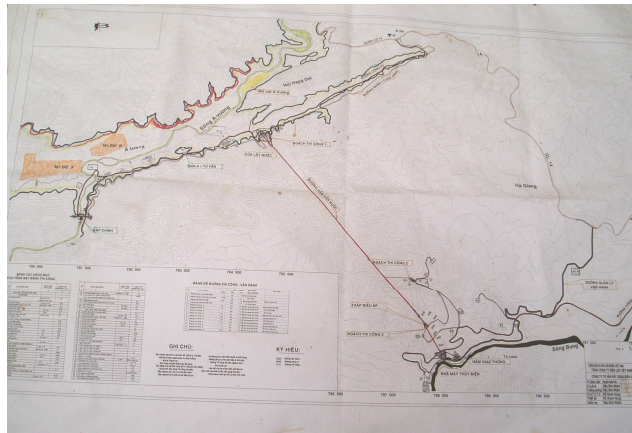


SỬ DỤNG CÁC THIẾT BỊ HIỆN ĐẠI ĐIỀU KHIỂN THÔNG HƯỚNG ĐƯỜNG HÀM ÁP LỰC NHÀ MÁY THỦY ĐIỆN A VƯƠNG, QUẢNG NAM

TS. NGÔ VĂN HỢI
Viện KHCN Xây dựng

1. Đặt vấn đề

A vương là nhà máy thủy điện lớn tại khu vực miền Trung, được xây dựng trên sông A Vương, huyện Hiên (nay là huyện Đông Giang) tỉnh Quảng Nam. Nhà máy nằm ở vị trí $15^{\circ} 48'$ độ vĩ Bắc và $107^{\circ} 40'$ độ kinh Đông, cách thành phố Đà Nẵng khoảng 70km về phía Tây. Với công suất lắp máy khoảng 220MW nhà máy bao gồm nhiều hạng mục quan trọng như: Hồ chứa với dung tích xấp xỉ một tỷ mét khối nước, đập chính, tuyến năng lượng, nhà máy và trạm biến áp. Một trong những hạng mục quan trọng của tuyến năng lượng là đường hầm dẫn nước từ cửa lấy nước qua tháp điều áp để dẫn nước vào vào tuốc bin phát điện. Đường hầm có chiều dài trên 5.3km do Liên danh Lũng Lô -LICOGI thi công. Đường hầm được đào đôi hướng từ hai đầu lại với sai số cho phép là $\pm 10\text{cm}$.



Hình 1. Sơ đồ bố trí các hạng mục chính của NMTĐ A Vương

Để thi công xây dựng công trình nói chung và đường hầm nói riêng, trong giai đoạn khảo sát địa hình Công ty Tư vấn Xây dựng điện II đã lập một lưới khống chế mặt bằng gồm 6 điểm đo bằng công nghệ GPS nhưng chỉ lấy các giá trị chiều dài cạnh để tính tọa độ của các điểm trong lưới như là một hệ tọa độ độc lập, vì vậy kết cấu hình học của lưới nhìn chung là không chặt chẽ. Các cán bộ kỹ thuật của đơn vị thi công đã sử dụng các tọa độ này để dẫn hướng trong quá trình đào hầm bằng một đường chuyền treo.

Theo qui định của TCXDVN 309:2002 lưới khống chế tọa độ và độ cao phục vụ thi công xây dựng công trình này cần phải được kiểm tra định kỳ và đột xuất. Mặt khác, đối với một đường hầm dài và quan trọng như trên thì việc đo kiểm tra để xác định vị trí thực tế của trục hầm là vô cùng quan trọng. Kết quả kiểm tra cho phép kịp thời phát hiện các sai sót nếu có để có biện pháp điều chỉnh kịp thời, đảm bảo thông hướng đường hầm với dung sai cho phép.

