

用于土地变更调查的 GPS-PDA 精度研究

冯宝红, 李明峰

(南京工业大学土木工程学院, 江苏 南京 210009)

摘要 本文研究了 M 型 GPS-PDA 整机精度的测试方法。通过实测数据分析, 得出了该型接收机的静态基线测量、后处理准动态测量、事后 RTK 面积测量的精度及基线长度与数据采集时间的关系。表明该型 GPS-PDA 数据采集设备的各项性能指标良好, 完全能满足 1:1 万底图的土地变更调查的精度要求。

关键词 GPS-PDA 精度 数据采集 土地变更调查

中图分类号: P228

文献标识码: A

文章编号: 1672-4097(2006)06-0020-04

1 引言

将 GPS 技术应用于土地变更调查, 有助于提高我国国土资源管理的信息化水平。它与传统方法相比较, 具有下列明显优势: 测站间无须通视, 具有全天候观测能力, 仪器体积小, 操作简便, 成果可直接输入地理信息系统中, 并与其它数据进行复合分析和制图, 具有较高的精度和工作效率。目前, GPS 接收机在几何数据、属性数据采集方面集成化程度较低, 同时接收机价格昂贵, 在基层国土资源管理部门推广应用难度大。因此, 研发具有较低价格、适合精度、携带方便和直接面向土地变更调查的 GPS-PDA 数据采集设备具有极大的经济和社会效益。

2 M 型 GPS-PDA 整机精度测试

为了确定 M 型 GPS 接收机的各项性能指标是否满足土地变更调查的精度要求, 我们严格执行《全球定位系统(GPS)测量型接收机检定规程》(CH8016-1995), 将测试结果统一于 WGS-84 坐标系统中。测试内容包括: 在高精度的基线场上测定 GPS 接收机的静态相对定位精度指标($a \text{ mm} + b \text{ ppm}$)中的 a 和 b 值; 测定在准动态模式下的定位精度; 测定事后 RTK 测量图斑面积的精度指标。

2.1 GPS-PDA 整机内部噪声水平测试

将被测试的 GPS 接收机分别架设在超短基线(5-10 m)上, 严格对中、整平, 天线定向标志指向正北方向。同时开机, 同步接收 4 颗以上卫星观测 1.5 h。

2.2 GPS 接收机天线相位中心稳定性测试

将被测试的 GPS 接收机分别架设在超短基线(5-10 m)上, 严格对中、整平, 天线定向标志指向正北方向。同时开机, 同步接收 4 颗以上卫星观测

一个时段(1.5 h)。然后固定一个天线不动, 其他天线依次旋转 90° 、 180° 、 270° , 再测三个时段。最后, 原来固定不动的天线相对任意一个天线依次旋转 90° , 再测三个时段。

2.3 GPS-PDA 不同测程精度指标测试

2.3.1 短基线相对定位精度指标测试

将被测试的 GPS 接收机分别架设在相距在 48 m、1 032 m 高精度的基线点上, 严格对中、整平, 天线定向标志指向正北方向, 天线高量取至 1 mm, 同步观测 1.5 h。观测时 PDOP 应小于 4, 卫星数应大于 6, 点位周围无干扰, 对空通视良好。

2.3.3 中长边相对定位精度指标测试

将被测试的 GPS 接收机分别架设在相距在 5 km、10 km、20 km、30 km、50 km 基线点上, 严格对中、整平, 天线定向标志指向正北方向, 天线高量取至 1 mm, 同步观测 4 h。观测时 PDOP 应小于 4, 卫星数应大于 6, 点位周围无干扰, 对空通视良好。

2.3.3 GPS 接收机在准动态模式下的定位精度测试

在 10 km、30 km、50 km 的长边上, 用钢尺在基线一端量取相距几米的两点, 做好标记后分别用三角架安置被测 GPS 接收机和高精度的 GPS 接收机(如 Leica530 或 Trimble5700)天线, 在天线的另一端同样用钢尺量取相距 40 至 50 m 的两点, 做好标记后分别用三角架安置被测 GPS 接收机和高精度的 GPS 接收机, 用检验过的钢尺放于两点上, 每隔 2 m 定一点, 然后用 GPS 接收机在每个点上测量 1 min(数据采集率为 1 s)。观测时 PDOP 应小于 4, 卫星数应大于 6, 点位周围无干扰, 对空通视良好。内业处理时, 首先计算出中间点坐标, 然后用事后 RTK 方式计算 GPS 接收机测得中间点的坐标, 根据对应点的坐标差求定其测定精度, 并分析不同数据采集量时的测定精度(如 5 s、10 s、15 s...)。

2.3.4 GPS 接收机图斑面积测定精度检验

在相距 30 km 和 50 km 的两个距离段上选定一个标准的运动场,用全站仪精确地测定跑道边线的相对坐标,并计算其面积作为比较的依据,用 GPS 接收机的移动站沿着运动场轮廓线按正常行

