

化探野外工作中 GPS 和 GIS 的应用

冯治汉, 叶得金

(中国地质大学, 北京 100083)

[摘 要] 甘肃省地质调查院 2001 年在实施国土资源大调查项目时, 成功地使用了 GPS 定位并辅以航迹监控, 探索出一套 GPS 参数设定、校准、试验的方法。在自己开发软件的基础上, 将 GIS 引入 1 20 万区域化探野外质量管理中, 使管理人员及时了解野外生产进展及采样点的到位情况, 并利用 Map Info 的各种分析功能进行测点的查询、检索、统计等工作。

[关键词] GPS GIS 区域化探 质量监控

[中图分类号] P128.15; P596 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2002)02-0075-03

全球定位系统 (Global Position System, 简称 GPS), 一直是世界各国军事界研究的主要技术之一。美国在 1990 年开始实行 SA 政策, 人为地降低民用 GPS 的精度。自 2000 年 5 月 1 日起, 美国宣布关闭 SA 后, 民用 GPS 的定位精度有了很大的提高, 其发展速度也非常迅速。现在我们使用的手持式 GPS 的定位精度小于 $\pm 10\text{ m}$, 这对进行 1:10 万或更小比例尺的物化探工作已经足够了。

甘肃省地质调查院 2001 年在实施某国土资源大调查项目时, 使用美国 Garmin 公司生产的 GPS12C、GPS12XLC 和 eTrex - C 等型号的产品, 成功地使用了孙王勇等提出 (2000 年 12 月) 的“GPS 定位并辅以航迹监控”的方法, 将 GPS 的航迹跟踪功能用到野外质量监控工作中, 既解决野外定点问题, 又控制了由于人为等原因引起的点位失真问题。探索出一套提高手持式 GPS 观测精度、校准及 GPS 检验的方法, 将 GPS 与 GIS 结合起来, 使野外管理人员可随时统计野外工作进展情况, 了解实际点位与设计点的误差, 为下一步工作安排作出合理的决定。

1 GPS 的参数设定、校准、试验及使用

1) 参数设定: 主要指 GPS 的投影方式、参考椭

球体参数和坐标显示格式的设置。GPS 卫星历是以 WGS84 坐标系为根据建立的, 坐标格式为十进制度或度分秒。我国目前应用的地形图属于横轴等角切 (椭) 圆柱投影 (Gauss - Kruger 投影), Krasovsky (1942) 椭球参数, 即 1954 北京坐标系或 1980 国家大地坐标系 (西安坐标系)。不同坐标系之间存在平移和旋转关系, 为了统一, 将 GPS 的坐标参数设置为“自定义” (User), 分别输入两个椭球体长轴半径 a 和扁率 f 之差 (WGS84 坐标系减去我国坐标系的对应值, 具体数据见表 1)。坐标格式也定为“自定义” (User Grid), 同时输入 6 度带的中央子午线、东偏 500000 m、比例参数等。这样 GPS 的显示坐标与现行地形图一致。

表 1 椭球参数对照表

项目	WGS84 坐标系	北京坐标系	西安坐标系
a	6378137	6378245	6378140
f	1/298.257223563	1/298.3	1/298.257
e^2	0.00669437999013	0.006693427	0.006694385

注: 表中 e^2 为大地坐标系对应椭球第一偏心率。

2) GPS 校准: 在测区选择 3 个以上已知控制点 (如国家三角点等), 对每台 GPS 在各个控制点进行准确度试验测定, 单点单机观测数不少于 10 次, 然后根据已知控制点坐标值和实测平均值之差, 求

[收稿日期] 2001 - 11 - 20; [修订日期] 2002 - 01 - 08; [责任编辑] 余大良。

Garmin 公司. GPS eTrex 说明书, 2000。

[第一作者简介] 冯治汉 (1964 年 -), 男, 高级工程师, 现为中国地质大学 (北京) 博士研究生, 主要从事基于 GIS 的区域地球物理、区域地球化学资料综合解释的方法技术研究及甘肃省地质调查院的物化探管理工作。

