

R2Sonic2024 多波束系统在长江近岸水下地形监测中的应用

卞英春¹, 赵 亮², 宋贤良²

(1. 江苏省水文水资源勘测局常州分局, 江苏 常州 213022; 2. 常州市水利局, 江苏 常州 213100)

摘要:介绍 R2Sonic2024 多波束系统的组成及工作原理,通过在长江常州录安州段的应用案例,阐述了使用该系统进行水下地形监测的主要操作流程、步骤及注意事项,总结了该系统的优势及应用前景。

关键词:多波束系统;校正;水下地形监测;三维点云

中图分类号:TV22 **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7839(2021)S2-0076-03

Application of R2Sonic2024 multi – beam system in underwater terrain monitoring of Yangtze River nearshore

BIAN Yingchun¹, ZHAO Liang², SONG Xianliang²

(1. Changzhou Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Jiangsu Province, Changzhou 213022, China;
2. Changzhou Water Conservancy Bureau, Changzhou 213100, China)

Abstract: The composition and working principle of R2Sonic2024 multi – beam system are introduced. The main operation process, steps and matters needing attention of underwater terrain monitoring are summarized of using the system through the application case of Changzhou luánzhou reach of the Yangtze River. And the advantages and application prospect of the system are summarized.

Key words: multi – beam system; correcting; underwater terrain monitoring; 3D point cloud

随着科技的不断进步,不管是技术层面还是行业发展趋势方面,多波束测深系统取代传统单波束测深仪开展长江水下地形监测已是大势所趋。常州自 2013 年起就应用多波束测深系统进行长江近岸水下地形监测工作,获得了大量水下地形三维点云基础数据,为河床冲淤分析、应急抛石工程设计及评估提供了可靠的数据支撑。

1 R2Sonic 多波束测深系统

1.1 系统组成

多波束系统是由多个子系统组成的综合系统,分为声学系统、数据采集系统、数据处理系统和外

围辅助设备。系统硬件包括声呐换能器、SIM 接线盒、数据采集计算机、带时间同步信号输出的 GPS、OCTANS 光纤罗经及运动传感器、表面声速仪、声速剖面仪以及船舷安装架;软件包括 R2Sonic 配置软件、EIVA 导航及多波束数据采集显示软件、Caris 多波束数据后处理软件。其中,声学系统为声呐换能器,负责波束的发射和接收;数据采集及处理系统负责波束的形成和将接收到的声波信号转换为数字信号;辅助设备包括卫星定位系统、测船姿态传感器、表面声速仪、声速剖面仪等^[1]。

1.2 工作原理

多波束测深系统^[2]工作原理和单波束测深一

收稿日期:2021-09-16

作者简介:卞英春(1975—),男,高级工程师,本科,主要从事测绘地理信息工作。E-mail:471775101@qq.com

样,是利用超声波原理进行工作,不同的是多波束测深系统利用发射换能器向水底发射宽扇区声波,反射信号同时被接收换能器内数百个独立的声学基元接收,每次能采集到数百个水深点信息。多波束与单波束水下覆盖对照图见图 1。

1.3 主要技术指标

监测使用 R2sonic2024 多波束测深系统,该型号是 R2Sonic 公司生产的基于第五代声呐结构的高精度多波束系统。其主要技术指标^[3]见表 1。

2 应用案例

2.1 测区概况

长江常州录安洲段位于长江扬中河段尾段,录安洲是扬中河段南岸一侧最下游的一个江中沙洲,长约 6 km、宽约 1.3 km。录安洲夹江位于长江常州段,为录安洲与长江南岸间的水流通道,西起录安洲头,东至澡港河口,河道略微向南弯曲,全长约 6 km。两岸江堤间距 400 ~ 700 m,水面宽约 250 ~ 500 m,出口处河宽略大,其他为滩地,滩地高程一

般为 2.5 ~ 3.5 m(黄海基面,下同),江堤顶高在 7.2 m 以上。大江主流沿孢子洲左缘下行顶冲洲头进入右汊,沿右汊右岸下行,录安洲夹江主流由夹江口门进入贴夹江南岸下行。该区域近岸由于多年抛石工程及水流冲刷的影响,水下地形复杂,传统单波束测深作业难以对岸坡的冲刷和抛石工程进行精确反映,而多波束系统很好地解决了这些问题。

2.2 系统安装

选取测船重心左侧船舷“抱箍式”安装,同时在船首、船尾、过船底正右舷利用钢丝绳和收紧器将整个船舷安装支架与船体严密固定,以保证测深系统与测船融为一体,消除抖动,获取高质量的测深数据。

2.3 系统校准

换能器中心水线处设定为船体坐标系原点,利用全站仪精确测定各传感器相对坐标原点的位置参数并预先输入数据采集软件中。同时在浅水区利用测深杆对多波束中央波束测深值进行校核,检

