

手持 GPS定位精度及其在物化探测网布设中的应用

刘述敏<sup>1</sup>,丁志江<sup>2</sup>,常和平<sup>2</sup>,刘涛<sup>2</sup>

(1. 青岛地质工程勘察院, 山东 青岛 266071; 2 山东省第二地质矿产勘查院, 山东 兖州 272100)

摘 要:对手持式 GPS性能进行了系统测试,并介绍了坐标系转换过程中内置参数的求解方法,通过系统参数校正,能使其定位精度远远大于其标称(10~15 m)值,可以满足中大比例尺物化探测网布设的技术要求。

关键词:手持 GPS;定位精度;物探;化探

中图分类号: P631; TN959. 3 文献标识码: A 文章编号: 1000 - 8918(2005)06 - 0545 - 03

手持式 GPS是一种利用新一代卫星导航与定位系统(global positioning system, GPS)相结合、体积小、携带方便、独立使用的定位导航设备,具有全天候、全方位实时三维导航与定位能力,有高灵敏度、高精度、自动化、价廉、使用方便等特点,已广泛应用于大地测量、地质调查、资源勘查等众多领域。近年来,我们在对手持式 GPS机性能和定位精度研究的基础上,将其运用于中大比例尺的物化探测网布设工作中,即大大提高了工作效率、节约了成本,又大大增加了地质工作手段的技术含量,起到了较好的应用效果。

1 定位稳定性试验

定位精度是建立在设备的稳定性能之上的,也是评价其可靠性的基础。1台仪器如果长时间不能

稳定,或在不同的时间段,其测量的结果差异很大且毫无规律,这样的仪器是无法谈论其精度和可靠性的,因此工作之前对使用的仪器性能进行测试是十分必要的。影响手持式 GPS定位稳定性主要有以下 2个方面:一是仪器测定一个点需要观测多长时间,其观测结果才稳定不变,或在一定范围内变化;二是在同一测点不同时段,测量结果是否稳定在一定的范围内。

1.1 稳定时间试验

试验中,分别采用了 3台 eTrex小博士在 2个测点进行了重复测试,在同一测点每 10 s记录一次观测结果,其观测结果见表 1。坐标值仅列出后 3位数,表中 0. 0表示动态观测结果,即到达该点时,开机收到卫星信号时立即记录下的观测结果。

从表 1中可以看出,实时定位(冷启动)时坐标

表 1 手持式 GPS不同时长的观测结果

观测时长 s	1号测点						2号测点					
	仪器 1		仪器 2		仪器 3		仪器 1		仪器 2		仪器 3	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0. 0	022	419	025	411	025	416	034	407	032	404	032	404
10. 0	022	417	024	414	021	416	033	406	031	403	032	404
20. 0	021	417	022	415	020	417	032	406	031	403	032	404
30. 0	020	417	021	416	019	417	032	406	031	406	032	406
40. 0	020	417	020	416	019	417	032	405	031	406	032	406
50. 0	021	417	021	416	020	417	032	405	031	406	032	406
120. 0	020	417	021	416	019	417	032	405	030	405	031	406
180. 0	021	416	020	417	019	417	031	406	031	405	032	405

值相差较大,仪器 3中 Y值互差最大值为 6 m。在同一测点持续观测 30 s以上的时长时,3台仪器基本都进入稳定状态,各自测定的 X, Y坐标值互差在 1 m以内。不同仪器之间测定的 X, Y坐标值互差也在 2 m以内。

1.2 不同时长稳定性试验

在同一测点不同时间进行重复观测来确定仪器的稳定性。试验中 5个测点在当天和次日进行观测,分 3个时长(0 s, 120 s, 300 s)重复观测 3次,其观测结果较差见表 2。

表 2 手持式 GPS不同时长观测结果坐标较差

点号	15日 ~16日					
	0 s		120 s		300 s	
	$X_1$	$Y_1$	$X_2$	$Y_2$	$X_3$	$Y_3$
1	+1	+2	+3	- 8	+5	- 2
2	- 7	0	+1	- 1	+1	- 1
3	- 2	+2	0	- 2	+1	- 4
4	- 28	+10	+3	0	+3	- 2
5	- 2	+1	+2	- 1	- 1	- 1

从表 2 可以看出 ,实时定位 (0 s)的测量值较差大 ,持续观测 120 s以上 ,除 1 点受建筑物遮挡较差大外 ,其他点较差均较小。将表中数据代入公式

$$m = \sqrt{\frac{[dd]}{2n}}$$

(1)

来确定其稳定度。式 (1)中 , $d$ 为不同时段观测结果较差 , $n$ 为较差数。通过计算 ,实时定位的稳定度为  $\pm 9.76$  m,120 s、300 s稳定度分别为  $\pm 3.05$  m、 $\pm 2.51$  m,说明不同时长测量 ,实时定位稳定性差 ,而持续观测一定时间后其稳定度较高。

