từng được sử dụng trong một thời gian dài tại mỏ hầm lò Mông Dương.

Tam giác liên hệ dựa trên nguyên lý hình học, thường được sử dụng trong trường hợp đường kính giếng đứng lớn, độ sâu nhỏ. Với các đồ hình tam giác hợp lý, các góc tam giác được đo với độ chính xác cao, tam giác liên hệ là phương pháp đơn giản, kinh phí thấp và cho độ chính xác cao.

Nhược điểm của phương pháp tam giác liên hệ là trong quá trình đo định hướng, công tác chiều điểm và đo nối đòi hỏi thời gian dài. Giếng đứng phải ngừng hoạt động ảnh hưởng đến hoạt động sản xuất của mỏ. Mặt khác, quá trình chiếu điểm cơ học, xét về nguyên lý hình học, dây dọi phải nằm trong phương thẳng đứng, tuy vậy, do nhiều nguyên nhân khác nhau, dây dọi thường vẫn bị lệch khỏi phương thẳng đứng mà gió là tác nhân quan trọng nhất. Gió tác động trên toàn chiều dài dây dọi từ các hướng khác nhau tạo ra lực đẩy tác động mạnh làm dây dọi dao động mạnh và lệch khỏi phương thẳng đứng. Giếng càng sâu, lực gió thổi càng mạnh làm giảm độ chính xác của các yếu tố định hướng mặt bằng.

b/ Định hướng qua hai giếng đứng

Các mỏ hầm lò Việt Nam như Hà Lầm, Núi Béo, Khe Chàm II-IV... hiện được mở vỉa với hai hoặc ba giếng đứng, bao gồm giếng chính, giếng phụ, giếng gió. Trường hợp hai giếng đã thông với nhau, công tác định hướng mặt bằng có thể tiến hành qua hai giếng [1,2].

Từ công thức đánh giá độ chính xác công tác định hướng:

$$m_2 = \pm \frac{\rho''}{S} \cdot \sqrt{\frac{e_{P1}^2 + e_{P2}^2}{2}}$$

trong đó: e_{P1} và e_{P2} – sai số chiếu điểm; S là khoảng cách giữa hai dây dọi, cho thấy rằng: độ chính xác định hướng mặt bằng qua hai giếng phụ thuộc vào khoảng cách giữa hai giếng, chiều dài đường chuyền đa giác nối hai giếng dưới mặt đất, độ chính xác đo góc và đo chiều dài lưới đa giác hầm lò. Điều kiện tiên quyết để thực hiện định hướng qua hai giếng là đã có sự đào thông giữa hai giếng. Mặt khác, trong trường hợp hai giếng đứng có độ sâu lớn và khoảng cách xa như các giếng đứng ở Việt Nam, độ hội tụ dây dọi làm ảnh hưởng không nhỏ đến độ chính xác xác định phương vị trong kết quả đo định hướng.

c/ Định hướng laser

Gần đây, thiết bị laser ngày càng được cải tiến và áp dụng trong định hướng mặt bằng. Máy laser dùng trong định hướng có cấu tạo từ laser He-Ne hoặc laser bán dẫn có công suất, cường độ chiếu sáng mạnh và có độ hội tụ lớn. Nhờ vào tia sáng nhìn thấy được, việc điều chỉnh phương của chúng cũng dễ dàng hơn. Phương của trục ngắm được điều chỉnh trên miệng giếng tại vị trí đặt máy, nhờ thế, tạo khả năng tự động hóa

quá trình chiếu điểm thông qua việc nối máy laser với máy tính, tự đông hóa quá trình tính toán, xử lý và hiệu chỉnh nhờ các phần mềm chuyên dụng. Đa số các máy chiếu điểm laser hiện nay được chế tạo theo nguyên tắc cân bằng tự động, theo đó, việc xác định phương thẳng đứng của tia laser là làm trùng tia laser với tia phản xạ từ gương đo. Hiện, trên thị trường đã có nhiều máy định hướng laser với các tính năng kỹ thuật ngày một cải tiến và hoàn thiện. Mặc dù có nhiều ưu điểm, phương pháp định hường laser không được sử dụng nhiều đặc biệt trong các giếng đứng có độ sâu lớn.

