

# 单波束与多波束测深系统 在浅水区水下地形测量中的应用研究

刘一军

(自然资源部第七地形测量队,海南 海口 570203)

**摘要** 本次研究对比了单波束测深系统与多波束测深系统测量情况,单波束测深系统选择 HD-27 型单波束测深仪,多波束测深系统测量采用 HydroBat 多波束测深仪。多波束测深系统测量可获得更为密集的数据点,精准测量出河床地形的高低与起伏变化情况,绘制出详细精准的等高线,真实还原水下地形地貌。在水较深的地下水进行测量具有显著的运用优势,多波束测深系统外业操作繁琐,单波束测深系统测量只能反映出带状河道走向情况。单波束测深系统作业便捷、调试简单。在实际测量作业中应结合实际情况选择相应的测量方式。

**关键词** 单波束测深系统;浅水多波束测深系统;水下地形;外业操作

**中图分类号** P229.5 **文献标识码** A **文章编号** 2095-7319(2021)03-0004-03

## 0.引言

陆地地形图的数据可通过卫星定位系统直接测量,水下地形测量与陆地地形图测量相比具有较大难度,难以直接获取水底测量点的相关数据,在测量作业进行中需架设测深系统,并同步使用卫星定位系统,由此得出测量目标区域的三维坐标。单波束测深系统与多波束测深系统是水下地形测量的主要方式,两者分别运用于内河测量及海洋测绘中,两者在测量工作进行中具有自身特征,应结合具体情况进行相应分析。

## 1.单波束测深系统与多波束测深系统

本次研究中,单波束系统选择 HD-27 型单波束测深仪,测量工作中的主要构件包括换能器、内置显示器、外围辅助传感器、供电设备直流 12V 蓄电池等。多波束测深系统测量中运用的设备主要为 HydroBat 多波束测深仪,测量工作中使用的设备主要包括带法兰盘的安装支架、GNSS 定位设备、输出 220V 交流电的发电机、具有 PDS2000 采集软件的计算机、表面声速仪、带 10m 电缆的铸模换能器、姿态传感器等。<sup>[1]</sup>

## 2.单波束测深系统与多波束测深系统作业流程分析

单波束系统测量工作中主要运用换能器垂直向下发生短脉冲声波,在作业过程中,脉冲声波触到水底时出现反射,反射回波返回声呐,并被换能器接收。单波束测深系统难以准确记录测线间点数据,主要是按照航线,以一定的时间或距离进行数据测量。单波束测量作业进行中主要是沿着河道横断面进行布设。

多波束测深系统采用与单波束测深系统一致的工作原

理,通过声波反射完成测量工作,两者测量工作的差异性主要体现在多波束测深系统利用 112 个指向性正交的两组换能器来完成信号发射与接收。多波束测深系统操作中,在船的正下方左侧 60°与右侧 60°进行扫测,突破了单波束测量中只有一条测线水深信息作业中的限制,革新了传统作业方式,在一条测线中可收纳多条水深信息,结合航船测量航迹构成一条带状水深图,以此对水下地形与地貌进行精准测量。<sup>[2]</sup>

## 3.单波束测深系统与多波束测深系统具体分析

本次研究选择某河的水下工程作为测深对象,该河道水下工程包括水下抛石、堤基防渗处理、河段整治、大型穿堤建筑物除险加固等构成部分,水下工程具有隐蔽性特征,不同河段的水文地质条件、河势情况等呈现一定的差异性,施工技术要求不一,给工程施工增加了一定难度。该河道某护底工程从 0+530m 至 1+400m,工程采用 1.9m×10.0m 复合塑枕与 1.2m×10.0m 普通塑枕,内充填江沙,进行 2-3 层抛护,综合厚度设置为 2.4m,上游迎水面坡比为 1:2.5,坝顶宽 10m,下游背水面坡比为 1:3。该地下工程(如图 1 所示):

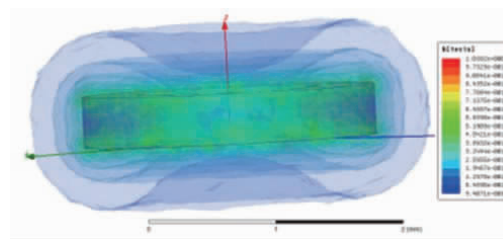
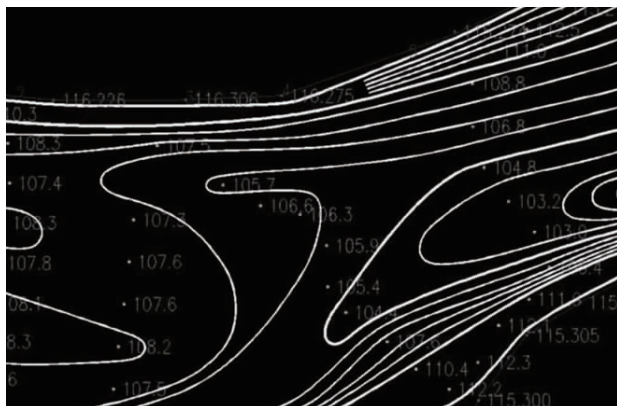


