

水文测报技术在防汛抗洪过程中的研究

苏枫春

河北省廊坊水文勘测研究中心

DOI:10.32629/hwr.v10i3.6892

[摘要] 为提升防汛抗洪工作的科学性,本文围绕水文测报主要内容及仪器设备配置,结合“物联网感知”“毫米波雷达”“声学多普勒”“北斗定位”等技术,梳理各技术在防汛抗洪中的具体应用方法及参数设置并分析技术应用效果。研究表明,合理配置水文监测设备、规范应用各类测报技术,可强化水文测报支撑能力,为防汛抗洪调度决策提供可靠数据保障。

[关键词] 水文测报技术; 防汛抗洪; 雷达技术

中图分类号: TV871.3 **文献标识码:** A

Hydrological Surveying and Forecasting Technology in Flood Control and Fighting

Fengchun Su

Langfang Hydrological Survey and Research Center of Hebei Province

[Abstract] To enhance the scientific rigor of flood control and mitigation efforts, this paper focuses on the main content of hydrological surveying and forecasting and the configuration of related equipment. By integrating technologies such as the "Internet of Things (IoT) perception," "millimeter-wave radar," "Acoustic Doppler," and "BeiDou positioning," it outlines the specific application methods and parameter settings of these technologies in flood control and analyzes their effectiveness. The research indicates that the rational configuration of hydrological monitoring equipment and the standardized application of various surveying and forecasting technologies can strengthen support capabilities, providing reliable data assurance for decision-making in flood control and dispatching.

[Key words] Hydrological surveying and forecasting technology; Flood control and fighting; Radar technology

引言

目前,防汛抗洪工作面临降雨分布不均、水位流速变化迅猛、多站点数据不同步等难点问题,传统监测方式精度不足、响应滞后,难以快速捕捉水情动态给防汛调度决策带来诸多不便,无法充分满足防洪减灾的实际需求。相关人员应用水文测报技术可精准监测降雨、水位、流速等水文要素,有效破解上述难题,为防汛抗洪工作提供可靠数据支撑,对提升防汛抗洪工作的科学性具有重要意义。

1 水文测报主要内容和水文测站测验仪器设备配置

1.1 水文测报主要内容

水文测报是水文工作的组成部分,任务是持续监测并分析江河及流域内的水文变化,及时发布相关信息为防洪减灾和水资源管理提供数据支撑。工作人员需先对水位、流量、降水量等基础水文要素开展观测,再整理并校核所得数据,保证资料的准确性。此基础上,相关部门需分析计算监测数据,以掌握河流水情变化规律,预测未来一段时间的水情发展趋势。汛期或极端天气来临时,水文测报会把重点转向实时监测及快速上报

方面,及时传递监测信息至防汛及相关管理部门为制定决策提供支持。

2 水文自动测报技术的仪器设备

2.1 降水监测设备

目前,水文监测中常用的降水监测设备主要有翻斗式雨量计、称重式雨量计等两类。其中,翻斗式雨量计凭借简单的结构和良好的稳定性,在实际监测中应用广泛,降雨进入设备翻斗后翻斗会自动翻转并完成计数,进而记录降雨量的变化。和翻斗式雨量计相比,称重式雨量计采用重量变化监测原理测定降水量能够提升降水测量的精度。这些设备采集到的所有降水数据,都会自动传输至监测平台并经相关人员整理后形成完整的降水资料,为后续的分析降雨规律、预报洪水等工作提供可靠依据。

2.2 水位监测设备

水位监测设备主要用于实时捕捉河流、湖泊及水库的水位变化,为分析、预警水情提供基础数据。水文监测领域常用的水位监测设备主要包括压力式水位计、雷达水位计和超声波水位计三种,其工作原理和适用场景各有不同。压力式水位计是凭借

检测水体压力的变化来换算水位高度,设备结构稳定且具有操作简便的特性,更适合于水流平稳、环境相对单一的水域中使用。雷达水位计依托电磁波反射的原理测定水面位置,采用非接触式测量方式,无需和水体直接接触,受环境干扰较小。超声波水位计则根据声波在水中的传播时间计算水位距离,测量精度较高且适配性强,在各类水文自动监测站中应用最为普遍。

2.3 流量监测设备

传统流速仪直接测量水流流速再配合过水断面面积完成流量计算;雷达流量计借助电磁波遥感技术,非接触式获取水面流速信息,从而推求流量。声学多普勒流速仪则利用声波反射以及频移原理获取水体流速数据,对水流条件、含沙量等环境因素的适应性更好。各类设备依靠不同的工作原理,实现自动观测流速和流量,为水文预报、水资源调度及工程管理提供可靠的数据支撑。