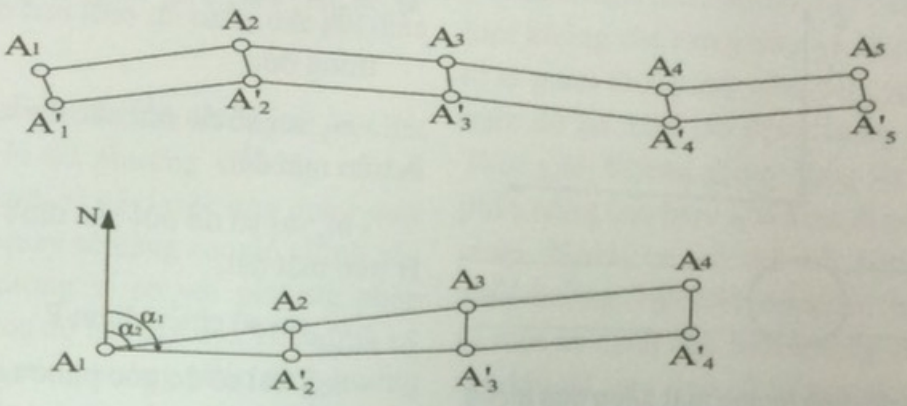
Tuy vậy, các điều kiện trong giếng đứng như bụi mỏ, hơi nước, sự phân lập nhiệt độ trong các lớp không khí trên suốt chiều dài của giếng có ảnh hưởng tới các chùm tia laser. Giếng càng sâu, sự tán sắc chùm tia laser càng lớn, làm giảm đáng kể độ hộ tụ của chùm tia trên sân ga dưới giếng hoặc trên tầng định hướng. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh rằng: với độ sâu 400m chùm tia laser bị lệch 25cm và độ sâu 700m (như mỏ Khe Chàm II-IV), ảnh hưởng của chiết quang có thể lám chùm tia laser lệch đến 0,5m [2, 3]. Với kỹ thuật laser hiện nay, độ sâu lớn của các giếng đứng trên bể than Quảng Ninh với các điều kiện bất lợi trong giếng, việc sử dụng phương pháp định hướng laser sẽ không bảo đảm độ chính xác và có thể nói là bất khả thi.

3. Định hướng bằng thiết bị con quay

3.1. Định hướng bằng kinh vĩ con quay

Các thiết bị con quay bao gồm cả kinh vĩ con quay đang được ứng dụng trong một số nội dung công tác trắc địa - bản đồ ở Việt Nam. Nhược điểm cơ bản của các máy kinh vĩ con quay thế hệ cũ là kích thước và trọng lượng lớn, gây khó khăn trong việc di chuyển và đo đạc trong hầm lò, đặc biệt là trong các đường lò chật hẹp. Những năm gần đây, các máy kinh vĩ con quay ngày càng được cải tiến và hoàn thiện với độ chính xác cao, kích thước gọn nhẹ, phù hợp với quá trình di chuyển và đo đạc trong mỏ hầm lò. Các máy kinh vĩ con quay thế hệ mới như GAK-1 (Wild), các thế hệ GIROMAT (DMT), đặc biệt, các máy kinh vĩ con quay GIROMAT-2000, GIROMAT-3000, GIROMAT-5000 là các thiết bị hiện đại, đa chức năng cho phép xác định góc phương vị có độ chính xác cao, thời gian đo nhanh phù hợp với công tác đo định hướng trong giếng đứng có độ sâu lớn ở Việt Nam. Việc ứng dụng kinh vĩ con quay đo trực tiếp phương vị khi định hướng mặt bằng có ý nghĩa lớn [2, 3]. Bởi lẽ, trong hai yếu tố định hướng mặt bằng qua giếng đứng thì góc phương vị đóng vai trì quan trọng hơn. Khi toạ độ được chuyền có sai số, toạ độ của điểm lưới khống chế hầm lò sẽ dịch chuyển một giá trị song song không đổi. Ngược lại, khi góc phương vị có sai số, phương vị các cạnh lưới khống chế sẽ sai lệch tỷ lệ thuận với khoảng cách từ cạnh xét đến cạnh đầu [1, 2, 4] (hình 1).

Từ kết quả phân tích trên đây, cho thấy rằng: góc phương vị đóng vai trò quan trọng trong công tác đo định hướng mặt bằng. Trong nhiều nội dung công tác trắc địa mỏ hầm lò như cho hướng đào lò, đào lò đối hướng, cứu hộ cứu nạn v.v... số liệu định hướng là nhân tố quyết định độ chính xác. Về lý thuyết, công tác định hướng bằng kinh vĩ con quay có thể thực hiện bằng phương pháp không chiếu điểm. Tuy vậy, xét thấy, ảnh hưởng của sai số chiếu điểm không ảnh hưởng lớn lắm nên hầu hết đều sử dụng phương pháp kinh vĩ con quay với chiếu điểm một dây dọi. Với trường



Hình 1. Ảnh hưởng của sai số chuyển toạ độ và phương vị đối với độ chính xác mạng lưới khống chế hầm lò [2].