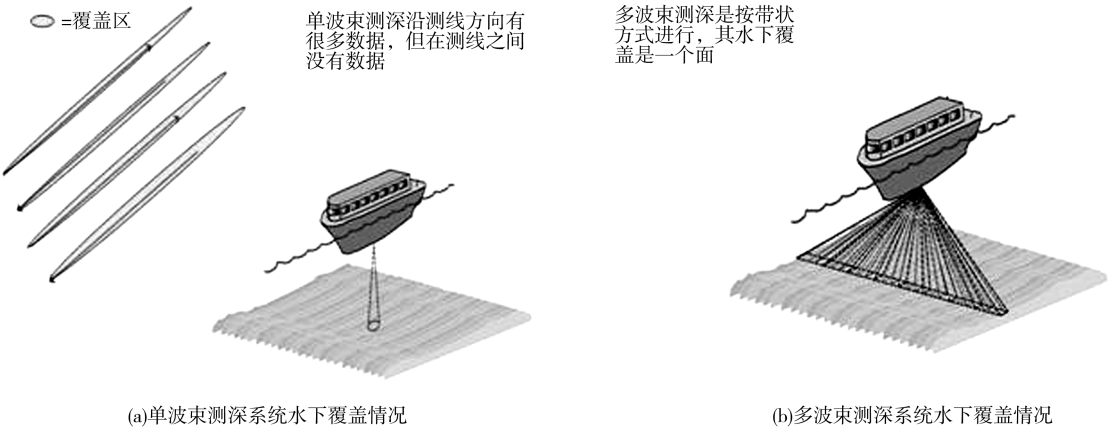


图 1 多波束与单波束水下覆盖对照图

表 1 R2Sonic 2024 多波束系统主要技术指标

序号	项目	指标	序号	项目	指标
1	波束数	256	8	条带宽度	7.4 倍,0.5 ~ 70 m
2	波束角	0.5° × 1.0°			4.2 倍,100 m
3	扫测角	160° × 10°			2.7 倍,150 m
4	换能器频率	400 khz			2.0 倍,200 m
5	测深分辨率	1.25 cm			1.6 倍,250 m
6	最大发射速率	最大到 75 hz			1.3 倍,300 m
7	测深范围	1.0 ~ 500 m			

查参数输入是否有误。调试各传感器通讯串口参数,保证各类传感器采集数据正常。

多波束探头在安装时难免会有一定的安装角度偏差存在,如果不对该偏差进行校正,同一区域各条测线之间的水深数据会有不重合、错位的情况出现。为了避免这些问题的出现,需要先在适当的水下地形条件下合乎规范的校正线,使用专业的软件处理校正线,计算出以下 3 个安装偏差值参数备用。

2.3.1 换能器面在水平面上垂直于船中线方向上的倾斜值

在计算横摇改正值时,需要在平坦地形上,以相反方向重合的两条重合的测线。两条测线的中央波束水深值相同,但在有横摇偏差的情况下,两侧的水深值会向相反方向偏移,需要使用整条测线宽度范围内的数据来计算横摇值。

2.3.2 换能器面在水平面上沿船中线方向上的倾斜值

在计算纵摇改正值时,需要在有明显起伏的地形上,以相反的方向以相同的速度跑两条测线。两条测线测量的起伏地形的位置会由于航向的不同而不同。顺航向选择中央波束数据计算纵摇值。

2.3.3 换能器的正朝向与船中线的夹角

在计算艏向改正值时,跑两条同向的平行线,两条测线的重叠要在 50%,同时在测线的重叠区域内有明显的地形起伏。顺航向选择重叠波束数据计算艏向值。

2.4 作业实施

测前设定测区坐标系统与投影方式、参数,利用 EIVA 导航及多波束数据采集软件,规划作业子区及测线,并保证测线间覆盖重叠度符合相关要求。指挥船只按选定测线航行,开启记录按钮进行测量,航行完毕停止记录,直至整个测区均有二维覆盖图,测量完毕。

数据采集时,通过观察换能器控制软件窗口,调控波束信号增益和功率,以保证波束质量达到最佳,减少后处理工作量。在浅水区作业需注意保证探头以及测船行驶安全。

2.5 数据后处理

将通过系统校准得到的 3 个安装参数输入 Caris 后处理软件中的船型文件,加载各测线数据至船文件;所有测线文件写入测量期间测区潮位数据、声剖数据;对每条测线数据进行人工编辑,剔除噪点后进行融合,生成面文件;最后,根据需要输出三维曲面成果、不同网格密度的三维点云数据、Tif 图等形式的成果,还可利用软件制作水下飞行三维影像。

三维曲面成果主要用于地形细节和三维展示,三维点云数据可通过第三方软件生成符合规范要求的水下等高线图;Tif 图作为一种含有坐标文件的成果,可加载在卫星图、航片图、CAD 图等场景下进行多数据融合展示。

3 结 语

通过在近几年水下地形监测项目中的应用,发现多波束测深系统虽然对测船、设备的安装调试及人员的操作水平要求较高,但与传统单波束测深相比还是有诸多明显优势。精度高,通过高精度传感器可以克服风浪对测深的影响;分辨率高,如果需要可以获得测区 0.5m 格网的大量数据,这是单波束无法通过外业测量实现的;效率高,测线正常覆盖宽度至少达到 4 倍水深,甚至更高;成果丰富,可以输出多种格式、形式的成果以满足不同工作需要。这些优势使多波束测深系统在水下地形测量特别是河道演变及冲淤变化监测中发挥越来越重要的作用。

参考文献:

- [1] 马文喜,任宝学,张羽. R2sonic2024 多波束系统在河道地形测量中的应用[J]. 东北水利水电, 2016(3): 55-56.
- [2] 熊荣军,孙杰,孙爱国,等. 多波束检测技术在水下隐蔽工程中的应用[J]. 中国水运, 2013(9): 44-45.
- [3] 梅梦昌,沈蔚,徐爱成. 基于多波束的上海长江隧桥水下地形监测[C]. 2018(第七届)国际桥梁与隧道技术大会论文集, 2018.