

PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH ĐỒNG THỜI CÁC THÔNG SỐ HIỆU CHỈNH CỦA MÁY TOÀN ĐẠC ĐIỆN TỬ TRONG ĐIỀU KIỆN VIỆT NAM

DƯƠNG VĂN PHONG, PHẠM NGỌC QUANG

Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu một phương pháp mới để xác định các thông số kỹ thuật của máy toàn đạc điện tử đó là phương pháp xác định đồng thời các thông số kỹ thuật của máy. Kết quả tính toán thực nghiệm cho thấy, ta có thể sử dụng phương pháp này để xác định các thông số kỹ thuật của máy toàn đạc điện tử với độ chính xác tương đương với phương pháp xác định thông thường.

1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, máy toàn đạc điện tử đã trở thành một thiết bị đo đạc chủ đạo trong ngành trắc địa nói chung. Với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học công nghệ, các máy toàn đạc điện tử hiện nay ngày càng được cải tiến với những tính năng ưu việt, có khả năng hỗ trợ rất nhiều trong các công tác đo đạc ngoại nghiệp. Các máy toàn đạc điện tử thế hệ mới hiện nay có thể cho phép chúng ta tiến hành đo đạc với độ chính xác cao, độ chính xác đo góc có thể lên tới 1", độ chính xác đo cạnh có thể tới một vài mm. Ngoài ra, một số máy toàn đạc điện tử còn được trang bị hệ thống máy chụp ảnh và được tích hợp ăng ten thu tín hiệu GPS trên máy đo để có thể xác định trực tiếp tọa độ của điểm đặt máy. Với rất nhiều tính năng mới và độ chính xác đo đạc rất cao, máy toàn đạc điện tử đã trở thành một thiết bị rất quan trọng và không thể thiếu trong các công tác trắc địa. Tuy nhiên, các máy toàn đạc điện tử sau một thời gian sử dụng dưới những tác động của môi trường và những tác động ngoại cảnh khác, độ chính xác của máy sẽ không còn như lúc mới đưa vào sử dụng. Do vậy, một vấn đề quan trọng đặt ra đó là cần xác định lại các thông số kỹ thuật của máy toàn đạc điện tử để sử dụng máy một cách hợp lý. Theo phương pháp thông thường, các thông số kỹ thuật của máy được xác định một cách độc lập với nhau. Phương pháp này đòi hỏi phải đo đạc rất nhiều lần theo nhiều cách khác nhau do vậy sẽ tiêu tốn nhiều thời gian và công sức. Để khắc phục nhược điểm này, nhóm tác giả đã tìm hiểu và đề xuất phương pháp xác định đồng thời các thông số kỹ thuật của máy.

2. Thuật toán xác định đồng thời các thông số kỹ thuật của máy toàn đạc điện tử

Khi sử dụng máy toàn đạc điện tử, chúng ta thường quan tâm đến các thông số kỹ thuật của máy bao gồm:

- Hằng số gương K.
- Sai số hệ thống của máy.
- Hệ số của công thức hiệu chỉnh khí tượng.

Hằng số gương (K) xuất hiện khi tâm phản xạ của gương không trùng với trục dọc của gương. Thông thường, hằng số gương được nhà sản xuất đưa ra trong lí lịch của máy nhưng theo thời gian sử dụng, hằng số gương này sẽ bị thay đổi do các điều kiện ngoại cảnh tác động. Do vậy ta cần phải xác định lại hằng số gương. Hằng số gương có thể được xác định rất đơn giản và ta có thể nhập lại hằng số gương (K) vào máy toàn đạc điện tử để tiến hành xác định các thông số còn lại. Các phương pháp xác định hằng số gương tham khảo trong [3].

Sau khi đã xác định được hằng số gương, ta tiến hành xác định các thông số còn lại của máy bao gồm sai số hệ thống, hệ số của công thức hiệu chỉnh khí tượng và sai số ngẫu nhiên của máy. Các nguồn sai số này sẽ được xác định đồng thời trên cùng một dãy trị đo trong các điều kiện khí tượng khác nhau.

Để xác định được các nguồn sai số này, ta cần tiến hành xây dựng một bãi kiểm nghiệm máy, bãi kiểm nghiệm này phải được xây dựng theo những tiêu chuẩn nhất định như chiều dài cạnh đo phải đủ lớn, độ ổn định của nền địa chất khi đo đạc... Trên bãi kiểm nghiệm này, tiến hành xây dựng các cạnh chuẩn theo phương pháp đo bằng thước dây invar với độ chính xác rất cao. Chi tiết về phương pháp đo khoảng

cách bằng thước dây invar và qui trình xây dựng cạnh chuẩn tham khảo trong [2,3].