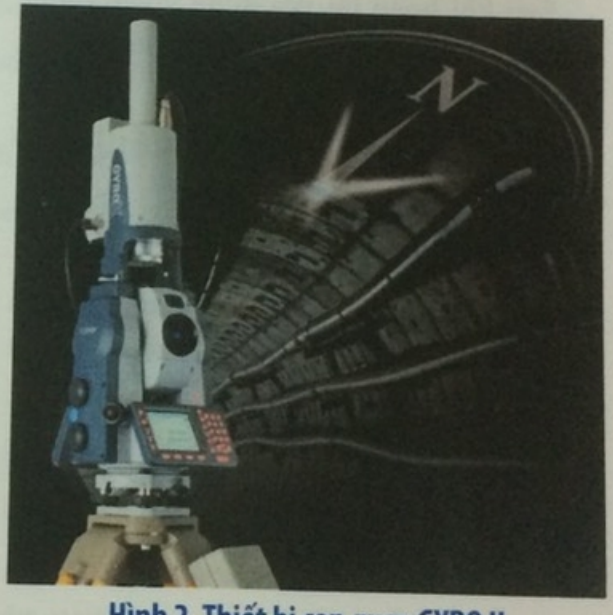
a) ảnh hưởng của sai số chuyển tọa độ, b) ảnh hưởng của sai số chuyển phương vị.

hợp đường kính giếng lớn, điều kiện chiếu điểm dễ dàng, có thể tiến hành định hướng kinh vĩ con quay với hai dây dọi là điều kiện lý tưởng để kiểm tra.

Gần đây, một số mỏ hầm lò Việt Nam đã tiến hành thử nghiệm đo định hướng mặt bằng bằng kinh vĩ con quay. GYRO X II (hình 2) là máy kinh vĩ con quay của hãng SOKKIA (Nhật Bản).

Máy GYRO II cho phép xác định hướng Bắc một cách chính xác ở mọi lúc mọi nơi nhờ vào hệ thống con quay hồi chuyển. Sự kết hợp giữa phần mềm ứng dụng đặc biệt và hệ thống truyền động tiên tiến cho phép xác định hướng bắc thực với độ chính xác là ± 15"(5mgon/0,074 triệu). Thời gian xác định phương vị trong vòng 19' cho phép tăng hiệu quả công tác định hướng, giảm thời gian và công sức, nâng cao điều kiện an toàn lao động [3,5].

Công tác định hướng bằng kinh vĩ con quay được tiến hành thông qua chiếu điểm một dây dọi. Quy trình nội dung định hướng có thể tóm tắt các bước như sau (hình 3).



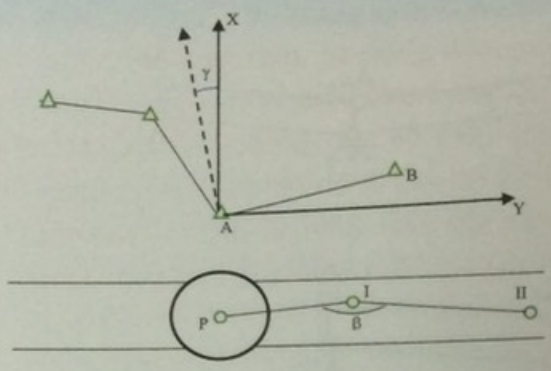
Hình 2. Thiết bị con quay GYRO II trên trạm đo phương vị trong mỏ hầm lò Núi Béo

- Thành lập hai điểm A và B trên mặt đất trong khu vực gần giếng đứng. Toạ độ hai điểm A và B có thể xác định bằng các phương pháp truyền thống hoặc công nghệ GNSS;

- Đo phương vị con quay cạnh A-B;

- Tính góc lệch kinh tuyến γ;

- Tiến hành các nội dung chiếu điểm P



Hình 3. Sơ đồ định hướng mặt bằng qua giếng đứng bằng kinh vĩ con quay.

qua giếng đứng;

- Thành lập hai điểm I và II dưới hầm lò khu vực sân ga dưới giếng đứng;

Sau khi hoàn tất nội dung chiếu điểm, dây dọi dã được cố định trên đĩa định vị tiến hành:

- Đo phương vị cạnh đầu tiên là $\propto'_{I-P}$ dưới hầm lò.

