

PHƯƠNG PHÁP KIỂM ĐỊNH TỌA ĐỘ ĐO BẰNG MÁY TOÀN ĐẠC ĐIỆN TỬ

BÙI ĐĂNG QUANG⁽¹⁾, NGUYỄN VĂN SÁNG⁽²⁾,
NGUYỄN THỊ THANH HƯƠNG⁽³⁾

⁽¹⁾Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam

⁽²⁾Trường Đại học Mở - Địa chất

⁽³⁾Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ

Tóm tắt:

Trước mỗi công trình hoặc định kỳ máy toàn đạc điện tử phải được kiểm định để đánh giá xem máy có đáp ứng yêu cầu của công trình hay không. Một trong những kết quả đo của máy toàn đạc điện tử là tọa độ. Ở Việt Nam chưa có công trình nghiên cứu nào về kiểm định kết quả đo này. Bài báo trình bày quy trình kiểm định tọa độ đo bằng máy toàn đạc điện tử. Quy trình kiểm định được nghiên cứu chi tiết từ việc bố trí bãi kiểm định, trình tự đo đạc và các bước tính toán. Quy trình kiểm định này phù hợp với tiêu chuẩn của quốc tế. Thử nghiệm kiểm định tọa độ được thực hiện đối với máy toàn đạc điện tử Sokkia SET 520K. Kết quả thực nghiệm cho thấy độ lệch chuẩn kiểm định tọa độ của máy đạt $\pm 0,8$ mm.

1. Giới thiệu

Hiện nay, máy toàn đạc điện tử đã và đang được sử dụng rộng rãi trên thế giới cũng như ở Việt Nam trong thực tế thi công các công trình đo đạc. Trước khi đưa vào sử dụng hoặc định kỳ máy toàn đạc điện tử phải được kiểm định để đánh giá xem máy có đáp ứng yêu cầu của catalog để đảm bảo chất lượng công trình không. Trước đây, máy toàn đạc điện tử không thuộc danh mục phương tiện đo nhóm 2, do vậy chưa có quy định chính thức nào về kiểm định, hiệu chuẩn máy toàn đạc điện tử. Các đơn vị kiểm định máy chỉ dựa vào một số kết quả nghiên cứu, thực nghiệm để tự xây dựng các quy trình kiểm định, hiệu chuẩn nội bộ và cũng chưa được cơ quan quản lý nhà nước có thẩm quyền công nhận. Theo Thông tư 07/2019/TT-BKHCN ngày 26 tháng 7 năm 2019 thì máy toàn đạc điện tử thuộc danh mục phương tiện đo nhóm 2 phải kiểm định theo yêu cầu kỹ thuật đo lường do cơ quan quản lý nhà nước về đo lường có thẩm quyền quy định áp dụng.

Hiện nay, Quy trình Kiểm định máy toàn đạc điện tử đã được Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường

Chất lượng xây dựng và đưa vào áp dụng. Do thông tin về độ chính xác trong catalog của các máy toàn đạc điện tử chủ yếu đưa ra cho giá trị góc và cạnh, vì vậy Quy trình kiểm định hiện nay được xây dựng cũng phải bám theo các thông số trong catalog của máy để sau quá trình kiểm định có căn cứ kết luận máy có đạt yêu cầu về chất lượng hay không. Quy trình đã được xây dựng dựa trên một số phương pháp và kỹ thuật của tổ chức tiêu chuẩn quốc tế về kiểm định máy toàn đạc điện tử, cụ thể là: ISO 17123-3 năm 2001 đã đưa ra các quy định về kiểm định bộ phận đo góc [4]; ISO 17123-4 năm 2012 đã đưa ra các quy định về kiểm định bộ phận đo khoảng cách [5].

