

GPS-RTK 技术在河道测量中的应用

侯 煜, 廖 月, 闫耀辉

(江苏省泰州引江河管理处, 江苏 泰州 225321)

摘要: 随着 GPS-RTK 技术的快速发展, 它在测量工作特别是河道测量中的应用越来越广泛。从 GPS-RTK 技术的配置组成、技术特点及数据处理等方面进行阐述, 着重介绍了 GPS-RTK 技术在河道测量实际应用中的优越性和适用性。

关键词: GPS-RTK 技术; 河道测量; 应用

中图分类号: TV22

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839 (2018) 05-0066-03

Application of GPS-RTK technology in river course measurement

HOU Yu, LIAO Yue, LV Yaohui

(Taizhou Linking River Management Division of Jiangsu Province, Taizhou 225321, Jiangsu)

Abstract: With the rapid development of GPS-RTK technology, it is becoming more and more widely used in measurement, especially in river course measurement. The configuration, technical characteristics and data processing of GPS-RTK technology were expounded, and focused on the superiority and applicability of GPS-RTK technology in the practical application of river course measurement.

Key words: GPS-RTK technology; river course measurement; application

1 概述

随着社会经济的不断发展, 河道开发及利用的多元化, 河道地形测量在河道建设前期设计、施工及后期的养护方面就愈加显得重要。河道地形测量提供的断面图及水下地形图不仅可以作为水利建设部门河道设计及施工的依据, 还可以作为水利管理部门日常监测河道变化的重要资料来源, 可以有效监测河床处于淤积、冲刷还是正常状态。因此, 正确的断面图及水下地形图就显得十分重要, 而传统的河道测量技术无法应对愈加复杂的河道环境, 此时依靠高精度 GPS 定位及回声测深技术的 GPS-RTK 技术应运而生, 符合了社会的发展, 从而广泛运用于河道测量之中。

2 GPS-RTK 技术特点

2.1 GPS-RTK 的组成

RTK 系统主要由一个基准站、移动站及无线电通讯系统组成。基准站包括 GPS 接收机及接收天线、无线电数据链电台及发射天线、直流电源; 流动站包括 GPS 接收机及接收天线、无线电数据链接收机及天线、电子控制手簿等部分^[1]。

2.2 GPS-RTK 的定位原理

RTK (即 Real-Time Kinematic) 技术的全称是实时动态载波相位差分技术, 与 GPS 技术相结合可以为测点提供准确的三维坐标, 并达到厘米级精度^[2]。在 GPS-RTK 的工作中, 基准站和流动站的 GPS 接收机同时接收 GPS 卫星数据。基准站

收稿日期: 2017-12-05

作者简介: 侯煜 (1992-), 男, 本科, 主要从事水利测量、观测工作。

将自身的一些基本信息(包括基准站坐标及天线高)和载波观测信号通过数据链传递给移动站;移动站在完成初始设置后,把接收到的基准站的信号与自身的载波观测信号传递给控制器进行实时差分处理,在进行坐标及高程参数转换之后,就可以得到移动站的三维坐标(工作原理图详见图1)。



图1 GPS-RTK 工作原理图

2.3 GPS-RTK 的技术优点

GPS-RTK 作为新出现的测量技术,与传统的测量方法相比具有无可比拟的优点:

(1)定位准确,数据安全可靠。一般而言,只要能够达到GPS-RTK的技术要求,在规定的作业半径内,RTK的平面和高程精度就能达到厘米级。

(2)降低了作业条件的要求,适应各种复杂的地形及气候。GPS-RTK只需要“电磁波通视”即可观测,无需2个测站之间达到光学通视,天气及能见度的变化对观测的结果不会有较大的影响;同时各站的观测值相互独立,误差不会累积,有效降低了在复杂地形环境下测量结果受到误差累积的影响。

(3)可全天候作业,且大大提高了野外工作效率。只要在测点能够接收到GPS卫星信号,就可以持续测量,不受环境的影响;GPS-RTK技术在一般的环境下,几秒钟就可以得到坐标数据,大大减少了传统测量所需要的控制点数量及移站次数,降低了测量强度,提高了工作效率。

(4)操作简便,自动化、集成化程度高。GPS-RTK技术既可以在室内,也可以在野外进行测量,只需要将仪器整平架设好,就可以利用软件控制系统自动进行测绘,减少了可能存在的人为误差,提高了作业的精度。