出测区范围内大地坐标系中三维直角坐标与 GPS 观测值的 X、Y、Z 改正值,输入 GPS 的坐标参数项中。经改正后的点位观测值绝对误差小于 ± 10 m。

从严格意义来讲,用 GPS 测得的高程是以参考椭球为基准的高程,而我国的已知控制点高程是水准高程,两者之间存在差异,即高程异常。目前使用的手持式 GPS 的高程精度普遍较低,在中小比例尺的化探工作中,对高程精度没有要求,因此不必考虑高程异常的影响。

3) GPS 一致性试验:在一个区域性项目中,一般投入 20~40 台 GPS,必须进行一致性试验。一致性试验应在工区进行,点数应不少于 30 个,点距应在 100 m 以上,点间高差应尽量大,GPS 一致性均方差用下式计算:

$$= \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_{ij}^2}{n(m-1)}} \quad (1)$$

单台(第 i 台) GPS 的一致性均方差用下式计算:

$$i = \pm \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n d_{ij}^2}{n-1}} \quad (2)$$

式中: m 为 GPS 台数, n 为观测点数, i 为 GPS 编号, j 为测点编号, d_{ij} 为第 i 台 GPS 在第 j 点的观测位置与第 j 点上各台仪器的平均位置之差。

要求一致性均方误差不超过设计的点位误差。

4) GPS 航迹试验:对进行 1:5 万或更小比例尺化探项目投入的 GPS,为了监控采样点的到位情况,减少人为的点位失真,须使用 GPS 的航迹自动跟踪功能。

进行航迹试验时,投入生产的所有 GPS 同时进行,要求各台 GPS 的航迹偏离平均航迹不超过 50 m,个别点允许放宽到 100 m,但航迹点的一致性均方差(计算公式同(1)、(2)式)不得超过 ± 30 m。

5) 航迹记录时间间隔选取:为了节省 GPS 内存,实际工作过程中设定 GPS 的航迹记录时间为 2~5 min(eTrex - C 自动记录,无法另外设定),在采样点间路程较远时,途中可关闭 GPS,到达采样点前 10min 左右打开 GPS,完成采样点上的采样、记录、做标记等工作,离开采样点 10min 后关闭 GPS。

6) 室内数据回放:每天结束野外工作后,使用专用的数据传输软件(如 PCX5、MapSource),及时将采样点及航迹数据回放到计算机。室内人员按预先设计的格式将采样点及航迹图打印,进行当天的室内验收工作。

2 GPS 与 GIS 的结合使用

为了让野外管理人员及时了解点位的质量、到位情况及工作进展,除利用上述 GPS 航迹监控的方法外,将 GIS 技术引入区域化探的野外质量管理工作中,使用 Map Info 在野外生产的质量监控中取得了良好效果。

首先开发了 GPS 补丁软件——GPS Patch V1.0,它是一数据格式转换软件,其功能是:

1) 将 PCX5 的航点文件(*.WPT)和航迹文件(*.TRK)进行坐标转换,因为虽然在 GPS 12C 及 GPS 12XLC 中进行了参数及坐标格式设定,但在用 PCX5 进行数据传输时无法按 1954 北京坐标或 1980 西安坐标格式输出数据,只能将数据输出为十进制度或度分秒的格式,为了方便与地形图坐标数据的对比,须进行坐标格式转换。