Mục đích của việc đo đạc kiểm tra này là:

- Kiểm tra độ ổn định của các điểm khống chế mặt bằng theo qui định trong TCXDVN 309:2004;
- Dẫn tọa độ trực tiếp bằng công nghệ GPS vào sát các cửa hầm bằng cách đo thêm 2 điểm mới đảm bảo cho việc truyền tọa độ trực tiếp vào trong hầm một cách thuận lợi và chính xác;
- Kiểm tra tọa độ các điểm đường chuyền trong hầm và thông qua đó xác định vị trí thực tế của tim hầm trong mặt bằng;
- Lập một lưới độ cao thống nhất giữa 2 cửa hầm và dẫn độ cao vào các điểm khống chế trong hầm để kiểm tra tim hầm về độ cao;

Công việc được tiến hành theo 3 đợt như sau:

- Đợt 1 từ ngày 28/5/2005 đến 8/6/2005. Mục đích chính của đợt này là kiểm tra lưới khống chế mặt bằng và độ cao trên mặt đất;
- Đợt 2 từ ngày 6/11/2005 đến ngày 11/11/2005. Kiểm tra xác định vị trí thực tế của tim hầm tại mũi thi công số 3 và số 4 để đưa ra các chỉ dẫn kỹ thuật cần thiết đảm bảo cho việc thông hầm đoạn 1;
- Đợt 3 từ ngày 14/2 đến 21/2 năm 2006, nhằm kiểm tra xác định vị trí thực tế của tim hầm tại mũi thi công số 1 và số 2 để đưa ra các chỉ dẫn kỹ thuật cần thiết đảm bảo cho việc thông hầm đoạn 2 và cũng là đoạn cuối cùng quan trọng nhất của đường hầm.

2. Thiết bị sử dụng để đo kiểm tra

2.1. Thiết bị đo lưới khống chế trên mặt đất

Việc xác định tọa độ của các điểm khống chế được thực hiện bằng công nghệ GPS sử dụng máy thu tín hiệu vệ tinh 1 tần số TRIMBLE 4600-LS (hình 1).

2.2. Thiết bị đo kiểm tra đường chuyên dưới hầm

Đường chuyên dưới hầm được đo bằng máy toàn đạc điện tử LEICA TC-1800. Đây là loại máy toàn đạc điện tử hiện đại có độ chính xác cao với các tính năng kỹ thuật chủ yếu được ghi trong bảng 1.



Hình 2. Máy thu tín hiệu vệ tinh GPS TRIMBLE4600-LS

Bảng 1. Các tính năng kỹ thuật chủ yếu của máy LEICA TC-1800

<i>Hệ thống quang học</i>	
Độ phóng đại của ống kính	30X
Hình ảnh	Thuận
Đường kính của kính vật	42mm
Khoảng cách điều quan ngắn nhất	1,7m
Trường nhìn	1° 33'
Khả năng đảo kính	Hoàn toàn
<i>Hệ thống đo góc</i>	
Phương pháp số hoá bản đồ	Tuyệt đối, liên tục
Độ phân giải của bản đồ	1"
Sai số trung phương đo góc ngang và góc đứng (DIN18723)	1" (0.3gon)
<i>Hệ thống đo chiều dài</i>	
Tầm hoạt động xa nhất trong điều kiện khí tượng kém	1200m
Tầm hoạt động xa nhất trong điều kiện khí tượng trung bình	2500m
Tầm hoạt động xa nhất trong điều kiện khí tượng tốt	3500m
Độ chính xác (Chế độ đo chuẩn Standard)	±(2mm + 2ppmD)
Độ chính xác (Chế độ đo nhanh Fast Measurement)	±(3mm + 2ppmD)
Thời gian đo trong chế độ đo chuẩn	3s
Thời gian đo trong chế độ đo nhanh	1.5s

2.3. Máy đo độ cao

Việc đo độ cao được thực hiện bằng máy thủy bình LEICA NA - 2 do Thụy Sĩ chế tạo. Đây là loại máy thủy bình tự động, độ chính xác cao với sai số ngẫu nhiên trên 1km sử dụng Micrometer, mìa Invar và mìa gỗ lần lượt là 0,5mm và 1mm. Độ chính xác của hệ thống tự động cân bằng là $\pm 0''3$.

Khu đo	A-VUONG
φ	15 ⁰ 50' 00
λ	107 ⁰ 40' 00
H	200 m
Số vệ tinh	≥ 6
PDOP	≤ 5
Thời gian đo	180 phút

3. Kết quả kiểm tra

3.1 Kiểm tra mạng lưới GPS

Mạng lưới trên mặt đất được đo trong 2 ngày 29 và 30 tháng 5 năm 2005, bằng 4 máy thu GPS loại Trimble 4600LS do Mỹ sản xuất. Trước khi đo chúng tôi đã lập lịch đo theo điều kiện lựa chọn như sau:

Thời tiết trong suốt thời gian đo tốt, trời nắng, gió nhẹ, nhiệt độ không khí khoảng 27 đến 32 độ C. Để đo toàn bộ cạnh của mạng lưới, chúng tôi đã xây tổ chức 4 ca đo.

