

成果与方法

应用 RTK 进行地籍测量图根控制及精度分析

赵 鹏¹,何风勇¹,陆 民²

(1. 济南市勘察测绘研究院, 山东 济南 250013; 2. 苏州地质工程勘察院, 江苏 苏州 215129)

摘要:在济南市房地产开发建设用地清理整顿地籍测量中,采用 RTK 技术根据测区分布布设图根控制点进行测量,根据对 RTK 测量成果的检验结果与全站仪法获取的图根控制点精度比较研究,证实 RTK 测量精度完全能够满足地籍图根控制测量的要求。

关键词:RTK;地籍测量;图根控制;精度

中图分类号:P273;P228.4

文献标识码:A

0 引言

实时差分 RTK (Real - Time Kinematic) GPS 是基于载波相位观测值的实时动态定位技术,它能够实时地提供测站点在指定坐标系中的三维定位成果,它是 GPS 测量技术发展中的重大突破。随着整周模糊度能够在很短的时间内被确定,从而保证了 RTK 技术在野外实时得到厘米级的定位精度^[1]。

济南市勘察测绘研究院于 2002 年 7 月承担了济南市房地产开发建设用地清理整顿地籍测量工程及权属变更任务,该任务涉及济南市 6 区市区及城乡结合部,覆盖面积约 300 km²。本次测量主要是解决房地产开发建设的遗留问题(地块分布比较特殊,工程进展也不一致)。鉴于任务量大,成果要求速度快、标准高,城区原有控制点破坏较为严重,不能满足本次工程的要求等情况,为此在济南市城市等 GPS 控制网和 E 级 GPS 控制点的基础上,采用 RTK 技术根据测区分布布设图根控制点进行测量,并对成果的精度进行了检验分析。

目前,相关的测量规范也没有正式提出 RTK 技术可以用来做图根控制,但从理论分析 RTK 的精度在一般条件下是能满足精度要求的。为了说明这个问题,笔者结合实例,介绍 RTK 图根控制测量的一般作业过程,根据对 RTK 测量成果的检验结果,用翔实的数据说明,RTK 精度完全能满足地籍图根控制测量的要求,得出的结论供测绘工作者参考。

1 应用 RTK 技术获取图根控制点及其精度分析

1.1 RTK 获取图根点的方法及精度分析

1.1.1 观测仪器

采用 2 台 Leica - 530 型双频 GPS 接收机(标称精度:1 cm ± 2 × 10⁻⁶)。

1.1.2 点位要求

点位设置除了顾及方便测图使用和便于 RTK 操作外,还需满足 RTK 测量对外界观测条件的特殊要求:尽量避开高压线,高大建筑物,高密的树林、竹林、大面积水域,远离强电磁波发射源。

1.1.3 作业方法

(1)在已知点上设置 RTK 型 GPS 接收机 1 台(下称基准站),将基准站点坐标、坐标系转换参数、预设精度指标(点位中误差 2 cm)输入控制手簿。

(2)另一台 GPS 接收机在待测点上设置(下称流动站)。

(3)基准站与流动站同时接收卫星信号,基准站将接收到的卫星信号通过自备电台发送给流动站,流动站将接收到的卫星信号及基准站送来的信号传输到控制手簿进行实时差分及平差处理,实时得出本站坐标,并随时将实时精度与预设精度指标进行比较,一旦实测精度达到预设精度指标,手簿将记录坐标,并终止本站的测量。

收稿日期:2005 - 04 - 29;修订日期:2005 - 07 - 10;编辑:孟舞平

作者简介:赵鹏(1969 -),男,山东单县人,工程师,现从事工程测量工作。

济南市勘察测绘研究院,济南市城市房地产开发建设用地测量,2003 年。

1.2 RTK 精度保证

为了保证 RTK 测量的精度,选择一个外部环境良好的基准站是十分重要的,一个理想的基准站应该是周围没有任何遮挡的开阔地方,以使基准站能够接收到尽可能多的 GPS 卫星信号。考虑到电磁波干扰及水面、建筑物带来的多路径影响,基准站要远离无线电发射源、高压线及水面。为了增大基准站无线电发射的距离,要尽可能把基准站放在地势较高、开阔的地方;对 RTK 所测成果在使用前利

用全站仪对互相通视图根点间距进行 100 % 实测检查,以确保使用的成果准确。

2 全站仪法获取图根点

为了检验 RTK 图根点所能达到的精度,RTK 测量结束后,获取了部分通视图根点构成图根导线网,采用了 5s 级全站仪按二级导线测量的精度要求进行了实测检查。其技术要求按《城市测量规范》CJJ8 - 99 执行。主要精度指标见表 1,2。

表 1 一、二级导线精度

等级	符合导线长度 (km)	平均边长 (m)	测边中误差 (mm)	测角中误差 (°)	测回数		方位角闭合差(°)	全长相对闭合差
					J2	J6		
一级	3.6	300	±15	±5	2	4	±10√n	1/14000
二级	2.4	200	±15	±8	1	3	±16√n	1/10000