Ở Việt Nam, các nghiên cứu về kiểm định máy toàn đạc điện tử được thực hiện từ những năm 2000. Ví dụ, trong tài liệu [8], tác giả đã nghiên cứu sự phụ thuộc giữa hằng số cộng và hằng số nhân máy đo khoảng cách điện tử. Từ đó, đưa ra quy định về kiểm định máy đo khoảng cách điện tử. Trong tài liệu [2] đã đưa ra cách phương pháp để kiểm định hằng số cộng và hằng số nhân của máy toàn đạc điện tử. Tài liệu này cũng đưa ra các quy định về kiểm nghiệm bộ

phần đo góc, nhưng chủ yếu cho máy kinh vĩ. Trong tài liệu [3] đã đưa ra các quy định về kiểm định máy kinh vĩ đo góc chính xác. Trong tài liệu [1], các tác giả đã đưa ra cấu tạo và nguyên lý hoạt động của máy đo xa điện tử nhưng chưa đưa ra phương pháp kiểm định. Trong [10], các tác giả đã nghiên cứu phương pháp hiệu chuẩn máy đo xa quang - điện tử, tính toán lựa chọn đường chuẩn đề kiểm định máy đo xa điện tử. Tuy nhiên, cho đến nay chưa có công trình nghiên cứu nào về kiểm định tọa độ đo bằng máy toàn đạc điện tử.

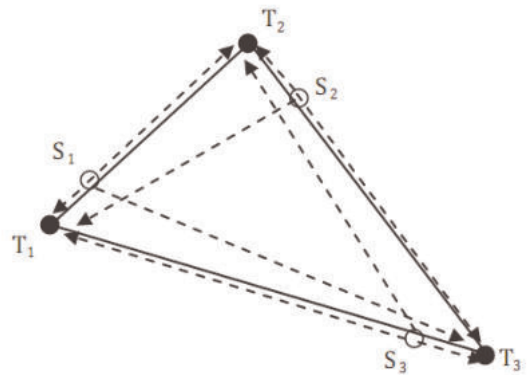
Hiện nay, khi đo đạc các công trình chủ yếu quy định độ chính xác về tọa độ. Do vậy về lâu dài, các máy toàn đạc điện tử sẽ có thông tin đầy đủ về độ chính xác đo góc, cạnh và tọa độ. Vì vậy, để đáp ứng được yêu cầu về kiểm định tọa độ cho máy toàn đạc điện tử (*khi catalog của các máy có những thông số độ chính xác về tọa độ*) cũng như để hội nhập với thế giới thì Việt Nam cần có những nghiên cứu về quy định kiểm định, hiệu chuẩn máy toàn đạc điện tử tương ứng, phù hợp với thế giới, có xem xét đến các đặc điểm của Việt Nam. Do đó, bài báo này tập trung nghiên cứu về quy trình kiểm định tọa độ đo bằng máy toàn đạc điện tử ở Việt Nam và trình bày kết quả thực nghiệm kiểm định tọa độ.

2. Quy trình kiểm định tọa độ đo bằng máy toàn đạc điện tử

2.1. Phương pháp bố trí bãi kiểm định tọa độ

Để kiểm định tọa độ, cần bố trí bãi kiểm định như sau [6,7]: Ba mục tiêu (gương) (T₁, T₂, T₃) phải được đặt ở ba góc của tam giác (Hình 1). Các mục tiêu cần được cố định chắc chắn trên mặt đất. Khoảng cách giữa các điểm mục tiêu phải khác nhau và ít nhất một khoảng cách phải dài hơn khoảng cách trung bình (ví dụ: 60 m) theo nhiệm vụ đo đạc dự định. Chiều cao của chúng phải khác nhau.

Ba trạm máy toàn đạc điện tử (S₁, S₂, S₃) phải được đặt gần trên mỗi cạnh tam giác, cách mỗi điểm mục tiêu khoảng 5 m đến 10 m (Hình 1).



Hình 1: Bố trí bãi kiểm định tọa độ

2.2. Quy trình đo đạc trong kiểm định tọa độ

Để kiểm định tọa độ, chúng ta cần đo đạc theo các bước sau [6, 7]:

- 1- Đặt máy tại điểm S₁, định tâm, cân bằng máy cẩn thận. Ở vị trí bàn độ trái, lần lượt đo tọa độ đến các gương T₁, T₂, T₃, các kết quả được ghi vào các ô tương ứng trong Bảng 1, được 1 lần đo.
- 2- Đảo ống ngắm, ở vị trí bàn độ phải, lần lượt đo tọa độ đến các gương T₁, T₂, T₃, được lần đo thứ 2
- 3- Lặp lại thao tác trên một lần nữa, được lần đo thứ 3 và 4.
- 4- Chuyển máy đến điểm S₂ và S₃ cũng thao tác tương tự như ở S₁.