走方式采集数据,闭合后求定其面积,每个图斑独立测定 3 次,最后求出平均面积测量的相对精度。

3 精度测试解算结果分析

3.1 静态测试结果

表 1 短、中长基线测试结果

图形	基线	测量长度(m)	基线长度(m)	差值(mm)
测绘局-南航-1号点	测绘局-南航	6 412. 616	6 412. 630 9	- 14. 9
	测绘局-1号点	23 773. 078	23 773. 097 3	- 19. 3
	南航-1号点	27 872. 470	27 872. 498 9	21. 9
气象学院-桥头-1号点	气象学院-桥头	6 348. 344	6 348. 333 0	11. 0
	气象学院-1号点	7 279. 426	7 279. 419 1	6. 9
	桥头-1号点	3 085. 417	3 085. 426 4	- 9. 4
1号点-4号点-9号点	1号点-4号点	503. 968	503. 962 2	5. 8
	1号点-9号点	103 1. 984	103 1. 978 8	5. 2
	4号点-9号点	528. 018	528. 015 5	2. 5

综合分析 a 值为: 6. 13 mm < 10 mm
综合分析 b 值为: 1. 48 ppm < 2 ppm

3.2 相位中心、内部噪声测试结果

表 2 GPS 接收机天线相位中心稳定性测试结果

时段	1-2 (m)	1-3 (m)	2-3 (m)	与标准值之差(mm)		
				1-2	1-3	1-4
第一时段	4. 588	9. 013	10. 101	-6. 1	-1. 2	-0. 7
第二时段 90°	4. 590	9. 016	10. 106	-4. 1	1. 8	4. 3
第二时段 180°	4. 590	9. 016	10. 106	-4. 1	1. 8	4. 3
第二时段 270°	4. 590	9. 016	10. 106	-4. 1	1. 8	4. 3
第三时段 90°	4. 600	9. 017	10. 101	6. 1	2. 8	-0. 7
第三时段 180°	4. 588	9. 020	10. 106	-6. 1	5. 8	4. 3
第三时段 270°	4. 587	9. 014	10. 100	-7. 1	-0. 2	-1. 7
标准值	4. 594 1	9. 014 2	10. 1017			
最大互差	0. 012	0. 07	0. 06	最大互差 < 0. 02 m		

表 3 GPS 接收机内部噪声水平测试结果

时段	1-2 (m)	1-3 (m)	2-3 (m)	与标准值之差(mm)		
				1-2	1-3	1-4
第一时段	4. 588	9. 013	10. 101	-6. 1	-1. 2	-0. 7

基线值与地面测量值最大差值为: 6. 1 mm < 10 mm

3.3 快速静态条件下测试结果

分别以测绘局、共青团路中学和大圣小学为基站,在我校运动场上事前精确测定的 34 个测试点

上,使用 M 型 GPS-PDA 设备,采用快速静态的方式进行测试。本文仅列出以测绘局为基站情形下的诸测试点坐标的比较成果(部分),如表 4 所示。

表4 测绘局基站34点坐标比较成果(部分)

单位: m

测试 x	测试 y	已知 X	已知 Y	$X=X-x$	$Y=Y-y$	X^2	Y^2
3 559 888. 911	377 292. 603	3 559 888. 360	377 292. 351	-0. 551	-0. 252	0. 303	0. 064
3 559 886. 989	377 292. 500	3 559 886. 476	377 292. 335	-0. 513	-0. 165	0. 263	0. 027
3 559 885. 395	377 292. 400	3 559 884. 866	377 292. 325	-0. 529	-0. 075	0. 280	0. 006
3 559 882. 982	377 292. 348	3 559 882. 452	377 292. 293	-0. 530	-0. 055	0. 281	0. 003
中误差				0. 3878	0. 3200		

3.4 面积测试结果

面积测试是我校运动场上进行的,事先我们用全站仪精确地测定出已知面积值为:10 579. 8 m²,然后分别在以测绘局、共青团路中学、大圣小学为基站,在运动场上用GPS动态采集数据,室内进行后处理差分解算,求得其投影到WGS-84平面的面积,并与已知值比较得出面积相对精度为:0.4%。

3.5 静态测量分时结果比较

为了确定快速静态测量模式下,野外数据采集时间与定位精度的关系,提高外业工作效率,我们在长、中长、短基线条件下,分别截取静态观测的原始记录数据的不同时长条件下的RINEX数据,运用GrafNet差分处理软件解算,并与已知基线长度比较得到表5~表7。

表7 静态测量分时结果比较(长基线)

