



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

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



Ứng dụng công nghệ RTK và máy toàn đạc điện tử trong thành lập bản đồ số tỷ lệ lớn

Hoàng Thị Thủy^{1,*}, Đinh Công Hòa¹

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

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:

Nhận bài 15/08/2017
Chấp nhận 18/10/2017
Đăng online 29/12/2017

Từ khóa:

Công nghệ RTK
Công nghệ GPS
Độ chính xác

TÓM TẮT

Nội dung nghiên cứu bao gồm khảo sát độ chính xác đo chi tiết thành lập bản đồ số tỷ lệ lớn bằng công nghệ RTK thông qua kết quả thực nghiệm. Kết hợp công nghệ đo RTK và máy toàn đạc điện tử trong thành lập bản đồ số. Xây dựng modul chương trình chuyển đổi trị đo của máy toàn đạc điện tử về cùng hệ thống tọa độ GPS khi đo vẽ chi tiết bổ sung bằng máy toàn đạc điện tử từ hệ tọa độ giả định khi sử dụng một số điểm đo song trùng. Kết quả nghiên cứu cho thấy, tính hiệu quả và đảm bảo yêu cầu độ chính xác khi đo vẽ bản đồ số tỷ lệ lớn khi sử dụng công nghệ RTK và đo bổ sung bằng máy toàn đạc điện tử.

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

1. Mở đầu

Công nghệ GPS (Global Positioning System) đã được phát triển rộng khắp trong các ngành, đặc biệt trong công tác trắc địa. Việc nghiên cứu ứng dụng công nghệ GPS thành lập bản đồ số tỷ lệ lớn đem lại hiệu quả cao. Phương pháp đo RTK (real time kinematic) có nhiều ưu điểm trong công tác đo vẽ thành lập bản đồ số. Công tác xây dựng lưới khống chế được giảm đáng kể. Việc đo chi tiết không đòi hỏi sự thông hướng giữa điểm khống chế với điểm chi tiết như phương pháp đo vẽ truyền thống bằng máy toàn đạc điện tử. Thời gian đo chi tiết và số nhân công ít hơn. Theo một số nghiên cứu cho thấy khi sử dụng phương pháp RTK trong đo vẽ bản đồ tỷ lệ lớn có thể giảm 50%-60% chi phí nhân lực, giảm tới 50% giá thành công trình. Trong nội dung

nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành khảo sát độ chính xác đo xác định tọa độ các điểm chi tiết khi thành lập bản đồ số tỷ lệ lớn bằng công nghệ RTK. Vấn đề kết hợp công nghệ đo RTK với đo bổ sung các điểm chi tiết bằng máy toàn đạc điện tử trong thành lập bản đồ số tỷ lệ lớn.

2. Khảo sát độ chính xác đo chi tiết bằng công nghệ RTK.

Để xem xét độ chính xác đo chi tiết bằng công nghệ RTK, chúng tôi thành lập lưới khống chế mặt bằng 4 điểm gốc và 9 điểm xác định bằng máy toàn đạc điện tử Trimble S6 và máy Trimble R7 GNSS. Độ chính xác lưới mặt bằng đo được sau bình sai đạt đường chuyền cấp 1 (Hình.1).

Bằng phương pháp đo RTK, tiến hành đo xác định lại tọa độ các điểm khống chế, tại mỗi điểm được đo 10 lần bằng máy Trimble R7 GNSS. Như vậy tọa độ các điểm khống chế được xem là trị thực so với điểm đo RTK. Áp dụng phương pháp

*Tác giả liên hệ

E-mail: hoangthuy200177@gmail.com

đánh giá độ chính xác kết quả đo theo sai số thực và theo công thức Bessen khi đo nhiều lần một đại lượng tại từng điểm khống chế và tổng hợp toàn

