

GPS - RTK 无验潮测量技术在菊花岛供水工程中的应用

许大力

(辽宁省基础测绘院 辽宁 锦州 121003)

摘要: 简要介绍了 GPS - RTK 无验潮测量技术的原理,并通过在菊花岛供水工程海底地形测量中对该种技术的应用,总结了 GPS - RTK 无验潮测量技术的应用方法及该种技术相较于传统测量技术的优势与不足。

关键词: GPS - RTK; 无验潮测量技术; 数字测深

中图分类号: P228.4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672 - 5867(2012)02 - 0092 - 03

Application of GPS - RTK Tide - independent Measurement to Water Supply Project of Chrysanthemum Island

XU Da - li

(Liaoning Provincial Basic Surveying and Mapping Institute ,Jinzhou 121003 ,China)

Abstract: The paper introduces the principle of GPS - RTK tide - independent measurement. By applying this technology to the sea-floor topographic survey of water supply project of Chrysanthemum Island ,the paper also presents both the advantages and disadvantages of this technology

Key words: GPS - RTK; tide - independent measurement technology; digital measurement of depth

0 引言

GPS - RTK 与数字测深集成技术的发展,为实时获取水下 3 维信息和实现水下地形测绘自动化提供了条件。应用 GPS - RTK 与数字测深集成技术不但可以进行平面位置的精确定位,而且还可用来进行水面高程的实时确定。采用这种方法确定的水位基准高程精度较高,并较好地消除了波浪、水位涨落等因素对水底高程的影响,大大提高了工作效率,且自动化程度很高。

本次工程为菊花岛跨海供水管道工程,陆上入海点位于兴城市临海产业园,登陆点位于菊花岛金嘴子,海上管线路由长度约 7 km,需要进行跨线区域内的海底地形测量。经分析探讨决定采用 RTK 无验潮测量技术直接测量海底地貌。

1 GPS - RTK 数字测深集成技术的测量原理

GPS - RTK 数字测深集成技术主要分为两大类:无验潮方式和验潮方式。

1) 验潮方式

就是在测量船上由 RTK 实时测定平面位置,由测深仪同步测出此时的水深,再由岸上人员定期观察水位值,随后根据水位和水深的数据计算出每个测点的高程值。这种方式已经广泛应用于江河湖海水面的水深测量之中,并形成了成熟的操作模式。

2) 无验潮方式

就是在测量船上直接用 RTK 测出某点的 3 维坐标来,而不需要岸上人员观潮水位,减少了测量人员,提高了工效。它在水深测量中有着独特的优越性。其基本原理是利用 RTK 测得的 GPS 天线精确的 3 维坐标 (X, Y, H) ,其中 X, Y 确定定位点的平面位置,RTK 高程结合由测深仪同步测得的水深换算出同一平面位置上的水下泥面的高程或水深值,从而获得水下地形数据,如图 1 所示。

H_i : GPS 接收机测得的高程(水准高);

L : GPS 天线到换能器的高;

h : 测深仪测得的水底深度。

由此可得水底地面的高程:

$$H = H_i - L - h \quad (1)$$

不论水面由于潮水或者波浪影响是升是降,式(1)中的 H 始终是某一时刻实测的水底地面高程,它只和 RTK 测量

收稿日期:2011 - 09 - 08

作者简介:许大力(1973 -),男,辽宁锦州人,高级工程师,学士,主要从事专业测绘工作。

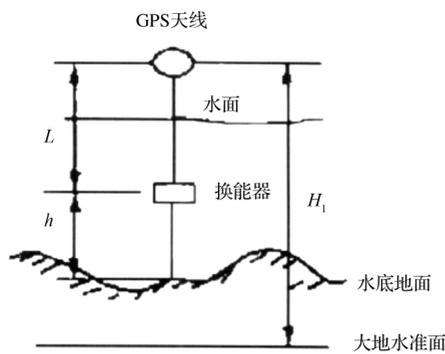


图1 数字测深原理

Fig.1 Principle of digital measurement of depth

高程值 H_1 和测深值 h 有关。因此从理论上讲, GPS-RTK 无验潮测深将消除波浪、潮位和动态吃水的影响, 是一种理想的水上测量方法。

2 菊花岛供水工程中的海底地形测量

本次工程位于辽宁省兴城市至菊花岛海域。按照技术设计书要求, 测量作业分3步来进行, 即测前的准备、外业的数据采集测量作业和数据的后处理形成成果输出。

2.1 测前准备

测前准备主要进行了下列工作: 基础控制测量、仪器设备成图软件准备及施测计划制定。

2.1.1 基础控制测量

按照技术设计要求在兴城和菊花岛两侧海岸上各布设2个基础控制点, 平面控制应用GPS施测, 高程采用四等水准要求联测。

兴城位于我国大陆一侧, 具有通过陆路联测国家高程基准的条件; 菊花岛与兴城隔海相望(跨海宽度6 km多), 岛上没有国家高程基准的已知点。为了使海域两侧的高程贯通, 结合目前的技术和项目的具体情况, 我们采用GPS静态测量技术, 直接测取海域两侧的大地高, 通过似大地水准面精化(重力修正)技术, 把兴城一侧的高程引导菊花岛一侧, 跨海之间的控制点的高差误差控制在20 cm之内。