2.4 数据采集传输设备

数据采集、传输设备主要承担汇总水文监测数据和远程传送任务,是连接现场监测仪器和后台管理平台的桥梁。水文自动测报系统中,此类设备承担着数据中转的重要功能,常用设备主要包括数据采集终端、遥测终端机以及各类通信模块。数据采集终端可对接多种监测仪器,实时接收流速、流量、水位等原始信号并对数据展开预处理。遥测终端机则在此基础上,把处理后的监测数据上传至远程监控中心。其通信方式灵活多样可依托移动通信网络或专用无线电等方式实现数据传输,保证其能稳定可靠地回传现场信息,实现水文要素的远程实时监控,为水文管理提供及时且准确的数据支持。

3 水文测报技术在防汛抗洪中的应用

3.1 融合物联网感知技术,实时采集降雨信息

某流域防汛管理区域内,技术人员应依据流域山地坡向以及历史暴雨分布特征规划监测站点空间布局,在主要河道上游山区、沟谷汇流区及城镇防洪重点区域布设自动雨量监测节点。每个监测节点都要安装高精度翻斗式雨量传感装置以及微型数据采集终端,单次翻斗计量需把精度设定为0.2毫米,降雨数据采集时间间隔设定为1分钟。设备完成安装后技术人员可配置低功耗通信模块以及北斗授时模块,使监测装置保持稳定时序同步能力,可完成降雨数据采集后立即发送至区域水文信息平台。防汛技术值守人员在汛期前就要对监测节点开展校验工作,校正雨量传感器翻斗灵敏度并核对计量误差,保证降雨采集精度稳定在±3%以内。值守人员应同步建立降雨信息接收平台,把各监测节点编码纳入水文测报技术管理中,系统屏幕可实时显示降雨数据曲线以及区域降雨分布图。

“强对流降雨出现前,监测网络可于十分钟内连续记录降雨变化数据,系统会显示某山地汇水区降雨强度由每小时5毫米上升至每小时38毫米。降雨信息进入水文测报技术平台后,系统可立即生成区域降雨空间分布图,监测界面显示多个监测节点降雨值持续增加,流域雨量累计值两小时内达到72毫米。”

防汛调度人员要依据平台给出的降雨数据判断上游汇水区是否具有形成洪水的条件,随后启动防汛抗洪信息报送程序,把实时降雨数据推送至流域防汛指挥中心。技术人员应持续监控各物联网雨量节点运行状态,监测终端每分钟更新降雨记录并自动存储数据,平台可同步生成降雨历时曲线。防汛抗洪管理系统能够依据实时降雨信息持续更新水情研判模型,使水文测报技术在防汛抗洪应用场景内保持高频数据采集能力。

3.2 引入毫米波雷达技术,精细识别水位变化

中型河流防洪重点河段的水文站建设项目中,水文技术管理单位引入毫米波雷达水位监测装置并搭建起河道水位自动识别体系。工程技术人员可结合河道断面形态及历史洪水水位记录,确定设备安装点位,把雷达装置固定于距离常年水面约12米的桥梁横梁支撑架上。安装环节应由专业工程人员完成雷达主机角度校准,保证雷达波束垂直对准河道中心水面区域。设备参数需设定为每30秒开展一次水位扫描测量,工作频率选用77GHz,测距分辨率可达±3毫米。

值守人员启动水位自动采集程序后,毫米波雷达会持续向水面发射电磁信号,实时接收反射回波并计算水面距离,监测终端随即生成水位数值并传输至区域水文信息中心,平台可呈现实时水位曲线。强降雨天气期间,河道初始水位为12.36米,监测平台以每分钟一次的频率更新水位记录;降雨持续约1小时后,雷达监测数据显示水位升至12.58米,随后10分钟内水位进一步上涨至12.91米,系统会据此自动绘制水位变化曲线图,展示出每10分钟0.33米的水位上升速率。防汛调度人员依托水文测报技术平台持续跟踪水位变化趋势,毫米波雷达始终保持高频扫描状态,水文监测人员可利用远程巡检设备确认,使雷达设备信号稳定度维持在99%以上,技术平台同步生成实时水位变化图层,完整呈现水位上涨全过程。防汛抗洪指挥系统依托毫米波雷达传回的高精度水位数据,动态调整优化水情研判模型和结果,捕捉河道水位的细微波动以及整体变化趋势。

