

Operation process and management countermeasures of unmanned survey ship in hydraulic engineering survey

Ziyan Zhou

Guangxi Zhuang Autonomous Region Water Resources and Electric Power Survey and Design Institute Co., Ltd., Nan-ning, Guangxi, 530000, China

Abstract

In water conservancy engineering surveys, unmanned measurement vessels employ advanced technologies to achieve efficient and safe measurements of water bodies, terrain, and hydrological parameters. These vessels primarily consist of two subsystems: a maritime unmanned system and a shore-based monitoring system. Equipped with flexible sensors including GNSS receivers, depth gauges, side-scan sonars, ADCPs, and other devices, they can perform comprehensive hydrological surveys, underwater topography mapping, and velocity-flow monitoring across extensive water areas. This innovation addresses limitations in traditional survey methods, providing support for reservoir dredging operations and data collection in water conservancy projects while enhancing work efficiency and advancing engineering development. This study systematically outlines the operational processes of unmanned measurement vessels, analyzes their specific workflow, and proposes practical management strategies to assist relevant professionals.

Keywords

unmanned survey ship; water conservancy project survey; operation process

无人测量船在水利工程测量中的作业流程及管理对策

周子炎

广西壮族自治区水利电力勘测设计研究院有限责任公司, 中国·广西 南宁 530000

摘要

无人测量船在水利工程测量的过程中, 会通过各项技术的应用, 实现对水域、地形、水文参数等高效安全的测量。无人船主要由水上无人船子系统和岸基监控系统两个主要的系统组成。可根据需要灵活搭载GNSS接收机、测深仪、侧扫声呐、ADCP、等多种传感器设备, 可执行大范围水域的水文测量、水下地形测量、流速流量监测等多种功能, 解决了传统测量工作中的不足, 可以为水库清淤疏浚、水利工程数据采集等提供支持, 提高工作效率, 促进水利工程的发展。因此开展本文研究工作, 简单概述无人测量船, 分析它的具体作业流程, 并提出几点有效的管控措施, 以供相关人员参考。

关键词

无人测量船; 水利工程测量; 作业流程

1 引言

大部分的水下环境复杂, 危险性高, 测绘难度大, 因此在水利工程测量工作中, 可以应用无人测量船开展各项测量工作。无人测量船搭载单波束测深系统, 可以高效快速准确地完成水下地形测绘工作。在危险流域和浅滩也可以高效测量采集我国河流数据, 促进水利工程的进一步发展。在具体的工程项目中, 测量人员需要合理应用无人测量船, 遵循相关的作业流程, 采取适当的管控措施, 排除风险隐患, 获取更加全面的测量数据, 为各项工作提供依据。

2 无人测量船的概述

无人测量船整合了多种现代化技术, 例如智能导航、自动避障、GPS等各种现代化技术。技术以无人船为载体可以实现对水库、海域等水域的精准探测工作。无人测量船在执行任务的过程中, 可以实现自主动力控制、通讯导航、视频监控等一系列功能, 完成探测任务。一般采用两种操作模式, 一种是按照既定的航线自主完成测量, 一种是通过岸基控制系统开展人工操控测量工作。GNSS定位是选择当前应用比较广泛的RTK动态差分定位技术, 精准地获取岸基基准站的数据信息, 通过CORS网络RTK可以实现数据采集和传输^[1]。无人测量船测量时, 无需载人作业, 降低了船体重量, 可以在河流浅滩作业, 增大了作业的范围。测量船可以智能驾驶, 按照既定航线执行任务, 降低操作难度, 减少对人工依赖, 提高作业效率。而且通过搭载不同的设备系

