

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP KỸ THUẬT CHUYỂN ĐỘ CAO XUỐNG HẦM QUA GIẾNG ĐỨNG BẰNG THIẾT BỊ ĐO KHOẢNG CÁCH DISTO™ PRO⁴A

NCS. DIỄM CÔNG HUY

Viện KHCN Xây dựng

Tóm tắt: Nội dung của bài báo trình bày kết quả nghiên cứu về đặc điểm và giải pháp kỹ thuật của công tác chuyển độ cao qua giếng đứng xuống hầm bằng thiết bị đo khoảng cách Disto™ Pro⁴a, một số kết quả đo thực nghiệm, từ đó lựa chọn giải pháp kỹ thuật chuyển độ cao qua giếng đứng xuống hầm phù hợp nhất nhằm nâng cao hiệu quả công tác định hướng hầm khi thi công các công trình đường hầm có độ sâu lớn.

Abstract: This paper presents a studying result on the features and a technical solution for transferring altitudes to the underground tunnel via the distance-measuring instrument Disto™ Pro⁴a, some experimental measuring results, based on which, the best suitable technical solution for transferring altitudes via tunnel shafts to the underground tunnel was chosen. The chosen solution can help to improve the effectiveness of the tunnel orientation during the construction of tunnels at a very big depth.

1. Đặt vấn đề

Khi thi công các công trình đường hầm, độ chính xác của công trình phụ thuộc rất nhiều vào công tác định hướng hầm. Nếu công tác định hướng đào hầm làm không tốt thì kết quả thông hầm sẽ không đạt yêu cầu hạn sai làm ảnh hưởng đến chất lượng, tiến độ thi công công trình. Do vậy vấn đề định hướng đường hầm là rất quan trọng trong công tác thi công đường hầm có độ sâu lớn.

Công tác định hướng hầm phải dựa vào cơ sở trắc địa thi công hầm bao gồm: Lưới khống chế mặt đất, lưới khống chế trong hầm và công tác chuyển tọa độ và độ cao xuống hầm. Để đảm bảo cho công tác thông hầm đạt hiệu quả cao nhất và nằm trong giới hạn cho phép thì cần giải quyết được vấn đề nâng cao độ chính xác của cơ sở trắc địa trong thi công hầm. Do đặc điểm của công tác thi công hầm

nên vấn đề đo đạc chuyển độ cao qua giếng đứng xuống hầm để thành lập lưới khống chế độ cao thi công trong hầm có nhiều phương pháp khác nhau. Trong bài báo [3] tác giả đã trình bày phương pháp chuyển độ cao xuống hầm qua giếng đứng bằng máy Toàn đạc điện tử, bài báo đã nêu được các ưu điểm của phương pháp, song phương pháp này còn tồn tại một số nhược điểm như phải gia công giá đặt gương phụ trên miệng giếng đứng rất phức tạp và độ chính xác khi xoay gương phẳng phụ nghiêng 45° so với mặt phẳng ngang cũng rất khó, vẫn phải dùng dây dọi để xác định góc nghiêng 45° này. Do đó, để khắc phục các nhược điểm của phương pháp [3], cần phải nghiên cứu lựa chọn phương pháp chuyển độ cao qua giếng đứng xuống hầm phù hợp là dùng thiết bị đo khoảng cách Disto™pro⁴a nhằm đảm bảo độ chính xác định hướng hầm và đáp ứng được các điều kiện thi công hầm trong thực tế phù hợp với tiến độ thi công công trình.