Ngoài 6 điểm GPS cũ, chúng tôi đã xây dựng thêm 2 điểm mới là NM-P1 và NM-P2 tại các vị trí thuận lợi để có thể truyền tiếp tọa độ vào trong hầm tại mũi thi công số 4.

Với tổng số điểm đo như trên, mạng lưới GPS trên mặt đất tạo thành 17 hình khép kín. Chúng tôi đã tiến hành tính sai số khép tọa độ f_x, f_y, f_z cho từng hình một. Sai số khép hình tương đối lớn nhất là 1: 93767 (sai số cho phép theo qui phạm là 1:70000). Như vậy có thể thấy rằng kết quả đo ngoại nghiệp là rất tốt và tất cả các trị đo đều được chấp nhận để bình sai.

Việc bình sai lưới được thực hiện bằng Modul TRIMNET Plus thuộc GPSurvey 2.35 (phần mềm kèm theo của hệ thống định vị GPS). Để tính độ cao cho các điểm khi bình sai lưới, chúng tôi sử dụng mô hình Geoid EGM 96 để nội suy độ cao theo phương pháp nội suy SPLINE. Mạng lưới được bình sai tự do trên mặt phẳng chiếu GAUSS-KRUGER, lấy kinh tuyến đi qua trung tâm khu vực nhà máy (kinh tuyến 107⁰ 40') là kinh tuyến trục. Độ cao điểm N1C-0 được lấy làm giá trị khởi tính cho toàn bộ lưới.

Trọng số được tính đối với tất cả các trị đo GPS theo phương pháp lựa chọn. Sau khi tính nhận được sai số trung phương đơn vị trọng số là 1.0. Kết quả của phép thử χ -bình phương (*Chi-Square Test*) với $\alpha = 95\%$ là PASS. Kết quả bình sai cho các tham số về độ chính xác của lưới như sau:

- Sai số trung phương vị trí điểm yếu nhất trong lưới là ± 0.002 m (điểm NM-P2).
- Sai số trung phương tương đối chiều dài cạnh không quá 1/116661 (cạnh yếu nhất là cạnh từ NM-III đến NM-P2 (dài 130 m) đạt 1/116661, giá trị cho phép trong qui phạm là 1:70000).

Cần lưu ý rằng mặc dù các tọa độ x và y của lưới có trị số gần giống như tọa độ quốc gia HN-72 của khu vực này với kinh tuyến trục $L_0=105^\circ E$. Nhưng trên thực tế thì đây là một hệ tọa độ độc lập (hệ tọa độ nhà máy). Để chuyển đổi tọa độ của tất cả 8 điểm trong lưới sau bình sai tự do về hệ tọa độ nhà máy có thể sử dụng công thức:

$$X_i = X_0 + mx_i \cos \varphi - my_i \sin \varphi \quad (1)$$

$$Y_i = Y_0 + my_i \cos \varphi - mx_i \sin \varphi$$

trong đó: x_i, y_i - tọa độ của điểm trong hệ tọa độ lưới GPS;

X_i, Y_i - tọa độ của điểm trong hệ tọa độ nhà máy;

X_0, Y_0 - các giá trị dịch chuyển gốc tọa độ, chính là tọa độ điểm gốc của nhà máy trong hệ tọa độ GPS;

φ - góc xoay hệ trục;

m - hệ số chiều dài giữa hai hệ.

Trong hệ phương trình (1) để chuyển đổi tọa độ của các điểm trong hệ tọa độ GPS sang hệ tọa độ nhà máy phải có ít nhất 2 điểm đo trùng để có thể lập được 1 hệ 4 phương trình với 4 ẩn số. Khi số điểm đo trùng nhiều hơn 2 điểm thì các ẩn số sẽ được xác định theo nguyên lý bình phương nhỏ nhất. Thực chất đây là bài toán định vị mạng lưới GPS vào hệ tọa độ địa phương (thuật toán Helmet). Kết quả định vị lưới GPS A Vương vào hệ tọa độ nhà máy theo 5 điểm đo trùng trên khu vực cho phép xác định được các tham số tính chuyển tọa độ là: $X_0 = 1748134.675$, $Y_0 = 786248.452$, $\varphi = 0^\circ 43' 52'' 99$ và $m = 1.00003154707240$ tương đương với việc nâng độ cao trung bình của khu vực nhà máy lên 200m. Sai số trung phương sau định vị đạt :

