



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Đánh giá độ chính xác đo chiều dài bằng thiết bị laser TS-02 trong mỏ hầm lò

Võ Ngọc Dũng ^{1,*}, Nguyễn Viết Nghĩa ¹, Lê Đức Tình ¹, Đinh Công Hòa ¹

¹Khoa Trắc địa - Bản đồ và Quản lý đất đai, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

TÓM TẮT

Quá trình:

Nhận bài 15/3/2017
 Chấp nhận 21/6/2017
 Đăng online 31/8/2017

Từ khóa:

Mỏ hầm lò
 Độ chính xác đo chiều dài
 Thiết bị laser
 Mỏ Khe Chàm

Trong hầu hết các nội dung đo vẽ trong hầm lò, bao gồm: thành lập lưới khống chế hầm lò, đo chi tiết hầm lò, đo cập nhật khối lượng khai thác, đo vẽ buồng khai thác, đo cao lượng giác v.v... Công tác đo chiều dài là nhiệm vụ chủ yếu và quan trọng, chiếm nhiều thời gian và công sức. Trong những năm gần đây, công nghệ đo chiều dài bằng laser đã và đang được áp dụng trong các mỏ hầm lò. Bài báo giới thiệu kết quả đánh giá độ chính xác đo chiều dài bằng máy toàn đạc điện tử TS-02 sử dụng bằng chương trình đo không gương tới các vật liệu khác nhau trong mỏ hầm lò.

© 2017 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Trắc địa mỏ hầm lò thực hiện trong điều kiện khó khăn, phức tạp, thiếu ánh sáng, nhiều vị trí không thể tiếp cận được. Nội dung đo chiều dài trong trắc địa mỏ hầm lò chiếm khối lượng lớn, nhiều phép đo đòi hỏi độ chính xác cao (Võ Chí Mỹ, 2016; Võ Chí Mỹ, Mieczyslaw Jozwik, 2014). Trong hầm lò, đo chiều dài được ứng dụng trong các nội dung: Thành lập lưới khống chế hầm lò, đo chi tiết hầm lò, đo cập nhật khối lượng khai thác, đo vẽ buồng khai thác, đo cao lượng giác v.v... Gần đây, phương pháp đo chiều dài bằng laser đã và đang bắt đầu được ứng dụng trong hầm lò (Nguyễn Bá Dũng, 2001; Võ Chí Mỹ, 2016). Nhờ vào ưu điểm của chùm tia laser có công suất lớn, khả năng đo không gương của thiết bị laser đã

nâng cao năng suất, giảm thời gian và công sức đặc biệt là nâng cao an toàn lao động khi mà có thể đo chiều dài đến các điểm khó hoặc không tiếp cận được (Võ Ngọc Dũng, 2010; Bùi Thanh Lan và nnk, 2005). Tuy vậy, điều kiện và môi trường trong hầm lò như độ ẩm, nhiệt độ, bụi mỏ và đặc biệt, các đối tượng phản xạ trong mỏ hầm lò lại khác nhau cũng sẽ cho độ chính xác kết quả đo chiều dài khác nhau (Bùi Thanh Lan và nnk, 2005). Việc nghiên cứu các thiết bị laser để hoàn thiện các phương pháp đo chiều dài trong hầm lò là hết sức cần thiết.

Trên thế giới, các thiết bị laser đã được ứng dụng nhiều trong công tác trắc địa mỏ hầm lò (Paleček, V., Kubíček, P., 2016; Gordon, S., Lichti, D., Franke, J. and Stewart, M., 2004; Pfeifer, N., Gorte, B. and Winterhalder, D., 2004; Paulo C.L. Krelling, Higinio González-Jorge, Joaquín Martínez-Sánchez, Pedro Arias., 2012), các kết quả nghiên cứu trên đã khẳng định những lợi ích cũng như hiệu quả và độ chính xác khi sử dụng

**Tác giả liên hệ*

E-mail: vongocdungmhc@gmail.com

thiết bị laser (J. W. van der Merwe, D. C. Andersen, 2012).

