

NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH HỆ SỐ CHIẾT QUANG VÀ ẢNH HƯỞNG ĐỐI VỚI CÁC KẾT QUẢ ĐO ĐỘ CAO TRÊN VÙNG MỎ

NGUYỄN QUỐC LONG, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Tóm tắt: Ở Việt Nam, các vùng mỏ được phân bố chủ yếu ở các nơi có bề mặt địa hình phức tạp; đồi núi cao, rừng rậm, sông suối chia cắt, điều kiện khí hậu thay đổi. Kết quả khai thác mỏ lộ thiên đã tạo ra các hình thái địa hình nhân sinh như lòng moong sâu, bãi thải cao v.v... Điều kiện phân tầng không khí với mật độ biến đổi cộng với các điều kiện thời tiết vì khí hậu phức tạp đã làm tăng ảnh hưởng của chiết quang đối với các kết quả đo độ cao trên vùng mỏ. Bài báo phân tích ảnh hưởng của chiết quang và phương pháp xác định hệ số chiết quang cho vùng mỏ.

1. Mở đầu

Ở Việt Nam, các vùng mỏ được phân bố chủ yếu ở các nơi có bề mặt địa hình phức tạp như đồi núi cao, rừng rậm, sông suối chia cắt, điều kiện khí hậu thay đổi. Kết quả khai thác mỏ lộ thiên đã tạo ra các hình thái địa hình nhân sinh như lòng moong sâu, bãi thải cao v.v... Điều kiện phân tầng không khí với mật độ biến đổi cộng với các điều kiện thời tiết vì khí hậu phức tạp đã làm tăng ảnh hưởng của chiết quang đối với các kết quả đo trên vùng mỏ [1]. Trong những năm gần đây, với sự cải tiến và phát triển không ngừng của các thiết bị trắc địa, các máy toàn đạc điện tử (total station) ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong các phép đo trên vùng mỏ. Độ cao xác định bằng máy toàn đạc điện tử dựa trên nguyên lý đo cao lượng giác. Ảnh hưởng của chiết quang đối với các kết quả đo là không thể tránh khỏi. Tuy vậy, số lượng công trình nghiên cứu về ảnh hưởng của chiết quang trên bề mặt mỏ nói chung và trong các mỏ lộ thiên khai thác xuống sâu ở Việt Nam rất ít, chưa phản ánh được tính chất phức tạp của địa hình đến kết quả xác định hệ số chiết quang. Các số hiệu chỉnh hệ số chiết quang đều lấy theo quy phạm của Liên Xô (cũ) [2]. Việc xác định các hệ số chiết quang cho vùng mỏ Việt Nam là cần thiết nhằm nâng cao độ chính xác các kết quả đo.

2. Bản chất hiện tượng chiết quang

Bản chất của chiết quang là hiện tượng khúc xạ khi ánh sáng đi qua các môi trường

không khí có mật độ khác nhau. Tia sáng từ mục tiêu đến người đứng máy đi theo một đường cong, đường cong này không cố định mà ở tại mọi điểm khác nhau có giá trị khác nhau [3]. Tia sáng từ điểm A đến điểm B được mô tả bằng phương trình vi phân sau đây:

$$vdt = dl, \quad (1)$$

trong đó:

$$v = \frac{c}{n} \quad \text{- vận tốc lan truyền sóng điện từ;}$$

dl - quãng đường sóng điện từ di chuyển trong thời gian dt;

c - vận tốc ánh sáng trong chân không;

n - hệ số chiết suất của môi trường không khí.

Thời gian lan truyền của sóng từ điểm A đến điểm B sẽ bằng:

$$t = \int_A^B dt = \int_A^B \frac{dl}{v} = \frac{1}{c} \int_A^B n dl \quad (2)$$

$$\int_A^B n dl = \min \quad (3)$$

Chúng ta biết rằng: Trong môi trường không đồng nhất, sóng điện từ lan truyền từ A đến B trong thời gian ngắn nhất. Thời gian sóng điện từ lan truyền là ngắn nhất, nếu:

Phân tích điều kiện (3), ta nhận được biểu thức:

$$\frac{1}{n} = \frac{1}{r} \cdot \frac{dn}{dr}, \quad (4)$$

trong đó: $\frac{1}{r}$ - độ cong của tia ngắm.