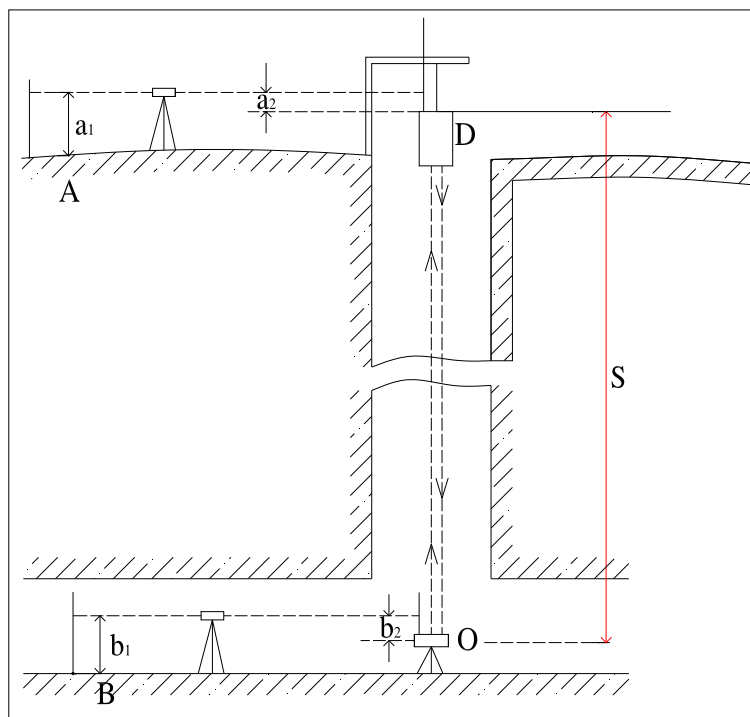
2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp thực hiện

2.1 Cơ sở lý thuyết

Nguyên lý của việc truyền độ cao từ trên mặt đất xuống dưới hầm là “Tạo ra hai mặt phẳng song song với nhau, một mặt phẳng ở trên mặt đất và một mặt phẳng ở dưới hầm”. Nếu xác định được khoảng cách giữa hai mặt phẳng này thì sẽ chuyển được độ cao từ trên mặt đất xuống dưới hầm.

2.2 Phương pháp thực hiện

Sơ đồ chuyển độ cao bằng thiết bị đo khoảng cách Disto và máy thủy chuẩn qua giếng đứng xuống hầm được đưa ra (hình 1). Trên miệng giếng làm giá treo để treo một máy Disto D bằng sợi dây dài khoảng 15cm sao cho tia Laze của máy Disto trùng với đường dây dọi, dưới hầm đặt một gương giấy phản xạ O.



Hình 1. Sơ đồ chuyển độ cao bằng thiết bị đo khoảng cách Disto qua giếng đứng xuống hầm

Trình tự đo đạc để chuyển độ cao từ mặt đất xuống hầm triển khai như sau:

- Từ điểm A là điểm khống chế độ cao trên mặt đất có độ cao là H_A dùng một máy thủy chuẩn để xác định độ cao của đế thiết bị Disto bằng cách đọc số trên thước thép mm đặt tại điểm A (số đọc a_1) và số đọc của thước thép mm đặt tại đế thiết bị Disto (số đọc a_2). Tiến hành đo khoảng cách từ đế thiết bị Disto đến gương giấy phản xạ O ở dưới hầm được khoảng cách S.

- Trong hầm tiến hành chuyển độ cao từ gương giấy phản xạ O đến điểm B là điểm khống chế độ cao trong hầm bằng cách sử dụng máy thủy chuẩn đọc số trên thước thép mm đặt tại điểm B (số đọc b_1) và đọc số trên thước thép mm đặt tại gương phản xạ O (số đọc b_2). Khi đó độ cao của điểm B trong hầm được tính theo công thức:

$$H_B = H_A + (a_1 - a_2) - S - (b_1 - b_2) \quad (1)$$

Trong đó:

H_A là độ cao của điểm A trên mặt đất;

a_1, a_2 là đọc số trên các mia trên mặt đất;

S là khoảng cách đo được từ đế máy thiết bị Disto đến gương giấy phản xạ O trong hầm;

$$m_h = m_0 = m_{a1} = m_{a2} = m_{b1} = m_{b2} \Rightarrow m_{h1}^2 + m_{h3}^2 = 4 m_0^2$$

$$\text{Thay vào (3) ta có: } m_{HB}^2 = 4m_0^2 + m_S^2 \Rightarrow m_{HB} = \sqrt{4m_0^2 + m_S^2}$$

b_1, b_2 là số đọc trên các mia trong hầm.

