

多波束测深设备近海水下地形勘测作业流程

李 想 郑丁铭

河南省水务规划设计研究院有限公司辽宁分公司 辽宁 大连 116100

摘 要：近海海域水文与地形环境复杂多变，给水下地形精准勘测工作带来诸多干扰因素，多波束测深技术凭借高精度、全覆盖的探测优势，成为近海地形测绘的核心技术手段。本文围绕近海勘测全作业链条，系统梳理前期筹备、设备调试校准、现场实地勘测、后期数据整理归档的标准化流程，细化各环节实操要点与技术规范，规范近海多波束勘测的作业工序，能够有效规避海域环境与设备工况带来的作业偏差，保障水下地形数据采集的完整性与精准度，为近海海洋地形测绘工作提供标准化实操参考。

关键词：多波束测深；近海勘测；水下地形；数据采集；作业流程

引言：近海海底地形数据是海洋资源开发、海域环境治理、海岸工程建设的基础地理信息支撑，精准的水下地形勘测成果，是保障各类近海海洋工程有序推进的关键前提。相较于传统勘测方式，多波束测深设备可实现海底地形的全域扫描与高密度数据采集，适配近海复杂多变的海域作业环境。结合近海勘测的作业特点，梳理形成系统化、规范化的作业流程，能够有效规避现场作业中的各类实操问题，提升水下地形勘测的整体规范性与数据质量，满足近海海洋测绘的实操技术需求。

1 作业前期筹备工作

1.1 作业区域基础准备

提前搜集近海作业海域的各类环境资料，摸清海域水文状态、海底地形样貌以及全域空间分布情况。精准界定本次水下地形勘测的作业范围，清晰划分作业边界，对大面积海域做好区块划分。逐一排查作业水域内的水上障碍物、浅滩区域以及地形复杂的特殊区块，筛选出可安全开展航行勘测的有效作业空间。全面掌握海域基础环境特征，为后续设备布设、测线规划提供可靠支撑，有效规避海域环境带来的各类作业阻碍^[1]。

1.2 设备选型与配套筹备

根据近海海域水深大小、地形起伏特点以及本次勘测的作业标准，挑选性能适配的多波束测深主体设备。搭配适配的定位装置、姿态传感装置、声速探测装置以及数据存储传输装置。逐一清点整套作业设备的全部组件，细致检查设备机身、连接线路、对接接口的完整程度。提前备好设备备用零部件、应急供电装置及各类作业辅助工具。完成单台设备开机预检工作，排查设备运行隐患，保障所有设备运行状态稳定，满足近海海上勘

测的基础运行标准。

1.3 作业人员配置与岗前准备

结合近海多波束勘测的岗位需求，配备设备操作、船舶操控、现场管控、数据记录等专职工作人员。明确各个岗位的工作内容与职责边界，搭建清晰的作业分工体系。组织在岗人员系统学习多波束设备操作流程与海上勘测作业规范。开展针对性岗前实操训练，帮助工作人员熟练掌握设备启停、参数调节、故障排查等基础技能，熟知近海勘测的操作重点与作业要求。

1.4 作业方案细化排布

结合既定作业区域范围与地形勘测核心目标，细化完善整体作业实施计划。科学规划海区测线布设方式，确定船舶勘测航行路径与各区块作业先后顺序。梳理完整作业流程，有序排布设备安装、海上勘测、盲区补测、设备收纳的整体时序。明确各作业阶段的核心重点，梳理勘测作业常见问题与标准化处置方式。细化完善全流程作业部署，落地全部前期筹备工作，为后续海上实地勘测作业平稳推进筑牢基础。

2 作业前设备调试与校准

2.1 多波束测深设备整机检查

现场设备全部搬运就位后，针对多波束测深主机开展细致全面的整机检查工作。细致查验设备外壳整体状态，排查壳体裂纹、表面损伤等外观问题。逐一检查各类接线端口与固定卡扣，排查松动、氧化及线路磨损等常见故障隐患。接入专用供电线路，通电启动设备主机，观察整机启动反应与运行状态。逐项查验系统操作界面、数据采集单元、信息存储单元的工作状态，测试系统功

能按键与内置程序的运行有效性。清理设备内部留存的历史冗余数据,恢复基础运行参数至标准状态。全面排查硬件故障与系统程序异常问题,彻底消除设备潜在运行隐患,让测深主机保持稳定可靠的待机作业状态。

