

拓普康 HiPerPRO GPS 接收机及其在水利工程测量中的应用

杨登俊¹, 陈 斌¹, 郭 军¹, 陈星辰²

(1. 江苏省三河闸管理处, 江苏 洪泽 223100; 2. 徐州工程学院机电工程学院, 江苏 徐州 221008)

摘要 介绍了全球定位系统的组成与基本原理, 以及拓普康 HiPerPRO GPS 接收机具有一体化、双星双频、性价比好、定位精度高、速度快、可靠性好、操作方便等特点和优势。通过其在南京市三汊河河口闸工程水下地形测量中的具体应用, 进一步阐述了它在水利工程测量中的推广使用价值。

关键词 全球定位系统 拓普康 HiPerPRO 三汊河口闸

中图分类号 TP39 **文献标识码** B **文章编号** 1006-7647(2008)S1-0159-03

1 GPS 的组成与基本原理

1.1 GPS 的组成

GPS 一般由 3 个独立的部分组成: ①空间部分。根据系统的设计要求主要由多颗工作卫星和数颗备用卫星组成。②地面支撑系统。一般由 1 个主控站和数个注入站及监测站组成。③用户设备部分。主要是接收近 2 万 km 高空 GPS 卫星发射的信号, 以获得必要的导航和定位信息, 经数据处理, 完成导航和定位工作。由主机、天线和电源等组成。

1.2 GPS 定位原理

GPS 定位的基本原理是根据高速运动的卫星瞬间位置作为已知的起算数据, 采用空间距离后方交会的方法确定待测点的位置。如图 1 所示, 假设 t 时刻在地面待测点上安置 GPS 接收机, 可以测定 GPS 信号到达接收机的时间 Δt , 再加上接收机所接收到的卫星星历等其他数据可以确定以下 4 个方程式:

$$[(x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 + (z_1 - z)^2]^{1/2} + c(\Delta t_1 - \Delta t_0) = d_1 \tag{1}$$
$$[(x_2 - x)^2 + (y_2 - y)^2 + (z_2 - z)^2]^{1/2} + c(\Delta t_2 - \Delta t_0) = d_2 \tag{2}$$
$$[(x_3 - x)^2 + (y_3 - y)^2 + (z_3 - z)^2]^{1/2} + c(\Delta t_3 - \Delta t_0) = d_3 \tag{3}$$
$$[(x_4 - x)^2 + (y_4 - y)^2 + (z_4 - z)^2]^{1/2} + c(\Delta t_4 - \Delta t_0) = d_4 \tag{4}$$

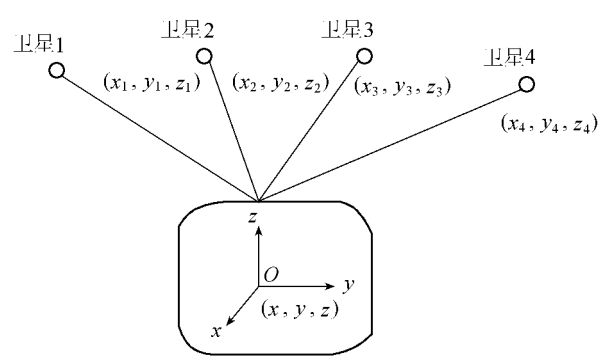


图 1 GPS 定位原理

式中: Δt_0 为接收机的钟差; d_1, d_2, d_3, d_4 分别为卫星 1、卫星 2、卫星 3、卫星 4 到接收机之间的距离; $\Delta t_1, \Delta t_2, \Delta t_3, \Delta t_4$ 分别为卫星 1、卫星 2、卫星 3、卫星 4 的信号到达接收机所经历的时间; c 为 GPS 信号的传播速度(即光速)。

由方程(1)~(4)即可解出待测点的坐标 x, y, z 和 Δt_0 。

1.3 DGPS 原理

DGPS 原理就是为得到更高的定位精度采用的差分 GPS 技术。将一台 GPS 接收机安置在基准站上进行观测, 根据基准站已知精密坐标计算出基准站到卫星的距离改正数, 并由基准站实时将这一数据发送出去, 用户流动接收机在进行 GPS 观测的同时接收到基准站发出的改正数, 并对其定位结果进行改正, 从而提高定位精度。

1.3.1 伪距差分原理

伪距差分是应用最广的一种差分。在基准站上

观测所有卫星,根据基准站已知坐标和各卫星的坐标求出每颗卫星每一时刻到基准站的真实距离,再与测得的伪距比较,得出伪距改正数,并将其传输至用户接收机,提高定位精度。

1.3.2 载波相位差分原理

载波相位差分技术是实时处理 2 个测站载波相位观测量的差分方法,即将基准站采集的载波相位发给用户接收机进行求差解算坐标。载波相位差分比伪距差分有更高的定位精度,一般可使定位精度达到厘米甚至毫米级,大量应用于需要高精度动态位置的领域。