Gọi chiều dài cạnh chuẩn là D_0 , chiều dài cạnh đo thực tế là D khi đó ta có:

$$D_0 = D + \Delta D, \quad (2.1)$$

trong đó:

$$\Delta D = K_G + \Delta D_{ht} + \Delta D_{kt}, \quad (2.2)$$

K_G - hằng số gương;

ΔD_{ht} - là số hiệu chỉnh của sai số hệ thống;

ΔD_{kt} - số hiệu chỉnh của công thức hiệu chỉnh khí tượng.

Thông thường, hằng số gương sau khi được tính sẽ được nhập trực tiếp vào máy, do đó trong công thức (2.2) sẽ không còn giá trị của hằng số gương. Chúng ta có:

$$\Delta D_{ht} = a + b.D$$

$$\Delta D_{kt} = \begin{pmatrix} A \frac{P_{TC}}{T_{TC}} + B \frac{e_{TC}}{T_{TC}} - \\ -A \frac{P_{TT}}{T_{TT}} - B \frac{e_{TT}}{T_{TT}} \end{pmatrix} . D . 10^{-6}, \quad (2.3)$$

trong đó: a - hằng số cộng, b là hằng số nhân của công thức tính sai số hệ thống;

A, B - hệ số của công thức hiệu chỉnh khí tượng;

T_{TC}, P_{TC}, e_{TC} - nhiệt độ, áp suất và độ ẩm theo điều kiện tiêu chuẩn của máy.

T_{TT}, P_{TT}, e_{TT} - là nhiệt độ, áp suất và độ ẩm theo điều kiện thực tế đo đạc.

Ở đây T_{TC} và T_{TT} là nhiệt độ tính theo độ K, $T = t^\circ + 273,15$.

Thay (2.3) vào (2.2) ta có:

$$\Delta D = a + b.D + \begin{pmatrix} A \frac{P_{TC}}{T_{TC}} + B \frac{e_{TC}}{T_{TC}} - \\ -A \frac{P_{TT}}{T_{TT}} - B \frac{e_{TT}}{T_{TT}} \end{pmatrix} . D . 10^{-6}, \quad (2.4)$$

Suy ra:

$$D_0 = D + a + b.D + \begin{pmatrix} A \frac{P_{TC}}{T_{TC}} + B \frac{e_{TC}}{T_{TC}} - \\ -A \frac{P_{TT}}{T_{TT}} - B \frac{e_{TT}}{T_{TT}} \end{pmatrix} . D . 10^{-6}. \quad (2.5)$$

Do vậy ta có phương trình sau:

$$D_0 = D + a + b.D + \begin{pmatrix} A \frac{P_{TC}}{T_{TC}} + B \frac{e_{TC}}{T_{TC}} - \\ -A \frac{P_{TT}}{T_{TT}} - B \frac{e_{TT}}{T_{TT}} \end{pmatrix} . D . 10^{-6}. \quad (2.6)$$

Chuyển phương trình (2.6) về dạng phương trình số hiệu chỉnh ta có:

$$V = -a - b.D - \begin{pmatrix} A \left(\frac{P_{TC}}{T_{TC}} - \frac{P_{TT}}{T_{TT}} \right) + \\ + B \left(\frac{e_{TC}}{T_{TC}} - \frac{e_{TT}}{T_{TT}} \right) \end{pmatrix} \times D . 10^{-6} + (D_0 - D) \quad (2.7)$$

Nếu có n trị đo, ta sẽ lập được hệ n phương trình, nếu viết dưới dạng ma trận hệ này sẽ có dạng:

$$V = AX + L, \quad (2.8)$$

trong đó:

$$A = \begin{bmatrix} -1 & -D_1 & -\left(\frac{P_{TC}}{T_{TC}} - \frac{P_1}{T_1}\right)D_1 \cdot 10^{-6} & -\left(\frac{e_{TC}}{T_{TC}} - \frac{e_1}{T_1}\right)D_1 \cdot 10^{-6} \\ -1 & -D_2 & -\left(\frac{P_{TC}}{T_{TC}} - \frac{P_2}{T_2}\right)D_2 \cdot 10^{-6} & -\left(\frac{e_{TC}}{T_{TC}} - \frac{e_2}{T_2}\right)D_2 \cdot 10^{-6} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ -1 & -D_n & -\left(\frac{P_{TC}}{T_{TC}} - \frac{P_n}{T_n}\right)D_n \cdot 10^{-6} & -\left(\frac{e_{TC}}{T_{TC}} - \frac{e_n}{T_n}\right)D_n \cdot 10^{-6} \end{bmatrix};$$

$$X = \begin{bmatrix} a \\ b \\ A \\ B \end{bmatrix}; L = \begin{bmatrix} D_0^1 - D_1 \\ D_0^2 - D_2 \\ \dots \\ D_0^n - D_n \end{bmatrix}. \quad (2.9)$$

Lập hệ phương trình chuẩn có dạng:

$$RX + B = 0, \quad (2.10)$$

trong đó:

$$R = A^T . P . A; B = A^T . P . L$$

$$P_i = \frac{1}{D_i}$$

$$P = \begin{bmatrix} \frac{1}{D_1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \frac{1}{D_2} & \dots & 0 \\ 0 & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \frac{1}{D_n} \end{bmatrix}, \quad (2.11)$$

Giải hệ phương trình chuẩn (2.10) ta sẽ thu được giá trị các ẩn số là các hệ số a, b, A, B .