Trong nội dung nghiên cứu này, tác giả tập trung đánh giá độ chính xác của kết quả đo chiều dài trong mỏ hầm lò Việt Nam trong đó lưu ý tới các đối tượng phản xạ khác nhau.

2. Đánh giá độ chính xác đo chiều dài laser trong mỏ hầm lò

Thông thường, trong các mỏ hầm lò Việt Nam, các chiều dài cần phải đo nằm trong khoảng 50m (cạnh lưới khống chế) cho đến ngắn nhất là 3-5m (đo cấp nhật hình lò). Vì vậy, cần phải khảo nghiệm khả năng và độ chính xác của máy đối với các khoảng cách trên. Để kiểm tra độ chính xác đo chiều dài laser của máy TS-02, bố trí 11 đoạn kiểm định như (Hình 1). Khoảng cách từ điểm chuẩn đến các điểm được đo bằng thước thép 3 lần. Giá trị trung bình được thể hiện trong (Bảng 1).

Máy toàn đạc TS-02 có thể đo chiều dài bằng chương trình dùng gương (hồng ngoại) và chương trình đo không dùng gương (laser), máy TS-02 có khả năng tính chuyển từ chiều dài nghiêng sang chiều dài bằng, rất thuận tiện cho việc đo chiều dài cạnh trong hầm lò. Chương trình nghiên cứu đã tiến hành thử nghiệm cho khoảng cách đến 50 m là khoảng cách tối đa thường gặp trong mỏ hầm lò Việt Nam. Máy TS-02 được đặt tại điểm C lần lượt đo đến các điểm kiểm định sử dụng bảng ngắm gắn trên để máy định tâm quang học tại các điểm kiểm tra (Hình 3). Mỗi chiều dài được tiến hành đo 10 lần (Kết quả thể hiện Bảng 2).

Độ chính xác trị đo chiều dài đo nhiều lần một trị đo được tính theo công thức (1) Bexen (Hoàng Ngọc Hà & Trương Quang Hiếu, 2003):

$$m_o = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} \quad (1)$$

m_o - Sai số trung phương đo chiều dài; v - Số hiệu chỉnh chiều dài; n - Số lần đo (quá trình thực nghiệm đã lấy $n = 10$).

Trong trường hợp này đo thực nghiệm chiều dài bằng thước thép là chiều dài chuẩn là 55,456, (m) để đánh giá độ chính xác với với chiều dài đo laser, chiều dài đo hồng ngoại ta sử dụng công thức sai số trung phương theo sai số thực, được

tính bằng công thức: (1, 2) (Hoàng Ngọc Hà & Trương Quang Hiếu, 2003):

$$M_{LS} = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}} \quad (2)$$

Trong đó:

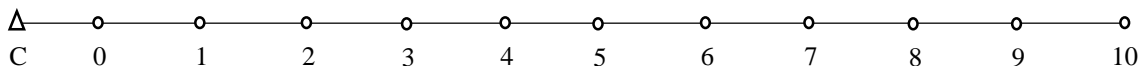
M_{HN} - Sai số trung phương đo chiều dài bằng hồng ngoại, M_{LS} - Sai số trung phương đo chiều dài bằng laser; Δ - Sai số thực chiều dài chuẩn và chiều dài laser. Δ Sai số thực chiều dài chuẩn và chiều dài hồng ngoại.

Bảng 1. Kết quả đo chiều dài mẫu phục vụ kiểm định chương trình của máy.

