

基于无人设备的水文应急监测新技术应用研究

马钊钰

新疆维吾尔自治区昌吉水文勘测中心

DOI:10.12238/hwr.v9i6.6404

[摘要] 水文应急监测是指在特大洪水、山洪、堰塞湖、水库溃坝、水闸倒塌、超标泄洪等特殊水情下,对各项水文要素进行监测。其任务是为水文应急分析计算及应急预报提供前期基础资料和实时信息。水文应急监测所取得的宝贵数据为政府提供了决策支持,从而保障人民的生命财产安全,具有巨大的社会效益和经济效益。下文主要对无人设备的水文应急监测新技术应用展开了分析。

[关键词] 无人设备; 水文监测; 应急

中图分类号: P336 **文献标识码:** A

Research on the Application of New Hydrological Emergency Monitoring Technology Based on Unmanned Equipment

Zhaoyu Ma

Changji Hydrological Survey Center, Changji, Xinjiang Uygur Autonomous Region

[Abstract] Hydrological emergency monitoring refers to the monitoring of various hydrological elements under special water conditions such as major floods, flash floods, barrier lakes, reservoir dam breaks, water gate collapses, and excessive flood discharge. Its task is to provide preliminary basic data and real-time information for hydrological emergency analysis, calculation, and emergency forecasting. The valuable data obtained from hydrological emergency monitoring provides decision-making support for the government, thereby ensuring the safety of people's lives and property, and has enormous social and economic benefits. The following text mainly analyzes the application of new hydrological emergency monitoring technologies for unmanned equipment.

[Key words] unmanned equipment; Hydrological monitoring; meet an emergency

引言

近年来,频发的洪水灾害凸显了水文应急监测的重要性。传统方法在效率、准确性和安全性方面存在局限,而新兴的无人装备技术凭借快速部署、高精度测量和远程控制等优点,在水文应急监测领域引起广泛关注。这些特性使无人设备能够在复杂环境中高效监测,并迅速提供精准信息,为应急决策提供有力支持。因此,开发基于无人设备的水文应急监测新技术具有重要的实际应用价值^[1]。

1 水文应急监测的必要性以及无人设备应用的优势

1.1 水文应急监测的必要性

1.1.1 水文行业自身发展的需要

为满足水文现代化建设要求、提高水文应急监测能力和预测预报水平,进一步提高水文行业的快速反应能力、实践能力、协同作战能力、灵机应变能力和组织能力,水文应急工作规范化、信息化、专业化、现代化,是现代水文发展的重要一环。

1.1.2 防汛应急反应的需要

在汛期尤其是超标准洪水暴发期间,各级政府和防汛抗旱指挥部门对水文监测信息的需求急剧增加,对监测信息的覆盖面、时效性、准确度都提出了更高的要求。这就要求水文部门必须前往一线,全力以赴做好水文应急监测工作,以获取宝贵的测验资料,分析研判水文特性,为各级防汛指挥部门提供及时准确的雨水情信息,为各地坚守堤防、转移安置群众、组织排涝等提供可靠的数据及技术支撑。

1.1.3 经济社会发展的需要

构建新时代水文应急监测体系,不仅是水文行业顺应时代发展的需要,更是经济社会发展对水文行业提出的新要求。水文行业要彻底改变传统服务理念,从单一为水利部门服务拓展到为整个经济社会发展提供全方位服务。尤其是在城市内涝多发频发的态势下,水文部门不能仅拘泥于野外测验,更要向城市水文延伸,全力打造服务型水文^[2]。

1.2 无人设备应用的优势

1.2.1 提高数据精度

传统人工测量容易受到人为因素干扰,存在误判和主观臆断等问题,导致数据精确度不足。而智能设备配有高精度传感器和测量仪器,可以自动、客观地采集水文数据。经过了精密调试和验证的设备能够保证测量数据精准可靠。在水文监测中采用智能设备可以持续、实时地监测,避免因时间间隔所引发的数据缺失或误差,为我们提供更为精确且稳定的数据基础,是保障数据精度的有效手段。

1.2.2 增强应急响应能力

在应对洪水、风暴潮等突发水事件时,快速、准确的监测信息对于应急响应至关重要。传统监测方法在恶劣环境下往往难以正常运行,导致数据获取滞后。而智能设备不仅能在恶劣天气条件下飞行或航行,还能利用搭载的传感器实时监控水文参数变化,可在突发水事件发生时迅速作出反应,为应急决策提供及时、准确的水文信息。这对于减轻灾害损失、保护人民生命财产安全具有重要作用。

1.2.3 降低安全风险

水文监测通常需要在复杂、危险的环境中进行,如深海、湍急河流等,给监测人员带来极大的安全隐患,而智能设备的使用可以大大降低这类安全风险,智能设备具备自主导航、避障等功能,可以代替人工在复杂环境中独立完成监测工作,既提高了监测工作的安全性,也减轻了监测人员的负担和压力。因此,智能设备的应用是保障监测人员安全的重要途径之一^[3]。