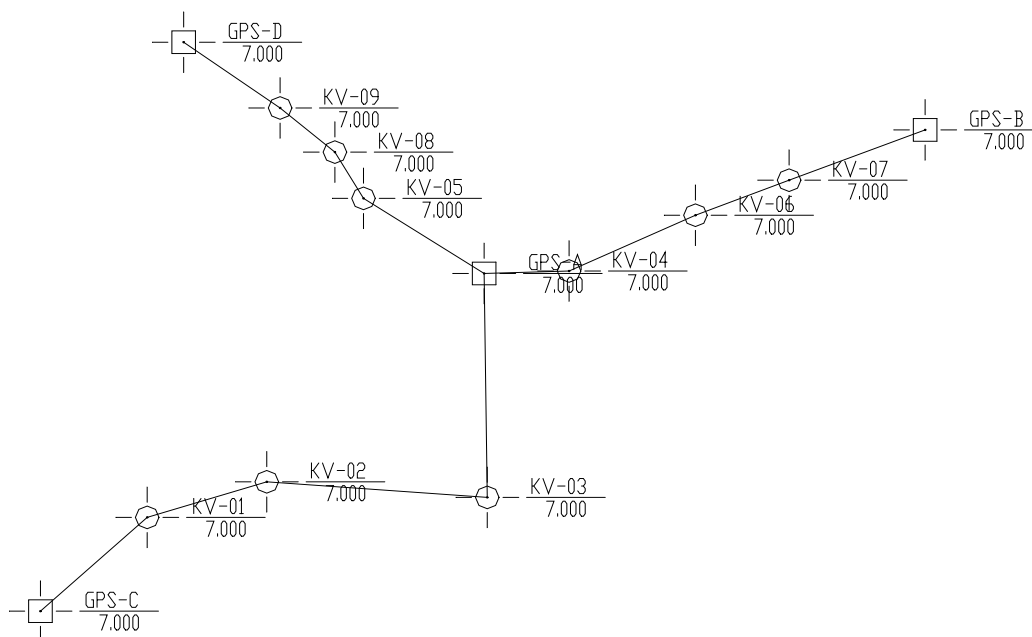
lưới (Hoàng Ngọc Hà và Trương Quang Hiếu. 1999). Các kết quả nêu trong Bảng 1.

Bảng 1. Đánh giá độ chính xác đo RTK.

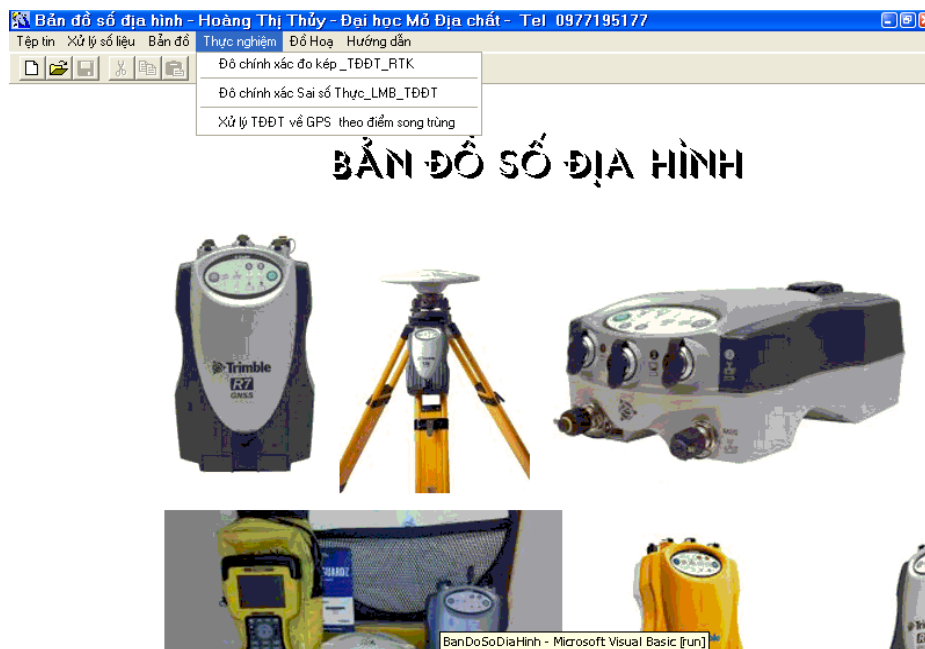
Tên điểm Kiểm tra	Đánh giá theo công thức sai số thực			Đánh giá theo công thức Bessen		
	$m_x(m)$	$m_y(m)$	$m_d(m)$	$m_x(m)$	$m_y(m)$	$m_d(m)$
GPS-A	0.01282	0.01947	0.02331	0.00084	0.00182	0.00200
GPS-B	0.03561	0.03435	0.04948	0.00089	0.00356	0.00367
.....						
KV-2	0.03883	0.02465	0.04599	0.00164	0.00167	0.00235
KV-8	0.02232	0.02046	0.03028	0.00259	0.00485	0.00550
KV-9	0.00261	0.02656	0.02669	0.00292	0.00329	0.00439
Tổng hợp toàn lưới	0.02467	0.02064	0.03217	0.00203	0.00354	0.00420

