

一种快速准确校正手持式 GPS 的方法

蔡力挺¹, 殷国鹏¹, 王颖², 李少刚²

(1. 山东省第三地质矿产勘查院, 山东 烟台 264000; 2. 烟台市国土资源局, 山东 烟台 264003)

摘要:目前,手持式 GPS 已成为地质工作人员必不可少的工具之一,正确使用和校正 GPS 是每个技术人员必须掌握的。在工作实践中,笔者总结出 GPS 的显示坐标 X, Y 变化量与校正参数 DX, DY, DZ 的变化量的比值(即变化率)在某一地区是一定值(即线性关系),不同地区该定值不同。通过变化量的此种线性关系用解方程法可快速准确地确定 DX, DY, DZ 参数,且只要满足该方程解的不同组合的 DX, DY, DZ 均可作为该地区正确的校正参数,从而可准确校正 GPS。

关键词:手持式 GPS; 定位精度; DX, DY, DZ ; 变化率; 线性关系; 解方程法

中图分类号: P208

文献标识码: B

GPS(Global Positioning System)即全球卫星定位系统,它主要用来在全球范围内实时进行定位、导航。具高精度、全天候、高效率、多功能、操作简便、应用广泛等优点^[1,2]。尤其是手持式 GPS 导航仪,在野外测绘、地质填图、野外物化探等工作中发挥了越来越大的作用,已成为地质工作人员必不可少的工具之一。但是,如何提高 GPS 的定位精度和根据实际情况准确校正 GPS,一直是困扰广大非测量专业的野外地质工作人员的棘手问题。该文结合多年来使用 GPS 的实践经验,探讨了 GPS 简便、快速、准确的校正。

1 GPS 定位误差的来源

GPS 卫星星历是以 WGS-84 坐标系为根据建立的,而目前我国应用的测量成果往往属于 1954 年北京坐标系、1980 年西安坐标系或地方坐标系,高程系统采用 1956 年或 1985 年黄海高程系。由于不同的坐标系采用的参考椭球不同,彼此间存在着平移量、旋转量和比例的缩放系数。因此,在实际工作中,用户所选用的坐标系和 WGS-84 大地坐标系之间的误差是固有的(WGS284 坐标系与我国应用的坐标系之间存在一定差值,随区域不同,差别也不同,经大概统计,我国西部相差 70 m 左右,东北部 140 m 左右,南部 75 m 左右,中部 45 m 左右)^[3,4]。

所以必须把 WGS284 直角坐标系转换成北京 54 坐标系或 1980 年西安坐标系,消除该误差才能使用。

2 GPS 误差的消除

2.1 中央经度的确定

2.1.1 根据带号确定中央经度

中央经度就是中央经线,即一个地方的中央子午线,由于实际地质图中 1/2.5 万以下的小比例尺地形图常用 6°带的带号、1/1 万以上的大比例尺地形图常用 3°带的带号。若以 L_0 表示中央子午线, N_3, N_6 分别代表 3°带、6°带的带号,则二者中央经线分别为 $L_0 = N_3 \times 3^\circ, L_0 = N_3 \times 6^\circ - 3^\circ$ 。

2.1.2 根据大地坐标值确定中央经度

若已知目标点的大地坐标值(B, L),而设计图的平面直角坐标值没标出带号,此时可用该方法确定该区的中央经度。此时,首先判断设计图是 6°带还是 3°带。当为 6°带时,其带号 $L_0 = L/6 + 1$ (即取 L 值的整数位除以 6,取整商加 1),如目标点的经度为 $127^\circ 18' 36'$,则其 6°带分带号为 $127/6 + 1 = 22$ 。

若为 3°带,则将 L 值换成度数除以 3 再四舍五入后取整数值即为其带号。如 $127^\circ 18' 36' \approx 127.31^\circ$ 则 $127.31/3 = 42.437$,其带号为 42。所以即使是同一坐

* 收稿日期:2012-06-25;修订日期:2012-09-18;编辑:曹丽丽

作者简介:蔡力挺(1972—),男,山东烟台人,工程师,主要从事矿产地质、水文地质、工程地质工作;E-mail: Sdclt188@126.com。

标点,分带不同,其中央经度可能不同或相同。

2.2 DA,DF 的确定

参数 DA,DF 可直接利用 WGS284 坐标系和所选坐标系的椭球参数 A,F 相减而得,一般为固定值,各坐标系的椭球参数见表 1^[5,6]。

表 1 椭球参数对照

项目	WGS84 坐标系	北京坐标系	西安坐标系
长半轴 A	6378137	6378245	6378140
扁率 F	1/298.257223563	1/298.3	1/298.25722101
扁心率 e ²	0.00669437999013	0.006693427	0.006694385