图 1 该水下工程磁场测量仿真效果图

本次研究选择的河段为感潮河段,涨潮与退潮时间分别

为3h、9h,涨潮时流速极快,最高达3.0m/s以上,汛期的水流量极大,最高可达 $8.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{s}$ 。某处水深最高达-60m,水面宽1400m,水下地形地理条件较为复杂,给水下工程施工带来较大难度,需对河道进行准确测深,准确掌握工程河道的相关地理信息,以促进水下工程的顺利施工。测深中选择潜坝工程下游附近相对平坦的区域,水下高程范围约10.4-11.9m,水深约-12m,测量过程中在同一个测线上进行5次



## 5.单波束测深系统与多波束测深系统测量结果分析

本次测量作业中,某#3组断面测深数据整合情况(如表1所示):

表1 某#3组断面测深数据整合

点号	坐标X/m	坐标Y/m	高程/m	点号	坐标X/m	坐标Y/m	高程/m
1	54***1.6258	5***052.6330	112.74	1	54***254.5000	50***51.5000	112.94
2	54***2.5587	5***037.6686	108.50	2	54***24.5000	50***45.50000	111.30
8	54***1.4810	5***917.5379	107.53	4	54***24.5000	50***37.5000	108.39
16	54***2.5556	5***757.4672	113.94	22	54***24.5000	50***46.5000	107.41
17	54***2.5555	5***757.4673	113.94	23	54***24.5000	50***43.5000	107.40

通过图2、图3对比分析可知:采用单波束测深系统能反映出河床整体的演变状态,采用多波束测深系统处理方式得到的数据,则对河床的演变趋势与形态进行更为清晰而直观地展示与表达,得到的数据点更为密集。由图2、图3所知,105m等高线在大小与形状表达上有所差异,主要是由于单波束测深系统运用中仅能测量线上的点,难以准确测量相邻两横断面间的点。地下水测量在水体流动状态下进行,与陆地水测量存在较大差异,难以精准测量每个特征点。

多波束测深方式与单波束测深方式相比,在对目标物形状、大小及高低变化情况的测量上具有明显优势,能绘制出更加详细精准的等高线,真实还原水下地形地貌。

## 6.结束语

本次研究对比两种测深系统作业流程及数据处理情况,通过对比得出以下测量结果:多波束测深系统能得到比单波束测深系统更密集的数据点,测深作业中能精准测量河床地形的高低与起伏变化情况,真实还原水下地形地貌。

(1)整体研究结果。本次研究对比两种测深系统作业流程及数据处理情况,通过对比得出以下测量结果:多波束测深系统测量能得到比单波束测深系统更密集的数据点,测深作业中能精准测量河床地形的高低与起伏变化情况,真实还原水下地形地貌。

(2)单波束测深系统与多波束测深系统运行对比。单波束测深系统测量仅能反映带状河道的走向情况。多波束系统测量具有较高精度,测量作业产生大量数据,为后续数据处理工作带来较大难度。其在浅滩地形测量中实施难度较大,

不宜将其运用于水深较浅区域。其在水深较深的地下测量中则具有明显优势,尤其在水深大于-3m区域及小范围测量作业中。

单波束测深系统在1次采集任务结束后,即要求进行该项目比例尺的测图工作,这与多波束系统测量工作存在一定差异,后者在完成1次采集任务后可结合水下地形的实际测量情况及具体项目的开展要求而设置相应的比例尺,以此得出水下地形数据。

单波束测深系统与多波束测深系统在实际测量工作中往往使用不同的平台,在浅水区测量作业中,应避免测深设备的探头碰撞到河底的物体,影响正常的测量工作,两种测量方式对船型最低要求具有差异,单波束测深设备主要架设在冲锋舟吃水较浅或0.4m吃水高度以上的小型船舶中,多波束测深系统设备运行中要求架设在高于1m吃水高度的内河船舶上,在具体作业过程中需符合相关作业要求。

(3)实际测量分析。若测量区域水深为-0.5~3.0m,应使用单波束测深系统进行数据采集。单波束测深系统与多波束测深系统分别具有各自的使用特征,在多个领域中均有应用,例如,Sonic2026多波束测深系统在小浪底水利枢纽的应用,无人船搭载双频单波束测深系统的河道水下地形三维模型构建等。在实际测量工作中,多波束测深系统需使用较多的设备,设备的安装过程较为复杂,在外业操作上较为繁琐,这是其运用的缺陷。单波束测深系统的使用较为便捷,安装及调试过程较为简单。在具体测量工作中,需结合测量工作的具体要求选择适宜的测量方式。

## 参考文献:

- [1]姚文杰,王华俊,马玉全.多波束测深系统在跨海大桥桥梁基础水下岸坡稳定性检测中的应用[J].土工基础,2020(6):750-752,56.
- [2]张毅胜.水下地形测量中无人船的应用与数据处理研究[J].工程技术研究,2020(21):243-244.
- [3]李杰方.无人船搭载多波束在水下地形测量中的应用[J].工程技术研究,2020(13):109-110.
- [4]王庆洋.无人船搭载双频单波束的河道水下地形三维模型构建[J].机电信息,2020(9):78-79,81.
- [5]程志强,冯敏.多波束测深技术在矿山生态修复治理中的实践探讨[J].浙江国土资源,2020(3):46-47.

## 作者简介:

刘一军(1982—),男,湖北枣阳人,工程硕士,工程师。研究方向:大地测量、摄影测量、水下测量。