2 系统参数校正

手持 GPS所使用的坐标系统基本都是 WGS-84 坐标系统 ,而我们使用的主要是 1954 年北京坐标系 ,不同坐标系之间存在着平移和旋转的关系 ,要使手持 GPS所测量的数据转换为北京坐标系的坐标 ,必须进行系统参数校正 ,求出 2 个坐标系之间的转换参数。手持 GPS接收机内部设置的是 5 参数法 ,因此只要计算出 5 个参数 (DX,DY,DZ,DA,DF)并按提示输入即可在仪器上进行系统参数校正。具体计算方法如下 :

(1)在应用手持 GPS接收机观测的区域内找出 3 个以上分布均匀的等级点 (精度越高越好)或 GPS “B 级网网点 ,并到测绘管理部门抄取这些点的 54 北京坐标系的高斯平面直角坐标 ( $X,Y$ ) ,大地经纬

度 ( $B,L$ ) ,高程  $h$  ,高程异常值 和 WGS-84 坐标系的大地经纬度 ( $B,L$ ) ,大地高  $H$ 。

(2)如果收集到的只是北京 54 坐标 ,必须在收集到的高等级控制点上分别测量  $B,L,H$  值 (即 WGS-84 坐标) ,供计算转换参数时使用。

(3)如果只收集到高斯平面直角坐标值 ( $X,Y$ ) ,则应把该值代入高斯投影反算公式 (可用 Mapgis 软件完成) 求出大地坐标值 ( $B,L$ )。

(4)根据测量到的大地坐标值  $B$ : WGS84,  $L$ : WGS84,  $H$ : WGS84 和收集 (或计算) 到的  $B$ : BJ54,  $L$ : BJ54,  $H$ : BJ54 分别代入公式

$$\begin{aligned} X &= (N + H) \cos B \cos L, \\ Y &= (N + H) \cos B \sin L, \\ Z &= [N(1 - e^2) + H] \sin B \end{aligned}$$

(2)

求得三维直角坐标  $X_1,Y_1,Z_1$  和  $X_2,Y_2,Z_2$  (可用 Mapgis 软件完成) ,计算所用参数见表 3。

表 3 不同坐标系对应的椭球参数

项目	WGS84坐标系	BJ54坐标系
$A$	6 378 137	6 378 245
$e^2$	0.006 694 379 990 13	0.006 693 427
$F$	1 298 257 223 563	1 298.3

计算所用参数中 , $A$  为大地坐标系对应椭球之 长半轴 ; $e^2$  为大地坐标系对应椭球之第一偏心率 ; $F$  为对应椭球之扁率 ; $N$  为该点的卯酉圈曲率半径 , $N = A / (1 - e^2 \sin^2 B)^{1/2}$ 。

(5)用计算的 WGS84 坐标系的  $X_1,Y_1,Z_1,A_1,F_1$  减去 BJ54 坐标系  $X_2,Y_2,Z_2,A_2,F_2$  即得出坐标系转换的 5 个参数 DX,DY,DZ,DA,DF。

3 绝对定位准确度试验

绝对定位准确度是指测量结果与真实值的符合 程度 ,其准确度的高低将直接影响到仪器的应用效

表 4 工区特征点测量结果对比

工程点	$X_{已知}$	$Y_{已知}$	$Z_{已知}$	$X_{实测}$	$Y_{实测}$	$Z_{实测}$	$X$	$Y$	$Z$	点位误差
1402	8242.13	5464.93	177.40	8241	5464	172	- 1.13	- 0.93	- 5.40	1.46
1003	8191.78	5510.93	170.91	8190	5510	167	- 1.78	- 0.93	- 3.91	2.00
1106	7911.64	5772.69	179.30	7909	5774	174	- 2.64	+ 1.31	- 5.30	2.93
1502	7757.46	5789.64	178.20	7755	5789	174	- 2.46	- 0.64	- 4.20	2.54
1504	7805.09	5834.54	176.68	7802	5832	172	- 3.09	- 2.54	- 4.68	4.00
1704 +	7795.91	5850.68	176.54	7794	5849	173	- 1.91	- 1.68	- 3.54	2.54
1704	7779.74	5865.74	176.71	7777	5864	172	- 2.74	- 1.74	- 4.71	3.25
1703	7750.97	5830.60	176.57	7749	5829	173	- 1.97	- 1.60	- 3.57	2.54
1904	7759.08	5901.29	175.69	7758	5899	172	- 1.08	- 2.29	- 3.69	2.53
2303	7673.74	5926.53	177.16	7672	5925	173	- 1.74	- 1.53	- 5.16	2.32
2702	7641.19	6003.21	176.63	7639	6001	173	- 2.19	- 2.21	- 3.63	3.82
2903	7660.93	6054.28	170.10	7659	6052	167	- 1.93	- 2.28	- 3.10	2.99
2704	7724.90	6039.40	167.27	7723	6038	161	- 1.90	- 1.40	- 6.27	2.36