注:1954 年北京坐标系 DA=-108,DF=0.0000005;1980 年西安坐标系 DA=-3,DF=0.0

2.3 DX,DY,DZ 的确定

当某一地区的中央经度及某一坐标系统的 DA,DF 确定后,主要是对 3 个平移参数 DX,DY,DZ 的确定。据实践经验,在某一地区 GPS 的显示坐标 X,Y 变化量与校正参数 DX,DY,DZ 的变化量的比值在某一地区是一定值(即线性关系),这样可以简化校正程序,只须在工作区内均匀的选择 2~3 个控制点进行校正,并按一定规律,改变校正参数的大小,使已知点的坐标值与实际对应点仪器的显示值保持一致,这样就达到了消除误差和准确校正仪器的目的。具体方法如下:设已知控制点平面直角坐标为(X,Y),在正确输入中央经度,DA,DF 后,把手持式 GPS 中的 3 个平移参数 DX,DY,DZ 全部设为 0 值,在已知控制点(X,Y)上经多次测量取其平均值(X0,Y0)作为过渡点坐标。此时,在此已知控制点作如下测量:

当 DY=0,DZ=0,DX=±1000 时,测得(X1,Y1);且当 DX 增大时,X1 减小,Y1 增大;当 DX 减小时,X1 增大,Y1 减小。通过 (X1 - X0)/(±1000),(Y1 - Y0)/(±1000)可得出该区的经纬度随 DX 变化的变化率 ΔX1,ΔY1。

当 DX=0,DZ=0,DY=±1000 时,测得(X2,Y2);且当 DY 增大时,X2 增大,Y2 增大;当 DY 减小时,X2 减小,Y2 减小。通过 (X2 - X0)/(±1000),(Y2 - Y0)/(±1000)可得出该区的经纬度随 DY 变化的变化率 ΔX2,ΔY2。

当 DX=0,DY=0,DZ=±1000 时,测得(X3,Y3);且当 DZ 增大时,X3 减小,Y3 增大;当 DY 减小时,X3 增大,Y3 减小,且 Y3 随 DZ 的变化而变化较小。通过(X3 - X0)/(±1000),(Y3 - Y0)/(±

1000)可得出该区的经纬度随 DZ 变化的变化率 ΔX3,ΔY3。

对某一地区来说,经纬度随 DX,DY,DZ 变化的各个变化率为一定值,且不同地区的变化率不同。由于已知过渡点坐标(X0,Y0)是在 DX=0,DY=0,DZ=0 时所得,在其他条件已定的情况下,任一点 GPS 的显示坐标 X,Y 变化量是均由所输入的 DX,DY,DZ 值的变化而综合所引起的,假设手持式 GPS 的三参数为 DX,DY,DZ 时,在已知点其所测坐标与已知坐标点(X,Y)一致时,根据变化率有下式:

$$\Delta X1DX + \Delta X2DY + \Delta X3DZ = X - X0 \tag{1}$$

$$\Delta Y1DX + \Delta Y2DY + \Delta Y3DZ = Y - Y0 \tag{2}$$

这样,通过解上述方程,便可得无数组 DX,DY,DZ 值;每一组 DX,DY,DZ 值都是该地区的手持式 GPS 三参数的正确的校正值。对于此变化率,最好在一个地区的多个控制点上进行,求出多个点的变化率(其实同一个地区不同控制点上的变化率差值很小),然后再求出各点变化率的平均值作为该区的变化率。

3 参数校正实例

如烟台某测区,已知区内某控制点坐标(X=4150203,Y=40619616),区面积 10.0 km²,植被特别发育,交通比较困难。在区内做 1:1 万激电中梯工作,该区中央经度为 120°,坐标系统采用西安 1980 坐标系,所以 DA=-3,DF=0.0,工作前还需进行 GPS 的 DX,DY,DZ 校正。

当 GPS 的 DX,DY,DZ 均设为 0 时,其在上述已知坐标点的读数平均值(即过渡坐标)为(X0=4150200,Y0=40619733)。在该控制点上当 DX,DY,DZ 变化均±1000 时,GPS 的多次平均测量值见表 2。由表 2 可看出,该处经纬度(X,Y)随 DX,DY,DZ 变化的变化率分别为 -0.304,0.858,0.528,0.513,-0.793,0.012。利用(1)(2)式可得:

$$-0.304DX + 0.528DY - 0.793DZ = X1 - X0 = 3 \tag{3}$$

$$0.858DX + 0.513DY + 0.012DZ = Y1 - Y0 = -117 \tag{4}$$

解上述方程:由(3)×2.796+(4)消去 DX 项得:

$$1.989288DY - 2.20802DZ = -108.612 \tag{5}$$

此时若 DZ=100,则 DY=56.4,DX=-173.1。若 DZ=-50,则 DY=-110,DX=-70.3。若 DZ=0,则 DY=-55,DX=-105……