3 在河道断面测量中的应用

3.1 GPS-RTK 仪器设置

3.1.1 基准站设置

由于GPS-RTK作业半径(电台发射距离详见式(1))在10 km范围内才能保证良好的测量精度,根据需要选定一次的架站地点就能辐射整个测区。同时由于GPS-RTK信号容易受到建筑物的阻挡及电磁辐射的干扰,所以对于架站地点也有一定要求:包括位置要空旷,远离高大的建筑物;避开一些信号塔等辐射较强的区域,保证测量时信号稳定,才能得到正确的测量数据。在选定好位置后,开始架设基准站,安置好GPS接收机后,配置正确的参数。由于基准站需要通过数据链来向流动站进行实时数据传输,对传输数据进行正确编码和同步检错,所以仪器都需要设置为9600的波特率,来保证数据传输的畅通。

电台的发射距离(半径) $=4.24 \times (\sqrt{H_1} + \sqrt{H_2})$ (1)
式中:

H_1 —电台天线高;

H_2 —流动站天线高。

3.1.2 移动站设置

在流动站上安置GPS接收机进入运行状态后,会收到来自基准站电台发射的信号,这时移动站就可以进入正常的测量状态。打开控制手簿,新建工程,对所有工程信息进行如实填写。

(1) 坐标系统及高程系统的确定

结合已知点的BJ54坐标与现场GPS采集的WGS-84经纬度坐标,在控制手簿上进行坐标转换参数计算,利用3个以上的控制点计算即可得出布尔莎七参数。再与已知点的坐标进行比对,如符合精度要求,输入参数后,GPS-RTK控制器即可测出定位点的独立坐标;如不符合,则需重新计算。

(2) 中央子午线的确定

依据建立独立坐标系统的要求,选用任意高斯三度带投影建立坐标,中央子午线经度选择为 120° 。

(3) 流动站的测量

待坐标系统与中央子午线都确定,移动站定位后是固定解,即可对测区进行局部和河道断面等测量工作。

3.2 实际运用

河道断面测量是河道测量的主要内容,包括横断面和纵断面测量。主要进行的就是横断面测量,横断面是指河槽中垂直于水流的断面称为该处河流的横断面。它的下限为河床,上限为水面,两侧为护坡和堤防^[3]。在外业测量中将岸上及水下部分分开进行测量,在内业处理时将两部分数据合并处理,就可以得到完整的横断面图及水下地形图,下面以南方 CASS 处理软件为例。

3.2.1 岸上测量

在基准站和流动站都设置完成后,即可进行岸上的断面桩测量。一般需要两人,一人操作移动站,一人操作控制手簿。在放置移动站时,要保证在水准气泡居中及测杆对中情况下的几秒钟时间完成测量,获得该点的正确坐标,保存到手簿中。依此类推,即可得到岸上断面桩的坐标信息。

3.2.2 水下地形测量

在进行水下地形测量时,在完成基准站和移动站设置后,还要配合测深仪使用,移动站 GPS 天线与测深仪相连接。即 GPS-RTK 技术获得测点的坐标,测深仪获得测点的水深数据,通过南方 CASS 软件处理即可同时记录测点的坐标及水深数据,就可以获得较为准确的河道数据。

在 GPS 天线与测深仪相连接之后,需对测深仪进行参数设置,包括 GPS 天线高设置、测量参数设置、断面线导入及校正参数等。在测深仪设置完毕, GPS 对测量船进行定位后,可以先进行试测,随机选取几个点用测深仪进行测量,同时用传统的测杆进行测量,相互比较。如若误差不大,就可以继续测量;若误差较大,就需要重新校正测深仪参数。试测合格后就可以按着 GPS 的指导沿着断面线进行测量,高程点按照间隔 1 m 进行采集。但由于测深仪安装在船只上,易受到风浪和水流的作用,船只很难完全按照设计断面线笔直行走,实际上船只的航迹分布在断面线的两侧。当偏差不大且在规定范围内时,可选用这些测点作为数据;如果航迹偏差过大,则要重新测量。对于水面较宽水深较深的河流使用测深仪较为方便,而对于水深较浅及靠近岸边的河段,使用测杆、测绳及测锤等方法可以更为安全便捷地获得水深数据,再利用 GPS-RTK 技术即可获得测点的坐标信息,最终即可获得测点的水底高程^[4]。综上所述,可以发现结合使用测深仪、测杆、测绳及测锤等测深工具,能够适应各种河道环境进行测

深,再加上同样适应力强的 GPS-RTK 技术,就可以较为容易地测量各种复杂环境下的河道。

3.2.3 数据处理

在完成外业测量后,将岸上数据导入水下数据中,整个数据才算完整。将测量数据导入南方 CASS 水深处理软件中,每隔 5 m 取样,调整异常点后生成 HTT 格式文件。再通过格式转换将数据从 *.HTT 格式转换成 *.CASS 格式,此格式就可以被南方 CASS7.1 软件使用。