2.2 辅助观测设备调试校验

对 GNSS 定位设备、声速仪、姿态传感器、电罗经等全部配套观测设备开展独立单机调试。逐一启动各类辅助设备,等待设备完成自主初始化流程。查验设备的数据采集精度与信号输出质量,对照行业基准参数开展基础比对校验。调整设备信号接收参数,弱化海面风浪、电磁环境等外界因素带来的干扰。修正设备初始运行产生的数值偏差,校准各项基础工况参数。全程观测设备运行稳定性,排查数据断续、数值漂移等问题。确保所有辅助设备运行工况达标,数据输出质量合规,能够为水下地形勘测提供精准有效的配套数据支撑。

2.3 设备安装与姿态固定调试

依据行业标准化施工要求,完成换能器及各类传感设备的船体安装固定。拧紧全部支架固件与连接配件,做好结构紧固处理。微调设备安装高度与水平倾角,调整至规范作业所需的标准姿态^[2]。规整船体表面的布设线路,对裸露线路进行固定收纳,规避船体晃动引发的线路移位、拉扯问题。精细调校设备安装平整度,修正安装过程中产生的角度偏差与位置偏差。安装作业全部完成后,开展长时间静态静置检查。确认所有设备安装牢固、位置精准,整体安装状态符合近海地形勘测的技术规范。

2.4 海上现场静态校准操作

船舶停泊至平稳作业泊位、船体状态稳定后,开展海上现场静态校准作业。统一全部勘测设备的系统时间与坐标基准,完成整套设备参数的标准化配置。针对设备横摇、纵摇、航向偏移等核心参数开展静态校准,修正姿态数据采集过程中产生的系统误差。采集作业海域实时声速数据,录入勘测系统完成声速参数校准。完整记录各类校准数据,妥善留存原始校准资料。所有校准项目核验合格后,锁定设备调试参数。以此保障后续海上勘测作业的数据采集精度,夯实实地勘测的作业基础。

3 近海现场实地勘测作业

3.1 测线规划与航行布设

结合前期作业方案与现场海域实际环境,落实海区测线的落地布设工作。根据作业区域面积、水深梯度以及地形分布特点,确定主测线的布设间距与航行走

向。主测线保持平行规整排布,覆盖整片作业海域。在海域边界、地形起伏较大的区域增设加密测线,填补常规测线遗留的探测盲区。规划船舶航行顺序,按照由浅至深、由外至内的作业原则推进勘测工作,减少船舶折返频次。提前标注海域特殊点位与障碍物分布区域,调整局部测线轨迹规避作业风险。完成整体测线布局后,核对测线覆盖范围,保证全域勘测无遗漏、无空缺,为系统化地形采集搭建规整的作业框架。

3.2 设备实时运行操控

船舶驶入作业海区后,正式启动多波束测深系统进入勘测工况。工作人员监测设备整机运行状态,观察系统界面参数变化与波束发射状态。根据现场水深变化,适度调节探测量程、波束发射频率等核心参数,适配不同海域的探测需求。把控设备运行工况,及时处理系统弹窗提示、信号波动等常规问题。规范操作设备启停、参数切换、模式调整等功能,维持设备稳定运行。全程保持设备处于最优勘测工况,避免参数失衡、设备空转等问题影响整体作业进度,保障探测工作持续有序推进。

3.3 水下地形数据同步采集

船舶进入匀速航行状态且设备工况稳定后,启动水下地形数据采集工作。多波束系统通过发射波束扫描海底地貌,自动捕捉水深点位、地形起伏、海底地貌形态等核心信息。系统自动存储原始探测数据,完整记录海域各点位的地形特征信息。作业人员监测数据采集质量,筛查数据空缺、数值异常、点位缺失等问题。针对浅滩、沟壑、凹凸地形等复杂海底区域,放慢船舶航行速度,提升数据采集的精细度。全程留存完整的原始采集数据,杜绝数据丢失、篡改等情况,保障采集资料的完整性与真实性,为后续地形处理提供可靠原始素材。

3.4 现场作业动态管控与调整

全程跟进海上勘测全过程,落实现场作业动态管控机制。实时观察海面风浪、水流涌动等环境变化,掌握海域工况的动态变化趋势。记录船舶航行轨迹、作业时长以及设备参数调整内容,细化作业过程台账。针对海面环境波动、船舶小幅摇摆等情况,微调航行速度与设备探测参数,适配现场作业环境。发现局部数据采集质量偏低、覆盖密度不足等问题,及时规划补测路线开展二次勘测。规整现场作业流程,规范人员操作行为,把控每一段海区的勘测质量。通过动态化管控方式适配近海复杂作业环境,保证整片区域勘测作业质量统一、流程规范、推进顺畅^[3]。