2 拓普康 HiPerPRO GPS 接收机

拓普康 HiPerPRO GPS 接收机是美国和日本共同研发的一款高精度全球定位接收机,它具有体积小、重量轻、价格合理的特点。

2.1 主要特点

2.1.1 全内置一体化

拓普康 HiPerPRO GPS 接收机是一体机设备,机内集成了主机、天线、锂电池、电台,野外运输和作业十分方便,手簿和主机通过蓝牙连接更加可靠便捷。

2.1.2 双频双星

该机有 40 个通道与空间星座联系,同时采用 L1C/A 码、P 码和载波;L2P 码和载波 2 个频道工作;该接收机还可以同时接收 GLONAS 卫星系统信号,定位更准更快。

2.2 主要技术指标

该机静态平面定位精度为 $3\text{ mm} + 1\text{ ppm}$,RTK 平面定位精度为 $5\text{ mm} + 1.5\text{ ppm}$,高程定位精度为 $10\text{ mm} + 1.5\text{ ppm}$

2.3 主要优势

2.3.1 可靠性好

用卫星系统进行测量定位,其观测结果的可靠性主要决定于用于定位计算的卫星颗数。由于 HiPerPRO GPS 接收机不仅使用 GPS 卫星,而且使用了 GLONASS 卫星,卫星的数量比 GPS 单星系统多了 1 倍,因此大大提高了观测结果的可靠性。更为重要的是,当部分 GPS 卫星发生故障或 GPS 区域关闭的时候,许多 GPS 单星系统无法工作,但由于还有 GLONASS 系统,因此 HiPerPRO GPS 接收机还可以照常工作。

2.3.2 精度高

观测的卫星个数越多,原始观测数据也越多,观测的精度也越高,拓普康 HiPerPRO GPS 接收机不仅可以接收 GPS 信号,而且也接收 GLONASS 信号,观测精度高于纯 GPS 接收机系统。

2.3.3 定位速度快

在实际应用中,GPS 测量所需要的观测时间取决于求解载波相位整周模糊度所需要的时间。观测时间越长或可观测到的卫星数越多,用于求解载波相位整周模糊度的数据就越多,求解结果的可靠性也就越好。为了提高生产效率,常使用快速定位、实时动态测量(RTK)或后处理动态测量。但要满足一定的精度要求,就必须正确求解载波相位整周模糊度。由于 HiPerPRO GPS 接收机可观测到的卫星数多,求解载波相位整周模糊度所需要的观测时间就短。

2.3.4 性价比高

由于 HiPerPRO GPS 接收机具有全内置一体化、双频双星等特点以及可靠性好、精度高、定位速度快等优势,因此性价比极高。

3 工程应用

3.1 三汊河河口闸工程概况

三汊河河口闸工程位于南京市秦淮河东支流三汊河口入长江处,是秦淮河综合整治的关键项目,主要功能是汛期提高南京市的防洪能力,非汛期抬高外秦淮河水位,改善城市河道景观,并引石臼湖水、长江水改善秦淮河水质。该工程不但关系到南京市的防洪安全,同时与南京市的生态环境及城市景观的整体整治密切相关,因此确保河口闸工程的安全运行事关重大。

然而三汊河河口闸工程闸基主要为深厚淤泥质粉质黏土,土层性状差,地基承载力明显不足,抗剪强度低,水平抗滑能力极差,经计算,上下游及边坡抗滑稳定大部分不满足规范要求,施工期虽然进行了特殊处理,但三汊河口闸最大挡水水头达 5.42 m,单孔闸承受的水平推力达到 8 000 kN 以上。因此在监测闸室的浅层抗滑稳定性的同时,还必须进行上下游河床冲淤的监测,以便及时发现工程可能存在的问题,采取必要的措施确保工程安全,为此 2007 年 5 月 9 日笔者对三汊河河口闸上下游冲淤断面与水下地形进行首次测量。

3.2 测量方法与步骤

3.2.1 测量方法

根据三汊河河口闸的具体情况,陆上采用拓普康 HiPerPRO GPS 接收机施测定位,水下冲淤断面采用 GPS 加测深仪的方法施测与定位。

3.2.2 测量步骤

用 GPS 静态方法引测 3 个控制点,分别是 1-1,2-1,BM3,采用南京市地方坐标系,深设基站并采集 3 个控制点的 84 坐标,实施坐标转换后用 RTK 方

