

Application of GPS PPK Technology in Marine Surveying and Mapping

Wei Wang

Shanghai Investigation, Design&Research Institute Co., Ltd., Shanghai, 200434, China

Abstract

Through expounding the principle of GPS PPK technology and analyzing the precision comparison between PPK and VRS, PPK technology and sounder are combined in actual marine surveying and mapping, which avoids the limitation of signal range of data link acceptance, not only fully ensures the requirement of surveying accuracy, but also arranges marine surveying and mapping more freely and flexibly, and solves the task that RTK technology can not complete.

Keywords

GPS PPK technology; marine surveying; VRS technology

GPS PPK 技术在海洋测绘的应用

王伟

上海勘测设计研究院有限公司, 中国·上海 200434

摘要

论文通过对 GPSPPK 技术原理的阐述, 经过实验分析 PPK 与 VRS 的精度对比, 在实际海洋测绘中将 PPK 技术与测深仪结合起来加以应用, 规避了 RTK 技术由于数据链接受信号范围的限制, 不仅充分保证测量精度需求, 也能更加自由、灵活地安排海洋测绘, 解决 RTK 技术无法完成的任务。

关键词

GPS PPK 技术; 海洋测量; VRS 技术

1 引言

GPS 技术在当今社会已得到广泛应用, 其中 RTK (Real Time Kinematic) 载波相位实时差分技术以其实时、高效、高精度等特点在 GPS 动态定位方面优势明显, 其技术发展亦日趋成熟, 在工程测量等方面的应用相当普遍。但是 RTK 技术作业半径在 15km, 当测区范围太大或是海洋测绘中测区离岸太远, 受到距离限制, 作业流动站很难或者不能收到 RTK 基站电台发射的信号^[1]。

针对远距离测量需要, GPS PPK 技术正好能弥补 RTK 技术的不足。PPK 技术是一种利用载波相位观测值进行事后处理的动态相对定位技术。由于该项技术是进行事后处理, 因此用户无需匹配数据通讯链, 也无需考虑流动站能否接收

基准站播发的无线电信号等问题, 观测更为方便、自由, 适合用于无需实时获得定位结果的应用领域。

2 PPK 技术作业原理

RTK 技术由基准站和流动站组成, 基准站接收卫星发射来的数据链信息, 将其观测值与测站坐标信息一同发给流动站, 流动站同时接收基准站数据与卫星数据, 在其系统内组成差分观测数据进行实时处理, 得到实时高精度坐标。随着 GPS 技术的发展, 利用多基站网络 RTK 技术建立的连续运行卫星定位服务综合系统 (Continuous Operational Reference System, CORS) 也已在多省市建立, 该系统由基准站网、数据处理中心、数据传输系统、定位导航数据播发系统、用户应用系统五个部分组成, 用户不需要架设基站, 只需要登录 CORS 账号, 就可以用流动站接收基准站信号和卫星数据, 从而得到实时三维坐标, 不仅能保证精度, 还能使用的更加

【作者简介】王伟 (1991-), 男, 本科学历, 主要从事海洋测量、工程测量研究。

灵活、方便^[2]。

PPK 技术的工作原理是利用一台进行同步观测的基准站接收机和至少一台流动站接收机,对 GPS 卫星进行同步观测,只需把 GPS 的原始数据记录下来,无需在站间进行实时数据通讯,事后利用原始记录数据、基准站的已知坐标和 IGS 提供的精密星历,解算出基准站的相位改正数^[3]。

PPK 在基准站和流动站之间,不必像 RTK 那样建立实时数据传输,而是在定位观测后,对两台 GPS 接收机所采集的定位数据进行事后的联合处理,从而计算出流动站在对应时间上的坐标位置,其基准站和流动站之间的距离没有严格的限制。由于 PPK 可以事后利用 IGS 提供的精密星历进行数据后处理,因此大大提高了其精度和作业范围。但是,PPK 无法现场确定点位的实际平面坐标,为了确保 PPK 作业模式的准确性和整周模糊度的准确解算,PPK 流动站需要进行不低于 5min 的初始化测量^[4]。

3 试验检验

PPK 理论精度在 80km 范围内平面精度能达到 5cm,高程精度也在 10cm 之内,为检验 PPK 技术精度的可靠性,进行了实地试验来验证,通过对比 PPK 测量数据与 VRS 测量数据,得到对比结果^[5]。

在上海范围内选定距离超过 80km 的两个地方,长兴岛和青浦,在长兴岛选取 2 个点 C、D,在青浦任选 2 个点 A、B,均采用 VRS 测量,采集其三维坐标(成果为上海平面坐标系,上海吴淞高程基准)。再以 A 为 PPK 基站,B、C、D 为 PPK 流动站,分别测量 1 小时左右,通过 TBC 解算得到测量数据。对比结果如表 1 所示。