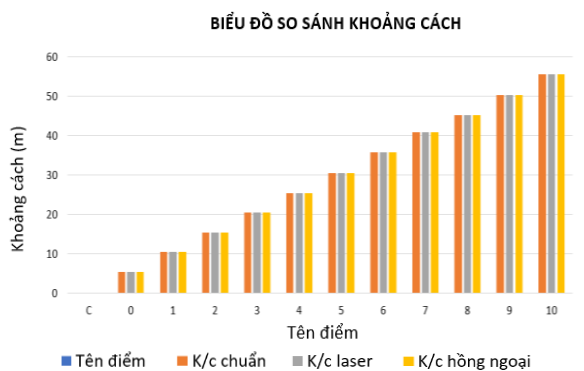
Ký hiệu	D1(m)	D2(m)	D3(m)	D _{tb} (m)
0	5,456	5,456	5,456	5,456
1	10,455	10,455	10,455	10,455
2	15,454	15,453	15,455	15,454
3	20,455	20,454	20,456	20,455
4	25,455	25,455	25,456	25,455
5	30,455	30,454	30,457	30,455
6	35,759	35,759	35,759	35,759
7	40,940	40,942	40,940	40,941
8	45,118	45,116	45,117	45,117
9	50,296	50,294	50,295	50,295
10	55,457	55,456	55,455	55,456

Bảng 2. Kết quả đo và sai thực theo phương pháp đo chiều dài không gương (laser), hồng ngoại bằng máy toàn đạc điện tử TS-02

Số lần đo	D _{Chuẩn} (m)	Phương pháp đo		Phương pháp đo	
		Trị đo (m)	Sai số thực đo laser (mm)	Trị đo (m)	Sai số thực đo hồng ngoại (mm)
1	55,456	55,453	3	55,453	3
2	55,456	55,453	3	55,453	3
3	55,456	55,453	3	55,453	3
4	55,456	55,452	4	55,453	3
5	55,456	55,452	4	55,453	3
6	55,456	55,452	4	55,452	4
7	55,456	55,452	4	55,452	4
8	55,456	55,452	4	55,452	4
9	55,456	55,452	4	55,452	4
10	55,456	55,451	5	55,452	4



Hình 1. Sơ đồ bố trí các điểm chuẩn kiểm định.



Hình 2: Biểu đồ so sánh kết quả đo khoảng cách các chế độ đo khác nhau trong đường lò ở mỏ.



Hình 3. Bảng ngắm được thiết kế dùng cho đo laser với các vật liệu khác nhau trong hầm lò.

Giá trị sai số trung phương chiều dài đo bằng laser tính theo công thức 3: (Hoàng Ngọc Hà & Trương Quang Hiếu, 2003):

$$M_{LS} = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}} = 3,965 \text{ (mm)} \quad (3)$$

Trong đó:

M_{LS} - Sai số trung phương đo chiều dài bằng laser; Δ - Sai số thực chiều dài chuẩn và chiều dài laser.

Giá trị sai số trung phương chiều dài bằng hồng ngoại tính theo công thức 4: (Hoàng Ngọc Hà & Trương Quang Hiếu, 2003):

$$M_{HN} = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}} = 3,754 \text{ (mm)} \quad (4)$$

Trong đó:

M_{HN} - Sai số trung phương đo chiều dài bằng hồng ngoại,
 Δ Sai số thực chiều dài chuẩn và chiều dài hồng ngoại.

3. Ảnh hưởng của đối tượng phản xạ đến độ chính xác chiều dài laser trong mỏ hầm lò.

Do tính chất đặc thù trong mỏ hầm lò, chiều dài có thể được đo đến nhiều vật thể khác nhau như: than, đất đá, gỗ, gạch, sắt v.v... Bề mặt các chất liệu không đồng nhất sẽ ảnh hưởng đến độ phản xạ khi đo chiều dài không dùng gương.

Chương trình nghiên cứu đã tiến hành đo thực nghiệm chiều dài đến các chất liệu khác nhau với độ nhẵn, ráp của bề mặt khác nhau, nhằm kiểm định độ chính xác đo chiều dài không gương đến các vật thể thường gặp trong điều kiện hầm lò Việt Nam vật liệu đo được đặt trong băng ngắm (Hình 3).

Mặt khác, kết quả khảo sát tại các mỏ hầm lò thuộc bể than Quảng Ninh nói chung và trong mỏ Khe Chàm nói riêng cho thấy rằng: Hầu hết các đường lò đều ngập nước, bùn lầy. Lượng nước chảy từ nóc lò khá lớn gây ra hiện tượng ẩm ướt thường xuyên. Vì vậy, bên cạnh các mục tiêu khô, đã tiến hành đo thực nghiệm khảo sát khả năng đo đến các vật thể ẩm ướt. Ba khoảng cách đã được chọn để đo: 10,45m, 35,60m, 55,46m mỗi khoảng cách được đo hai lần và được thể hiện ở (Bảng 3).