$$\mu = \sqrt{\frac{[VV]}{2n-4}} = \pm 0.010m \quad (3)$$

3.2 Kiểm tra mạng lưới độ cao

Mục đích của việc đo độ cao là nối 2 đầu của đường hầm bằng một hệ thống độ cao thống nhất để loại bỏ ảnh hưởng của sai số số liệu gốc đến kết quả đào thông hướng đường hầm về độ cao. Đường chuyên độ cao được đo với tiêu chuẩn độ chính xác của thủy chuẩn quốc gia hạng III. Khi đo chúng tôi sử dụng máy thủy bình tự động độ chính xác cao NA-2 và mia gỗ 3m có bọt thủy tròn gắn trên mia.

3.3. Đo kiểm tra dưới hầm để điều khiển thông hướng

Việc đo kiểm tra dưới hầm nhằm xác định tọa độ thực tế của tâm đường hầm tại các gương đào để đánh giá độ lệch thực tế của đường hầm và đưa ra giải pháp để điều chỉnh đường hầm về đúng vị trí thiết kế của nó tại điểm thông hướng. Nội dung công việc đo kiểm tra dưới hầm bao gồm:

a. Đo kiểm tra tọa độ và độ cao của các điểm đường chuyên dưới hầm

Việc đo đạc kiểm tra dưới hầm được thực hiện bằng máy toàn đạc điện tử LEICA TC-1800 đo theo sơ đồ đường chuyên từ các điểm của lưới khống chế trên mặt đất. Khi đo kiểm tra lưới trên mặt đất chúng tôi đã bổ sung thêm một số điểm của lưới GPS sao cho tất cả các đường chuyên dưới hầm đều xuất phát trực tiếp từ các điểm của lưới GPS trên mặt đất.

Việc đo góc và đo cạnh trong các đường chuyên này được thực hiện với sự tuân thủ các chỉ tiêu kỹ thuật đối với đường chuyên cấp 1 qui định trong Quy phạm đo vẽ bản đồ địa hình (phần ngoài trời) 96 TCN 43-90.

Việc đo đạc được thực hiện trong điều kiện hết sức khó khăn (đặc biệt đối với đoạn 2). Tầm nhìn trong hầm bị hạn chế do đường hầm đã vào rất sâu, thông gió rất kém nên khói mìn và khói xả từ các phương tiện vận tải không thoát ra được.

b. Xác định tọa độ thực tế của tim hầm của các mũi thi công tại vị trí gương lò

Tim hầm tại các gương lò được các cán bộ kỹ thuật của đơn vị thi công xác định và đánh dấu trên gương lò. Chúng tôi đã xác định tọa độ và độ cao thực tế của các điểm này bằng máy toàn đạc điện tử ở hai vị trí bàn độ: bàn độ trái và bàn độ phải. Giá trị trung bình của chúng được lấy làm tọa độ và độ cao chính thức của tim hầm tại điểm kiểm tra.

c. Xác định tọa độ và độ cao thiết kế của tim hầm tại vị trí đang kiểm tra

Tọa độ và độ cao thiết kế của tim hầm tại điểm kiểm tra được xác định dựa vào bản vẽ TĐ-98-65-TC-H-3 “Mặt bằng và cắt dọc tuyến từ KM 3+561,7 đến KM 5+257,19” và bản vẽ số TĐ-98-65-TC-H-7 do chủ đầu tư cấp.

d. Tính toán độ lệch thực tế của tim hầm và đánh giá khả năng thông hướng

Dựa vào tọa độ thực tế và tọa độ thiết kế của tim sẽ tính được các tham số sau:

- Khoảng cách thực tế giữa hai gương lò:

$$L = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad (4)$$

- Phương vị thực tế của đoạn đường hầm còn lại:

$$\alpha_{th} = \text{Arctg} \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad (5)$$