2 无人设备的类型及其技术原理分析

作为全自动运行的高端技术装备,无人设备已被广泛运用到水文监测、环境检测、军事侦察及农业植保等众多领域中。依据其用途及性能特征,又可细分为无人机、无人船、无人车等多个类别。其中,无人机与无人船在水文紧急情况下的监测工作中发挥着重要作用。

2.1 无人机

无人机,即无需载人且可独立或半自控飞行的飞行设备,通过无线电控制或自动化计算机程序进行操控。按硬件设计理念分类,主要有固定翼无人机、多旋翼无人机及无人直升机。固定翼无人机因具有长时间续航、优秀的稳定性和高速能力,常被用作巡航作业;而多旋翼无人机由于操作简便、灵活度高等特点,已成消费级及某些民用应用领域的首选工具;至于无人直升机,其具备垂直起降和悬停的强大灵活性,正在尝试应用于抢险救灾等领域。

无人机技术的关键在于飞行控制系统、动力系统及传感器系统的协同作业。飞行控制系统如同无人机的大脑,集成陀螺仪、加速度计、气压计、GPS等多个传感器实时监控无人机的姿态、速度、高度、位置等各项参数,通过预设的飞行公式计算控制指令,通过调节电机转速,确保无人机保持稳定的飞行姿态和速度;动力系统决定了无人机的续航能力,主要包括电机、电池、螺旋桨,电机带动螺旋桨旋转产生升力;传感器系统则扮演着无人机的眼睛,利用各种传感器获取风速、风向、气压、温度等外部环境信息,为飞行控制系统提供必要的数据支持。

2.2 无人船

无人船为自动驾驶的无人舰艇,配备各类传感器和测量器材,专门用于水域环境数据采集和检测。具备自主导航、障碍规避及数据采集等多项功能,能够灵活应对复杂水文条件,出色完成监测任务。

无人船技术与无人机类似,重点在于自主导航和避障功能。无人船搭载了GPS、惯性导航装置等设备,实现自我定位和导航;结合电子海图、水深探测等信息,规划最优行驶路径。在避障系统上,无人船配置了声呐、激光雷达等设备,实时监测周围海水动态,准确识别障碍物并采取避障措施。这些系统的综合运用,保证了无人船在复杂水域的安全航行。在数据采集方面,无人船融合水质监测传感器、声呐等设备进行全覆盖式水域监测和数据收集,数据收集系统将实时监测数据回传至地面总部,为水文应急监测提供有力支撑^[4-5]。

3 应用实例

新疆的河流大多来源于高山冰雪融水和山区降水补给,因此水量季节性变化明显,夏季水量充沛,冬季则水量骤减。这种季节性的水量变化对当地的生态系统和农业生产有重要影响。此外,新疆的河流多为内流河,水量小且多季节性断流,尤其是在中下游地区,由于蒸发和渗漏导致水量逐渐减少。新疆的湖泊多为内流湖,面积变化大,有的位置常变。由于上游大量引水灌溉,许多湖泊如罗布泊和玛纳斯湖已经干涸,艾丁湖也近于干涸。目前比较稳定的湖泊约有100多个。新疆的干旱气候导致河流和湖泊的水量减少,对当地的生态环境造成了严重影响。塔里木河的水量减少导致下游生态系统面临严重威胁,胡杨林大面积衰败,沙漠化问题日益严重。此外,河流的改道和断流现象也时有发生,进一步加剧了生态环境的恶化^[6]。

3.1 无人机

3.1.1 洪涝灾害监测

遭遇洪涝灾害时,无人机可立即起飞,运用高清摄像机和激光雷达等高科技设备,全面捕捉和测量采集灾区地形地貌及水深等重要数据。数据经由无线传输技术实时传送至指挥中心,为抗洪救灾决策提供科学依据,为后续评估与重建工作提供有力数据支持。

3.1.2 水资源调查

无人机可深入江河、湖泊、水库等水域进行航拍,获取其面积、形状、水位等详尽信息。无人机还可搭载水质监测设备,对水体水质进行精确检测,获取溶解氧、酸碱度、浊度等水质参数,监测水资源污染状况。为水资源管理策略的合理制定提供专业的数据支撑。

3.1.3 水文监测

无人机可以按照预设航线对江河流域、湖泊等水体进行定期巡查,获取水位、流量、流速等水文参数的动态变化。同时,无人机还能对水利工程的运行状态如大坝变形情况、闸门启闭情况等监测,及时发现并解决水利工程运行中的问题,为水利工程管理部门提供数据支持^[7]。

3.2 无人船

3.2.1 河流流量测量

区别于传统人工观测模式,无人船可通过其装备的测量仪器高效精准地在河谷横截面进行即时测量并实时传送水速与流量等河流信息,数据经无线网络传输至指挥部,为水文研究和水资源管控提供有力参考。