果,也是评价仪器是否符合工作要求的一个重要指标,因此对仪器的稳定性测试和系统参数校正后,还需要对手持式 GPS绝对定位准确度进行试验。首先,选择手持式 GPS的位置格式为“User Grid”,出现“USER UTM GRID”的页面时,依次输入测区中央子午线经度(E为东经),投影比例参数为 1.000 00,东西偏差为 500 000 m,南北偏差为 0,并设单位为米;地图基准选择“User”,在“WGS84-LOCAL”页面中输入计算的 5 个参数。其次,选定工作区内的已知控制点、图根点、工程点或一些视野开阔、GPS接收信号强的特征点(如线状地物交叉点、独立地物等)进行测量,然后找出这些点的理论坐标与之比较,验证其准确度。表 4 是以工区内已知工程点做为特征点所做的绝对定位准确度试验。从表中看出,X坐标最大误差为 3.09 m,Y坐标最大误差为 2.54 m,点位误差最小 1.46 m,最大 4.00 m,将数据代入公式(1)计算其绝对定位准确度为  $\pm 1.93$  m。

#### 4 应用实例

面积性物化探工作的测网一般为矩形和正方形规则网,要求测点均匀地分布在测区中,并在测定的采样点或物理点周围点线距的 1~10 范围内采样或观测记录。过去测网布设工作总是由专业测量人员用经纬仪或全站仪来完成,这样即增加了项目成本,费力费时,又存在着测量人员与物化探人员的配合问题。现在使用手持式 GPS,由物化探人员自己布点,大大提高了工作效率。

试验工区位于低山丘陵地区,拟开展的工作为 1:1 万土壤及能谱测量,测网为 100 m  $\times$  20 m,测线

方位 45°。按要求其测点误差应不大于 4 m,而手持式 GPS绝对定位准确度完全满足此质量要求。工作中首先按设计的工区位置和范围用 GIS将测网布设于地形图上,并读取测点坐标,制成测点理论坐标数据表。利用 Map source将坐标数据传输至手持式 GPS,野外工作时以导航寻点方式定点,进入航点 2 m 范围稳定 30 s 以上,读取测点坐标即为该点点位,将观测数据用 Map source下载至计算机,用 GIS即可绘制成测点平面图。

#### 5 结论

(1)手持式 GPS实时定位稳定度低,需要持续观测 30 s 以上,其观测结果才稳定有效。不同时段、多台仪器观测结果变化不大,其稳定度一般小于 3.05 m。

(2)手持式 GPS需要进行坐标系转换,在坐标系转换过程中,进行系统参数校正,其参数可通过收集资料和计算求得。

(3)对手持式 GPS进行绝对定位准确度试验,其准确度一般小于  $\pm 2$  m,优于标称的 10~15 m 精度。

(4)使用手持式 GPS进行物化探测点布设,完全满足测点质量要求,即提高了工作效率、节约成本,又大大减轻了作业人员的劳动强度,也增加了工作的技术含量,减少了资料整理的中间环节。

#### 参考文献:

- [1] 程新文,陈性义.手持式 GPS定位精度研究[J].测绘通报,2004,(9):20~22.

## POSITIONING PRECISION OF PORTABLE GPS AND ITS APPLICATION TO THE ARRANGEMENT OF GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION NETWORKS

LIU Shu-min<sup>1</sup>, DENG Zhi-jiang<sup>2</sup>, CHANG He-ping<sup>2</sup>, LIU Tao<sup>2</sup>

(1. Qingdao Geology and Engineering Investigation Institute, Qingdao 266071, China; 2. Na 2 Institute of Geology and Mineral Exploration of Shandong Province, Yanzhou 272100, China)

**Abstract:** Systematic tests were undertaken to detect the performance of portable GPS, and a method was adopted for figuring out the internal parameters during the transformation of the coordinate system. The correction of the system parameter can make the positioning precision much more precise than the standard 10~15 m. Such a precision can meet the technical demand for the arrangement of large-scale or medium-scale geophysical and geochemical exploration networks.

**Key words:** portable GPS; positioning precision; geophysical exploration; geochemical exploration

**作者简介:**刘述敏(1966-),男,高级工程师。1988年毕业于成都地质学院地质系,现从事地质矿产勘查及技术管理工作。