Bảng 2. Độ chính xác đo RTK theo công thức trị đo kép.

TT	Tọa độ điểm chi tiết (rtk)			Hiệu tọa độ giữa hai phương pháp			
	X	Y	H	dx	dy	dd	dh
1	2330107.532	581618.369	6.210	-0.135	0.077	0.155	-0.140
2	2330107.532	581618.369	6.210	-0.133	0.077	0.154	-0.150
3	2330107.532	581618.372	6.210	-0.135	0.080	0.157	-0.140
						
168	2330107.287	581637.208	6.210	-0.124	0.039	0.130	-0.140
169	2330107.287	581637.208	6.210	-0.130	0.046	0.138	-0.140
170	2330107.642	581657.425	6.230	-0.142	0.070	0.158	-0.160
171	2330107.642	581657.425	6.230	-0.116	0.060	0.131	-0.110
	[dd] _x , [dd] _y , [dd] _{xy} , [dd] _h			0.357	0.163	0.520	0.693
	m=sqr([dd]/2n)			0.032	0.022	0.039	0.045



Hình 1. Sơ đồ lưới khống chế đường chuyền cấp 1.



Hình 2. Modul chương trình.

Để kiểm chứng độ chính xác kết quả đo RTK, chúng tôi bố trí đo chi tiết thành lập bản đồ số địa hình tại khu vực công viên Hòa Bình. Các điểm chi tiết được đo hai lần bằng máy toàn đạc điện tử và công nghệ RTK. Bằng công thức đánh giá độ chính xác dãy kết quả trị đo kép (Nguyễn Trọng Sơn và nnk, 2009) chúng tôi có được kết quả ở Bảng 2.

3. Kết hợp công nghệ RTK với máy toàn đạc điện tử

Do đặc điểm của công nghệ GPS, các máy thu GPS cần thông hướng lên bầu trời bảo đảm thu được tín hiệu vệ tinh với số điểm tối thiểu. Vì vậy, công nghệ RTK khi đo vẽ bản đồ khu vực có địa vật che khuất sẽ không thực hiện được.

