

无人船测量系统在水文应急监测中的应用价值分析

贺春发¹ 上官晖²

1. 赣江中游水文水资源监测中心 江西吉安 343000

2. 信江饶河水文水资源监测中心 江西上饶 334000

摘要: 水文应急监测是智慧水利建设规划的重要一环,在加强水利行业监督工作的相关指导意见中提出充分发挥现代科技手段作用,实现水文应急监测手段及方式的创新。在水安全保障规划宏观背景下,用于河湖生态环保治理的新技术手段出现并应用,其中,无人船凭借其智能化及自动化优势,在我国水利业务领域大有用武之地。本文就无人船测量系统在水文应急监测中的重要性及其应用进行论述,旨在为水利工作者在具体实践中有所参考借鉴。

关键词: 无人船; 测量系统; 水文应急监测; 应用

在水资源高效利用的背景下,加强河湖生态治理能力是大势所趋,而要提高河湖治理水平,健全且先进的监测感知能力体系建设极为关键。在自动化技术及信息技术的辅助下,智能无人船技术取得了长足进步,凭借其优势特性,在水利水文应急监测领域发挥的作用日益显著。

一、现阶段水资源监测及河湖监管概述

随着水利基础设施更新及各类信息技术的应用,我国水资源总体利用率得到有效提高。总体上看,在水利高质量发展的背景下,水资源监测及水利应急管理实现了大踏步进步,但在监测信息化体系的搭建及手段更新速度上还存在一定的短板。首先,各类水文站、水位站、雨量站、水质站、水文信息采集点在规模数量上大幅提升,水资源的综合采集体系已经形成。但站在智慧监测的视角看,水资源监测及水文应急监测依然存在智能化程度不高或不一的问题,水资源监测软硬件无法做到全覆盖,监测过程依然停留在过多依赖人工的状态,智能化设备,如传感器、摄像头、无人船、无人机等应用参差不齐,尚未形成天地空一体化的监测机制。例如,物联网技术应用范围小,应急监测的设备智能化程度低,

无法有效满足新时期水文应急监测及抢救要求^[1]。其次,从河湖监管情况看,通过河湖专项执法,河湖水环境得到持续改善,水政监察成效日益显著,但受河湖监管大范围及长战线特点,在监管开展方式上多停留在人走、车跑及船巡的模式,巡察监管成本较高。尤其是涉及水文状况复杂的区域,涉水违法行为多发,监管存在盲区。而水文监测的人工化场景下,一方面监测范围有限,另一方面也存在数据采集不规范,应急监测的瞬时数据及证据无法及时固定的弊端。此时,无人船测量系统的作用价值得以体现。

二、无人船测量系统及其在水文应急监测环节的重要价值

(一) 无人船测量系统

无人船测量系统是水文应急监测的“水上急先锋”,具体工作中,借助船上搭载的多类型传感器,可以打破传统人工测量的局限性,安全快速地获取关键信息数据,是水事突发事件的核心装备^[2]。无人船的主要构成有:① ADCP,即声学多普勒流速剖面仪,主要用于不同水层流向流速测量,计算水域断面总流量。② 水下地形扫描。测扫声呐及单波多波束测深仪,可对河床及水下地形图进行测绘,并给出三维模型,对淤积及深坑等水下隐患进行排查。③ 激光雷达及水质传感器等辅助功能模块。可与无人机共同参与到水案一体化测绘及应急水质采样监测。④ 控制及作业平台、远程遥控终端、自动驾驶仪、卫星无线电及北斗等高精度定位通信系统。⑤ 数据集成输出系统。例如,专业用于数据处理的软件,形成流量、三维地形及断面图等测量成果;用于决策的应急监测报

作者简介:

1. 贺春发(1989-),男,汉族,江西永新人,本科,二级主任科员,研究方向:新技术装备在水文应急监测应用。

2. 上官晖(1974-),男,汉族,江西鄱阳人,本科,工程师,研究方向:水文监测应用。

告及其他可视化的图表等。

无人船测量系统作为河道监测的重要媒介，其船体在构造上多以轻质合金材质为主，发挥该材质的防碰撞及耐腐蚀优势，同时也便于船体搬移挪动。无人船测量系统主要以远程遥感遥控技术为主，配合人机交互功能，可以对水文监测区域的水文参数要素进行勘测记录，同时将船舶的航行轨迹、工作状态、位置姿态等信息同步上传到岸基控制系统中。在获取相关信息数据后，水文应急监测人员能够实时进行查阅浏览。由于无人船测量过程主要有船舶搭载系统自主完成，在对无人船的位置定位上主要借助GNSS接收机等高精度特性装置，该装置可以实时完成无人船定位。水文应急监测人员借助无人船配置的通信系统功能模块，可在配备测区底图的操作系统中查看及接收无人船及其监测的信息数据^[3]。无人船相关数据的传输及控制则由测量系统控制系统模块负责并完成。为应对水域不同的环境特点，无人船测量系统结合测区的属性，能够提供自动控制及手动遥控两类操作模式。从无人船测量系统的优势看，其具备作业范围广、机动性强、监测高效准确等性能，能适应多样化的勘测要求。尤其是针对河道水面之下的地形地貌及水位变化等数据，无人船测量系统的自动化、集成化、无人化能够快速提供测绘数据，降低人为测绘的误差。

（二）无人船测量系统基于水文应急监测的重要性

水文应急监测主要是指当区域范围突遭暴雨及洪灾自然灾害后，快速有效地获取瞬时及之后的水文信息数据，从而为相关部门进行紧急防控提供决策依据。此外，广义上的水文应急监测还涵盖了疏浚河道勘测、海洋调查、水库湖泊测量等领域。无人船测量系统之所以基于水文应急监测极为关键和重要，在于以下几点：第一，应急救援前期水文数据的实时获取。水文信息数据反映了河道湖泊等水域的真实状态及变化因素，这些因素被获取，可以在紧急状况下通过分析此类因素，判断可能存在的水文灾害，为后续的补强或抢险提供参考。例如，无人船测量系统模块支持下的水文数据采集，能够覆盖重要的几个信息，如降雨量、流速、水位等，一旦达到预期红线，可进行预警并采取救援决策。第二，应急救援中的效率保障。如水域内突发紧急情况，此时需要迅速展开救援工作，无人船测量系统可以借助自身的功能模块对受灾区域瞬时的水文情况进行摸排，第一时间监测及评估区域范围水势变化、水流流向流速、受灾区域分布等，给救援人员开展救援工作及提高救援效率提供

实时帮助和指导。第三，应急救援后期的恢复。当水域遭受洪水灾害后，需要着手进行灾后恢复工作。借助无人船测量系统，可不间断地对水位涨跌及径流量等数据进行监测，一旦出现异常水位数据及高降雨量风险，可以通过系统发出预警，避免灾后恢复出现资源多次浪费等问题。第四，提高水资源利用率。水文应急监测获取及传输的数据，反映了区域内水资源的动态变化情况，通过无人船测量系统将数据发送共享到多个部门，可以实现数据价值的最大化，提高水资源的综合利用率^[4]。例如，城市及乡镇的生活供水、农业用水、工业用水等，可以在应急监测数据模型内进行多水源信息的共享，为水资源的合理调配提供依据参考。

三、无人船测量系统在水文应急监测中的具体应用

（一）水文及水资源指标参数的日常监测

无人船测量系统在水文应急监测中的应用，需要在日常监测过程中做好数据参数的收集积累，从而在遇到水文突发情况时能够迅速发挥自身作用。无人船配合水域内的各个监测站点，借助其灵活性，可以广泛覆盖水域周边，对重要的或者经常发生水事事件的控制断面进行实时监测及动态跟踪感知，如此可实现从固定点位静态模式监测向点线面扩散模式监测转变。另外，无人船配备了柔性水尺等监测设备，其性能优势突出，相比传统监测模式中的设备，在数据采集的精度上更高，在数据传输的速率上更佳，可应对多种气候环境，达到连续在线监测的目的。如此一来，水文应急监测在效率上大大提升。

（二）基于数字孪生技术的水文监测数据收集

无人船测量系统的主要功能是水文监测数据的收集，尤其是涉及到应急监测时，数据收集的效率及全面性至关重要。当下，无人船及新型无人船依托数字孪生技术，针对数据采集的全流程实现了精准性抓取及瞬时性响应反馈。在应用上，主要是在无人船船体内部装载各类传感器，这些传感器能够自动化、高频次、大范围从相关物理实体采集数据信息，以此构建孪生模型并进行虚拟映射，采集精准物理参数和基础测绘数据。例如，河道如遇到洪水突发情况，溃口的水深及流量等数据能够借助无人船水下声呐成像设备、水下激光摄影设备、RTK设备等对地貌地形进行建模，配合高清摄像机、DEM采集设备、激光雷达等设备，快速完成扫描测绘及数字映射。