表 2 烟台某地手持 GPS 显示值与 DX, DY, DZ 值之间的关系

X	Y	X0	Y0	DX	DY	DZ	X1	Y1	ΔX	ΔY	ΔZ
				1000	0	0	4149897	40620591	-304	858	0
				0	1000	0	4150728	40620246	528	513	0
4150203	40619616	4150200	40619733	0	0	1000	4149407	40619745	-793	12	0
				-1000	0	0	4150504	40618874	304	-858	0
				0	-1000	0	4149673	40619220	-527	-513	0
				0	0	-1000	4150994	40619721	794	-12	0

得到无数组 DX, DY, DZ 后成组输入 GPS, 再到其他控制点上测量, 均可得到正确读数。一般情况下常使 $DZ=0$, 再求出相应的 DX, DY 值作为一个地区的校正参数, 把校正参数输入手持 GPS 后, 可使工作区的测量精度达到 ± 6 m, 个别型号的手持 GPS 测量精度可小于 ± 5 m。可满足 1:1 万以下的地质、物探测量工作。所以, 要想快速准确地校正手持 GPS, 已知控制点是必须的, 此外还应求出当地的中央经度以及经纬度随 DX, DY, DZ 变化的各个变化率。

4 结语

(1) 校正参数与选用的坐标系统有关, 不同地区仪器的校正参数一般不同, 应根据实际情况进行仪器校正。

(2) 校正参数与经纬度值的变化量呈线性变化, 其变化率在同一地区是一定值, 不同地区的变化率不同。

(3) 在其他条件已定的情况下, 任一点 GPS 的显示坐标 X, Y 变化量均由所输入的 DX, DY, DZ 值综合变化引起, 且 X, Y 的变化量可用该区的变化率和 DX, DY, DZ 值量化表示, 即满足一种方程关

系, 通过解该方程可得该地区的多组校正参数 DX, DY, DZ 。

(4) 工作区的控制点选择应是均匀的, 同时应远离强磁场或高压线等干扰物^[5], 避开高大建筑物和树木的遮挡, 保持接收信号良好和真实。

(5) GPS 校正方法有多种, 校正后均能满足定位精度要求, 该方法只是其中一种较为准确、明了、简便、实用快速的方法。

参考文献:

- [1] 郭志达. 地理信息系统基础与应用[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1997.
- [2] 陈肇新, 荆其一, 陈宙. GPS 全球定位系统推动了导航定位技术的迅速发展[A]//中国空间科学学会空间探测专业委员会第十次学术会议论文集[C], 1997.
- [3] 杜柏利, 林艳红, 李庆斌. 浅谈 GPS 测量误差. 黑龙江水利科技[J]. 2003, 31(1): 98-98.
- [4] 许致福, 王德保, 陈宝行, 等. GPS 定位的误差来源与未来发展[J]. 山东国土资源, 2005, 21(9): 49-52.
- [5] 周忠模, 易杰军, 周其. GPS 卫星测量原理与应用[M]. 北京: 测绘出版社, 1993.
- [6] 胡丛维, 刘大杰. 基于 GPS 基准站网的 GPS 测量[J]. 现代测绘, 2003, 26(1): 10-13.

A Method for Correcting Hand-held GPS Fastly and Accurately

CAI Liting¹, YIN Guopeng¹, WANG Ying², LI Shaogang²

(1. No. 3 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Yantai 264000, China; 2. Yantai Bureau of Land and Resources, Shandong Yantai 264003, China)

Abstract: At present, hand-held GPS has become one of the essential tools for geological staffs. Thus, proper use and correction of GPS should be mastered. On the basis of summarizing practices in many years, it is concluded that the ratio of display coordinate X, Y of GPS and the change amount of tuning parameters of DX, DY and DZ is a certain value in a given region (that is a linear relationship). This certain value is different in different regions. Through variation of this linear relationship, by using the method of solving equations, parameters of DX, DY, DZ can be determined quickly and accurately. If it can satisfy the equation with different combinations of DX, DY, DZ , it can be regarded as the correct calibration parameters. Thus, GPS can be corrected accurately.

Key words: Hand-held GPS; accurate positioning; DX, DY and DZ ; changing rates; linear relationships; solving equations method