Khi đo thực nghiệm, chương trình đo không gương bằng máy toàn đạc điện tử TS-02 được đặt ở điểm C (Hình 1). Các vật liệu thí nghiệm đặt tại các điểm 1, 6, 10, các vật liệu được đặt sao cho bề mặt của chúng trung với trục đứng đi qua tâm điểm, hoặc đặt các bề mặt vật liệu trùng với mặt ngoài của đế máy, biết khoảng cách từ cạnh đế máy đến tâm của nó, có thể tính được chiều dài cạnh đo. Bằng phương pháp nhích dần vật liệu cho đến khi máy không thực hiện phép đo, ta xác định được chiều dài tối đa máy toàn đạc điện tử TS02 có thể đo được bằng chương trình đo không gương trong hầm lò (Kết quả thể hiện Bảng 4).

4. Kết luận

Trong hầm lò, đo chiều dài được ứng dụng trong các nội dung: thành lập lưới khống chế hầm lò, đo chi tiết hầm lò, đo cập nhật khối lượng khai thác, đo vẽ buồng khai thác, đo cao lượng giác,... việc nghiên cứu và hoàn thiện khả năng ứng dụng các thiết bị laser để tiến hành đo không gương trong hầm lò là cần thiết. Tuy vậy, điều kiện và môi trường đo trong hầm lò rất khó khăn, tác động trực tiếp hoặc gián tiếp đến độ chính xác kết quả đo chiều dài không gương.

Bảng 3. Khảo sát khả năng đo chiều dài của máy TS-02 với các vật liệu đất đá mở hầm lò.

Loại vật liệu	Ký hiệu điểm	Chiều dài			DTB [m]
		D1 [m]	D2 [m]	D3 [m]	
Đá mở khô, bề mặt sần sùi	1	10,456	10,455	10,454	10,455
	6	35,759	35,761	35,760	35,760
	10	55,458	55,456	55,457	55,457
Đá mở ướt, bề mặt sần sùi	1	10,456	10,455	10,454	10,455
	6	35,759	35,761	35,760	35,760
	10	55,458	55,456	55,457	55,457
Đá mở khô, bề mặt nhẵn	1	10,455	10,455	10,456	10,455
	6	35,760	35,760	35,761	35,760
	10	55,457	55,457	55,458	55,457
Đá mở ướt, bề mặt nhẵn	1	10,456	10,455	10,454	10,455
	6	35,759	35,761	35,760	35,760
	10	55,458	55,456	55,457	55,457
Than đá khô	1	10,455	10,455	10,454	10,455
	6	35,760	35,760	35,759	35,760
	10	55,457	55,457	55,458	55,457
Than đá ướt	1	10,456	10,455	10,455	10,455
	6	35,759	35,761	35,761	35,760
	10	55,458	55,456	55,457	55,457
Gạch khô	1	10,455	10,455	10,454	10,455
	6	35,760	35,760	35,761	35,760
	10	55,457	55,457	55,457	55,457
Gạch ướt	1	10,456	10,455	10,454	10,455
	6	35,759	35,761	35,760	35,760
	10	55,458	55,456	55,457	55,457

Bảng 4. Khoảng cách tối đa đối với đất đá mở khác nhau khi đo máy toàn đạc điện tử bằng chương trình đo laser không gương (đơn vị đo trong hệ SI).

Loại vật liệu	Khô	Ướt
	Khoảng cách lớn nhất Dmax [m]	Khoảng cách lớn nhất Dmax [m]
Than đá	243,952	243,403
Đá mở bề mặt nhẵn	243,978	243,780
Đá mở bề mặt sần sùi	243,976	243,731
Gạch	244,200	243,941

Bề mặt vật liệu đất đá mở ảnh hưởng không đáng kể đến độ chính xác và khoảng cách đo. Độ ẩm vật liệu và hơi nước làm giảm đáng kể chiều dài tối đa. Vật liệu than đá có tầm khoảng cách ngắn nhất. Điều này có thể giải thích là màu than đen và bề mặt phủ bụi đã hấp thụ một phần năng lượng của laser. Các vật liệu xây dựng bằng gạch trong mỏ có bề mặt nhẵn cho khả năng phản xạ tốt nhất trong các vật liệu thường gặp trong mỏ, cho khoảng cách đo lớn nhất.