【作者简介】周子炎(1998-), 男, 中国广西南宁人, 本科, 助理工程师, 从事水利方面工程测量研究。

统,可以完成不同的作业任务,工作范围广泛,满足水利工程各项工作的要求。无人测量船的构成详见图1

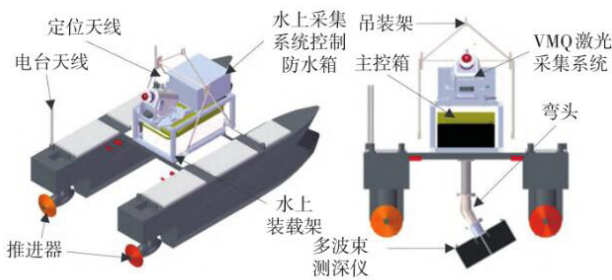


图1 无人测量船的构成

3 无人测量船在水利工程测量中的作业流程

3.1 前期准备

水利工程测量工作中应用无人测量船进行作业时,要做好充足的准备工作。首先,使用遥感影像,开展初步设定航线开展现场的考察工作。分析航线的具体情况,若航线存在渔网、孤岛等一些情况,需要结合实际需求调整航线,确保测量工作能够顺利进行^[2]。充分考虑任务需求,要明确测量目标,例如水下地形测绘、水文参数监测、库区淹没范围等不同内容。与此同时还需要确定精度要求,根据工程等级,明确平面、高程等各项指标,结合工程图纸,确定测量边界,合理划分测区的范围。其次,加强设备检查与校准工作。调试无人船系统,检查船体结构动力系统、电池续航、通信模块等各部分的性能。校准导航定位设备、测深传感器、辅助传感器,确保各项参数性能符合要求,消除系统误差,提高测量的精确度。第三,开展现场勘测工作,合理规划航线。现场勘测,包括水文条件和环境干扰等各种因素,采用平行航线或扇形航线覆盖侧区,确保相邻航线重叠率大于等于10%~20%,对于其中的重点区域还需要加密航线。此外,测量前详细调查风浪高度,选择合适的测量时间,避免出现漏测的情况。

3.2 测量方式

为了保障水利工程测量工作的精度和质量还需要优化测量方式的选择,在无人机测量系统中,安装卫星定位单波束测深仪、智能导航系统等各项系统^[3]。可以确保无人机测量船具有更高的自动化。根据工程项目特点,合理设置参数,选择性能比较稳定的单频测深仪,确保具备高速的CPU主频和稳定的嵌入式系统,可以提高整个船体系统的防水性和密封性,实现不同类型数据的有效兼容,提高工作效率。在测量中可以选择断面法,利用测深仪导航软件,构建三维立体模型。

3.3 数据采集

进入数据采集环节,将所有的测量设备安装在测量船上,完成操作系统的对接工作,实现对整个系统的有效管控。

打开岸基控制系统的PC端软件,调试对测量船的控制,输入相关的参数进行试运行,确保更加安全稳定。然后进入测区开展测量工作,在这一阶段需要时刻关注测量船的状态。航行过程中传感器同步作业测深仪,实时采集水平高程。可以结合GPS坐标生成三维点云,流速仪可以记录水体流速流向,计算断面流量;水质传感器可以采集pH、浊度、溶解氧等各项参数,评估水体质量。岸基人员可通过终端监控船位、数据采集状态等基本情况,实时监测,进行恰当调整。航行完成后,无人机自动返航至起点,人工回收并清洁设备。无人测量船水下测绘示意图详见图2

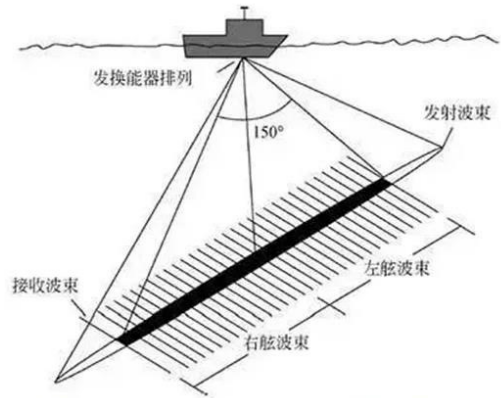


图2 无人测量船水下测绘示意图

3.4 数据处理

工作人员要对原始数据进行校正、融合、建模,优化数据处理,满足工程需求。在这一阶段主要的目的是消除数据误差,提升数据的可靠性。首先,工作人员筛选其中的无用数据,剔除异常水深地形点。以此为依据,优化选择采样间隔生成采样文本。其次,使用RTK定位技术,可以实时监测跟踪无人船行进的整个过程。通过相关软件录入坐标转换参数,获得观测点更加精准的三维坐标信息。结合水位数据、船体姿态声速,开展测深矫正工作。使用RTK拆分数据,修正GPS坐标,将水深流速、水质数据与空间坐标相关联,形成时空数据库,可以为相关工作需求提供依据。工作人员在此基础上,绘制水下等高线图、三维地形图。也可以生成流量计算报告和流速分布图。

4 无人测量船在水利工程测量中应用的管理对策

4.1 科学规划

在水利工程测量工作中,为了进一步充分发挥无人测量船的应用优势,在测量作业前还需要进行科学的规划工作,显著提升测量质量。规划工作中主要的内容包括测量项目、测量区域和测量航线,可以通过各种实验,分析对比出最优的方案,编制详细的执行方案。在实际的执行工作中,若发生突发情况,要以测量安全为前提,进一步操作执行测量任务,顺利完成预期的目标。

