

# 长江南京龙潭段华能金陵电厂水下 地形勘测工程技术分析

武雁刚, 范 睿, 王义坤, 王 苏

(南京市长江河道管理处, 江苏 南京 210000)

**摘要:** 华能金陵电厂位于南京市栖霞区境内, 为保证华能金陵电厂二期码头运行期间的安全, 同时分析本范围内水下地形发育情况, 南京市长江河道管理处测量队对华能金陵电厂二期码头段进行了 1:1000 水下地形测量, 通过分析本次水下勘察技术, 总结经验, 为今后其他类似单位测量提供借鉴。

**关键词:** 水下地形; 长江; 勘察; 水下勘测; 借鉴; 南京市

**中图分类号:** TV221.1      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1007-7839 (2016) 06-0066-03

## Analysis of underwater topographic survey engineering technology of Huaneng Jinling power plant in Yangtze River Nanjing section of Longtan

WU Yangang, FAN Rui, WANG Yikun, WANG Su

(Nanjing Yangtze River Management Division, Nanjing 210000, Jiangsu)

**Abstract:** Huaneng Jinling power plant is located in Qixia district of Nanjing. In order to ensure the safety during the operation of Huaneng Jinling power plant Phase II terminal, analyze the underwater topographic development, underwater topographic survey of 1:1000 for Huaneng Jinling power plant Phase II terminal is carried out by survey team of Nanjing Yangtze River Management Division. References for future measurement are provided by analyzing the underwater survey technology and summarizing the experience.

**Key words:** underwater topography; the Yangtze River; survey; underwater survey; reference; Nanjing City

随着南京市经济的快速发展, 交通工程、船舶制造等涉水工程越来越多, 规模也越来越大。特别是随着南京市“跨江发展”和“拥江发展”策略的提出, 长江黄金岸线的开发也以超乎寻常的速度发展, 因此, 长江岸线的稳定备受关注。受三峡工程清水下泄等因素的影响, 长江南京龙潭段水下情况复杂多变, 为确保水下安全管理, 主要通过水下勘测分析地形变化趋势与突变情况的办法为本段安全管理提供重要依据。此次勘测共设立潮位观测、水下地形测量、数据处理、质量检查、

安全生产、合同管理、后勤保障、档案管理等 9 个项目。工程任务测长为华能金陵电厂二期码头, 上下共约 600 m, 测宽依据安全监测需要及技术分析要求, 从水边向江心监测 500 m。测量过程分为外业工作和内业数据处理工作。

### 1 外业水下勘测工作

在外业测量任务中, 共使用南京测量一号测量船(大船)、租用船一艘(小船)、Trimble 5700 GPS 接收机 3 台、Trimble 5700 配套导航软件

收稿日期: 2016-05-04

作者简介: 武雁刚(1982-), 男, 工程师, 主要从事长江南京段水下勘测工作。

HYDROpro、HY1600 回声测深仪两台(分别应用于大船和小船)、水准仪一台、台式电脑一台、IBMT43 笔记本电脑一台、对讲机三部、JSCORS 数据模块一部。其中,Trimble 5700 GPS 接收机一台作为岸台(基准站),两台作为船台(流动站)。测量包括两部分,即定位和水深测量。定位采用 GPS RTK 技术进行测量,RTK 技术的工作模式是在已知点上架设基准站,接收机借助电台将其观测值及坐标信息,发送给流动站接收机,流动站接收机通过电台(数据链)接受来自基准站的数据,同时采集 GPS 观测数据,在系统内形成载波相位差分观测方程,采用卡尔曼滤波技术在运动中初始化,求出整周模糊度。并进行实时处理,求得三维坐标(x, y, z),精度可达厘米级<sup>[1]</sup>。

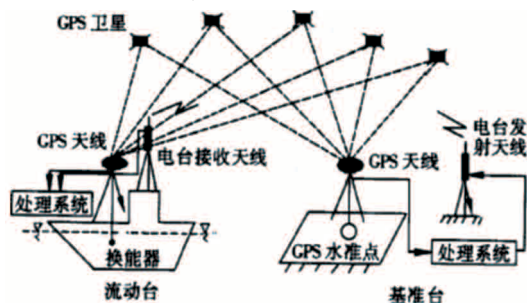


图1 RTK 技术基本原理图

水深测量采用回声测深仪的方法,来确定水底点的高程:

$$G = H - (D + \Delta D)$$

式中,

$G$ —水底点高程;