(1) 断面图绘制

断面图绘制步骤:①将 *.CASS 格式的数据导入南方 CASS7.1 地形图绘图软件中;②用复合线定河道中心线,在工具栏分别选中:工程应用——由纵断面生成——新建——根据实际情况修改间距和左右距离,形成新的里程文件;③选中河道中心线,在工具栏中选择:工程应用——由纵断面生成,将中心线插值间距改成 10 m,生成里程文件;④在工具栏中选择:工程应用——断面法土方计算——任意断面——选保存的里程文件,将比例选为横向 1:1000、纵向 1:200,以河长为横坐标,高程为纵坐标即可画出断面图。

(2) 水下地形图绘制

先将 *.CASS 格式的数据导入南方 CASS7.1 地形图绘图软件中,可以根据图面高程点建立 DTM,也可以通过图面数据建立 DTM;再绘制等高线,将外业测量不需要参加高程建模的三角网删除;然后根据实际地形情况手动对生成的等高线进行修改,保证与实际地形保持一致;最后画多条直线,沿直线高注记,将等高线标记清楚,同时再标注一些必要的工程信息,就可以得到完整的水下地形图。

4 质量影响因素及精度控制

GPS-RTK 技术在河道测量中有许多优点,但也存在不足之处:例如受电离层影响较大,卫星信号易受影响,设备数据传输中存在误差,精度和稳定性欠缺等问题,对测量结果有一定影响。

(1) 受电离层影响较大

由于白天中午时段受到很大的电离层干扰,共用卫星数目减少,使得移动站无法得到 RTK 固定解。为了减少电离层对测量工作的影响,应避开中午时段进行测量。

(下转第 72 页)

（上接第 68 页）

（2）卫星信号易受影响

随着通信技术的快速发展,大功率发射塔较多,辐射较强, GPS 信号易受到干扰,造成某些时刻测量区域无法被 GPS 卫星有效覆盖,而 GPS-RTK 技术需要有 4 颗 GPS 卫星才能准确定位,这就造成了测量精度受到了影响;流动站在有高大建筑物及树木遮挡的区域进行工作,卫星信号易被遮挡,流动站无法持续接收到信号,这就限制了测量工作的开展。

（3）设备数据传输中存在误差

数据在传输过程中受到障碍物的干扰,导致传输信号减弱,在很大程度上影响外业测量的精度和半径。为了实现较强的信号,要将基准站架在空旷及地势较高的地区。

（4）精度和稳定性问题

GPS 技术的运用存在大地高程转换和海拔高程精度不均匀的问题,而 RTK 的作业模式也会因为地区差异存在一定误差,特别是在一些山区、丘陵等地带。为了解决 GPS-RTK 技术精度和稳定性问题,可以通过布置多余控制点的方法来进行质量控制。

5 结语

GPS-RTK 技术是目前测量精度最好、最方便

快捷的河道测量技术之一,不但测量精度较高,还能快速获得测量点的三维坐标。GPS-RTK 技术的出现,大大降低了测量作业的工作强度,提高了工作效率,这些优点使得 GPS-RTK 技术在测量中的使用越来越广泛。虽然在实际的河道测量中,仍然存在 GPS 信号被干扰、精度及稳定性欠缺等问题,但随着各类新 GPS-RTK 测量仪器的出现,精度及稳定性的问题得到一定程度的解决;同时,随着中国的北斗导航系统的商业化开发,可以为测量工作提供定位服务, GPS-RTK 测量可以逐渐摆脱受限于 GPS 卫星的现状。总之, GPS-RTK 技术的日趋完善,使其在测量工作特别是河道测量中的应用会越来越广泛,所发挥的作用也将越来越重要。

参考文献:

- [1] 张述清,杨润书,朱明. GPS-RTK 技术在地籍测量中的应用研究[J]. 昆明理工大学学报(自然科学版), 2007, 32(2):4-6.
- [2] 朱云峰,杨福芹. 全站仪与 GPS 在河道断面测量中的应用[J]. 中国西部科技, 2010, 09(12):21-23.
- [3] 陈军,陈永良,胡晓芙. 浅谈河道断面测量及断面图的绘制[J]. 测绘与空间地理信息, 2013, 36(6):211-222.
- [4] 惠武权. GPS-RTK 技术在河道测量中的应用[J]. 中国水运, 2014, 14(1):318-319.