（三）辅助开展水务巡查

水文应急监测数据一方面为针对性防控及处理水事，

另一方面相关数据信息也被用于水务巡查监管。无人船测量系统在辅助水务巡查开展时，起到的作用也不容小视。具体到应用过程中，无人船可以通过对日常巡航路线的设定，发挥无人船自主运行优势，可不间断围绕重点水域进行巡查，船上搭载的北斗定位及360°视频采集设备装置，可以及时发现并预警水域内的异常行为，给水域执法提供助力。例如，水文应急监测中发现了水域内的违规行为，可通过无人船远程对话功能，发出驱离预警；如出现更为严重的违法违规情况，可借助无人船测量系统的图像拍摄功能进行证据获取及储存。

（四）应急水事事件的集中应用

无人船测量系统通过水文应急监测获取的数据信息，在为水务人员提供处理决策的同时，还能够快速服务于应急现场操作，如水域高危工程建设及洪水灾害等，也适用于水域污染的处置。无人船尤其是新型智能化的无人船通常具备双体式造型结构，船身更为稳定安全，外加上内置的动力性能保障，可在复杂水域进行平稳行驶。巨大的空间则可以配备用于应急救援的设备，配合人工，能够快速响应应急事件。例如，在洪涝及堰塞湖应急救援时，可协助无人机等设备，实现安全物资的应急输送，对溃坝、决堤风险区进行近点实时监测，进入有害水污染区进行监测取样作业，也可携带爆破设备进入堰塞湖或高危水利工程执行爆破任务。

四、提高无人船测量系统在水文应急监测中的应用价值的相关建议

首先，加快无人船技术研发，普及推广无人船测量系统及辅助新设备。针对水利行业设备升级，应将新型无人船作为一项关键的技术进行突破及推介，这主要考虑到我国面积广，自然条件多样化的特点，不同区域的水文环境复杂不一，应加快智能化水利设备的应用。各区域结合自身的特点及需求，可在水利行业内部提出无人船测量系统的具体配置要求，由社会企业参与研发生产及试点，以点带面地形成无人船应用场景。其次，无人船测量系统及智慧水利应形成规范化的标准体系架构。

无人船测量系统架构应具备统一的标准，提高系统的兼容性，在数据的传输及共享上使用同一口径。最后，加强政企合作。近年来，我国部分企业在无人船研究领域投入了一定数量的成本，效果较为显著。而水利部门内受制于人员及经费等，在水文应急监测上呈现出捉襟见肘的局面。为此，政府与企业的深度合作可大大缓解该问题。例如，通过政府购买服务等方式，发挥企业的技术和人才优势，将数据采集、实时监控、执法技术支持等方面业务交由社会力量承担，提高新技术的利用效率和效益，提升基层管理效能^[5]。

结语

水文应急监测作为水务管理的重要环节，需要技术及设备的全面升级。无人船及新型无人船测量系统是水文应急监测突破传统模式的利器，在具体应用时，应结合具体水文监测要求及范围，通过数据信息的高效利用，防范及处置水事突发情况，确保我国水资源的科学合理利用。

参考文献

- [1] 邱健. 基于LiDAR与无人船测深的高山寒区水利枢纽水陆一体化测量技术研究——以吉林抚松实验为例[J]. 吉林水利, 2025, (12): 41-47.
- [2] 谢长进. 基于无人船多波束测深技术的通航航道疏浚检测优化研究[J]. 交通科技与管理, 2025, (21): 4-6.
- [3] 刘晓阳, 王文良, 郑欣宇, 等. 面向池塘养殖的水下海参原位计数无人船系统设计与试验[J]. 农业机械学报, 2025, (10): 82-93.
- [4] 刘彦卿, 许琪, 王子康, 等. 无人船水下智能测量系统在水库水下测量的应用[J]. 南水北调与水利科技(中英文), 2025, (S1): 123-127.
- [5] 田雨. 基于无人船系统的海蚀洞水上水下同步探测技术方法研究与应用[J]. 自动化应用, 2025, (16): 222-225.