Công thức (1) có thể viết như sau:

$$H_B = H_A + h_1 - h_2 - h_3 \quad (2)$$

Trong đó:

$$h_1 = a_1 - a_2$$

$$h_2 = S$$

$$h_3 = b_1 - b_2$$

- *Đánh giá độ chính xác của phương pháp*

Từ công thức (2) ta có:

$$m_{HB}^2 = m_{HA}^2 + m_{h1}^2 + m_{h2}^2 + m_{h3}^2 \quad (3)$$

Trong đó:

m_{HA} - ss số liệu gốc của điểm độ cao trên mặt đất (Bỏ qua ss số liệu gốc, ta có $m_{HA} = 0$);

m_{h1} - sai số đo thủy chuẩn trên mặt đất;

m_{h2} - sai số đo cạnh bằng thiết bị Disto;

m_{h3} - sai số đo thủy chuẩn ở dưới hầm.

$$\text{Ta có: } m_{h2}^2 = m_S^2$$

Theo nguyên tắc ảnh hưởng bằng nhau:

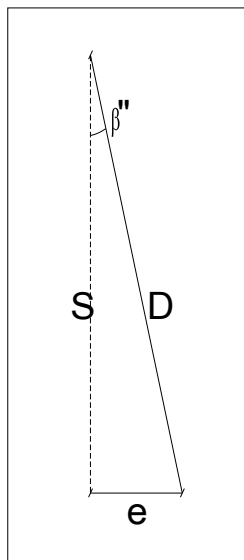
Vậy độ chính xác của phương pháp này phụ thuộc vào độ chính xác đo thủy chuẩn ở trên mặt đất và dưới hầm (m_h) và độ chính xác của thiết bị đo khoảng cách Disto dùng để đo (m_s).

Tính độ chênh lệch khoảng cách S (hình 2) do tia Laze đo khoảng cách của thiết bị Disto không trùng với phương dây dọi theo công thức sau:

$$S = \sqrt{D^2 - e^2}$$

$$\text{Trong đó: } e = \frac{\beta'' \cdot D(m)}{\rho''}$$

D là khoảng cách đo trực tiếp bằng thiết bị Disto.



Hình 2. Sơ đồ minh họa các giá trị S; D và e

Kết quả tính toán của chúng tôi cho thấy nếu dùng thiết bị DISTOTM pro⁴a của hãng Leica có độ chính xác $m_s = \pm 1.5\text{mm}$ treo trên giá đo ở miệng giếng để đo với giếng có độ sâu 100m, độ lệch $e = 40\text{cm}$ thì chênh lệch giữ khoảng cách thẳng đứng S và khoảng cách nghiêng D là 0.8mm. Vậy phương pháp chuyển độ cao xuống hầm bằng thiết bị Disto có nhiều ưu điểm vượt trội so với các phương pháp chuyển độ cao truyền thống, nhưng cần phải tiến hành đo thực nghiệm để khẳng định về độ chính xác và khả năng ứng dụng của phương pháp.

3. Đo đạc và tính toán thực nghiệm

3.1 Kiểm nghiệm thiết bị DISTOTM pro⁴a trước khi đo thực nghiệm

Để kiểm định thiết bị DISTOTM pro⁴a trước khi đo ở giếng đứng, chúng tôi tiến hành tại bãi thử của Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng, khoảng cách kiểm nghiệm là khoảng cách nằm ngang được đo 03 lần sau đó lấy trung bình, lực căng của thước thép khi đo là 05kg. Khi dùng thước thép để đo ta phải tính toán hệ số dẫn dài của thước thép và hiệu chỉnh vào kết quả đo. Kết quả tính toán hệ số dẫn dài của thước thép Yamayo Nhật Bản dài 100m, rộng 10mm và dày 0.5mm, khi đo kéo với lực căng là 05kg. Kết quả kiểm nghiệm trình bày tại bảng 1:

Bảng 1. Kết quả kiểm nghiệm thước thép và Disto tại Viện KHCN Xây dựng

STT	Khoảng cách đo bằng thước thép với lực căng là 2kg tại bãi kiểm nghiệm (m)	Số hiệu chỉnh hệ số dẫn dài của thước thép $DL = F \cdot L / E \cdot A$ (mm)	Kết quả đo thước thép sau khi hiệu chỉnh hệ số dẫn dài (m)	Khoảng cách đo bằng thiết bị DISTO TM pro ⁴ a (m)	Chênh lệch (mm)
(1)	(2)	(3)	(4) = (2) + (3)	(5)	(6) = (5) – (4)
1	40.000	1.8	40.0018	40.001	-0.8
2	50.000	2.3	50.0023	50.002	-0.3
3	60.000	2.8	60.0028	60.002	-0.8
4	70.000	3.2	70.0032	70.002	-1.2
5	80.000	3.7	80.0037	80.004	+ 0.3
6	90.000	4.2	90.0042	90.006	+ 1.8

