

技术方法

# 手持式 GPS 测量在地质勘查中的应用

曹幼元

(湖南有色地质勘查局 217 队, 衡阳 421001)

[摘要]在小比例尺地质测量中,用 GPS 单点绝对定位技术测定地质点,减少了控制测量环节,降低了成本。因此 GPS 绝对定位在地质工程测量中仍然有应用的前景。但是,定位时必须做到:合理选取校正的控制点;正确校正参数;定期和不定期检测仪器;保证仪器的高度角和有效工作时间。该方法应用在某地质工程测量中,实测面积 60 km<sup>2</sup>。经传统高精度直测检查验收证明文中提出的方法完全可以用于生产实践。

[关键词]GPS 单点绝对定位 地质点

[中图分类号]P623 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2002)05-0071-03

GPS 测量由于受卫星星历误差、大气传播延迟、SA 政策等因素影响,无论是利用码相位的伪距测量,还是载波相位测量进行单点绝对定位,其定位精度都不是很高。但是,单点绝对定位可获得绝对坐标,具有作业灵活简便等优点,所以 GPS 单点绝对定位在国防和国民经济建设中仍有用途。

地质找矿测量是地质找矿的手段。其测量对象有地质工程测量、物化探网测量、地质填图测量、地形测量、控制测量等等。传统的测量方法是“先控制后碎部,先整体后局部”。这种测量方法有几个难以逾越的障碍:费用大,时间长;施测条件要求高,如通视条件;用罗盘仪配合测绳测定物化探网网困难大,遇水系、植被等障碍物时工作量及工作难度则更大。为了解决上述几个难题,我们尝试用 GPS 单点绝对定位测量的方法测定点位。这样绕开了控制测量一环,既解决了时间费用的矛盾,又降低了施测条件,减轻了劳动强度。但是关键是定位精度能否满足地质找矿的要求。本文即通过一些技术处理,解决了手持式 GPS 定位精度的问题,丰富了地质找矿方法。

## 1 关于 GPS 接收机

本次采用手持式 GPS etrex。GPS etrex(以下简称 etrex)是美国 GARMIN 公司生产的全汉化、并行 12 通道手持式接收机。它采用载波相位平滑处理技术,无论动态还是静态测量,多台机器在同一测站的输出结果完全一致。etrex 能根据需要进行坐标

系统的转换,直读坐标。同时 etrex 还具备面积计算、外接通讯方便、定位导航快捷、体积小重量轻、显示直观、功耗低等特点。本文是针对 etrex 来进行讨论的。

## 2 参数计算

GPS 测量成果为 WGS-84 地心空间直角坐标系下的成果,实用中需将其转换到地方实用坐标系,即转换到我国广泛采用的 1954 年北京坐标系、1980 年西安坐标系或地方局部坐标系等参心坐标系。因此, GPS etrex 要求提供转换参数,以便实现自动转换。

那么,使用 GPS etrex 单点绝对定位时,首先必须计算转换参数,在 GPS etrex 中置数,校正后在野外施测定点。

参数计算是提高 etrex 定位精度的关键。etrex 用载波相位法施测,默认值是 WGS-84 坐标系的相应数值,输入的参数 X、Y、Z、A、F 用于 WGS-84 坐标和选用坐标(地面坐标系)的坐标转换。

WGS-84 坐标系即 1984 年世界大地坐标系(world geodetic system-84),其原点为地球质心,属地心坐标系,Z 轴指向 BIH1984.0 定义的协议地球极(CTP)方向,X 轴指向 BIH1984.0 零度子午面与 CTP 赤道的交点,Y 轴与 Z、X 轴构成右手坐标系。

GPS etrex 是通过参心坐标系的空间直角坐标来转换 GPS 坐标和地面坐标系坐标的。参心坐标系是以参考椭球体的中心(参心)为坐标原点,以起始子午面与赤道的交线为 X 轴,以椭球的旋转轴为

[收稿日期]2001-10-12;[修订日期]2002-03-02;[责任编辑]曲丽莉。

[作者简介]曹幼元(1965年-),男,1987年毕业于中南工业大学,获硕士学位,高级工程师,现主要从事测绘技术管理等工作。

Z轴,向北为正,在赤道上与X轴正交的方向Y轴,构成右手直角坐标系。

按照 GPS etrex 的要求,选定测区 3 个以上已知点,分别用 WGS - 84 坐标系和所选坐标系中  $B$ 、 $L$ 、 $H$ 、 $a$ 、 $e^2$ 、 $f$  按公式(1)计算空间坐标  $XYZ$ ,两套  $XYZ$  差值就是参数  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ 。参数  $A$ 、 $F$  直接利用 WGS - 84 坐标系和所选坐标系的椭球参数  $a$ 、 $f$  相减而得。

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

其中,  $N = a / (1 - e^2)^{1/2}$ 。

### 3 参数校正

选定测区有代表性的控制点,按照一定的方法变动  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  的参数设置,用不同的参数设置测定的坐标和已知坐标的点位较差确定最优参数作为测区的施测参数。但是,由于受已知控制点的分布、高程异常误差等因素的影响,参数  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  应该进行适当的修正。这项修正工作就是参数校正。

我们采用直接比较法和等值线图法来校正参数。

直接比较法是以计算的参数为中心,有规律地给  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  施加一定的增量(有正有负),分别测定与已知坐标的点位较差,选取点位较小的参数作为最优参数。