观测时间	点名	解算结果		误差(m)
		大地坐标(″)	基线长度(m)	
6 min	大圣小学	323 411. 409 22	1 184 702. 946 62	1. 275
	桥北基地	320 655. 777 90	1 184 327. 657 90	
8 min	大圣小学	323 411. 410 83	118 472. 943 74	1. 236
	桥北基地	320 655. 777 90	1 184 327. 657 90	
10 min	大圣小学	323 411. 414 45	1 184 702. 953 53	1. 098
	桥北基地	320 655. 777 90	1 184 327. 657 90	
15 min	大圣小学	323 411. 435 65	1184 702. 963 47	0. 422
	桥北基地	320 655. 777 90	1 184 327. 657 90	
20 min	大圣小学	323 411. 441 51	1 184 702. 968 91	0. 320
	桥北基地	320 655. 777 90	1 184 327. 657 90	
30 min	大圣小学	323 411. 443 49	1 184 702. 950 45	0. 224
	桥北基地	320 655. 777 90	1 184 327. 657 90	

表6 静态测量分时结果比较(中长基线)

观测时间	点名	解算结果		误差(m)
		大地坐标(″)	基线长度(m)	
6 min	测绘局	320 341. 572 74	1 184 505. 619 35	0. 132
	1号点	321 620. 126 75	1 184 218. 367 06	
8 min	测绘局	320 341. 572 74	1 184 505. 619 35	0. 050
	1号点	321 620. 128 45	1 184 218. 360 83	
10 min	测绘局	320 341. 572 74	1 184 505. 619 35	0. 007
	1号点	321 620. 130 11	1 184 218. 359 57	
40 min	测绘局	320 341. 572 74	1 184 505. 619 35	0. 025
	1号点	321 620. 129 62	1 184 218. 362 94	

表7 静态测量分时结果比较(短基线)

观测时间	点名	解算结果		基线长度(m)	误差(m)
		大地坐标(°′′)			
6 min	气象学院	321 225. 338 10	1 184 246. 709 20	7 278. 930	0. 489
	1 号点	321 620. 407 52	1 184 218. 367 60		
8 min	气象学院	321 225. 338 10	1 184 246. 709 20	7 278. 928	0. 491
	1 号点	321 620. 407 45	1 184 218. 367 46		
10 min	气象学院	321 225. 338 10	1 184 246. 709 20	7 278. 927	0. 492
	1 号点	321 620. 407 40	1 184 218. 367 34		
15 min	气象学院	321 225. 33 810	1 184 246. 709 20	7 279. 427	0. 008
	1 号点	321 620. 421 63	1 184 218. 343 58		
20 min	气象学院	321 225. 338 10	1 184 246. 709 20	7 279. 427	0. 008
	1 号点	321 620. 421 63	1 184 218. 343 58		
30 min	气象学院	321 225. 338 10	1 184 246. 709 20	7 279. 427	0. 008
	1 号点	321 620. 421 63	1 184 218. 343 58		
10 min	气象学院	321 225. 338 10	1 184 246. 709 20	7 279. 418	0. 001
	1 号点	321 620. 421 34	1 184 218. 343 37		

4 结论

通过对以上数据的分析, M型GPS接收机各项精度指标确定如下:

4.1 静态基线测量精度

$10\text{ mm} + 2\text{ ppm} \times D$ (即: $a = 10, b = 2$; 其中 D 为基线长度, 单位为 km)。

4.2 后处理准动态测量精度

$50\text{ mm} + 1\text{ ppm} \times D$ (基线长 $< 10\text{ km}$); $80\text{ mm} + 2\text{ ppm} \times D$ (基线长 $> 10\text{ km}$)。其中测量时间: 连续定位 30 秒(最少 5 颗星)。

4.3 事后 RTK 面积测量精度: $< 1\%$

为 10—20 km 时, 数据采集时间为 5—8 min; 当基线长为 20—30 km 时, 数据采集时间为 10—

15 min; 当基线长大于 30 km 时, 数据采集时间为 15 min。

综合表明 M 型 GPS-PDA 数据采集设备的各项性能指标良好, 完全能满足 1:1 万底图的土地变更调查的精度要求。

参考文献

- 1 国家测绘局. 全球定位系统(GPS)测量型接收机检定规程(CH8016—1995). 北京: 测绘出版社, 1995
- 2 刘大杰, 施一民, 过静珺. 全球定位系统(GPS)的原理与数据处理[M]. 上海: 同济大学出版社, 1996
- 3 王广运, 郭秉义. 差分 GPS 定位技术与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 1996
- 4 冯宝红. GPS 应用于土地变更调查中的理论及技术研究[D]. 南京: 东南大学, 2004

Study on the Precision of GPS-PDA Used in Land Change Survey

Feng Baohong, Li Mingfeng

(College of Civil Engineering, Nanjing University of Technology, Nanjing 210009, China)

Abstract The testing methods of the precision of M GPS-PDA are studied in this paper. With the analysis of testing data, the survey precision of static baseline, post disposal dynamic and post RTK area, the relation between the length of baseline and the time of data collection are educed. The results indicate that the capability of the GPS-PDA data collection system is quite good, totally meeting the precision requirements of land change survey with 1:10000 base map.

Key words GPS-PDA; Precision; Data collection; Land change survey