4.2 风险防控

无人船测量的过程中面临一定的作业风险,因此要加强风险防控工作保障工作效率。首先,开展作业环境的安全评估工作。作业前48小时获取测区气象水文数据,通过无人机航拍实时更新水下障碍物的情况,同时在作业水域周边设置警示标识,避免船只碰撞^[4]。其次,加强对设备运行的安全管控。设置智能避障与监控系统,启用无人机激光雷达与声呐双模避震功能,设置最小安全距离。当遇到障碍物时会自动地减速绕行。每30分钟生成设备状态报告。同时加入冗余设计,关键设备采用双备份单套故障时,会自动切换至备用设备。

4.3 数据质量管控

无人船测量获取的数据质量会直接关系到水利工程后续的各项工 作,因此在管理工作中还需要加强数据质量管控工作,确保测量数据的可靠性。首先,加强源头管控。对所用到的各种设备强制校准。测深仪需要通过静水比对法进行校准,流速仪可以在标准水槽中校验^[5]。实时采集水温盐度等各种环境参数,自动修正。其次,加强数据采集过程中的管控工作。岸基软件设置数据异常阈值,触发自动报警,暂停采集人工核验以后,再继续采集相关数据。设定采样密度阈值软件会自动识别漏测区域,生成补测航线方案。原始数据则实时加密,上传至云端,做好留存备份。第三,加强数据校验与追溯工作,采用多级校验机制,在作业结束后开展多次校验工作,最终由第三方监理单位完成终极校验。并建立全流程追溯机制,记录整个过程,实现数据的可追溯。

4.4 设备运维管理

工作人员还需要加强设备与流程管控工作,减少其中的影响因素,提高作业效率。首先加强设备全生命周期管控工作,制定维护计划,明确各项标准。每周月边开展检测校验工作,确保设备性能优良,能够正常发挥作用,获取高质量的数据信息。建立设备台账,加强设备运维管理,通过物联网实时监控设备状态,提前预警老化设备。其次,加强作业流程标准化建设。认识到作业的标准化流程,实现各环节的拆分,制定标准化步骤。提高日常监管效率,优化方案,便于提高工作效率。

4.5 明确手动操作要点

应用无人测量船时,涉及手动操作环节。操作人员需要具备丰富的驾驶经验,能够结合测量船航线的区域状况,选择合适的航线,完成测量任务的同时,确保整个航行安全

可靠。受到多种因素影响,手动操作会存在一定的延迟,因此操作人员需要做好航线的预测,避免航线偏差影响数据的可靠性。

4.6 加强人员管理

实际的作业中水上环境十分复杂,很多规划的内容没有办法按照预期的要求来完成。整个过程风险比较高,可能会造成测量船沉没。因此加强人员管控,做好人员培训,可以提高工作效率,避免各种风险。采用分级培训机制,针对操作手、数据处理员、安全员等开展专项培训工作,考核合格后才可上岗。每半年组织一次技能竞赛,提升工作人员的实操能力。与此同时引入责任机制,落实到人。明确作业组长、操作手、数据人员等不同的职责分工出现异常,可追溯具体的责任人,提高工作人员的重视。

4.7 加强应急管理建设

针对设备故障数据异常等突发情况,建立应急管理机制,应对各种情况。首先,构建完善的应急预案体系,采用分级预案的形式,针对不同情况启动不同预案,每季度开展一次综合应急演练,模拟不同的场景,优化预案的内容,便于应急响应。其次,构建快速响应机制,打造应急团队,明确资源储备,组建专业小组,应对各种情况。

5 结语

综上所述,在水利工程测量中,应用无人测量船可以显著提升测量效率,获得更加精确全面的数据信息,为后续工作提供重要的依据。因此,在具体项目中,测量团队需要明确无人测量船的应用流程,按照这一流程操作加强管控措施,有效抵御其中存在的风险,获得详细可靠的数据。可以形成成果文件,为水利工程提供支持保障,也能促进我国测绘行业的可持续发展。

参考文献

- [1] 彭玉生. 无人测量船在水利工程测量中的应用[J]. 治淮, 2022(5):40-41.
- [2] 王金辉. 无人测量船在水利工程测量中的应用研究[J]. 电脑校园,2020(7):60-61.
- [3] 刘红兵. 基于无人测量船的水下地形测绘对策[J]. 数字技术与应用,2025,43(2):229-231.
- [4] 赵美玲,郑亚运,曹慧. 智能无人船在水下地形测量中的应用[J]. 科技创新与应用,2022,12(18):193-196.
- [5] 魏净静,俞瑾,冯露. 无人船测量系统在水闸工程水下地形测量中的应用[J]. 治淮,2024(10):36-38.