2.1.2 仪器设备及成图软件准备

作业采用的仪器设备软件有: 南方测绘仪器公司生产的双频GPS-RTK灵锐S86接收机2台套, 其中1台作为岸台(基准站), 1台为船台(流动站); SDE-28D双频单波束数字化测深仪1台, 便携式计算机1台, 南方CASS 6.0成图软件1套。

SDE-28D测深仪为南方测绘仪器公司生产, 是集液晶显示器、工控板、测深板、数据处理器、机内存储单元、各种接口和输入输出设备于一体的工控型数字化测深仪。其主要性能指标见表1。

2.1.3 施测计划制定

1) 制定导航方法, 设置好坐标系、投影、转换参数及图定义。

2) 布设计划线: 计划线方向垂直于等深线总体方向, 计划线间隔30 m、数量14条、测点间隔6 m。

表1 SDE-28D型主要性能指标
Tab.1 Major indicators of SDE-28D

项目	性能指标
高频发射频率:	200 kHz
低频发射频率:	20 kHz 24 kHz 33 kHz
最大发射功率:	300 ~ 400 W
测深范围:	高频 0.3 ~ 600 m, 低频 0.8 ~ 2 000 m
测深精度:	高频精度 $\pm 1 \text{ cm} + 0.1\%$, 低频精度 $\pm 5 \text{ cm} + 0.1\%$
吃水调整范围:	0.0 ~ 9.9 m
分辨率:	1 cm
声速调整范围:	1 300 ~ 1 700 m/s
嵌入式工业控制	WINDOWS xp 操作平台
12寸触摸式液晶显示屏	分辨率 800 × 600

3) 检查线的布设: 检查线的方向尽量与主测线垂直, 分布均匀, 能普遍检查主测深线, 检查线的长度应占主测深线总长3% ~ 10%。

2.2 外业的数据采集

2.2.1 GPS-RTK 基准站架设

1) 在已知GPS控制点上架设岸站, 输入控制点坐标, 设置基准站参数;

2) 设立岸台后, 船台到附近的控制点进行检测, 以确保岸台坐标和各项参数输入正确。检测结果符合要求后, 方可进行GPS-RTK数据采集工作。

2.2.2 船上设备安装

1) 换能器安装部位选择在中部船舷旁边, 以减少行驶时船首推出的浪涌对探头的影响和干扰, 换能器放入水中的深度在连接杆长度允许的深度前提下, 尽可能放深一些, 大致在0.5 ~ 1.2 m范围内;

2) 测深杆一定要保持垂直, 要采取加固手段, 防止探头松脱掉入水中或者电缆线不慎扯断;

3) GPS天线安装在能换器安装杆的顶部。这样定位的坐标与测深的位置为同一位置。

2.2.3 外业数据采集

1) 将GPS接收机、换能器通过数据线与SDE-28D数字化测深仪相连;

2) 启动测深软件(如图2所示), 设置好测量参数、测深仪参数, 开始测量;

3) 在测深仪工控电脑内部运行《自由行》软件(如图3所示), 正确设置好坐标系统参数; 设置相关参数链接GPS接收机; 设置测深仪参数; 设置采集条件与采集方式; 进行偏移设置、GPS天线高设置、存储设置;

4) 进入到测量状态, 根据计划指导测量船的航行方向, 并同步采集记录测量数据, 这时《自由行》软件就会自

动按照指定的方式采集数据和存储数据(如图4所示)。

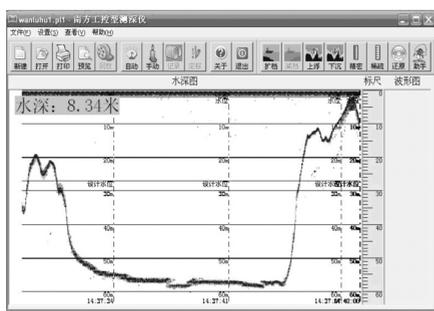


图2 SDE-28D测深软件运行界面
Fig.2 Operating interface of SDE-28D depth measurement software