Tỷ số giữa bán kính Trái đất và bán kính đường cong tia ngắm tại một điểm được gọi là hệ số chiết quang tại điểm đó. Theo kết quả nghiên cứu của Jordan [3], hệ số chiết quang tại một điểm trên đường cong có thể được tính bằng công thức thực nghiệm như sau:

$$k = 0,2325 \frac{B}{760} \cdot \frac{1}{(1 + \alpha t)^2} \cdot (1 - 29,39\mu) , \quad (5)$$

trong đó:

B - áp suất không khí;

α - hằng số;

t - nhiệt độ không khí;

μ - gra-đien nhiệt độ theo độ cao.

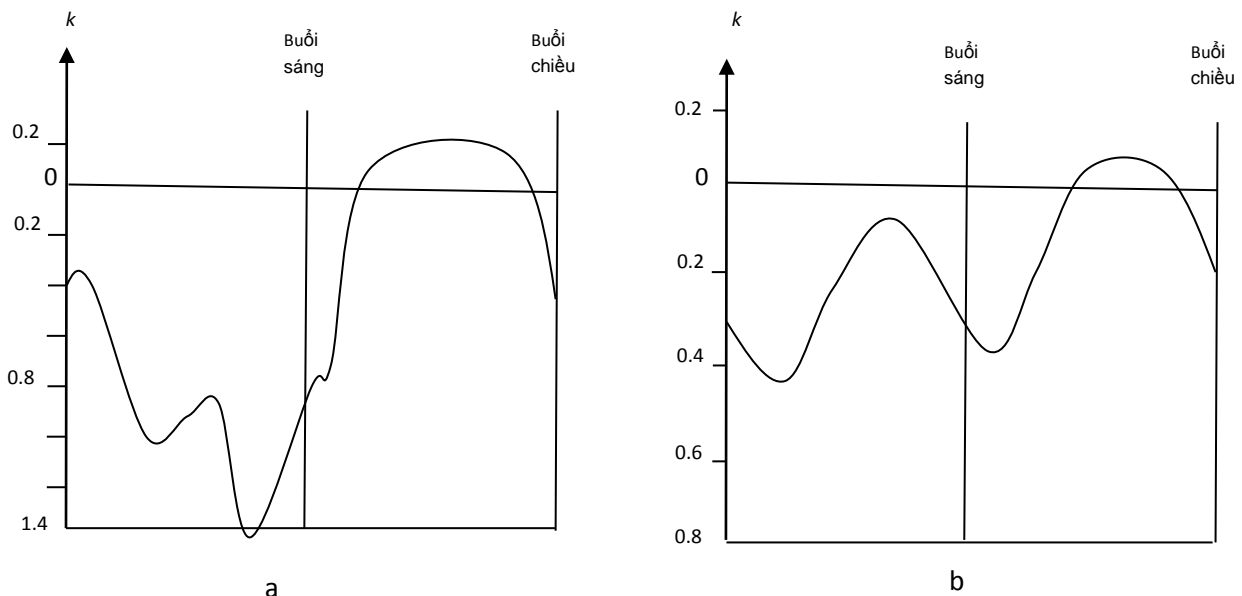
Trên đây là công thức tính hệ số chiết quang tại một điểm. Trong thực tế, cần phải tính hệ số chiết quang trung bình đi dọc suốt chiều dài tia ngắm qua các lớp không khí có mật độ và các điều kiện khác nhau. Quan hệ giữa hệ số chiết quang trung bình và hệ số chiết quang thành phần được xác định bằng công thức sau đây:

$$m = \frac{2}{S^2} \int_A^B k.l.dl , \quad (6)$$

trong đó: S - chiều dài tia ngắm;

l – khoảng cách từ điểm đầu cho đến một điểm mà tại đó hệ số chiết quang bằng k.

Cho đến nay, đã có nhiều nghiên cứu về chiết quang và các phương pháp xác định hệ số chiết quang. Mỗi phương pháp đều có các ưu nhược điểm và điều kiện ứng dụng riêng. Một nhận định chung có thể dễ dàng nhận thấy là: Ở các khu vực địa hình khác nhau thì hệ số chiết quang cũng khác nhau và giá trị của nó phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Trong nghiên cứu [3], tác giả đã thử nghiệm nghiên cứu xác định hệ số chiết quang trên một địa hình đa dạng bao gồm các lớp không khí ở độ cao khác nhau, từ 2~25m, 75~100m và 400~500m. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng: Ở lớp không khí có độ cao 2~25m, hệ số chiết quang k mang dấu dương. Trị số và sự biến động của hệ số chiết quang ở các lớp không khí trên cao nhỏ hơn nhiều so với trị số và sự biến động của hệ số chiết quang ở các lớp không khí sát mặt đất. Ở lớp không khí 75~100m, trong các ngày trời trong, ít mây, hệ số chiết quang cực đại $k_{max} = 0,31$; trong các ngày mây mù $k_{max} = 0,43$. Trong lớp không khí 400~500m, trong các ngày trời trong, ít mây, hệ số chiết quang cực đại $k_{max} = 0,18$; các ngày mây mù $k_{max} = 0,20$ (hình 1).