式采点,由于设备为全一体化蓝牙连接,因此操作十分方便。为了检验 RTK 测量精度,对控制点进行了检测,结果如表 1 所示。同时对高程检测的结果也进行了比较:1-1 控制点高程为 11.259 m,RTK 测量结果为 11.250 m,偏差为 -0.009 m。

表 1 RTK 测量精度检测

检测 点名	控制成果		RTK 测量结果		东向 差/m	北向 差/m
	东向坐标	北向坐标	东向坐标	北向坐标		
I-1	150 316.334	124 821.691	150 316.341	124 821.690	0.007	-0.001

由此可见 RTK 测量精度完全能满足地形测量要求。

3.2.3 水下部分测量

水下部分测量采用中海达-16 测深仪测量水深,平面坐标由 GPS 定位,河底高程用 GPS 测得的高程减去水深求得。

为了检验测深仪测深精度,对水深也进行了检测,结果如表 2 所示。

表 2 测深仪测量精度检测

编号	测深仪水深/m	测深锤水深/m	差值/m
1	1.34	1.32	0.02
2	1.56	1.58	-0.02

由表 2 可知测深仪测深精度完全能满足地形测量要求。

3.3 测量中出现问题的处理

在基站设置成功后,立即开始进行点测量,但流

(上接第 63 页)

从硬化试件的破坏断面观察,各种品种的钢纤维分布均良好,因为在混凝土喷射过程中,出现的结团部分被人工剔除了。

4 结 论

不同品种的钢纤维将影响钢纤维喷射混凝土的拌和物及硬化性能,在选用时需要考虑其综合性能,笔者通过室内湿喷射试验,得到以下结论:

- a. 编号 G5 和 G2 的钢纤维长径比稍大,G2,G3,G4 和 G5 的钢纤维抗拉强度满足 YB/T151—1999 规定的 1000 级。
- b. 泵送喷射时是否结团堵管是衡量钢纤维优劣的主要指标,掺 G2 和 G4 钢纤维的混凝土,喷射过程中有结团现象,可能是因长径比较大造成的,掺钢纤维 G1,G3 和 G5 的混凝土拌和物性能优良,G5 的长径比虽最大,但利用‘二次分散’的原理,保证了在混凝土中的均匀性。
- c. 分析钢纤维喷射混凝土硬化性能试验结果,

动站却收不到基站信号,使测量无法进行。将基站流动站重启后,问题未能解决,为此又对系统清星历仍无效。这是因为在手簿连接到基站的情况下,如果立即进行点测量,会导致设置好的基站重置为流动站模式,以致基站电台不发射。

3.4 内业资料整编

该次地形测量所测的成果全部由南方 CASS 成图系统处理,该系统能将所测成果直观地显示在电脑屏幕上,随时编辑、检查、修改、校核,其图式符号符合国家规范,并可自行定义,既提高了成图速度,又提高了测图的准确性和真实性,成图比例尺为 1:500。在系统智能化成图的基础上,经人工按 1996 年版图式进行整饰,形成 AUTOCAD R14 版本下的 DWG 文件。

4 结 语

该次测量的所有内、外业资料及成图,经技术负责人全面审核后,组织进行了质量评定,认为此次测量的外业操作及所有内业资料整理均符合有关规范规定。

拓普康 HiPerPRO GPS 接收机的卓越性能,为水利工程观测带来巨大的效益。江苏省水利工程众多,根据工程规范管理的要求和防汛及水利建设、规划等的需要随时需进行地形和冲淤测量,因此应大力推广应用。

(收稿日期 2007-06-15 编辑 方宇彤)

掺 G3 和 G5 钢纤维的混凝土强度及弯曲韧度性能较好,总体性能略优。由于混凝土喷射过程中人工剔除了结团部分,钢纤维在硬化试件中均分布良好。

参考文献:

[1] 段福荣,皮奇志,欧建广,等. 钢纤维喷混凝土在引水隧洞永久支护中的应用[J]. 人民长江,2007,5(38): 45-51.
[2] 国家电力公司成都勘测设计研究院. 佳密克丝钢纤维喷混凝土及其在二滩水电站工程中的应用[R]. 成都: 国家电力公司成都勘测设计研究院,1999.
[3] 赵家声. C30 钢纤维喷射混凝土的配合比设计[J]. 云南水力发电,2004,20(1): 62-75.
[4] 张云升,孙伟,秦鸿根,等. 基体强度和纤维外形对混凝土抗剪强度的影响[J]. 武汉理工大学学报,2005,27(1): 36-39.
[5] 高丹盈,刘建秀. 钢纤维混凝土基本理论[M]. 北京: 科学技术文献出版社,1994.
[6] 白晓光. 钢纤维混凝土施工质量控制[J]. 施工技术,2007,36(S): 337-339.

(收稿日期 2008-01-18 编辑 方宇彤)