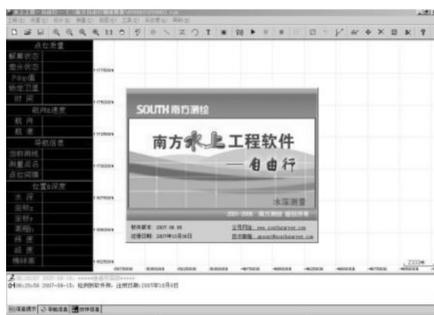


图3 自由行软件运行界面
Fig.3 Operating interface of South software

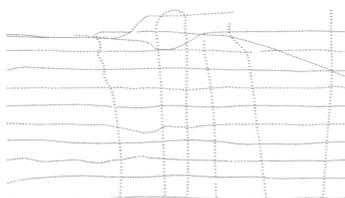


图4 部分航迹图
Fig.4 Part of tracking map

2.3 测量资料后处理

2.3.1 动态吃水和测深仪改正

根据施测数据建立动态吃水改正数和测深仪改正数表,深度必须要覆盖测区的最大和最小水深。

2.3.2 原始采集水深取样

采集水深取样的目的—是修改有问题的原始测量水深值;二是按设定的取样方式和取样间隔,取出需要的坐标和水深数据。

执行采集水深取样,打开原始水深文件,出现水深水位线,根据测量实际情况对原始数据进行编辑,以进行各类改正并剔除粗差。

2.3.3 异常水深数据的处理

通过吊测深锤施测,利用前后相关水深点的数据对比和测深记录图象做参考,来判断该数据是否异常,然后

对其决定是否处理。相关的异常处理可参照以上方法进行处理,如水中漂浮物、鱼群等都可用这样的方法处理,这种方法直观、简单。

2.4 质量检查

2.4.1 定位检查

水深测量开始前,在高级控制点上对GPS-RTK接收机进行了检验和比对。在平面精度与高程精度皆满足定位精度要求后,才开始进行测量。

2.4.2 水深检查

在测深工作前后,都利用比测板对测深仪测深数据进行比测工作,通过调整声速,以得到最佳测深效果。测量完成后,通过测深检查线进行检查,将测深检查线与主测深线相交处图上一定范围内水深点的深度进行比对,比对互差应满足各项精度要求。本次工程检查水深差值基本小于0.1 m。

2.5 水下地形图成图

水深数据处理结束后,进行数据的合并输出,利用南方CASS 6.0成图软件进行水下地形图编辑。

2.6 作业时应注意的问题

2.6.1 基础控制测量

布设基础控制点时要充分考虑到GPS-RTK的观测条件,选择地势高、较开阔、无电磁干扰的地点。

2.6.2 水深测量

1) 安装探头

在一般情况下,探头应吃水为50 cm以上,1~2 m浅水区可适当设吃水较浅一点。固定探头时应注意与平坦水底相垂直,保证在高船速时探头不出现大的松动,测深时应注意探头的保护,及时清理环绕在探头上方的塑料袋等杂物。

2) 正式测深

打开测深软件,观察模拟图像,应为较清晰的波形断面图,如有多条或较杂乱,可适当调低增益,加大信号门檻;航速不能太快,控制在5节(约2.5 m/s)以下;测量时,应不时观察其数据是否跳动正常(包括定位和水深数据),在超过一定深度测量时(大于15 m),如报错太多,则需调大增益,加大发射功率和打开发射脉冲。

3 结束语

与传统的水下地形测量相比,GPS-RTK无验潮测量技术具有如下优势。

1) 操作方便、自动化,作业效率高

数字测深仪与GPS-RTK通过数据线相连接,测深、定位、采集潮位高同步进行,自动存储。因此在外业数据采集后,无须等待验潮资料即可及时进行自动化数据处理和成图,成果整理快捷。

2) 测量精度高,数据安全可靠,没有误差积累

一方面GPS高程数据更新速度达10 Hz,每个水深点都对应精确的定位坐标和水位值,无须内插或外推整个
(下转第97页)

3 结束语

利用航测立体采集和 max script 脚本语言结合 1:500 地形图快速生成城市 3 维仿真模型具有较多的优势。

1) 由于所有的建(构)筑物模型都是基于 1:500 地形图和立体采集 3 维特征线构建起来的。能保证建(构)筑物模型的几何精度和精度,使得建(构)筑物模型具有水平方向和垂直方向的可量测性,为城市 3 维地形图的制作奠定了基础。

2) 数据处理速度快、效率高,比手工制作 3 维模型节省 80% 的时间,操作简单,提升 3 维模型制作效率。

3) 数据处理质量好,能减少误操作导致模型的错误,

数据检查效果好,达到建筑模型 100% 检查,避免遗漏。

参考文献:

- [1] 谭仁春. 三维城市模型的研究现状综述[J]. 城市勘测, 2007(3): 42-46.
- [2] 刘晓艳, 林琚, 张宏. 虚拟城市建设原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [3] 王华. 3ds MAXScript 脚本语言完全学习手册[M]. 北京: 兵器工业出版社, 2006.
- [4] [美] Kelly L. Murdock. 3ds MAX8 宝典[M]. 田玉敏, 沈金河(译). 北京: 人民邮电出版社, 2007.