2) 将 PCX5 的航点和航迹文件、MapSource 的文本文件(*.TXT)转换为 MapInfo 的交换格式文件(*.MIF)。

3) 将各测点的信息(如点号、坐标、观测时间、观测者等)保存为数据库文件,作为地理信息系统的属性数据(图 1、图 2)。



图 1 GPS Patch V1.0 的操作界面

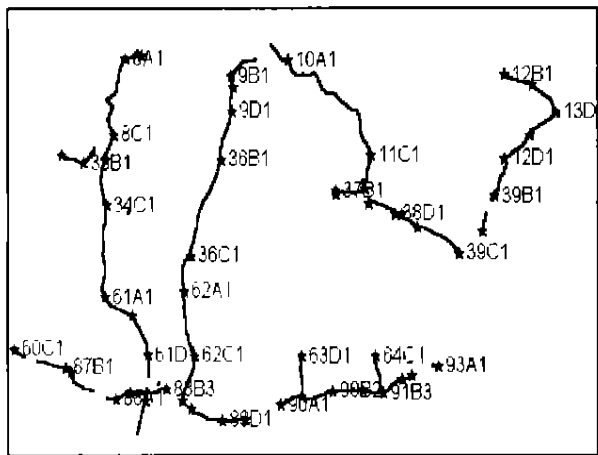


图 2 GPS Patch V1.0 处理的结果

实际工作中,在完成项目设计后,将每张有设计点位的地形图扫描成 Map Info 可识别的图像文件(如 JPEG,BMP 等),或将其它 GIS 软件(如 Map GIS)完成的点位设计图直接转换为 Map Info 的交换格式文件。然后将图像文件在 Map Info 下进行图像配准,以便正确地将来数据覆盖到栅格图像上。在图像配准时,需注意将投影“类别”选为 Gauss - Kruger (Pulsovo 1942),将“类别项”选为该地形图所在的 Gauss - Kruger 等角圆柱投影 6 度分带的带号 如对应位于 18 带,中央经线为 105 的地形图,“类别项”选为“GK zone 18(Pulsovo 1942)”。

图像配准完成后,用 Map Info“表”菜单下的“转入”功能,可将 GPS Patch V1.0 生成的 Map Info 交换格式文件叠加到地形图上,将航迹和航点分别放在不同的图层中,从计算机屏幕上观察野外工作人员的行走路线及采样点的到位情况,发现问题可及时与操作员商量解决,必要时可进行打印。图 3 是某图幅设计点位与实际采样点的对比,从中可清楚

地看出,哪些点按设计点位采样,哪些点进行了点位变动,哪些点未采样。

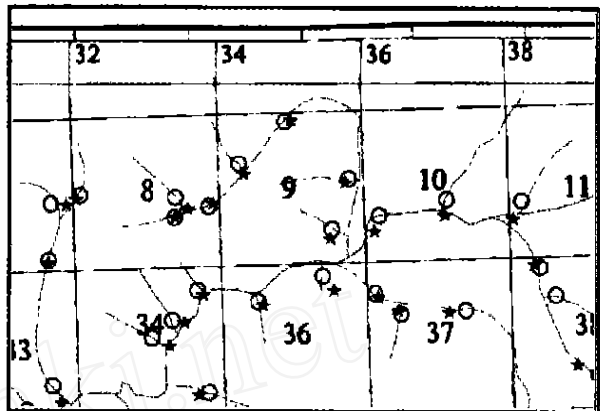


图 3 在 Map Info 界面下的设计与实际采样点对比示意图
(—设计点位; —实际采样点)

GPS 与 GIS 结合使用,除能进行野外定点及质量监控外,还可以利用 Map Info 的其它功能,进行查询、检索、统计、分析等。例如可方便地寻找某操作员某日所完成的工作;统计某范围内共有多少采样点,分别是哪个操作员哪天完成的工作等等。

总之,通过 2001 年在 1:20 万区域化探野外工作中使用 GPS 和 GIS,证明采用 GPS 定位并辅以航迹监控的方法,可以较好地解决复杂地形及艰险条件下的采样点的定位及到位问题;利用 GPS 与 GIS 结合,可以方便地监控实际点位与设计点位的符合情况,并及时掌握工作进展。

[参考文献]

[1] 郭仁忠.空间分析[M].武汉:武汉测绘科技大学出版社,2000.
[2] 宜 晨,等. MapInfo 4.0 实用培训教程[M].北京:电子工业出版社,1998 年.

USES OF GPS & GIS IN FIELD WORKS IN GEOCHEMISTRY EXPLORATION

FENG Zhi - han , YE De - jin

(China University of Geosciences , Beijing 100083)

Abstract :GPS has been used to take position and to control quality of the samples when Geological Survey Institute of Gansu province did items of country resource survey in 2001. The enacting methods of parameter and calibration for GPS have been searched. GIS has been taken into the quality management in the survey of 1:200000 regional geochemistry , then the manager could know promptly field productions and sample positions , and use the analysis functions of MapInfo to query , to search and to take statistic features of sample points.

Key words :GPS , GIS , regional geochemistry , quality control