Tài liệu tham khảo

- Nguyễn Bá Dũng, 2001. Đánh giá khả năng ứng dụng kỹ thuật laser trong công tác trắc địa mỏ. *Luận văn thạc sĩ*, Trường Đại học Mỏ-Địa chất.
- Võ Ngọc Dũng, 2010. Ứng dụng phương pháp đo khoảng cách không gương bằng thiết bị laser trong công tác trắc địa mỏ hầm lò, *Luận văn thạc sĩ*, Trường Đại học Mỏ-Địa chất.

- Hoàng Ngọc Hà, & Trương Quang Hiếu, 2003. Cơ sở toán học xử lý số liệu trắc địa. *Nhà xuất bản Giao thông vận tải*.
- Bùi Thanh Lan, Võ Chí Mỹ, Chu Đình Thuý 2005. Tình hình nghiên cứu và ứng dụng laser định hướng định vị trong ngành mỏ. *Tạp chí Công nghiệp mỏ số 4*, Hà Nội.
- Brinker, R. C., & Minnick, R., 1987. *The Surveying handbook / edited by Russell C. Brinker, Roy Minnick*. New York: New York : Van Nostrand Reinhold.
- Võ Chí Mỹ, 2016. Trắc địa mỏ, *Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và công nghệ*, Hà Nội.
- Võ Chí Mỹ, Mieczyslaw Jozwik, 2014. Application of laser technology in underground mines, *Proceeding of Poland-Vietnam scientific conference*, Cracow.
- Gordon, S., Lichti, D., Franke, J. and Stewart, M., 2004. Measurement of structural deformation using terrestrial laser scanners. In: 1st FIG International Symposium on *Engineering Surveys for Construction Works and Structural Engineering*, Nottingham, United Kingdom.
- Pfeifer, N., Gorte, B. and Winterhalder, D., 2004. Automatic reconstruction of single trees from terrestrial laser scanner data. In: *ISPRS*, Vol. XXXV , Istanbul, Turkey
- Paleček. V., Kubíček. P., 2016. Multiparameter correction intensity of terrestrial laser scanning data as an input for rock surface modelling. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XLI-B3, 2016 XXIII ISPRS Congress, 12–19 July 2016, Prague, Czech Republic
- Paulo C.L. Krelling, Higinio González-Jorge, Joaquín Martínez-Sánchez, Pedro Arias., 2012. Accuracy in target center evaluation using Riegl LMS Z390i laser scanner and Riscan Pro software. *Optica Applicata*, Vol. XLII, No. 4, 2012. DOI: 10.5277/oa120409.
- Van der Merwe. J.W., Andersen. D.C., 2012. Applications and benefits of 3d laser scanning for the mining industry. *The Southern African Institute of Mining and Metallurgy*. Platinum 2012, pp. 501-518

ABSTRACT

Accuracy avaluation of distance measured in underground mines by laser equipment

Dung Ngoc Vo ^{1,*}, Nghia Viet Nguyen ¹, Tinh Duc Le ¹, Hoa Cong Dinh ¹

¹*Faculty of Geomatics and Land Administration, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam.*

Due to the difficult and dangerous conditions in underground mines where mine surveyors have to work in narrow spaces and complete darkness., an urgen task for mine surveying is to encourage every possible research allowing the application of new technologies including laser equipments to replace conventional, traditional ones. In almost of types of underground surveying, the distance measurement is the most important task. The paper deals with method of accuracy evaluation of distance measurement with laser total station TS-02 to different materials in underground mines.

Keywords: Underground mine, distance measurement accuracy, laser equipment, Khe Cham coal mine.