Sai số trung phương trọng số đơn vị được tính theo công thức:

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[PVV]}{n-4}}. \quad (2.12)$$

Độ chính xác ần số đánh giá theo công thức:

$$m_x = \mu \sqrt{Q_{ii}} \quad (2.13)$$

Sau khi tính được các hệ số của sai số hệ thống và công thức hiệu chỉnh khí tượng, ta tính hiệu chỉnh vào cạnh đo theo công thức:

$$D' = D + \Delta d_{ht} + \Delta d_{kt} \quad (2.14)$$

3. Thục nghiệm tính toán

Để kiểm nghiệm độ chính xác của phương pháp tính đồng thời các thông số kỹ thuật của máy toàn đạc điện tử đã trình bày ở trên, nhóm tác giả đã tiến hành đo đạc thực nghiệm bằng máy toàn đạc điện tử TC-305 của hãng Leica và xây dựng một modul chương trình tính toán các thông số kỹ thuật của máy toàn đạc điện tử. Một số thông tin về máy đo thực nghiệm được như sau:

- Số hiệu máy: TC305-693038;
- Độ chính xác đo góc: 5”;

- Độ chính xác đo cạnh: 2mm + 2ppm.[4]

Việc đo đạc thực nghiệm được tiến hành trên cạnh chuẩn đã được xây dựng trên đường Hoàng Quốc Việt - Cầu Giấy - Hà Nội. Ta chia cạnh chuẩn này làm 7 đoạn nhỏ, máy được định tâm và cân bằng chính xác tại một đầu của cạnh chuẩn. Sau đó ta tiến hành đặt gương lần lượt vào các vị trí đoạn thẳng đã chia nhỏ, tại các vị trí này gương được dựng và cân bằng chính xác sau đó tiến hành đo chiều dài cạnh. Đối với mỗi lần đo chiều dài cạnh, ta phải tiến hành đo các yếu tố khí tượng như nhiệt độ, áp suất, độ ẩm. Việc đo đạc được tiến hành nhiều lần vào các thời gian khác nhau trong ngày để đảm bảo tính khách quan.

Sau khi đo đạc, ta trút số liệu vào máy tính chuyển về định dạng chuẩn của chương trình và tiến hành tính toán. Kết quả tính toán thực nghiệm như sau:

CHƯƠNG TRÌNH TÍNH ĐỒNG THỜI CÁC THÔNG SỐ KỸ THUẬT
CỦA MÁY TOÀN ĐẠC ĐIỆN TỬ

&&&&&&

Các thông số cơ bản của máy đo:

1. Nhiệt độ tiêu chuẩn của máy = 15 (đo C)
2. Áp suất tiêu chuẩn của máy = 760 (mmHg)
3. Độ ẩm tuyệt đối = 0 (mB)

Bảng 1. BẢNG SỐ LIỆU ĐO ĐẠC

Stt	Nhiệt độ đo C	Áp suất mmHg	Độ ẩm %	Cạnh chuẩn (m)	Cạnh đo (m)	Ghi chú
1	32	760	67	200.456	200.4494	
2	34	763	65	398.8302	398.8206	
3	34	762	65	598.8525	598.8388	
4	35	763	66	802.477	802.4597	
5	36	762	64	999.7043	999.6826	
6	37	762	57	1200.509	1200.4823	
7	38	762	52	1398.562	1398.5292	
8	38	762	49	200.456	200.4484	
9	40	764	46	398.8302	398.8176	
10	42	764	52	598.8525	598.8349	
11	43	764	44	802.477	802.4537	
12	43	765	65	999.7043	999.677	
13	40	762	44	1200.509	1200.4783	
14	40	762	50	1398.562	1398.5268	
15	39	763	58	200.456	200.4484	
16	39	763	55	398.8302	398.8187	
17	38	760	60	598.8525	598.8367	
18	38	762	52	802.477	802.4572	
19	37	761	60	999.7043	999.681	
20	36	762	62	1200.509	1200.4834	
21	34	760	63	1398.562	1398.5342	