[编辑: 胡 雪]

(上接第 91 页)

的高低。项目组对整合成果进行二级检查程序,主要质量控制点包括:原始专题数据整合全面性;专题图层的记录数目、属性是否与原始数据的一致性;空间定位的合理性;整合成果入库后的完整性。

4.6 脱密变形

专题数据库建成后,其数据将在专网、政务外网和因特网三种版本的省交换平台上发布,由于各类专题数据具有不同的保密需求,在对专题数据进行正式发布前,需要对专题数据成果进行脱密和空间变形处理,形成针对不同版本省交换平台的专题数据库。

4.7 成果归档

专题数据整合完成后,项目组须将收集到的专题数据原始数据、文档、纸质材料及专题数据成果形成清单,并与成果数据一并进行归档,其中专题数据成果包括未脱密变形、脱密后和脱密变形后三个版本的数据。

5 结束语

随着各地数字城市建设如火如荼地开展,专题数据库作为平台共享服务数据中进行共享交换的重要数据库,建设意义重大,只有建设完善专题库数据内容,并通过地理空间框架库和专题库等数据库的整合,形成完整的平台共享服务数据库,我们的数字城市公共平台才能更好为政府职能部门在城市发展规划、科学决策中提供地理信息服务,才能为公众提供全面的地图服务。

参考文献:

- [1] 顾朝林, 段学军, 于涛方, 等. 论“数字城市”关键技术及其实现[J]. 城市规划, 2001, 26(1): 16-20.
- [2] 张晶, 韦中亚, 郭伦. 数字城市实现的技术体系研究[J]. 地理学与国土研究, 2001, 17(3): 26-30.
- [3] 田宜平, 李伟忠, 何珍文. 数字城市中数字社区的解决方案[J]. 计算机工程与应用, 2004, 40(1): 223-226.

[编辑: 胡 雪]

(上接第 94 页)

区域的水位;另一方面该法是通过 GPS 高程来推算水下高程的,天线与探头的相对位置固定,有效消除涨落潮和波浪的影响。

相对而言 GPS-RTK 无验潮测量有以下缺点。

1) 受制于地理环境的影响

GPS 差分信号在测量过程中起着至关重要的作用。由于地理因素的作用,如高山的遮挡、河流的转弯等,差分信号往往强度减弱或被中断,致使 GPS 接收机难以进入 RTK 工作模式。

2) 受制于基准站的影响

基准站点位的准确与否,及坐标转换参数是否正确求解对水位的确定与平面定位有着直接的影响。故应选择合适的 GPS 基准站址并提高 GPS 控制网精度,减少基线起算点的坐标误差对 GPS 高程的影响。

利用 GPS-RTK 无验潮测量技术进行水深测量,使得水深测量这项工程变得简单、方便、快捷、轻松、高效。它彻底改变了以往的作业模式,是对传统测量方法的一次重大变革。

参考文献:

- [1] 赵建虎, 张红梅. 水下地形测量技术探讨[J]. 测绘信息与工程, 1999(4): 22-26.
- [2] 叶引, 唐力放. 应用长江口区域 GPS 成果实现免验潮水深测量. 第八届华东六省一市测绘学会学术交流大会论文精选[C]//济南: 山东地图出版社, 2004: 404-408.
- [3] 沈云中, 白征东. GPS 免验潮水深测量的数据处理模型[J]. 工程勘察, 2002(2): 55-56.
- [4] 杨飞, 马耀昌. GPS 在水下地形测量中的应用研究[J]. 地理空间信息, 2006, 4(3): 20-22.
- [5] 林中亚. RTK 技术和测深技术在水下地形测量中的应用[J]. 人民珠江, 2006(1): 14-15.
- [6] 杨豪强, 袁秋林. 差分 GPS 水下地形测绘关键技术研究[J]. 全球定位系统, 2005, 30(3): 12-15.
- [7] 张发栋, 虞祖培. GPS 无验潮测深技术在水深测量中的应用[J]. 港工技术, 2004(2): 54-55.

[编辑: 胡 雪]