等值线图法,则是固定一计算参数  $X$ (或  $Y$ 、 $Z$ )不变,按照一定规律给  $Y$ 、 $Z$  施加一定的增量分别测定点位较差,并以变动的二个参数为坐标轴,以点位较差值为等值线作图要素绘等值线图。同理,固定一计算参数  $Y$ (或  $Z$ )不变,按照一定规律给  $X$ 、 $Z$ (或  $X$ 、 $Y$ )施加一定的增量分别测定点位较差,并以变动的 2 个参数为坐标轴,以点位较差值为等值线作图要素绘等值线图(图(a-c))。分别选取三等值线图的最优参数组成一空间示误三角形  $abc$ (图(d)),其中心  $O$  就是最后确定的最优参数。

两种校正方法都是近似的,校正后仍有残差。

### 4 应用实例

测区约  $60\text{km}^2$ ,位于湘南丘陵地带,杂草丛生,荆棘遍地,通行十分困难。本次测量是为某地质找矿项目确定物探、化探、填图工作中的点位。如果用传统测量方法放样定点将花费大量人力物力和财力。因

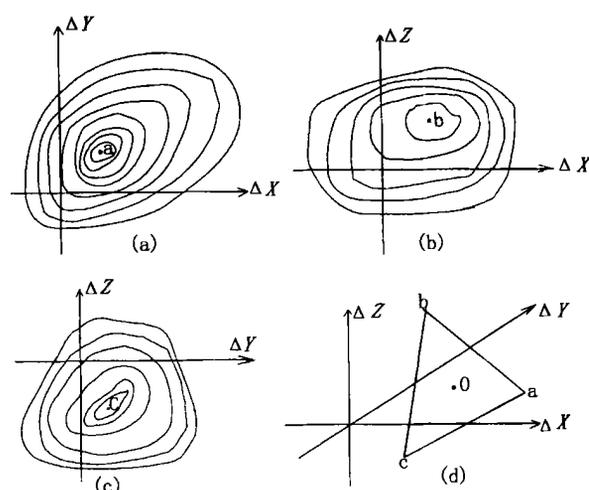


图 1 等值线法参数校正图

此,我们选用 GPS 单点绝对定位的方法定点。

我们的做法(步骤)是:室内计算参数;野外校正参数;实地定点;传统方法检查验收。

我们室内计算的参数分别为  $X = -115$ ,  $Y = -105$ ,  $Z = 86$ ,  $A = -108$ ,  $F = 0.0000005$ 。经过野外校正后为  $X = -115$ ,  $Y = -105$ ,  $Z = 86$ ,  $A = -108$ ,  $F = 0.0000005$ 。

我们实地定点共 6804 个。检查验收是评价本次试验成败的关键,为此,我们用传统方法,使用全站仪施测三条一级导线,用于检查地质点的点位精度。用 JEC 全站仪检查点位 751 点,其中最大点位误差 8 m,最小点位误差 0 m。用  $m = \pm \sqrt{(\quad) / N}$  计算点位中误差为  $\pm 8$  m,符合规范要求,取得了令人满意的成果。

### 5 注意事项及结论

1)和传统方法相比,在费用、时间及施测条件等方面,GPS 单点绝对定位存在明显的优势。现以应用的测区为例进行比较(表 1)。

表 1 GPS 法与传统方法对比

方法	所用时间(d)		实验测区所用工作日	碎部点中误差	备注
	仪器检测/参数校正及准备	野外观测、平差计算/GPS 定点			
传统方法	1	45	201	$\pm 8\text{m}$	预测
GPS	3	10	40	$\pm 8\text{m}$	实际

2)小比例尺(小于 1:10000)地质测量完全可以用手持式 GPS 仪进行单点绝对定位的方法施测点位。该方法操作简单,使用方便,投资少,时间省,经济快捷。

3) etrex 的单点定点时间应该超过 4 min。

4) etrex 置于点上,并保持内置天线水平。高度角小于 10 时应该清除障碍物或举高 etrex 的方法,以保持信号的有效接收。

5) 定期或不定期在已知点上检测仪器。

6) 山顶点的定位精度较高,山腰及隐蔽点的定位精度较低,高度角太差时,其定位精度难以满足要求,实际应用时应该十分注意。

7) 参数计算是定位的关键之一,因此公共点的选取必须要有代表性。高程异常、公共点的图形强

度(代表性)、坐标精度等因素对转换参数有较大影响,计算时要特别注意。

[参考文献]

- [1] 高成发. GPS 测量[M]. 北京:人民交通出版社,1999.
- [2] 刘大杰,施一民,过静君. 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] 周忠模,易杰军,周琪. GPS 卫星测量原理与应用[M]. 北京:测绘出版社,1993.
- [4] 地质矿产勘查测量规范[S],ZBD10001 - 89.
- [5] 张勤,王利. GPS 坐标转换中高程异常误差影响规律研究[J]. 测绘通报,2001(6).

## THE APPLICATIONN OF POCKET GPS IN GEOLOGIC EXPLORATION

CAO You - yuan

( No. 217 Part of Hunan Nonferrous Geoexploration Burea, Hengyang 421001 )

**Abstract** :It abolish control and reduce cost in small - scale geological survey that locate single geological dots utterly using GPS. So absolute fixed position in GPS still have the applied foreground at geologic engineering of the small scale . But must attain: select the control point reasonably ; correct the parameters rightly; examine instruments ; guarantee the instruments with validate to work . We practiced using that methods in the area of 10 KM<sup>2</sup>. We have obtained the satisfied results by checking positional accuracy .

**Key words** :GPS ,utter location of single dot ,geological dots