Các tọa độ trạm máy được giả định và định hướng tùy ý đến một trong các gương. Các cấu hình này không nên thay đổi trong khi đo bốn lần đo tại cùng một điểm trạm máy. Trình tự và kết quả các phép đo được thể hiện trong Bảng 1.

2.3. Tính toán trong kiểm định tọa độ

Việc tính toán trong kiểm định tọa độ được thực hiện theo trình tự sau [6, 7]:

- Từ tọa độ của T₁ và T₂ tính ra khoảng cách ngang giữa điểm T₁ và T₂ theo công thức:

$$l_{12} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (1)$$

- Từ tọa độ của T₂ và T₃ tính ra khoảng cách

Bảng 1: Trình tự các phép đo và ghi tọa độ

No	Trạm máy i	Mục tiêu j	Bộ đo k	Vị trí ống kính	$x_{i,j,k}(m)$	$y_{i,j,k}(m)$
1	1	1	1	I	$x_{1,1,1}$	$y_{1,1,1}$
2		2			$x_{1,2,1}$	$y_{1,2,1}$
3		3			$x_{1,3,1}$	$y_{1,3,1}$
4		1	2	II	$x_{1,1,2}$	$y_{1,1,2}$
5		2			$x_{1,2,2}$	$y_{1,2,2}$
6		3			$x_{1,3,2}$	$y_{1,3,2}$
7		1	3	I	$x_{1,1,3}$	$y_{1,1,3}$
8		2			$x_{1,2,3}$	$y_{1,2,3}$
9		3			$x_{1,3,3}$	$y_{1,3,3}$
10		1	4	II	$x_{1,1,4}$	$y_{1,1,4}$
11		2			$x_{1,2,4}$	$y_{1,2,4}$
12		3			$x_{1,3,4}$	$y_{1,3,4}$
13	2	1	1	I	$x_{2,1,1}$	$y_{2,1,1}$
...				
34		1			$x_{3,1,4}$	$y_{3,1,4}$
35	3	2	4	II	$x_{3,2,4}$	$y_{3,2,4}$
36						

ngang giữa điểm T_2 và T_3 theo công thức:

$$l_{2,3} = \sqrt{(x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2} \quad (2)$$

- Từ tọa độ của T_1 và T_3 tính ra khoảng cách ngang giữa điểm T_1 và T_3 theo công thức:

$$l_{1,3} = \sqrt{(x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2} \quad (3)$$

Mỗi khoảng cách ngang sẽ tính được 12 giá trị. Tính trung bình của các cạnh theo công thức:

$$L_{1,2} = \frac{1}{12} \sum_{j=1}^{12} l_{1,2,j} \quad (4)$$

Tương tự với $L_{2,3}$ và $L_{1,3}$.

- Các tọa độ của mô hình toán học của tam giác $M_1 M_2 M_3$ được xác định như sau:

Điểm $M_1 = (0,0)$ trùng với gốc tọa độ. Đường thẳng từ M_1 đến M_2 được chọn làm trục x. Đường vuông góc là trục y (Hình 2).

Điểm M_2 có tọa độ là $(L_{1,2}, 0)$

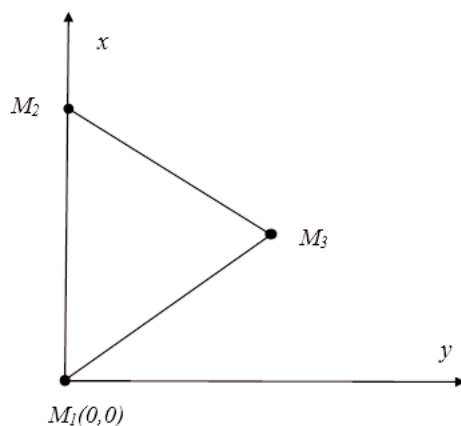
Tọa độ của điểm $M_3 (X_3, Y_3)$ sẽ là:

$$X_3 = \frac{-L_{2,3}^2 + L_{1,3}^2 + L_{1,2}^2}{2L_{1,2}} \quad (5)$$

$$Y_3 = \sqrt{L_{1,3}^2 - \left[\frac{-L_{2,3}^2 + L_{1,3}^2 + L_{1,2}^2}{2L_{1,2}} \right]^2} = \sqrt{L_{1,3}^2 - X_3^2} \quad (6)$$