3.2.2 水质监测

无人船所装载的水质检测设备可实施河流、湖泊等水域的实时监控。如遇水污染情况,无人船能迅速反应抵达现场,运用水质检测设备收集溶解氧、酸碱度、浊度、重金属浓度等重要水质指标。有效指导应急控制部门采取精确的应对措施,为紧急处置提供科学依据。

3.2.3 水下地形测量

配备水下地形测量设施的无人船可全面深入地勘探河流、湖泊等环境。同时,它还具有探测水下障碍物的功能,为水利工程建设与维护提供关键数据支持。以某水利工程项目为例,无人船携带着多波束测深系统等设备,对工程区域水下水底进行了全方位测量,获得了精确的三维地形数据,对水利工程的设计与施工起到了关键作用,有助于提升工程设计与施工方案的质量。

4 发展趋势

4.1 高精度与实时监控能力提升

随着新的水位、流速等传感器的分辨率、稳定性的提高,无人设备可以精确地检测出小尺度的水文变化。5G通讯技术的普及为资料的即时传送提供了保障,无人设备终端可以将监控信息迅速传送至指挥中心,从而达到对目标的实时监控与预警。云计算、大数据等新技术的应用,能够在更短的时间内完成对水文数据的快速处理与分析,及时地为应对突发事件提供可靠依据。

4.2 适应性与可靠性增强

由于水文灾害监测工作条件复杂、苛刻,无人设备的设计与生产将会更多地关注于对不同环境条件的适应性、可靠性。未来的无人船将具有更好的防风、防雨功能,并能在严酷的气候环境中保持平稳飞行;无人船可根据不同的海流、水深,实现自动规避障碍和自主航行。同时还应不断提高无人装备的可靠性,使用更先进的材料及生产过程来提升产品的耐用性及稳定性。并能方便地进行设备的维修与维护,减少设备的故障率,降低维护费用。总的来说,在突发事件发生时,无人设备要可以稳定、可靠地工作,为水文突发事件监测工作提供持续性支撑。

4.3 数据融合与综合分析

在无人值守条件下,基于多源信息的水文灾害预警系统将向多源信息融合和综合分析方向发展。无人设备可获取图像、视频等多种类型数据,利用多源数据融合方法,可以对多源异构

数据进行有效的集成,从而得到更多有用的信息。利用无人机获取的影像和无人船获取的水文资料,可以形成一个对水体状况的完整认识。在此基础上,通过对不同时空尺度上的观测资料进行集成分析,可以揭示流域内不同时空尺度下水文的演变规律与趋势,为洪涝旱灾等自然灾害的预报提供数据支撑。

4.4 国际合作与标准化推进

在全球气候变化的背景下,无人设备的水文灾害应急监测将会是一个非常重要的国际合作方向,各国将在无人设备技术研究、数据共享和应急响应等领域开展深入研究。同时,为推动无人装备在水文灾害监控领域的推广应用,应积极推动无人值守装备相关技术标准的制定。规范内容包括无人值守系统的性能指标、数据格式、通讯协议等,以保证多个厂商的无人值守设备可以互相兼容,共同工作。通过国际间的交流与规范化建设,为无人设备水文应急监测提供有利的外部条件,提升全球水文应急监测的能力与效率^[8]。

5 结束语

随着科学技术的发展,基于无人设备的水文灾害监控系统具有广阔的发展前景。无人设备因其特有的工作原理,在水文灾害监控中具有举足轻重的地位。其在保证数据精度、提高应急响应水平、减少安全隐患等方面有着重要的应用价值,在洪涝灾害监测、水资源调查、水文巡测、流量监测、水质监测、水下地形测绘等领域有着广泛的应用前景。

参考文献

- [1]张树凯,刘正江,张显库,等.无人船艇的发展及展望[J].世界海运,2015,38(9):29-36.
- [2]许彪,张宇,范鹏程.美海军无人水面艇发展现状与趋势[J].飞航导弹,2018(1):10-13.
- [3]辛光红,杨波,王文,等.一种无人环境监测船设计[J].中国科技信息,2018(7):104-105.
- [4]郑应成.无人机在水文测验和信息化管理中的应用[J].广西水利水电,2020(01):91-95.
- [5]张彩云,房照娟,张艺铭.浅析无人机在开发建设项目水土保持监测中的应用[J].治淮,2019(11):24-25.
- [6]孙振勇,王世平,彭万兵.无人机低空遥感技术在水文应急演练中的应用[J].水利水电快报,2017,38(6):32-35.
- [7]孔玉霞,穆闯.基于无人机雷达技术的长江防洪应急应用技术研究[J].辽宁科技学院学报,2024,26(1):10-13.
- [8]龚敬.无人机低空遥感技术在水文监测中的应用[J].无线互联科技,2020,17(17):15-16.

作者简介:

马钊钰(1996--),女,回族,新疆昌吉人,本科,助理工程师,从事水文水资源运行与管理研究。