

## 成果与方法

## GPS9800 在济南市长清地形控制网中的应用

孙亚廷<sup>1</sup>, 赵文胜<sup>2</sup>, 宫霞<sup>2</sup>

(1, 山东建材勘察测绘研究院, 山东 济南 250100; 2, 泰安市市政工程处, 山东 泰安 271000)

**摘要:**在济南市长清区经济开发区地形测量控制网设计中应用了 SOUTH GPS9800 及其数据处理软件。工作中采用 GPS 观测技术精确测定点位的三维坐标, 求得大地高程, 通过四等水准求得该点的正常高程, 从而确定该点的高程异常值, 布设足够多的 GPS 水准点, 通过求得的高程异常值确定控制点的正常高程, 精度符合要求。

**关键词:**SOUTH GPS9800; GPS 控制网; 高程异常值; GPS 水准; 济南市长清区

**中图分类号:**P228.4; P284.9; P224.1

**文献标识码:**A

## 0 引言

随着空间技术的发展, GPS 技术以其全天候、高精度、提供三维坐标的特有优势, 逐步取代了传统的控制测量模式。SOUTH GPS9800 以其方便快捷的硬件操作、丰富快速的解算软件, 可以大大提高数据解算的精度和工作效率, 因此, 提供了先进高效的测绘手段。

GPS9800 实现了智能一体化, 主机外壳内置了系统的所有部件, 主机的液晶显示屏、按钮可完成数据采集的全部操作。在数据采集过程中可以查看星历、卫星分布、PDOP 值。采集的数据为 L1/L2 载波相位、C/A 码伪距及广播星历。GPS9800 菜单界面简单, 由记录、状态、设置、其他 4 个模块组成。可以自动采集信息、查看卫星方位图和卫星定位状态、设置静态采集记录参数等。其主要特征优于其他 GPS。

## 1 SOUTH GPS9800 在地形控制网设计中的应用

利用 SOUTH GPS9800 成功完成了济南市长清区经济开发区 1:500 地形测量的首级控制。该测区面积约 15km<sup>2</sup>, 村庄、地物众多, 首级控制布设采用 E 级 GPS 网。GPS 网经过优化设计, 保证

了良好的图形强度。部分 E 级 GPS 观测点按照四等水准精度测量。GPS 静态网布设依据《全球定位系统 GPS 测量规范》(GB/T 18314-2001)<sup>[1]</sup>, 采用 GPSRTK 技术进行控制点加密。测量工作程序见图 1。

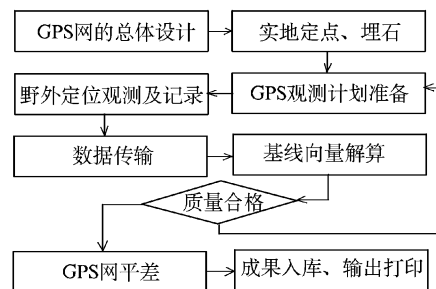


图 1 测量工作程序框图

## 1.1 首级控制

工程利用 GPS9800 测量系统进行控制测量, 采取静态载波相位相对定位模式。测区内国家三角点较少, 控制网采取分级布设。首级控制按 E 级 GPS 网布设, 计 22 点 (含 2 个起算点)。网的精度要求  $mR = \sqrt{D + 10 - 6D}$ , E 级 GPS 控制网  $mR \leq 10\text{mm} + 20 \times 10^{-6}D$  ( $D$  为相邻点间的距离)。利用 5 台 GPS9800 接收机同步观测。独立观测边构成同步环、异步环。网的图形设计保证至少 2 点通视, 以满

收稿日期: 2006-01-16; 修订日期: 2006-04-27; 编辑: 孟舞平

作者简介: 孙亚廷 (1970-), 男, 济南历城人, 工程师, 主要从事工程测量工作。

山东建材勘察测绘研究院, 济南市长清区经济开发区地形测量, 2005 年。

足发展下级控制测量及地形测图的需要。同步环观测时间 45min,采样间隔为 5s,由此保证 GPS 高程拟合精度。数据采集使场地周围障碍物高度角 < 15°,减弱对流层折射的影响。由于测区条件限制,PDOP 值(三维坐标几何因子) 5, SOUTH GPS9800D PDOP 值 > 5、定位模式为 2D 时会自动剔除此观测时段数据,当 PDOP 值 5 时自动采集数据。测区 GPS 控制网点有 17 个与水准点重合。水准测量难以达到的 GPS 点,用 GPS 高程拟合方法解算,精度达厘米级。

1.2 内业处理

测区外业数据采集结束后,通过 GPS9800 数据传输软件传输到计算机,利用 GPSADJ 软件对 GPS 星历数据进行基线平差处理,解算出 WGS-84 坐标系下经典自由网平差结果,最后对工程的基线数据处理结果进行约束整网平差,得到控制网最后结果。设置 3 带中央子午线 117°,高度截止角参数选择 15°,历元间隔 5s。在解算过程中,根据实际情况调整高度截止角。某个时段参与解算的卫星数目较多时,适当增加截止角 5°~10°,去除低空卫星质量差的数目。历元间隔在数据周跳较多时予以增加,可跳过周跳数据继续解算;同步观测时间较短时,宜缩小历元间隔,让更多的数据参与解算。在同步环中各条基线解算设置尽量保持一致,以保证同步环不超限。

独立观测边基线解算的相对误差最大为 1/

44956。在基线解 3 项指标(三差解、双差浮点解、双差固定解)中,三差解相对误差最大为 1/51013。基线合格解以双差固定解为基准,方差比 > 3,中误差 < 0.04m。