对比结果可以得到 PPK 测量精度有较高的可靠性。

4 工程实例

笔者参与了一个在中国沿海某一风电项目,由于测区离岸上控制点较远,GPS RTK 技术的覆盖范围已不能满足测量要求,采用 GPS PPK 的技术进行水下地形测量。

4.1 采集方法

本次测量平面和高程数据采集时,参考站的点位、参考站的设置、转换参数的应用、流动站作业均符合规定。

4.1.1 参考站点位的选择

(1) 两台 PPK 参考站架设在两个已知点上,无高度角超过 15° 的障碍物和强烈干扰接收卫星信号或反射卫星信号的物体。

(2) 测量时分别在两个已知站点上安置参考站,相互独立以保证基准站数据的完整连续性和对流动站数据的检校。

4.1.2 参考站的设置

(1) 接收机天线精确对中、整平。每次对中误差均不大于 5mm;天线高的量取精确至 1mm。

(2) 正确连接电源电缆,配备连续不间断电源。

(3) 正确输入参考站的相关数据,包括点名、坐标、高程、天线高、基准参数、坐标高程转换参数等。

4.1.3 流动站的作业

(1) 流动站作业时有效卫星数不少于 5 个,PDOP 值小于 6,采用固定解成果。

(2) 测量模式选择 PPK,基准参数、转换参数设置均与参考站相一致。

(3) 流动站的初始化时间为 5 分钟,初始化完成后再进行测量。作业中,如出现卫星信号失锁,重新初始化后才能继续作业。

4.2 数据处理

当天测量结束,及时将数据导出,保存并备份,编辑成图软件采用 TBC 后处理软件、南方 cass7.0 及相关专业软件。

(1) 对野外采集的定位及测深数据下载、分类、计算、整合、改正(吃水、声速、动态吃水等),生成任务书要求的平面高程数据并按天或按次存储。

(2) 结合检查线数据进行水深测量结果的合理性检查及精度检查,剔除错误的水深点,根据检查情况布置重测、补测方案。

表 1 PPK 测量数据与 VRS 测量数据精度对比(单位:m)

点名	PPK 测量值			VRS 测量值			对比		
	X	Y	H	x	y	h	dx	dy	dh
B	-21364.520	-54066.194	1.659	-21364.529	-54066.187	1.644	0.009	-0.007	0.015
C	20925.340	24169.534	10.201	20925.382	24169.512	10.168	-0.042	0.022	0.033
D	23064.482	21383.254	8.252	23064.465	21383.226	8.211	0.017	0.028	0.041

根据《海洋工程地形测量规范》，以2倍中误差为观测值的限差要求，本项目测区水深 ≤ 20m，深度检查较差的限差为0.4m。提取检查线与主测线相交处图上1mm内数据进行深度比对，本次测量共检查636对点，比对结果如图1、表2所示。

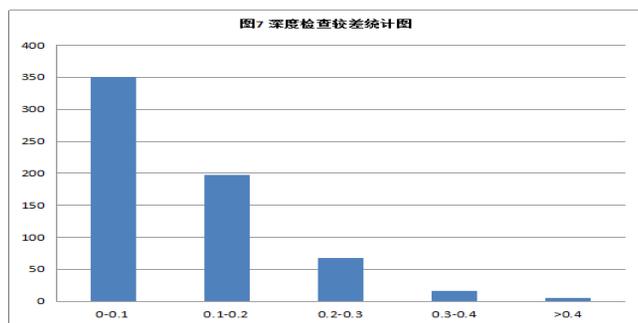


图1 深度检查较差统计表

表2 主测线和检测线重合点水深值比对统计表

0 ~ 0.1(m)	0.1 ~ 0.2(m)	0.2 ~ 0.3(m)	0.3 ~ 0.4(m)	> 0.4(m)
350个	197个	68个	16个	5个
经检测，合限点个数占总点数99.2%，0m < H ≤ 20m 水深中误差为0.14m。				

水深中误差采用观测值的改正数计算，计算公式为：

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_i^2}{n}}$$

式中： v_i —主测线水深与检查线水深差值； n —检查点个数。

将处理无误的数据导入南方cass7.0地形成图软件系统，得到如下所示地形图。利用Bentley软件得到风场址现状图，如图2所示。

5 结语

在受到无线电信号受到距离限制的情况下，利用GPS PPK技术可以很好地弥补GPS RTK技术的不足，使用GPS

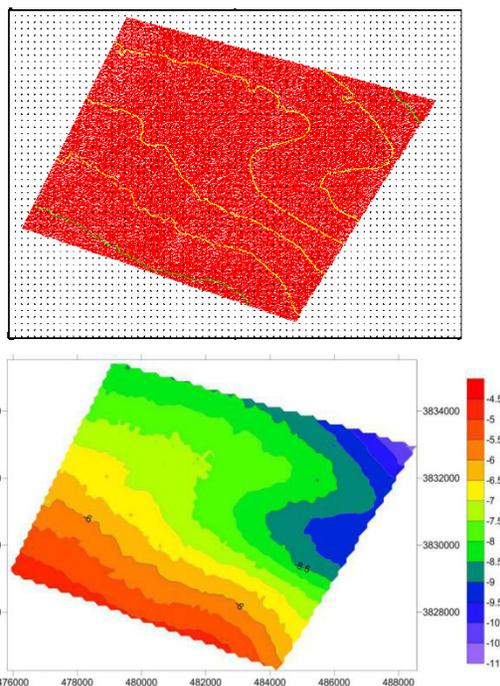


图2 风场址现状图

PPK技术也能得到较高精度的测量数据，且布设范围更广，基站选择更加灵活，未来有相当好的发展和应用前景。

参考文献

- [1] 汪连贺. 基于GPS PPK技术的远距离高精度验潮方法研究[J]. 海洋测绘, 2014(04):24-27.
- [2] 洪日贵. 基于CORS的PPK技术在外业测量中的应用[J]. 现代测绘, 2012(05):57-58.
- [3] 万凌翔. GPS PPK结合测深仪在水下地形测量中的应用[J]. 水利技术监督, 2016(01):93-95.
- [4] 赵建虎, 王胜平, 张红梅, 等. 基于GPS PPK/PPP的长距离潮位测量[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2008(09):910-913.
- [5] 李哲, 高立, 乔辉. GPS PPK技术在测量外业中的应用探讨[J]. 测绘与空间地理信息, 2012(04):128-134.