$H$ —水面高程;

$D$ —测量水深;

$\Delta D$ —换能器的静吃水。

岸台测量人员进行现场踏勘,确定标志保存完好,架设参考站,依照四等水准测量规范用水准仪把标志的黄海高程接测到水边,每半小时进行一次水位观测。设站时电台天线要尽量高, GPS 接收天线要固定,求转换参数时 $\Delta x$ 、 $\Delta y$ 、 $\Delta z$ 都须小于 $\pm 100$ ,否则重求。架台人员须保证岸台的稳定并随时与流动站测量人员保持联系。测量中受到特殊地形的影响出现信号“盲点”时,岸台人员利用 JSCORS 网络技术确定新的基准点以保证测量数据的完整<sup>[2]</sup>。

## 2 内业数据处理工作

### 2.1 数据输出

首先,利用 HYDROpro NavEdit 将外业数据文件打开,以图形方式再现水下地形、测量航迹,对测量过程中产生的假水深、假信号进行后处理,且水深误差率为 1.8%,要求不大于 2%。

其次,进行潮汐自动改正,输入潮汐水位,生成水位曲线,对于不规则的曲线按规范要求进行适当修正,打印水位曲线(高低潮的潮高及潮时的潮位曲线,分辨潮汐和时间网格的单位),输入潮水线路折点,显示潮汐改正的潮水线路,选取水深数据文件,自动进行单站或多站的水位改正。

最后,将测量文件导出为文本格式,在 Excel 电子表格中进行前期处理,和原文件中的数据对照确认无误后,将内业不需要的数据删除,保留 x、y、z 三项数据,小船的水边数据单独保存为 x、y 以及点号三项数据,将文件保存为 MapGIS 软件需要的 det 格式。

### 2.2 数据处理

按深、浅水数据文件分别打开,进行计算和合并,生成高程数据文件,再将数据进行空间叠加,按 x、y、z 三列保存。在 MapGIS 下编辑修改数据,使数据合理化。运用 DTM 模型中的 TIN 模型调用数据生成优化的三角剖分图,在设定等值线参数后,执行等值线绘制过程和等值线分别取名并保存。再将岸线和等值线进行叠置分析,运用 MapGIS 的图形裁剪功能裁去多余的等值线。运用属性分析功能分别提取高程数据,经过平移和旋转,使其数据中的小数点位置与观测点位置重合,数据标注方向与等值线方向一致。运用图框自动生成工具,输入相应参数,生成指定比例的标准图框,随后与等值线进行叠置,以图框内框为裁剪框对等值线进行内裁剪,改变图框参数,反复执行上述过程实现图形分幅的目的。最后,结合必要的点(标注、属性等)、线(岸线、等值线、图框等)、区(码头等)文件成图,以光栅格式输出水下地形图<sup>[3]</sup>。

### 2.3 成果分析

由于测区地形复杂,在测量过程中偶尔会出现受地形影响导致流动站无法接收基准站信号的状况,为了保证测量数据的完整性和可靠性,利用最新的 JSCORS 网络技术在这些盲点测区确定新的基准点并架设基准站,以达到理想的效果。JSCORS 全称“江苏省连续运行卫星定位参考站综合服务系统”,是通过在全省范围内建设 62 个

GNSS (Global Navigational Satellite System 全球导航卫星系统) 连续运行参考站, 在江苏省区域内建立一个高精度、高时空分辨率、高效率、高覆盖率的全球导航卫星系统综合信息服务网。

2009年, 华能电厂在该处实施了取排水工程, 原有护岸受到一定影响, 之后, 又重新设计实施了新的护岸工程。根据测图比较, 近岸变化不大, 但是2016年1月测图显示-40、-45 m槽冲刷, -45 m槽有贯通趋势, 深槽范围较大, 需加强观测。针对此情况, 测量队展开了相应观测, 监测结果如下:

(1) 此次监测范围为码头上下游, 监测长度0.8 km, 宽度0.5 km, 面积0.4 km<sup>2</sup>。

(2) 根据2016年1月、2014年7月、2013年5月三次测图比较, 该段近岸变化不大, -40 m、-45 m槽冲刷扩大, 冲深约6 m<sup>[4]</sup>。