4 作业收尾与数据整理归档

4.1 现场设备停机与收纳拆解

整片近海勘测作业全部结束后,严格依照标准工序开展设备停机与收纳拆解工作。逐步下调多波束测深系统的探测量程与波束参数,关闭海底数据采集程序与波束发射模块。静置设备等待后台数据缓存完成,逐级关闭主机系统、传感设备、探测辅助装置的运行电源。断开设备外接供电线路与信号传输接口,有序整理各类线缆配件。缓慢拆卸船体外部固定的换能器、传感支架及各类固定固件,全程保持平稳操作,规避硬性拉扯、磕碰造成的设备结构损伤。擦拭清理设备表面残留的海水盐渍、海底泥沙与各类附着物,保证设备外观洁净干燥。对主机、传感器、线缆、支架等零部件分类规整、有序摆放,完成现场初步收纳作业,为后续设备养护与转运工作筑牢基础。

4.2 原始数据初步筛查整理

完成现场设备收纳后,集中开展勘测原始数据的初步筛查与规整处理。调取设备存储终端内的海底地形点位数据、船舶航行轨迹数据、设备运行参数数据等全部作业资料,统一归集至专属存储目录。逐项核对各类数据文件的完整性,排查文件损坏、数据缺失、读取异常等问题。筛选作业过程中受海面风浪、水流扰动、设备瞬时工况波动产生的异常数据与无效数据,完成初步剔除清理。规整剩余有效数据序列,统一所有文件的命名规则与存储分类标准。依据现场作业区块划分标准,对不同区域的勘测数据标注分类,明确数据对应作业区段。完成筛查工作后,对全部有效原始数据进行多重备份,搭建安全存储体系,规避数据丢失、损坏问题,为后续数据精细处理留存完整、可靠的原始资料。

4.3 勘测设备保养与归库管理

全部拆解设备完成初步清洁后,开展系统化设备养护与归库管理工作。针对多波束换能器探测端面进行精细化清洁防护,清除顽固海洋附着物,涂抹专用防护药剂,提升设备抗腐蚀、抗氧化能力。全面检查各类传感器、传输线路、连接接口与固定配件的使用状态,排查细微磨损、部件松动、老化失效等隐性故障。对设备活动机械构件开展清洁润滑处理,更换性能衰减的小型配件,恢复设备完整工况。养护作业完成后,按照设备规

格与防护标准分类装箱,粘贴专属设备标识,标注本次作业使用时长与养护内容。统一转运所有设备至专用仓储区域,按照存放规范定点摆放。完善设备入库登记台账,更新设备运维档案,保障仓储状态达标,满足后续各类近海勘测作业的使用要求。

4.4 作业资料分类归档留存

汇总此次近海地形勘测的全部纸质与电子资料,开展系统化分类整理与归档留存工作。收集作业前期筹备方案、海区测线规划记录、设备调试校准台账、现场作业管控记录、设备养护登记资料等全部作业文档。按照资料用途与属性划分为技术方案资料、设备运维资料、现场作业记录资料三类。统一电子文档存储格式与纸质资料装订规范,补齐零散资料内容,修正台账记录疏漏问题。新建本次勘测专项档案目录,对所有归档资料逐一排序编号,完善档案登记台账,明确资料存放信息与归档时间。整理完毕的档案资料统一存入专用档案库房,执行标准化保管制度。规范的资料归档模式能够完整留存作业技术流程,实现勘测作业全流程可追溯,为后续同类近海水下地形勘测作业提供规范的技术参考。

结束语

近海多波束水下地形勘测是一项流程繁琐、技术性较强的系统性工作,各作业环节紧密关联、相互影响。全过程规范化的作业操作,可有效适配近海复杂海域的勘测工况,减少环境干扰与设备操作带来的数据误差。通过落实各阶段作业标准,完善设备调试、现场采集、数据规整及设备养护等全流程工作,能够稳定提升近海水下地形勘测的作业质量,夯实近海海洋地形测绘的实操基础,为相关海洋测绘工作落地实施提供规范的流程依据。

参考文献

- [1] 李先鹏. 海底地形快速测量技术及其在工程勘测中的应用 [J]. 全面腐蚀控制,2025,39(11):67-69.
- [2] 吴辉,张卉冉,朱维强. 基于多波束测深技术的海底地形三维建模方法进展与趋势 [J]. 测绘通报,2025(6):6-11,17.
- [3] 孟范伟,田春和,杨鲲,等. 海洋勘测技术在“Kea Trader”沉船打捞中的应用 [J]. 海洋测绘,2024,44(5):53-56,61.