表 2 图根导线精度

等级	导线长度 (km)	平均边长 (m)	测回数		测回差(°)	测角中 误差(°)	最弱点位中 误差(cm)	方位角 闭合差(°)	全长相对 闭合差	坐标 闭合差(cm)
			J2	J6						
一级	1.56	150	1	2	18	±12	±5	±24√n	1/5000	0.22
二级	0.9	90	1	1	20	±20	±5	±40√n	1/3000	0.22

注:n 为测站数。导线总长度小于 500 m 时,相对闭合差分别降为 1/3000 和 1/2000,但坐标闭合差不变。

3 RTK 与全站仪获取图根点精度比较分析

以全站仪所测定的坐标值为真值,那么 2 种方法所测得的坐标的差值即可认为是 RTK 测量的误差。根据表 3 所得的数据和表 4 界址点精度要求^[2]地籍图的界址点精度要求表 3,可以得到以下结论:

(1) RTK 测量结果与全站仪测量结果互差均在厘米级,其中互差最大为 4.9 cm,最小为 0。

(2) 若以全站仪测定的点位坐标为准,RTK 测量图根点点位误差均在 ±5 cm 以内,RTK 测量点位相对于全站仪测定点位误差按公式 $m = \pm$

$$\sqrt{\frac{\sum^2}{n}}$$

计算,结果为 ±2.89 cm。

(3) 统计数据表明:若以全站仪测量结果为准,可以认为 GPS - RTK 测量结果的点位精度达到厘米级,需要指出的是各点位之间不存在误差累计,克服了传统测量技术的弊端,完全能满足城镇地籍测量对权属界址点的测量精度要求。

4 结论

RTK 测量的点位精度是均等的,不存在误差累计与传递,相邻图根点仅是地理位置上的相邻,与常规导线测量的“相邻点”内涵完全不同。对于短边而言,由于其过短反而使得边长相对误差、水平角误差显得大一些,因而不应以导线邻边相对误差、角度中误差等指标来衡量 RTK 相邻点精度的指标。

RTK 测量与常规测量方法相比,具有快捷、方便的特点:

(1) 减少人力费用,仅需要 1 个人来操作,完成初始化后,在界址点上短时间进行一些处理即可以完成测量工作。

(2) 定位精度高,测站间无需通视。

(3) 可以实时测量点位坐标,实现数据自动记录,减少外业工作量,又便于内业数据处理。

表 3 RTK 成果检测数据

序号	点号	X	Y	X ²	Y ²	点位误差	序号	点号	X	Y	X ²	Y ²	点位误差
		cm	cm	cm ²	cm ²	cm			cm	cm	cm ²	cm ²	cm
1	B01	1.1	- 0.4	1.21	0.16	1.2	31	A45	0.2	4.4	0.04	19.36	4.4
2	B02	0.5	- 0.6	0.25	0.36	0.8	32	D162	- 0.3	4.5	0.09	20.25	4.5
3	B03	0.5	- 0.9	0.25	0.81	1.0	33	D163	- 0.4	4	0.16	16	4.0
4	B04	0.6	- 0.7	0.36	0.49	0.9	34	D164	- 0.6	3.2	0.36	10.24	3.3
5	B05	0.6	- 0.3	0.36	0.09	0.7	35	D165	- 2.0	2.6	4	6.76	3.3
6	B06	0.1	- 0.4	0.01	0.16	0.4	36	D166	- 1.7	2.1	2.89	4.41	2.7
7	B07	0.7	- 0.3	0.49	0.09	0.8	37	D167	- 2.3	2	5.29	4	3.0
8	B08	1.3	0.5	1.69	0.25	1.4	38	D169	- 0.1	0	0.01	0	0.1
9	B09	2.3	0.4	5.29	0.16	2.3	39	D154	- 1.5	2.7	2.25	7.29	3.1
10	B10	2.9	0.7	8.41	0.49	3.0	40	D156	- 2.1	- 2	4.41	4	2.9
11	B11	0.4	0	0.16	0	0.4	41	D130	- 1.4	- 0.8	1.96	0.64	1.6
12	B12	- 0.3	- 0.3	0.09	0.09	0.4	42	D100	- 3.2	3.6	10.24	12.96	4.8
13	B13	- 0.1	- 0.2	0.01	0.04	0.2	43	D98	- 2.6	1.5	6.76	2.25	3.0
14	B14	0.0	- 0.2	0	0.04	0.2	44	D97	0.4	4.7	0.16	22.09	4.7
15	B18	2.4	1.4	5.76	1.96	2.8	45	D39	0.1	3.2	0.01	10.24	3.2
16	B19	2.7	0.8	7.29	0.64	2.8	46	D103	0.3	4.7	0.09	22.09	4.7
17	H40	2.5	0.7	6.25	0.49	2.6	47	D112	1.1	4.1	1.21	16.81	4.2
18	H39	3.1	3.5	9.61	12.25	4.7	48	D104	- 3.2	2.4	10.24	5.76	4.0
19	H73	2.1	3.1	4.41	9.61	3.7	49	D90	- 0.9	3.4	0.81	11.56	3.5
20	H52	2.5	3.9	6.25	15.21	4.6	50	D89	- 1.2	3.2	1.44	10.24	3.4
21	H51	3.1	3	9.61	9	4.3	51	D86	- 0.3	- 0.7	0.09	0.49	0.8
22	H01	1.4	1.7	1.96	2.89	2.2	52	D53	- 1.8	3.1	3.24	9.61	3.6
23	H56	0.4	0.2	0.16	0.04	0.4	53	D193	- 0.1	1	0.01	1	1.0
24	H58	0.8	0.6	0.64	0.36	1.0	54	D015	1.4	1.7	1.96	2.89	2.2
25	H71	0.4	1	0.16	1	1.1	55	D113	0.9	1.4	0.81	1.96	1.7
26	H20	2.8	1.5	7.84	2.25	3.2	56	D118	0.2	1.3	0.04	1.69	1.3
27	H16	0.9	0.9	0.81	0.81	1.3	57	D127	- 0.5	4.9	0.25	24.01	4.9
28	A01	1.3	2.9	1.69	8.41	3.2	58	D107	- 0.5	2.1	0.25	4.41	2.2
29	A32	1.6	2.6	2.56	6.76	3.1	59	D106	- 1.6	2.8	2.56	7.84	3.2
30	A39	0.9	3.2	0.81	10.24	3.3	60	D105	0.5	2	0.25	4	2.1