冲淤图见图2, 断面图见图3。

由上可知, 利用南京测量一号、Trimble 5700 GPS RTK技术、JSCORS技术及HYDROpro软件测深软件的优势, 有效地提高了水下地形图精度, 达到了规范要求。此次测量方案正确合理, 技术措施严密, 仪器设备状态良好, 数据真实可靠, 已通过了有关部门的检查验收, 成果质量优秀, 得到好评。

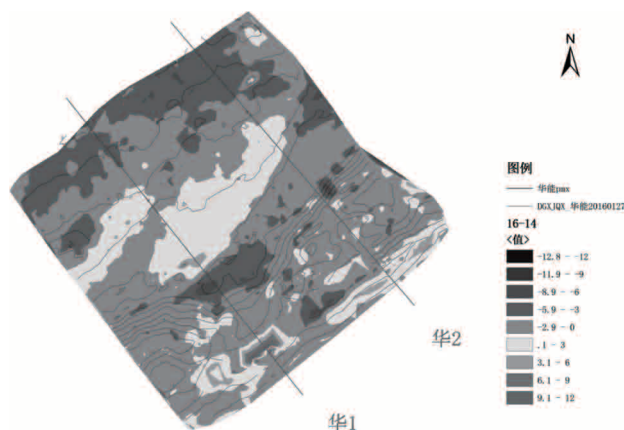


图2 2016.01-2014.07 冲淤图

(图中断面华1位置的近岸淤积是又有未测到数据)

#### 参考文献:

- [1] 刘基余. GPS卫星导航定位原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [2] 徐绍铨, 张华海, 杨志强. GPS测量原理及应用[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2008.
- [3] 于海燕. 河流水下地形测量中水位的图上处理[J]. 测绘与空间地理信息. 2009(05).
- [4] 国家测绘地理信息局职业技能鉴定指导中心. 注册测绘师测绘综合能力[M]. 北京: 测绘出版社, 2012(04).

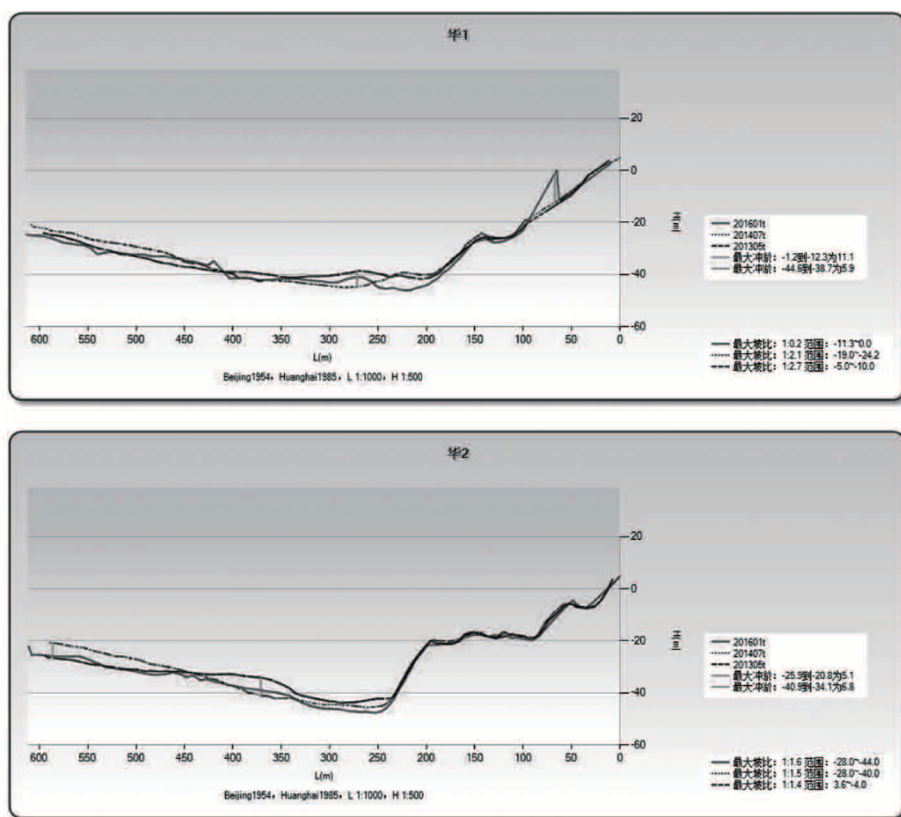


图3 断面(华1、2)图

(责任编辑: 张亚男)