Các tọa độ trọng tâm của mô hình toán học, (X_g, Y_g) :

$$(X_g, Y_g) = \left(\frac{\sum_{j=1}^3 X_j}{3}, \frac{\sum_{j=1}^3 Y_j}{3} \right) \quad (7)$$



Hình 2: Mô hình toán của tam giác

- Tọa độ trọng tâm đo của tam giác thu được tại mỗi trạm máy $i, (x_{g,i}, y_{g,i})$:

$$(x_{g,i}, y_{g,i}) = \left(\frac{\sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^4 x_{i,j,k}}{12}, \frac{\sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^4 y_{i,j,k}}{12} \right) \quad (8)$$

- Tính độ lệch tọa độ trọng tâm của mô hình tam giác và tọa độ đó:

$$\Delta x_{g,i} = x_{g,i} - X_g; \quad \Delta y_{g,i} = y_{g,i} - Y_g. \quad (9)$$

- Hiệu chỉnh tọa độ để trùng khớp trọng tâm của mô hình toán học lên trọng tâm của tam giác đo. Các tọa độ của mô hình toán học ($X_{t,i,k}$, $Y_{t,i,k}$) sau khi hiệu chỉnh được tính như sau:

$$X_{t,i,j,k} = X_j + \Delta x_{g,i}; \quad Y_{t,i,j,k} = Y_j + \Delta y_{g,i}; \\ i = 1,2,3; j = 1,2,3; k = 1,2,3,4 \quad (10)$$

- Xoay mô hình toán học xung quanh trọng tâm để giảm thiểu các phần dư của tọa độ đỉnh giữa mô hình toán học và các tam giác đo tương ứng.

Góc xoay $\theta_{i,k}$ được tính theo công thức:

$$\theta_{i,k} = \tan^{-1} \left(\frac{q_{i,k}}{p_{i,k}} \right); i = 1,2,3; k = 1,2,3,4, \quad (11)$$

trong đó:

$$q_{i,k} = \frac{\sum_{j=1}^3 ((x_{t,i,j,k} - x_{g,i}) \times (y_{i,j,k} - y_{g,i}) - (y_{t,i,j,k} - y_{g,i}) \times (x_{i,j,k} - x_{g,i}))}{\sum_{j=1}^3 ((x_{t,i,j,k} - x_{g,i})^2 + (y_{t,i,j,k} - y_{g,i})^2)} \quad (12)$$

$$p_{i,k} = \frac{\sum_{j=1}^3 ((x_{t,i,j,k} - x_{g,i}) \times (x_{i,j,k} - x_{g,i}) - (y_{t,i,j,k} - y_{g,i}) \times (y_{i,j,k} - y_{g,i}))}{\sum_{j=1}^3 ((x_{t,i,j,k} - x_{g,i})^2 + (y_{t,i,j,k} - y_{g,i})^2)} \quad (13)$$

Tọa độ các đỉnh của mô hình toán học ($X_{m,i,j,k}$, $Y_{m,i,j,k}$) sau khi quay được tính theo công thức:

$$X_{m,i,j,k} = x_{g,i} + \cos \theta_{i,k} \times (X_{t,i,j,k} - x_{g,i}) - \\ - \sin \theta_{i,k} \times (Y_{t,i,j,k} - y_{g,i}); \quad (14)$$

$$Y_{m,i,j,k} = y_{g,i} + \sin \theta_{i,k} \times (X_{t,i,j,k} - x_{g,i}) - \\ - \cos \theta_{i,k} \times (Y_{t,i,j,k} - y_{g,i}), \quad (15)$$

với $i = 1,2,3; j = 1,2,3; k = 1,2,3,4$.

- Số dư ($r_{x,i,j,k}$, $r_{y,i,j,k}$) của tọa độ các tam giác đo được so với mô hình toán học đã xoay là:

$$r_{x,i,j,k} = x_{i,j,k} - X_{m,i,j,k}; \\ r_{y,i,j,k} = y_{i,j,k} - Y_{m,i,j,k}. \quad (16)$$

- Tổng bình phương của phần dư là:

$$\sum r_{xy}^2 = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^4 (r_{x,i,j,k}^2 + r_{y,i,j,k}^2). \quad (17)$$