Đối với khu vực có cây tán lớn, các công trình xây dựng... che khuất, số lượng điểm chi tiết đo được bằng RTK chỉ đạt 50-80%. do vậy chúng ta phải dùng máy toàn đạc điện tử đo bổ sung các điểm còn lại. Thay cho việc xây dựng lưới khống chế đo vẽ để đo bổ sung các điểm chi tiết rải rác trên toàn bộ khu vực đo, chúng tôi đề xuất thực hiện sử dụng máy toàn đạc điện tử đo bổ sung trong hệ tọa độ giả định. Để tính chuyển tọa độ các điểm đo bổ sung về cùng hệ tọa độ GPS, chúng ta sử dụng một số điểm chi tiết rõ nét đồng thời xác định tọa độ và độ cao bằng công nghệ RTK và toàn đạc điện tử (gọi là điểm song trùng). Xây dựng modul chương trình thông qua bài toán biến đổi tọa độ trên mặt phẳng

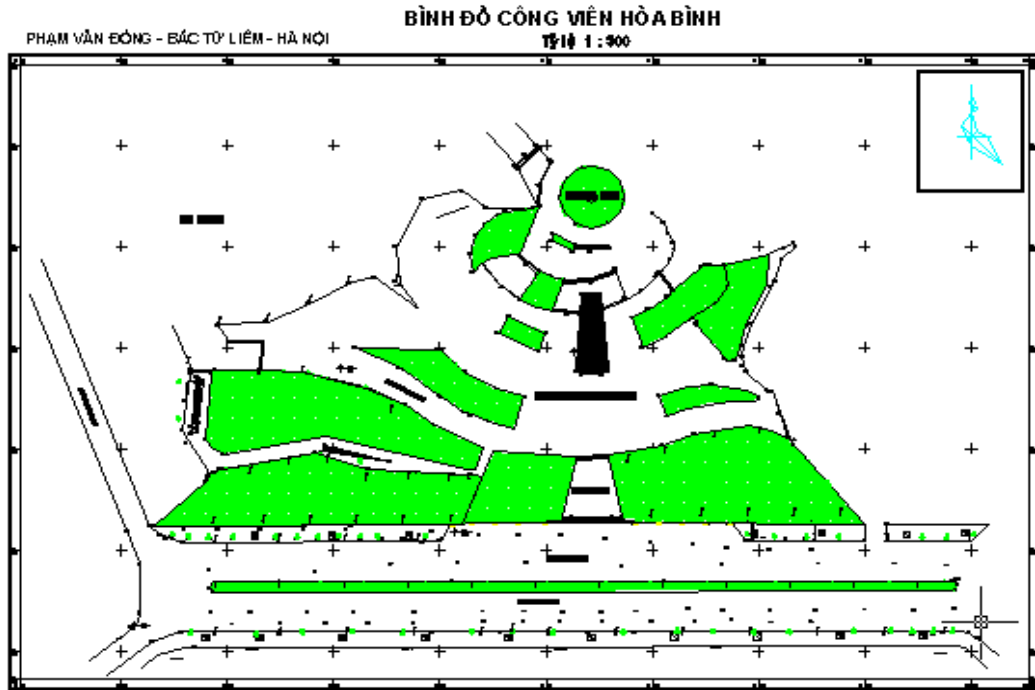
gồm: phép biến đổi Affine, Helmert, Biến đổi đa thức (Hoàng Ngọc Hà. 2001), tùy theo số điểm có tọa độ song trùng, modul chương trình tự động xác định các hệ số biến đổi và tính chuyển tọa độ đo bằng toàn đạc điện tử từ hệ tọa độ giả định về cùng một hệ thống tọa độ GPS. Modul chương trình và bản đồ khu vực thực nghiệm được nêu trong Hình 2 và Hình 3. (Đinh Công Hòa, 2011).