Hình 1. Ảnh hưởng của chiết quang.
a. Ngày đẹp trời , b. Ngày nhiều mây

Nhiều kết quả nghiên cứu cũng khẳng định rằng: Trong cùng một điều kiện thời tiết như nhau, trong mùa đông hệ số chiết quang lớn hơn so với mùa hè. Hệ số chiết quang phụ thuộc vào thời gian trong một ngày, các mùa trong năm và độ cao tia ngắm. Mặt khác, hệ số chiết quang cũng phụ thuộc vào chiều dài tia ngắm, tính chất và cấu trúc bề mặt mà tia ngắm đi qua. Có nhiều phương pháp xác định hệ số chiết quang, có thể khái quát trong ba nhóm chính:

- Dựa trên kết quả đo khoảng thiên đỉnh;
- Dựa trên kết quả đo điều kiện khí hậu, thời tiết (nhiệt độ, áp suất, gra-điêng nhiệt độ theo độ cao);
- Từ các kết quả đo độ tán xạ của ánh sáng.

3. Xác định hệ số chiết quang từ kết quả đo khoảng thiên đỉnh

Hệ số chiết quang có thể tính từ độ chênh cao, góc thiên đỉnh và khoảng cách giữa hai điểm A và B (hình 2). Xuất phát từ công thức tính độ chênh cao lượng giác giữa hai điểm:

$$h = S \cdot \text{ctg}Z + \frac{S^2}{2R} (1 - k), \quad (7)$$

trong đó:

- S – khoảng cách giữa hai điểm A và B;
- Z – góc thiên đỉnh tại điểm A và B.

Nếu độ chênh cao h được xác định (từ đo cao hình học), trong công thức (7) chỉ còn lại một ẩn số là hệ số chiết quang phải xác định:

$$k = 1 - \frac{(h - S \cdot \text{ctg}Z) \cdot 2R}{S^2}. \quad (8)$$

Hệ số chiết quang cũng có thể xác định từ kết quả đo đồng thời khoảng thiên đỉnh tại điểm cuối của tia ngắm. Công thức (7) được trình bày cho cả hai trạm đo A và B:

$$h = S \cdot \text{ctg}Z_1 + \frac{S^2}{2R} (1 - k). \quad (9)$$

$$-h = S \cdot \text{ctg}Z_2 + \frac{S^2}{2R} (1 - k). \quad (10)$$

Cộng hai phương trình (9) và (10), độ chênh cao h bị triệt tiêu, hệ số chiết quang k sẽ được xác định theo công thức:

$$k = 1 + \frac{R}{S} (\text{ctg}Z_1 + \text{ctg}Z_2), \quad (11)$$

trong đó:

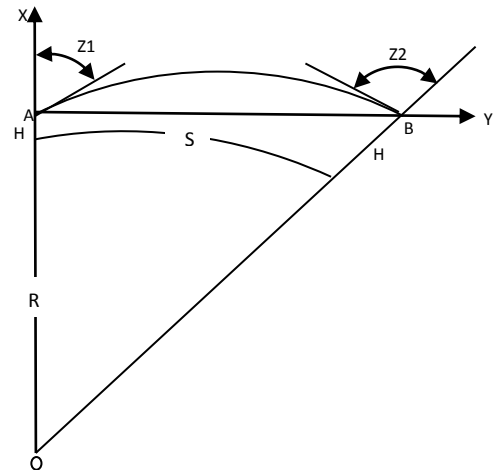
- Z_1 – góc thiên đỉnh tại điểm A;

Z_2 – góc thiên đỉnh tại điểm B;

O (hình 2):

H_1 – độ cao điểm A;

H_2 – độ cao điểm B.