- Độ lệch chuẩn kiểm định tọa độ x, y là:

$$s_{xy} = \pm \sqrt{\frac{\sum r_{xy}^2}{t}}, \quad (18)$$

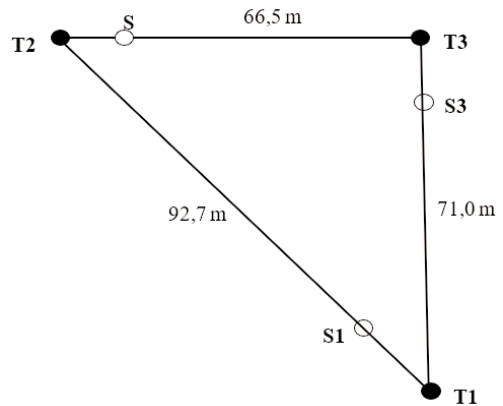
trong đó: t là số bậc tự do.

3. Thực nghiệm kiểm định tọa độ đo bằng máy toàn đạc điện tử

3.1. Thực nghiệm bố trí bãi kiểm định tọa độ

Bãi kiểm định tọa độ được bố trí tại Khu đô thị Resco - Cổ Nhuê 2 - Bắc Từ Liêm - Hà Nội. Ba mục tiêu (gương) (T1, T2, T3) được đặt ở các góc của tam giác (Hình 3).

Các mục tiêu được cố định chắc chắn trên mặt đất. Khoảng cách mục tiêu T1 đến T2 là 92,7m, từ T2 đến T3 là 66,5m, từ T1 đến T3 là 71m. Chiều cao của các điểm khác nhau. Ba trạm máy toàn đạc (S1, S2, S3) được đặt trên các cạnh của tam giác, cách mỗi điểm mục tiêu khoảng 5 m đến 10 m. Khi bố trí, khoảng cách giữa các điểm được đo sơ bộ bằng máy toàn đạc điện tử. Khi tính toán, khoảng cách giữa các gương được tính từ tọa độ đo được.



Hình 3: Bãi kiểm định tọa độ thực nghiệm

3.2. Kết quả đo kiểm định tọa độ

Đo thực nghiệm kiểm định tọa độ được thực hiện ngày 23/12/2020, trong điều kiện thời tiết râm mát, nhiệt độ là 20°C, áp suất là 1012 mbar, máy kiểm định là máy Sokkia SET 520K, số máy 173918. Độ chính xác đo góc là 5", độ chính xác đo cạnh là 2 + 2ppm.D.

Khi đo tại điểm S1, định hướng về điểm T2, lấy tọa độ điểm S1 (x = 100,000 m, y = 200,000 m). Khi đo tại điểm S2, định hướng về điểm T1, lấy tọa độ điểm S1 (x = 200,000 m, y = 300,000 m). Khi đo tại điểm S3, định hướng về điểm T1, lấy tọa độ điểm S1 (x = 300,000 m, y = 400,000 m). Kết quả đo được trình bày trong Bảng 2.

3.3. Kết quả tính toán kiểm định tọa độ

+) Tính khoảng cách giữa các gương theo tọa độ đo được:

Khoảng cách giữa các gương được tính theo công thức (1), (2) và (3). Khoảng cách trung bình được tính theo công thức (4). Kết quả tính toán được trình bày trong Bảng 3.

Bảng 3: Kết quả tính khoảng cách giữa các gương

STT	$l_{1,2} (m)$	$l_{2,3} (m)$	$l_{1,3} (m)$
1	92,7420	66,5659	71,0189
2	92,7410	66,5646	71,0188
3	92,7420	66,5646	71,0188
4	92,7420	66,5638	71,0188
5	92,7426	66,5640	71,0202
6	92,7425	66,5638	71,0201
7	92,7424	66,5638	71,0208
8	92,7425	66,5644	71,0187
9	92,7449	66,5643	71,0180
10	92,7434	66,5642	71,0180
11	92,7448	66,5642	71,0180
12	92,7420	66,5644	71,0180
TB (L)	92,7427	66,5643	71,0190

+) Tính tọa độ của mô hình toán học của tam giác M₁ M₂ M₃ và tọa độ trọng tâm mô hình G:

Tọa độ của các đỉnh tam giác M₁ M₂ M₃

trong mô hình toán được tính theo công thức (5), (6). Tọa độ trọng tâm G của mô hình được tính theo công thức (7). Kết quả được trình bày trên Bảng 4.