Quá trình thực nghiệm như sau: Trên khu đo, đánh dấu và xác định tọa độ các điểm kiểm tra theo công nghệ RTK. Bằng máy toàn đạc điện tử, xác định lại các điểm kiểm tra trong hệ tọa độ giả định. Lựa chọn một số điểm chi tiết làm điểm song trùng. Chương trình tự động lựa chọn phép biến đổi tọa độ tùy theo số lượng điểm song trùng, tính các tham số chuyển đổi, tính chuyển các điểm đo chi tiết trong hệ giả định về hệ tọa độ GPS. Từ tọa độ đo bằng công nghệ RTK và tọa độ tính chuyển, chúng ta đánh giá độ chính xác tọa độ điểm tính chuyển theo công thức trị đo kép. Qua kết quả tính toán thực nghiệm cho thấy độ chính xác các điểm đo bằng toàn đạc điện tử khi tính về hệ GPS với số điểm song trùng từ 3 đến 10 điểm đạt được độ chính xác vị trí điểm (m_a) bằng 2 cm đến 3 cm. Các kết quả tính toán được mô tả dưới đây:

Trường hợp 1:

KET QUẢ XU LY CHUYEN DOI BAN DO GIUA HAI HE THONG

FILE C:\...BANDO_61_GiaDinh.dwg den FILE C:\...G\LT61_RTK_105_3.dwg



Hình 3. Khu vực thực nghiệm.

-----	2 ST2	2329892.343 581956.923 6.480
A-TONG SO DIEM SONG TRUNG: 3 Diem		2330109.770 581556.041 6.480
B-TOA DO CAC DIEM SONG TRUNG	3 ST3	2329847.353 582077.889 6.360
1 ST12		2330064.787 581677.013 6.310
2330109.103 581596.480 6.440	4 ST4	2329883.536 582156.025 6.360
2 ST11		2330100.928 581755.112 6.330
2329836.749 582068.981 6.380	5 ST5	2330019.669 582016.094 6.910
2330065.806 581737.725 6.250		2330237.117 581615.211 6.900
3 ST10	6 ST6	2330052.395 582047.493 8.110
2329834.887 581897.853 6.340		2330269.851 581646.563 8.090
2330063.993 581566.563 6.310	7 ST7	2329969.342 582067.532 6.850
C-HE SO TINH CHUYEN		2330186.815 581666.617 6.830
A = 1.000124145232	C-HE SO TINH CHUYEN	
B = 0.000203361307	A1 = 217.451201275565	
C = 229.075666666652	B1 = 0.999959126003	
D = -331.272000000036	C1 = 0.000231939590	
Sử dụng phép biến đổi Helmert	D1 = 0.00000001323	
$X2 = A * X1 - B * Y1 + C$	E1 = -0.000002596938	
$Y2 = A * Y1 + B * X1 + D$	G1 = 0.000007659419	
D-HIEU CHENH DO CAO TRUNG BINH:	A2 = -400.893900251470	
6.390 - 6.333 = -0.057(m)	B2 = -0.000155732102	
Trường hợp 2:	C2 = 0.999600954931	
KET QUA XU LY CHUYEN DOI BAN DO GIUA	D2 = 0.000000531650	
HAI HE THONG	E2 = 0.000000124096	
FILE C:\...\BANDO_61_GiaDinh.dwg den FILE	G2 = -0.000004094552	
C:\...\G\LT61_RTK_105_3.dwg	Sử dụng phép biến đổi đa thức bậc 2	
-----	$X2=A1+B1.X1+C1.Y1+D1.X1^2+E1*Y1^2+G1$	
A-TONG SO DIEM SONG TRUNG: 7 Diem	$*X1*Y1$	
B-TOA DO CAC DIEM SONG TRUNG		
1 ST1		
2329845.076 581882.819 6.570		
2330062.542 581481.957 6.570		

Bảng 3. Bảng so sánh kết quả đo bằng công nghệ RTK và máy toàn đạc điện tử.