Phương vị cạnh I-P sẽ bằng:

Góc phương vị con quay cạnh I-P đầu tiên lưới khống chế hầm lò được xác định qua công thức:

$$\propto_{I-P}=\propto'_{I-P}+\gamma$$

trong đó: α_{I-P}- phương vị con quay cạnh I-P,

γ – độ lệch hướng bắc con quay và hướng bắc toạ độ.

- Đo góc bằng β (P-I-II);

- Hiệu chỉnh độ lệch kinh tuyến, tính phương vị toạ độ cạnh I-P;

- Tính phương vị toạ độ cạnh I-II.

Từ nội dung đo định hướng bằng kinh vĩ con quay, có thể xác định công thức tính sai số định hướng mặt bằng theo công thức như sau:

$$M_\alpha=\sqrt{m_A^2+m_B^2+m_p^2+m_{\alpha d}^2+m_\beta^2+m_\gamma^2} \quad (2.11)$$

trong đó:

- m_{A-} sai số đo nối xác định toạ độ điểm A trên mặt đất,

- m_{B-} sai số đo nối xác định toạ độ điểm B trên mặt đất,

- m_{p-} sai số chiếu điểm P

- $m_{\alpha d}$- sai số đo góc phương vị con quay trong hầm lò,

- m_β- sai số đo góc bằng β,

- m_γ- sai số xác định độ lệch phương vị.

Đánh giá độ chính xác và điều kiện ứng dụng của phương pháp định hướng bằng kinh vĩ con quay thể hiện các ưu điểm nổi bật sau dây:

- Độ chính xác định hướng bằng thiết bị con quay không phụ thuộc vào độ chính xác chiếu điểm và tăng tỷ lệ với căn bậc hai số lần định hướng.

- Khi định hướng bằng thiết bị con quay, không những chỉ xác định phương vị cạnh đầu mà còn xác định phương vị một số cạnh khác của đường chuyền kinh vĩ hầm lò, làm cho cấu trúc của mạng lưới trắc địa hầm lò thêm chắc chắn và nâng cao độ tin cậy.

- So với các phương pháp truyền thống khác, độ chính xác của phương pháp định hướng bằng kinh vĩ con quay không phụ thuộc vào độ sâu của giếng. Nghĩa là, độ sâu lớn của các giếng đứng trên bể than Quảng Ninh không ảnh hưởng đến độ chính xác định hướng bằng kinh vĩ con quay.

3. Kết luận

Kết quả đánh giá hiệu quả và điều kiện ứng dụng phương pháp đo định hướng mặt

bằng qua giếng đứng bằng thiết bị con quay ở Công Than Núi Béo đã rút ra các kết luận sau đây:

Trong hai yếu tố định hướng từ mặt đất xuống hầm lò thì phương vị đóng vai trò quan trọng hơn, vì vậy, việc ứng dụng máy kinh vĩ con quay sẽ nâng cao độ chính xác xác định phương vị so với phương pháp xác định từ toạ độ hai dây dọi. Hiệu quả kỹ thuật nổi trội của phương pháp định hướng mặt bằng bằng kinh vĩ con quay là nâng cao độ chính xác, độ tin cậy của hệ thống lưới khống chế trong hầm lò. Hiệu quả kinh tế là giảm thời gian, công sức và nâng cao mức độ an toàn lao động trong giếng mỏ. Thời gian ngừng giếng đứng rất ngắn góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế của phương pháp. Ngoài ra, có thể kết hợp công tác định hướng với việc đo kiểm tra phương vị một số cạnh của lưới khống chế hầm lò sau khi đã ước tính số lượng phương vị và vị trí cạnh đo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Đình Bé, Võ Chí Mỹ, Nguyễn Xuân Thuỵ, 1999, *Trắc địa mỏ*, NXB Giao thông vận tải Hà Nội.
2. Võ Chí Mỹ, 2016, *Trắc địa mỏ*, NXB Khoa học và Công nghệ Hà Nội.
3. Ingemar Lewen (2006), Use of gyro-theodolite in underground control network, Royal Institute of technology, Stockholm Sweden.
4. Báo cáo kỹ thuật đo định hướng qua giếng đứng Công ty Than Núi Béo, 2019
5. Gyro X II, Gyro1 X II/ Gyro3 XII, Automated Gyro Stations, Determine azimuth any where, any time Sokkia.

   Catalogue.