Hình 2. Nguyên lý xác định hệ số chiết quang từ kết quả đo khoảng thiên đỉnh

Hệ số chiết quang cũng có thể xác định dựa trên kết quả đo điều kiện khí hậu, thời tiết, hoặc từ các kết quả đo độ tán xạ của ánh sáng. Trong phương pháp dựa trên kết quả đo điều kiện khí hậu, thời tiết, cần phải đo được các thông số nhiệt độ, áp suất, gra-điêng nhiệt độ theo độ cao trên toàn bộ tia ngắm. Trong thực tế, đây là việc rất khó khăn, mất nhiều thời gian công sức thậm chí không thực hiện được. Phương pháp tính chất tán xạ của ánh sáng dựa trên nguyên lý hệ số khúc xạ của sóng ánh sáng phụ thuộc vào bước sóng, có nghĩa là phụ thuộc vào màu của ánh sáng. Đối với các môi trường trong suốt, trong đó có không khí, hệ số khúc xạ ánh sáng tỷ lệ nghịch với bước sóng. Bước sóng màu đỏ lớn hơn bước sóng màu xanh lơ, tia ngắm màu đỏ sẽ ít chịu ảnh hưởng chiết quang hơn tia sáng màu xanh lơ. Việc áp dụng phương pháp này cũng gặp khó khăn và cần có các thiết bị lọc màu chuyên dụng.

4. Kết luận

Vùng mỏ Việt Nam, đặc biệt là bể than Quảng Ninh nằm ở vùng địa hình phức tạp, hiện hữu hầu hết các yếu tố gây ra hiện tượng chiết quang không khí, ảnh hưởng đến độ chính xác

kết quả đo độ cao kể cả trên bề mặt và trong lòng mỏ lộ thiên khai thác xuống sâu.

Hệ số chiết quang biến động theo khu vực và các yếu tố ngoại cảnh. Việc xác định hệ số chiết quang cho từng mỏ, hay cho một khu vực cụm mỏ luôn luôn là vấn đề thời sự và cấp thiết, Cần khảo sát điều kiện cụ thể với những phân tích đầy đủ, có cơ sở khoa học để lựa chọn phương pháp hợp lý, nhằm xác định hệ số chiết quang có độ tin cậy cao hiệu chỉnh cho các kết quả đo độ cao trên vùng mỏ.

Có nhiều phương pháp xác định hệ số chiết quang. Mỗi phương pháp đều có các ưu nhược điểm và điều kiện ứng dụng riêng, trong

điều kiện các mỏ lộ thiên Việt Nam, phương pháp xác định theo khoảng thiên đỉnh là phù hợp nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Võ Chí Mỹ, 2001, Ảnh hưởng của chiết quang đối với độ chính xác đo cao lượng giác trong các mỏ lộ thiên khai thác xuống sâu, Tạp chí Công nghiệp mỏ số 6, 3-4, Hà Nội.
- [2]. Quy phạm Trắc địa mỏ, 1999, NXB Bộ Công nghiệp, Hà Nội.
- [3]. Jorda. A, 1999, The methods of refraction determination on the mining area, Proceedings of ISM, 111-112-113-114, Warszawa.

SUMMARY

On the methods of refraction determination for height correction on the mining area

Nguyen Quoc Long *University of Mining and Geology*

In Vietnam, the mines are located on the diversity areas. In mine locations, a lot of anthropogenic reliefs such as high dumps and deep bottoms have been formed as the consequence of the open pit mining activities. The refraction is affected seriously by the bedded layers of atmosphere. The paper deals with analysis methods of refraction determination for height correction on the mining area.

ẢNH HƯỞNG CỦA CHIẾT QUANG...

(tiếp theo trang 79)

Với các thiết bị laser hiện đại, độ chính xác đo các đại lượng trong hầm lò được nâng lên đáng kể, giảm nhiều công sức, thời gian và an toàn lao động. Tuy vậy, điều kiện môi trường đo trong hầm lò lại rất phức tạp, ảnh hưởng của chiết quang là rất đáng kể và không thể tránh khỏi, lại biến động theo không gian và thời gian. Cần nghiên cứu xác định các hệ số chiết quang và quy luật ảnh hưởng của chúng đối với các kết quả đo đạc 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, 2005. Nghiên cứu khả năng ứng dụng thiết bị laser trong các mỏ hầm lò, Báo cáo tổng kết đề tài cấp Nhà nước Mã số: HTNC-01, Hà Nội.

- [3]. 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.

- [4]. Weglowski-Krol M., 2008. Influence of refraction on the laser sight line. Master dissertation, University of Science and Technology, Cracow, Poland.

SUMMARY

Influence of vertical refraction on the precision of laser measurement in underground mines

Vo Ngoc Dung, *University of Mining and Geology*

Abstract. When laser beam passes from a medium of one density into a medium of a different density, the rays change in direction (bend). The change in direction is called refraction. Since sight lines are light rays, they are refracted, or bent, by changes in the underground mining atmosphere, causing errors in angular, distance and elevation measurement. The influence of vertical refraction on the precision of laser measurement in underground mines is discussed.