TT	Tọa độ điểm kiểm tra đo bằng công nghệ RTK			Tọa độ điểm kiểm tra đo bằng máy Toàn đạc điện tử			d_x	d_y	d_h
1	107.532	618.369	6.21	107.575	618.369	6.181	-0.043	0.000	0.029
2	107.532	618.372	6.21	107.575	618.369	6.191	-0.043	0.003	0.019
3	107.285	637.208	6.21	107.318	637.207	6.211	-0.033	0.001	-0.001
4	107.287	637.208	6.21	107.318	637.207	6.741	-0.031	0.001	-0.531
5	107.642	657.425	6.23	107.663	657.397	6.241	-0.021	0.028	-0.011
6	107.642	657.426	6.24	107.663	657.397	6.791	-0.021	0.029	-0.551
7	105.622	678.199	6.24	105.656	678.196	6.231	-0.034	0.003	0.009
8	105.622	678.198	6.24	105.656	678.196	6.911	-0.034	0.002	-0.671
9	104.247	699.337	6.24	104.275	699.331	6.251	-0.028	0.006	-0.011
10	104.247	699.339	6.25	104.275	699.331	6.331	-0.028	0.008	-0.081
....									
25	103.271	719.188	6.30	103.292	719.165	8.091	-0.021	0.023	-1.791
26	103.272	719.189	6.30	103.292	719.165	6.341	-0.02	0.024	-0.041
27	101.538	735.229	6.35	101.542	735.211	6.311	-0.004	0.018	0.039
28	101.537	735.228	6.35	101.542	735.211	6.891	-0.005	0.017	-0.541
29	100.924	755.109	6.32	100.932	755.115	6.831	-0.008	-0.006	-0.511
30	100.928	755.112	6.33	100.932	755.115	6.361	-0.004	-0.003	-0.031

$$Y2=A2+B2.X1+C2.Y1+D2.X1^2+E2*Y1^2+G2*X1*Y1$$

D-HIEU CHENH DO CAO TRUNG BINH:

$$6.806 - 6.787 = -0.019(m)$$

Tổng bình phương các giá trị d_x , d_y , d_s , d_h :

$$0.071 \ 0.052 \ 0.123 \ 0.090$$

Sai số trung phương tọa độ điểm m_x , m_y , m_s , m_h :

$$0.022 \ 0.019 \ 0.029 \ 0.02$$

4. Kết luận

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu và thực nghiệm, chúng tôi thấy rằng việc ứng dụng công nghệ RTK kết hợp máy toàn đạc điện tử đo bổ sung trong công tác đo đạc thành lập bản đồ số địa hình, địa chính tỷ lệ lớn hoàn toàn đảm bảo độ chính xác yêu cầu theo quy định, đạt hiệu quả kinh tế cao. Modul chương trình tự động xác định các hệ số biến

đổi và tính chuyển tọa độ đo bằng toàn đạc điện tử từ hệ tọa độ giả định về cùng một hệ thống tọa độ GPS rất có ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

Tài liệu tham khảo

Hoàng Ngọc Hà và Trương Quang Hiếu, 1999. *Cơ sở toán học xử lý số liệu trắc địa*. Nhà xuất bản Giao thông vận tải, Hà Nội.

Hoàng Ngọc Hà, 2001. *Tính toán trắc địa và cơ sở dữ liệu*. Nhà xuất bản Giao thông vận tải, Hà Nội.

Đinh Công Hòa, 2011. *Lập trình bài toán trắc địa cơ sở*. Nhà xuất bản Giao thông vận tải, Hà Nội.

Nguyễn Trọng San, Đào Quang Hiếu và Đinh Công Hòa, 2009. *Trắc địa cơ sở tập 2*. Nhà xuất bản Giao thông vận tải, Hà Nội.

ABSTRACT

Application of real time kinematics and total station for large scale mapping

Thuy Thi Hoang ¹, Hoa Cong Dinh ¹

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

This paper assesses accuracy of Real Time Kinematics (RTK) for large scale mapping and presents a combination of RTK and a Total station (TS) for establishing topographic and cadastral maps. A module was programmed to transfer TS-based coordinates in an assumed coordinate system to desired coordinate system of the map through tie points, which have coordinate in both coordinate systems. The results showed that the RTK with the aid of a TS, where RTK is not available, can be an efficient tool for establishing large scale map.