Bảng 4: Tọa độ trong mô hình toán học

Điểm	X (m)	Y (m)
M1	0,0000	0,0000
M2	92,7427	0,0000
M3	49,6755	50,7546
G	47,4727	16,9182

+) Tính tọa độ trọng tâm của tam giác thu được tại mỗi trạm máy:

Từ tọa độ đo được của các trạm máy, tọa độ trọng tâm của tam giác được tính theo công thức (8). Kết quả như sau:

Tọa độ trọng tâm g tại trạm máy 1:

$$x = 141,1013 \text{ m}; y = 216,9182 \text{ m.}$$

Tọa độ trọng tâm g tại trạm máy 2:

$$x = 239,0547 \text{ m}; y = 286,3568 \text{ m.}$$

Tọa độ trọng tâm g tại trạm máy 3:

$$x = 319,7118 \text{ m}; y = 422,0400 \text{ m.}$$

+) Độ lệch tọa độ trọng tâm giữa mô hình tam giác và tọa độ đo được tính theo công thức (9). Kết quả được trình bày trong Bảng 5.

Bảng 5: Độ lệch tọa độ trọng tâm

Trạm máy	$\Delta x (m)$	$\Delta y (m)$
1	93,6285	200,0000
2	191,5819	269,4385
3	272,2391	405,1218

+) Hiệu chỉnh tọa độ để trùng khớp trọng tâm của mô hình toán học lên trọng tâm của tam giác đo theo công thức (10). Kết quả được trình bày trong Bảng 6.

+) Tính tọa độ sau khi xoay theo công thức (14) và (15). Kết quả được trình bày trong Bảng 7.

+) Tính số dư ($r_{x,i,j,k}$, $r_{y,i,j,k}$) của tọa độ các tam giác đo được so với mô hình toán học đã

Bảng 2: Kết quả đo thực nghiệm kiểm định tọa độ

No	Trạm máy	Mục tiêu	Bộ đo	Bản đồ	x (m)	y (m)
1	1	1	1	T	93,629	200,000
2		2			186,371	200,000
3		3			143,303	250,756
4		1	2	P	93,629	200,000
5		2			186,370	199,999
6		3			143,304	250,755
...	
10		1	4	P	93,629	200,000
11		2			186,371	200,001
12		3			143,304	250,755
...	
13		2	1	1	T	287,570
14	2		195,043			306,320
15	3		234,550			252,748
...	
34	3	1	4	P	365,034	400,000
35		2			300,087	466,204
36		3			294,016	399,917

Bảng 6: Tọa độ sau khi hiệu chỉnh

Trạm máy	Bộ đo	Gương 1		Gương 2		Gương 3	
<i>i</i>	<i>k</i>	$X_{ti,1,k}$	$Y_{ti,1,k}$	$X_{ti,2,k}$	$Y_{ti,2,k}$	$X_{ti,3,k}$	$Y_{ti,3,k}$
1	1	93,6285	200,0000	186,3712	200,0000	143,3041	250,7546
1	2	93,6285	200,0000	186,3712	200,0000	143,3041	250,7546
1	3	93,6285	200,0000	186,3712	200,0000	143,3041	250,7546
1	4	93,6285	200,0000	186,3712	200,0000	143,3041	250,7546
2	1	191,5819	269,4385	284,3246	269,4385	241,2575	320,1932
2	2	191,5819	269,4385	284,3246	269,4385	241,2575	320,1932
2	3	191,5819	269,4385	284,3246	269,4385	241,2575	320,1932
2	4	191,5819	269,4385	284,3246	269,4385	241,2575	320,1932
3	1	272,2391	405,1218	364,9818	405,1218	321,9146	455,8764
3	2	272,2391	405,1218	364,9818	405,1218	321,9146	455,8764
3	3	272,2391	405,1218	364,9818	405,1218	321,9146	455,8764
3	4	272,2391	405,1218	364,9818	405,1218	321,9146	455,8764

xoay theo công thức (16). Kết quả được trình bày trong Bảng 8.

+) Tổng bình phương của phần dư là:

$$\sum r_{xy}^2 = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^4 (r_{x,i,j,k}^2 + r_{y,i,j,k}^2) = 0,0000315$$

+) Tính độ lệch chuẩn kiểm định tọa độ x, y:

$$s_{xy} = \sqrt{\frac{\sum r_{xy}^2}{t}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^4 (r_{x,i,j,k}^2 + r_{y,i,j,k}^2)}{t}} = \pm 0,0008 \text{ m}$$

Như vậy, máy có độ lệch chuẩn kiểm định tọa độ là: $\pm 0,0008 \text{ m}$.