Ghi chú: Công thức tính hệ số dẫn dài của thước thép: $DL = F \cdot L / E \cdot A$,

Trong đó:

- DL - độ dẫn dài;

- F - lực căng thước khi đo (Đối 01kg = 9.81N, vậy 05kg = 49.05N);

- L - chiều dài của thước (m);

- E - mô đun đàn hồi của thép, $E = 2.1 \cdot 10^5 \text{MPa}$;

- A là chiều rộng và chiều dày của thước thép (rộng 10mm; dày 0.5mm).

Tính cho đoạn thước dài 10m, ta có: $DL = (9.81 \cdot 5 \cdot 10000) / (2.1 \cdot 10^5 \cdot 10 \cdot 0.5) = 0.467 \text{ mm}$; Khi

tính cho các đoạn thước dài 20m; 30m... ta sẽ nhân theo tỷ lệ.

Nhận Xét:

Kết quả kiểm nghiệm trên cho thấy có thể sử dụng máy DISTOTM pro⁴a để chuyển độ cao xuống hầm qua giếng đứng có chiều sâu tới 90m, khi sai số giới hạn cho phép chuyển độ cao xuống hầm ≤ 03mm [1].

3.2 Đo đạc thực nghiệm

Quá trình đo đạc thực nghiệm là để minh chứng cho khả năng ứng dụng của phương pháp dùng thiết bị đo khoảng cách Disto chuyển độ cao qua

giếng đứng xuống hầm và độ chính xác đạt được. Công tác thực nghiệm được tiến hành với thiết bị DISTOTM pro⁴a của hãng Leica có độ chính xác $m_s = \pm 1.5\text{mm}$. Tiến hành đo với phương án theo sơ đồ đã thiết kế như hình 1 tại hố thang máy của Block N01, tại công trình 136 Hồ Tùng Mậu, Hà Nội, cụ thể tiến hành như sau:

- Đầu tiên treo thiết bị Disto lần lượt tại các tầng 16, tầng 25 và tầng 32 của Block N01, tiến hành bật tia Laser, đánh dấu được điểm đặt gương giấy phản xạ O dưới tầng 2 và đo khoảng cách từ thiết bị Disto tới O ta được khoảng cách S tại các tầng (bảng 2).



Hình 3. Hình ảnh đo đạc thực nghiệm bằng thiết bị đo khoảng cách DISTOTM pro⁴a tại Block N01, công trình 136 Hồ Tùng Mậu, Hà Nội

Bảng 2. Kết quả đo khoảng cách bằng từ thiết bị Disto tại các tầng đến gương giấy phản xạ O

Các tầng treo thiết bị DISTO TM pro ⁴ a	Đo khoảng cách từ để thiết bị Disto D tới gương phản xạ O	Ghi chú
	S (m)	
Tầng 16	45.139	
Tầng 25	73.953	
Tầng 32	96.340	

- Dùng máy thủy chuẩn đo chênh cao từ mốc A đến để thiết bị Disto D đặt tại các tầng được chênh cao tại cột 3, bảng 3 và đo chênh cao từ gương phản xạ O đến mốc độ cao B cột 5, bảng 3 theo sơ đồ đo ở hình 1;
- Độ cao của điểm B được tính theo công thức.

$$H_B = H_A + (a_1 - a_2) - S - (b_1 - b_2) \quad (4)$$

Thay số vào ta có:

Thay số vào ta có:

Bảng 3. Kết quả đo thực nghiệm tại Block N01, công trình 136 Hồ Tùng Mậu, Hà Nội

Tên tầng đặt thiết bị DISTO™ - pro ⁴ a	Độ cao gốc giả định H _A tại các tầng đặt thiết bị Disto (m)	Chênh cao đo từ mốc A đến thiết bị Disto (a1-a2) (m)	Khoảng cách S từ thiết bị Disto D tới gương phản xạ O (m)	Chênh cao từ gương phản xạ O đến mốc độ cao B tại tầng 2 (b1-b2) (m)	Độ cao mốc B tại tầng 2 H _B (m)
1	2	3	4	5	6
Tầng 16	0.000	0.328	45.139	-0.126	-44.685
Tầng 25	0.000	0.316	73.953	-0.126	-73.511
Tầng 32	0.000	0.322	96.340	-0.126	-95.892