注:表中为以全站仪所测数据为标准,RTK 所测数据与其较差所得的检验表数据。

表 4 界址点精度指标及适应范围(cm)

类别	界址点相对邻近图根点点位中误差		界址点间距允许误差	界址点与邻近地物点距离允许误差	适应范围
	中误差	允许误差			
一	±5	±10	±10	±10	街坊外围界址点及街坊内部明显界址点
二	±7.5	±15	±15	±15	街坊内部隐蔽界址点

GPS - RTK 测量技术的应用,将极大地推进城

镇全解析的数字化地籍测量技术的发展,使城镇地籍管理和地籍测量手段实现自动化和半自动化,有力地促进城镇地籍信息系统的建设和城镇地籍管理水平的提高。

参考文献:

- [1] 周忠谟,易杰军,周洪. GPS 卫星测量原理与应用[M]. 北京:测绘出版社,1997,215 - 217.
- [2] 城市测量规范[S],CJ 8 - 99 RTK.

Topographic Control of Cadastral Survey and Accuracy Analysis by Using RTK Technology

ZHAO Peng¹, HE Feng - yong¹, Lu Min²

(1. Jinan Prospecting and Surveying Research Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. Suzhou Geo - engineering Exploration Institute, Jiangsu Zuzhou 215129, China)

Abstract : During the cadastral survey for the cleaning - up and readjustment of real estate development and building land in Jinan City, RTK technology is adopted to carry out the survey and topographic control points is arranged according to distribution of the surveyed areas. Based on comparative study between the result gained by using RTK technology and the accuracy of Topographic control points gained through the electronic tachometer method, it is proved that accuracy by using RTK technology can totally satisfy the requirements of cadastral topographic - control survey.

Key words : RTK; cadastral survey; topographic control; accuracy

(上接第 31 页)

Geological Characteristics of Geotherm in Linqing Geothermal Fields in Shandong Province

Yang De - ping

(Shandong Institute and laboratory of Geological Sciences, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract : Main body of Linqing geothermal field in Shandong province locates in Guanxian depression with the square of about 1550km². Its geothermal type belongs to stratified pore type; its heat source is the conductive heat come from the inside of the earth, and the cover is Minghua formation in Quaternary and Neogene. 4 geothermal reservoirs can be used, and the reservoir at the lower part of Guantao formation has the highest exploration value. The burial depth of its roof is about 1100m, while its bottom is about 1700m; its thickness is 530 ~ 580m; the accumulative depth of its water - bearing layer is 158 ~ 175m; its specific well yield is 1500 ~ 2000m³/d; water temperature is 62 ~ 67 °C; and its mineralization degree is about 5000mg/L. It has corrosion characteristics and weak scaling, which has good exploration value. As calculated, exploitation yield of 1 specific well in 1a in Guantao geothermal reservoir is 5.431 × 10⁵ m³; total exploitation yield is 1.156 × 10¹³ KJ, and reasonable spacing between wells is 1500m.

Key words : Geotherm; geological characteristics; geothermal reservoir; Guantao formation; Linqing county in Shandong province