Bang 2. BANG KET QUA TINH TOAN

Stt	Canh do (m)	Delta_D1 (m)	Delta_D2 (m)	Canh hc (m)	dD (m)
1	200.4494	0.0036	0.0029	200.4559	0.0001
2	398.8206	0.0038	0.0060	398.8305	-0.0003
3	598.8388	0.0040	0.0093	598.8521	0.0004
4	802.4597	0.0043	0.0129	802.4768	0.0002
5	999.6826	0.0045	0.0174	999.7045	-0.0002
6	1200.4823	0.0047	0.0224	1200.5093	-0.0003
7	1398.5292	0.0049	0.0276	1398.5617	0.0003
8	200.4484	0.0036	0.0040	200.4560	0.0000
9	398.8176	0.0038	0.0084	398.8298	0.0004
10	598.8349	0.0040	0.0135	598.8525	0.0000
11	802.4537	0.0043	0.0191	802.4770	0.0000
12	999.677	0.0045	0.0226	999.7041	0.0002
13	1200.4783	0.0047	0.0262	1200.5092	-0.0002
14	1398.5268	0.0049	0.0302	1398.5619	0.0001
15	200.4484	0.0036	0.0040	200.4560	0.0000
16	398.8187	0.0038	0.0080	398.8306	-0.0004
17	598.8367	0.0040	0.0121	598.8528	-0.0003
18	802.4572	0.0043	0.0158	802.4773	-0.0003
19	999.681	0.0045	0.0189	999.7043	0.0000
20	1200.4834	0.0047	0.0210	1200.5091	-0.0001
21	1398.5342	0.0049	0.0229	1398.5620	0.0000

Sai so trung phuong trong so don vi la: $m_{\text{uy}} = 0.01$ (mm)

He so cua sai so he thong la:

He so co dinh a = 3.41 (mm)

$m_a = 0.09$ (mm)

He so bien doi b = 1.05 (ppm)

$m_b = 0.00$ (mm)

He so cua cong thuc hieu chinh khi tuong la:

He so co dinh A = 114.87

He so bien doi B = 11.70

Theo kết quả trên, ta thấy sau khi tính hiệu chỉnh sai số hệ thống và số hiệu chỉnh khí tượng vào trị đo thì kết quả cạnh sau hiệu chỉnh gần như đã giống với giá trị cạnh chuẩn.

Bảng 3. Kết quả tính toán thực nghiệm

STT	Tên thông số kỹ thuật	Kết quả tính toán thực nghiệm
1	Hệ số của sai số hệ thống	a = 3.41 (mm) ; b = 1.05 (ppm)
2	Hệ số của số hiệu chỉnh khí tượng	A = 114.87 ; B = 11.70

So sánh kết quả tính toán thực nghiệm theo phương pháp tổng hợp với kết quả tính toán thực nghiệm bằng phương pháp từng phần trong [3], ta thấy các hệ số của sai số hệ thống và công thức hiệu chỉnh khí tượng có giá trị tương đối giống nhau. Điều này chứng tỏ phương án tính các thông số kỹ thuật của máy toàn đạc điện tử bằng phương pháp tính đồng thời là có thể tin cậy được.

4. Kết luận

Dựa vào các kết quả nghiên cứu trên, ta có thể thấy với việc sử dụng phương pháp xác định đồng thời các thông số kỹ thuật của máy toàn đạc điện tử, chúng ta có thể xác định các thông số kỹ thuật của máy mà không cần phải tiến hành đo đạc nhiều lần giống phương pháp xác định thông thường. Trong tương lai, cần tiếp tục nghiên cứu và tìm hiểu thêm các phương pháp

xác định các thông số kỹ thuật của các loại máy đo đạc nhằm xác định đúng chất lượng kỹ thuật của máy, đảm bảo phục vụ cho các yêu cầu trong thực tế sản xuất và nghiên cứu khoa học hiện nay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Đỗ Ngọc Đường, 1997. Bài giảng xây dựng lưới trắc địa .

[2]. Dương Văn Phong, 1998. Bài giảng xây dựng lưới trắc địa.

[3]. TS.Dương Văn Phong, 2012. Nghiên cứu xác định các thông số kỹ thuật máy đo dài điện tử phục vụ thực tập trắc địa cao cấp tại trường Đại học Mở-Địa chất. Đề tài cấp cơ sở trường Đại học Mở-Địa chất.

[4]. Công ty cổ phần thương mại công nghệ và khảo sát (SUJCOM, JSC), 2008. Hướng dẫn sử dụng máy toàn đạc điện tử TC-305.

SUMMARY

The method to determine simultaneously some parameters of total station in the context of Vietnam

Duong Van Phong, Pham Ngoc Quang

University of Mining and Geology

This article introduces a new method to determining some parameters of total station, that is determine simultaneously the parameter. The actual result show that, we can use this method to determine the parameter of total station with equivalence accuracy versus the conventional method.