4. Kết luận

Bài báo đã trình bày quy trình kiểm định tọa độ đo bằng máy toàn đạc điện tử với đầy đủ các nội dung từ bố trí bãi kiểm định đến trình tự đo đạc và trình tự tính toán. Phương pháp này phù hợp với tiêu chuẩn quốc tế.

Quy trình kiểm định tọa độ đo bằng máy toàn đạc điện tử đã được tiến hành thực nghiệm tại Việt Nam đối với máy Sokkia SET 520K, số máy 173918. Kết quả tính toán kiểm định cho thấy máy có độ lệch chuẩn kiểm định tọa độ là $\pm 0,8 \text{ mm}$. ○

Bảng 7: Tọa độ sau khi xoay

Trạm máy	Bộ đo	Gương 1		Gương 2		Gương 3	
		$X_{m,i,1,k}$	$Y_{m,i,1,k}$	$X_{m,i,2,k}$	$Y_{m,i,2,k}$	$X_{m,i,3,k}$	$Y_{m,i,3,k}$
1	1	93,6286	199,9996	186,3713	200,0003	143,3038	250,7546
1	2	93,6284	200,0004	186,3710	199,9995	143,3044	250,7546
1	3	93,6282	200,0009	186,3709	199,9991	143,3047	250,7545
1	4	93,6287	199,9995	186,3713	200,0004	143,3038	250,7546
2	1	287,5700	300,0002	195,0430	306,3209	234,5510	252,7491
2	2	287,5698	300,0013	195,0426	306,3200	234,5517	252,7490
2	3	287,5696	300,0017	195,0424	306,3196	234,5519	252,7490
2	4	287,5698	300,0011	195,0426	306,3201	234,5516	252,7490
3	1	365,0337	399,9988	300,0870	466,2040	294,0148	399,9172
3	2	365,0344	400,0002	300,0857	466,2034	294,0155	399,9164
3	3	365,0344	400,0001	300,0857	466,2034	294,0155	399,9164
3	4	365,0340	399,9995	300,0863	466,2037	294,0151	399,9168

Bảng 8: Kết quả tính số dư

Trạm máy	Bộ đo	Gương 1		Gương 2		Gương 3	
		$r_{x,i,1,k}$ (m)	$r_{y,i,1,k}$ (m)	$r_{x,i,2,k}$ (m)	$r_{y,i,2,k}$ (m)	$r_{x,i,3,k}$ (m)	$r_{y,i,3,k}$ (m)
1	1	0,0004	0,0004	-0,0003	-0,0003	-0,0008	0,0014
1	2	0,0006	-0,0004	-0,0010	-0,0005	-0,0004	0,0004
1	3	0,0008	-0,0009	0,0001	-0,0011	0,0003	-0,0005
1	4	0,0003	0,0005	-0,0003	0,0006	0,0002	0,0004
2	1	0,0000	-0,0002	0,0000	-0,0009	-0,0010	-0,0011
2	2	0,0002	0,0007	0,0004	0,0000	-0,0007	0,0000
2	3	0,0004	0,0013	0,0006	0,0004	-0,0009	0,0000
2	4	0,0002	-0,0001	0,0004	-0,0001	0,0004	0,0000
3	1	0,0003	-0,0018	-0,0010	0,0000	0,0012	-0,0002
3	2	-0,0004	-0,0002	-0,0007	0,0006	0,0005	0,0006
3	3	-0,0004	-0,0011	-0,0017	0,0006	0,0005	0,0006
3	4	0,0000	0,0005	0,0007	0,0003	0,0009	0,0002

Tài liệu tham khảo

[1]. Đào Quang Hiếu, Ngô Văn Hợi, 1997. Ứng dụng kỹ thuật điện tử trong trắc địa. Bài giảng dành cho học viên cao học. Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

[2]. Đỗ Ngọc Đường, 2000. Xây dựng lưới trắc địa. Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Hà Nội.

[3]. Đỗ Ngọc Đường, Đặng Nam Chinh, 2000. Hướng dẫn thực tập Trắc địa cao cấp. Trường đại học Mỏ - Địa chất. Hà Nội.