- Sai lệch về hướng đường hầm trong mặt bằng là:

$$\Delta \alpha = \alpha - \alpha_{th} \quad (6)$$

- Sai lệch về hướng của đường hầm trong mặt cắt là:

$$\Delta i = i - i_{th} \quad (7)$$

e. Điều chỉnh tim đường hầm về vị trí thiết kế

Sau khi tính được tọa độ thực tế và tọa độ thiết kế của tim hầm tại vị trí kiểm tra có thể điều chỉnh tim hầm về đúng vị trí thiết kế. Tuy nhiên, để tim tuyến không bị thay đổi đột ngột cần phải chỉnh trục đường hầm về vị trí thiết kế dần dần 5 hoặc 10m một. Để làm việc đó cần tiến hành tính toán như sau:

- Tính độ lệch dx, dy và dH cho từng mũi thi công theo công thức:

$$dx = x_{th} - x_{tk} \quad (8)$$

$$dy = y_{th} - y_{tk} \quad (9)$$

$$dH = H_{th} - H_{tk} \quad (10)$$

Trong đó: x_{th} , y_{th} , H_{th} - giá trị tọa độ và độ cao thực tế của tim hầm tại gương kiểm tra.

x_{tk} , y_{tk} , H_{tk} - giá trị tọa độ và độ cao thiết kế của chúng.

- Lượng hiệu chỉnh tọa độ và độ cao cho các điểm được tính theo công thức:

$$v_{xi} = \frac{-dx}{D} d_i \quad (11)$$

$$v_{yi} = \frac{-dy}{D} d_i \quad (12)$$

$$v_{Hi} = \frac{-dH}{D} d_i \quad (13)$$

Trong đó: D - khoảng cách từ vị trí kiểm tra tới vị trí dự định thông hướng;
 d_i - khoảng cách từ điểm kiểm tra đến điểm cần điều chỉnh.

3.4 Các kết quả cụ thể

Sau khi đo đạc kiểm tra, Viện KHCN Xây dựng đã tính toán và hướng dẫn các đơn vị thi công điều chỉnh vị trí tim hầm. Hiện tại hai đoạn đường hầm đã được đào thông với độ chính xác rất cao, với các số liệu cụ thể trong bảng 3.

Bảng 3. Kết quả đo đạc điều chỉnh thông hướng đường hầm

Tên đoạn	Chiều dài đào đối hướng	Khoảng cách giữa 2 gương khi kiểm tra	Sai số thông hướng thực tế	
			Trong mặt bằng	Trong mặt cắt
Đoạn 1: mũi thi công số 3,4	1,5km	144m	18mm	23mm
Đoạn 2: mũi thi công số 1,2	3,8km	138m	69mm	22mm

4. Kết luận và kiến nghị

4.1. Kết luận

- Để đo đạc phục vụ thi công đường hầm nên sử dụng kết hợp đồng thời thiết bị định vị vệ tinh GPS và máy toàn đạc điện tử. GPS đặc biệt hiệu quả cho việc xây dựng lưới khống chế trên mặt đất trong điều kiện rừng núi không có tầm nhìn thông giữa các điểm trong khi các máy toàn đạc điện tử được sử dụng để thực hiện công tác đo đạc trong hầm, nơi GPS không phát huy được tác dụng. Điều này đảm bảo việc đo đạc được thực hiện nhanh chóng và chính xác;
- Phương pháp đo đạc kiểm tra và tính toán điều chỉnh tim hầm về vị trí thiết kế do Viện KHCN Xây dựng đề xuất là chính xác và có thể sử dụng để điều khiển thông hướng các đường hầm tương tự.

4.2 Kiến nghị

- Việc đào đường hầm các loại ở Việt Nam đang dần trở thành một công việc thường xuyên. Hiện nay, các đơn vị thiết kế, thi công còn rất lúng túng về những vấn đề kỹ thuật như: sai số thông hướng cho phép của từng loại đường hầm, độ chính xác của các lưới khống chế trên mặt đất và dưới hầm,..Đề nghị Bộ Xây dựng sớm ban hành tiêu chuẩn chuyên ngành về công tác này.

Tài liệu tham khảo

1. PHAN VĂN HIẾN. Trắc địa công trình đường hầm. NXB Giao thông vận tải, Hà Nội, 2002.
2. PHAN VĂN HIẾN, NGÔ VĂN HỘI và nnk. Trắc địa Công trình. NXB Giao thông Vận tải, Hà Nội, 1999.