采用 GPS 水准拟合的方法,测定部分未联测水准的 GPS 点,精度达到厘米级。实际测量中的大地水准面和 GPS 系统中采用的 WGS-84 椭球面存在转换问题。在作业区域内,GPSADJ 平差软件通过二次曲面拟合法逼近其大地水准面。基本原理<sup>[2]</sup>:用一个二次曲面逼近该区域的似大地水准面,任意点  $(x_i, y_i)$  的高异常  $(x_i, y_i)$  表示为:

$$(x_i, y_i) = a_0 + a_1 x_i + a_2 y_i + a_3 x + a_4 y + a_5 x_i y_i$$
式中:  $x_i = x_i - x_0$ ;

- $y_i = y_i - y_0$ ;
- $(x_0, y_0)$  —选取的基准点坐标;
- $(x_i, y_i)$  —拟合点的平面坐标;
- $(a_0, a_1, \dots, a_5)$  可以通过 6 个或 6 个以上 GPS 点求得。

根据 GPS 水准点的水准高和大地高,由上式计算测区内及周边地区的任意点的高程异常值,再根据大地高推算 GPS 水准高。

GPS 水准拟合测区要求高,联测了 17 个 GPS 水准点,其余点用 GPS 水准拟合方法求得。在已求定高程的 17 个点中,选出均匀分布的 7 个点为拟合点,计算其余 10 个点的原高程网平差结果与拟合点计算结果的差值  $dh$ (表 1)。

表 1 检查点水准高程与 GPS 拟合高程对比

点名	01	02	03	04	05	06	09	10	12	14	15
水准高程(m)	43.978	45.537	101.098	51.675	56.509	55.354	56.575	60.343	71.612	65.412	41.551
拟合高程(m)	43.963	45.522	101.093	51.670	56.511	55.354	56.591	60.334	71.623	65.400	41.550
差值 $dh$ (m)	+0.015	+0.015	+0.005	+0.005	-0.002	0	-0.016	+0.009	-0.011	+0.012	+0.001

由表 1 可见,  $dh_{\max} = 15\text{mm}$ ,  $dh_{\min} = 0\text{mm}$ 。因此,用 GPS 水准方法来拟合水准面,其精度是比较高的。

2 结语

该区工程测量,在满足 1:500 地形图的测图需求条件下,采用 E 级 GPS 控制网,用四等水准联测部分 GPS 点,采用 GPS 水准拟合方法求得未联测

水准的 GPS 点,大大提高了工作效率,充分体现出全球卫星定位系统(GPS)测量技术的优势。对于类别较复杂、工作任务紧的地区,这种方法非常可取。

参考文献:

[1] GB/T 18314-2001,全球定位系统(GPS)测量规范[S].  
[2] 徐绍铨,张华海,杨志强,等. GPS 测量原理及应用[M]. 武汉:武汉大学出版社,2002,125-143.

(下转第 54 页)

效提高数据资产的利用价值,为国家的经济建设和社会发展提供及时、适用、可靠的数据和信息保障。

### 参考文献:

- [1] 潘宝玉,王贵祥. 3S 技术集成及其在地质领域中的应用[J]. 地矿测绘,1999(1):10-13.
- [2] 潘宝玉. 论矿产资源信息系统的开发与应用[J]. 地矿测绘, 1996(2):21-24.
- [3] 张奠成. 数据信息与知识[J]. <http://www.ahetc.gov.cn/cit/199909/01.htm>,2004.
- [4] 潘宝玉. 网格技术在空间信息科学中的应用[J]. 测绘通报, 2005(1):28-31.
- [5] 张恒江. 关于“数字城市”空间信息共享问题的思考[A]. 山东测绘学会. 加强“数字区域”建设,提高测绘保障能力[C]. 济南:山东省地图出版社,2004.

## Study on Utilization and Management of Geological Mineral Datas Assets

CUI Guo - jun , PAN Bao - yu , LI Hong - wei , WEN Xiang - dong

( Shandong Geological Mapping Institute , Shandong Jinan 250011 , China )

**Abstract :**At present , most data assets and information resource are dispersed in administrative departments , institutions and large - scale enterprises. Due to barrier between different departments and different standards , resources can not be shared. Thus , distributed data management and information sharing platform needs to be set up to realize information exchange and seamless link. Thus , detached island of information can be dispelled effectively , and value of data assets can be improved , which will provide quick , suitable and reliable datas and information guarantee for economic construction and social development.

**Key word :**Geological minerals ; data assets ; information sharing ; management platform ; developement and utilization

(上接第 49 页)

## Application of GPS9800 in Landform Controlling Net in Changqing City of Jinan City

SUN Ya - ting<sup>1</sup> , ZHAO Wen - sheng<sup>2</sup> , GONG Xia<sup>2</sup>

(1. Shandong Exploration and Mapping Institute of Building Materials , Shandong Jinan 250100 , China ; 2. Ta'an Engineering Section of City Planning , Shandong Ta'an 271000 , China)

**Abstract :**SOUTH GPS9800 is applied in landform mapping controlling net to conduct datas in Changqing economic developing area of Jinan city. By applying GPS technology , three dimensional coordinates and geodetic altitude are measured accurately. Through fourth class altitude , normal altitude of this spot is measured , then abnormal value of this spot is determined. Thus , if GPS spots can be laid as many as possible , through the already gained abnormal value of altitude , normal value of controlling spots can be determined more accurately.

**Key words :**SOUTH GPS9800 ; GPS controlling net ; abnormal value of altitude ; GPS level ; Changqing district of Jinan city