[4]. International Organization for Standardization, 2001. International Standard ISO 17123-3. Optics and optical instruments - Field procedures for testing geodetic and surveying instruments - Part 3: Theodolites.

[5]. International Organization for

Standardization, 2012. International Standard ISO 17123-4. Optics and optical instruments - Field procedures for testing geodetic and surveying instruments - Part 4: Electro-optical distance meters (EDM measurements to reflectors).

[6]. International Organization for Standardization, 2012. International Standard ISO 17123-5. Optics and optical instruments - Field procedures for testing geodetic and surveying instruments - Part 5: Total stations.

[7]. International Organization for Standardization, 2018. International Standard ISO 17123-5. Optics and optical instruments - Field procedures for testing geodetic and surveying instruments - Part 5: Total stations.

[8]. Phạm Doãn Mậu, 2001. Nghiên cứu sự phụ thuộc giữa hằng số cộng và hằng số nhân

máy đo khoảng cách điện tử. Luận văn thạc sỹ kỹ thuật. Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

[9]. Phạm Hoàng Lâm, Đặng Nam Chinh, Dương Văn Phong, Vũ Văn Trí, 2017. Trắc địa cao cấp đại cương. Nhà xuất bản giao thông vận tải. Hà Nội.

Summary

Test procedure of the coordinates measured by the electronic total station

Bui Dang Quang, Department of Survey, Mapping and Geographic Information Vietnam

Nguyen Van Sang, Hanoi University of Mining and Geology

Nguyen Thi Thanh Huong, Vietnam Institute of Geodesy and Cartography

Before each project or periodically the electronic total station must be test to assess whether it responses the requirements of the project. One of the measurements of the total station is the coordinates. In Vietnam, there is no research work on test procedure of these measurement results. This paper presents the test procedure of the coordinates measured by the electronic total station. The test procedure is researched in detail from the configuration of the test field, the measurement and the calculation steps. This test procedure is in accordance with international standards. The test coordinates were performed with the Sokkia SET 520K electronic total station. The experimental results show that the experimental standard deviation of coordinates reaches ± 0.8 mm. ○

[10]. Tổng Công Dũng, Vũ Khánh Xuân, Bùi Quốc Thụ, Nguyễn Văn Vinh, 2013. Nghiên cứu xây dựng chuẩn đo lường để hiệu chuẩn máy đo xa quang - điện tử. Tạp chí Khoa học và Kỹ thuật số 158, tr 51-59, ISSN: 1859-0209. Học viện kỹ thuật quân sự. Hà Nội. ○

GIẢI PHÁP HIỆU CHỈNH TỌA ĐỘ VÀ ĐỘ CAO ĐIỂM.....

(Tiếp theo trang 17)

[2]. Đinh Công Hòa (2010). Lập trình bài toán trắc địa cơ sở. Nhà xuất bản giao thông vận tải, 266-338.

[3]. Hoàng Thị Thủy (2018). Nâng cao độ chính xác khi ứng dụng công nghệ RTK trong thành lập bản đồ số tỷ lệ lớn, Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ, số 38 trang 37- 41. ○

Summary

Solution for correcting elevation and coordinate measured by GNSS/CORS Technology when combined with traditional measurement method in large scale mapping.

Hoang Thi Thuy, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

In large-scale mapping, method of using electronic total stations (TS) can provide the most reliable results, especially in residential areas and vegetated areas. Meanwhile, GNSS/CORS technology has advantage of achieving fast results and it is very efficient in a well-ventilated area. In order to take advantage of these two methods, we propose the application of the coordinate and elevation adjustment problem to calibrate the map established by using GNSS/CORS technology on the map established by TS by using ground control points or clear feature points. In case of using GNSS/CORS for mapping, it is necessary to use TS to measure obscured points, these points can be measured in the assumed coordinate system, then use TS to measure some clear feature points which was determined by GNSS/CORS, these can be used as key points to match the area measured by TS to the area measured by GNSS/CORS. The result of the study is a programming module which can automatically correct the coordinate and elevation of the measured points when applying the combination of GNSS/CORS and TS for mapping. The experimental results showed that the proposed method can be applied for establishing topographic and cadastral maps from data derived by integrating GNSS/CORS and TS. ○