Chúng tôi cũng đã tiến hành đo đặc thực nghiệm chuyển độ cao qua giếng đứng xuống hầm bằng phương pháp thước thép tại vị trí đo thực nghiệm thiết bị Disto. Kết quả độ cao điểm B tại tầng 2, Block HH1

đo được bằng phương pháp thước thép (Treo quả tạ nặng 05kg) kết hợp với máy thủy chuẩn khi mốc gốc A đặt tại tầng 16 là -44.6851m, tại tầng 25 là -73.5114m và tại tầng 32 là -95.8905m.

Bảng 4. So sánh kết quả chuyển độ cao theo hai phương pháp

Phương pháp chuyển độ cao	Độ cao mốc B chuyển bằng thước thép (m)	Số hiệu chỉnh hệ số dẫn dài của thước thép $DL=F*L/E*A$ (mm)	Độ cao mốc B chuyển bằng thước thép sau hiệu chỉnh hệ số dẫn dài (m)	Độ cao mốc B chuyển bằng máy thiết bị Disto (m)	Chênh lệch độ cao giữa đo bằng thiết bị Disto và đo bằng thước thép (mm)
1	2	3	4 = 2 + 3	5	6 = 5-4
Tầng 16	-44.683	- 2.1	-44.6851	-44.685	- 0.1
Tầng 25	-73.508	- 3.4	-73.5114	-73.511	-0.4
Tầng 32	-95.886	- 4.5	-95.8905	-95.892	+ 1.5

Nhận Xét:

- Từ kết quả so sánh ở bảng 4 cho thấy độ cao chuyển bằng thiết bị Disto so với độ cao chuyển bằng phương pháp truyền thống là phương pháp chuyển bằng thước thép có sự sai lệch nằm trong giới hạn cho phép (03mm) [1] khi độ sâu của giếng đứng khoảng 95m. Kết quả thực nghiệm cho thấy có thể sử dụng máy Disto để chuyển độ cao xuống hầm qua giếng đứng có chiều sâu tới 95m, khắc phục được những khó khăn về mặt kỹ thuật thường gặp khi dùng các phương pháp khác để chuyển độ cao xuống hầm.

4. Kết luận

Từ kết quả phân tích về lý thuyết và đo đặc thực nghiệm, chúng tôi rút ra một số kết luận sau đây:

- Hoàn toàn có thể sử dụng thiết bị Disto có độ chính xác $m_s \leq \pm 1.5\text{mm}$ để chuyển độ cao qua giếng đứng từ mặt đất xuống hầm, đặc biệt hiệu quả khi công trình đường hầm có độ sâu tới 95m. Khi độ sâu giếng đứng lớn hơn 95m thì cần có các nghiên cứu tiếp;
- Nên sử dụng phương pháp treo thiết bị Disto trên miệng giếng đứng sao cho tia Laze đo khoảng

cách của Disto trùng với phương dây dọi, khi đó khoảng cách đo được từ Disto đến gương phản xạ đạt độ chính xác theo yêu cầu và rất dễ thực hiện;

- Phải kiểm nghiệm thiết bị Disto trước khi chuyển độ cao xuống hầm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phan Văn Hiến và nnk (2013), *Giáo trình Trắc địa công trình ngầm*. Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội.
- [2]. Trần Viết Tuấn (2013), *Nghiên cứu hoàn thiện phương pháp chuyển độ cao qua giếng đứng xuống hầm bằng máy Toàn đạc điện tử*, Tạp chí KHKT Mỏ - Địa chất, số 44, 10-2013.
- [3]. Diêm Công Huy (2016), *Nghiên cứu giải pháp nâng cao hiệu quả công tác chuyển độ cao qua giếng đứng xuống hầm khi thi công các công trình đường hầm có độ sâu lớn*, Tạp chí Khoa học Đo đạc – Bản đồ số 30 – 12/2016.

Ngày nhận bài: 21/9/2017.

Ngày nhận bài sửa lần cuối: 19/12/2017.