3.3 应用声学多普勒技术,动态测定河道流速

声学多普勒技术是现代水动力监测的一种方法,原理是利用声波在水体中传播时的频率变化特性。声波进入水体后会被水中悬浮颗粒反射,回波返回接收装置时产生频率偏移,系统利用这一频率差值计算出水流速度。该技术测量精度稳定,能适应不同河道断面和复杂水流环境,且实时性强、可实现连续监测。防汛抗洪水文测报中,声学多普勒设备嵌入河道监测系统后,可持续记录河道流速变化,替代传统人工测量的方式,而监测平台能实时呈现水流动态变化曲线,清晰展现河道水流的演变过程。流速数据接入水情分析系统后可为研判洪水传播速度、汇流规模和水动力变化提供依据,提升防汛调度水平。

例如,相关人员需结合河道实际水情特征和防汛监测需求,规范布设设备并调试参数以捕捉河道流速变化,为防汛抗洪决策提供可靠技术支持。相关人员需选取防汛重点河段布设声学多普勒监测设备,结合河道断面宽度及水流特性,在断面中泓线及左右岸1/3处分别设置监测点位,每个点位均需安装一台高频

声学多普勒流速仪,设备安装高度距河床8.5米,保证探测波束垂直能够覆盖监测断面核心水流区域,规避桥梁、浅滩等障碍物对监测信号的干扰。与此同时,相关人员调试声学多普勒设备参数,设定声波发射频率为1200kHz,采样周期设置为20秒,流速测量范围调整为0.01-10m/s,测量精度控制在 ± 0.01 m/s,校准设备信号接收灵敏度,让设备能捕捉水体中悬浮颗粒反射的声波信号,减少水流扰动带来的测量误差。设备调试完成后,相关人员可启动水文测报技术平台和声学多普勒设备的联动程序,使设备采集的流速数据能实时传输至平台数据库,实现数据同步存储。开展河道流速动态监测时,设备会持续向水体发射声波信号以便捕捉水中悬浮颗粒反射的回波信号,利用频率偏移差值计算各监测点位的实时流速,每20秒生成一组流速数据,每小时汇总一次监测成果形成流速变化时段报表。针对汛期强降雨引发的水流变化,相关人员需加密监测频次,把采样周期调整为10秒,同步启动流速异常预警机制,当监测到流速骤升超过0.5m/s时自动标记异常数据并推送至水文测报技术平台核心界面,提升防汛抗洪的针对性。

3.4 依托北斗定位技术,强化站点数据同步

北斗定位技术需结合北斗系统高精度定位、授时功能,规范开展监测网络布设及系统联动,保证不同区域水文站点数据记录统一为防汛抗洪水情研判提供时序支撑。技术人员把北斗定位授时系统和水文测报监测网络适配部署,在流域防汛重点河段的各水文站点安装北斗定位终端,终端接入北斗卫星导航系统后可自动接收统一时间基准信号,技术人员把终端时间校准精度控制在 ± 1 毫秒,能够保障每台设备都可锁定标准时间,搭建统一的数据记录时间框架。技术人员完成各站点北斗终端参数配置,设定1分钟为数据记录间隔,把北斗授时标识同水位监测、降雨采集、流速监测等设备的数据采集程序绑定,各类监测设备均按照北斗统一时间节点开展数据记录,严格遵循同一时间刻度完成数据采集,使不同站点数据时序一致。水文测报技术平台接入北斗授时系统核心接口,并搭建和各站点北斗终端的实时数据链路,自动接收含北斗时间标识的水文数据,校验数据时间戳一致性,剔除时间偏差超2毫秒的异常数据。水文测报技

术平台严格按照北斗定位系统提供的统一时间序列,整合处理各水文站点上传的监测数据。整合过程中平台会分类筛选水位、降雨、流速等各类水文数据并剔除时间偏差超标的异常数据,保证所有数据在同一时间基准下形成完整连贯的监测序列。平台以每5分钟为一个周期,自动汇总全流域各监测站点的实时数据,生成包含多站点、多要素的时序监测报告,报告能够清晰地呈现各站点不同时段的水文数据变化及异常情况标注。生成后的报告可凭借专用通信链路快速推送至防汛抗洪指挥系统,为及时提供调度工作提供参考数据。这些时序化的监测数据,能够支撑水情研判工作,帮助相关人员梳理不同区域水情变化的时间关联规律,掌握洪水的演变趋势,优化防汛调度决策的科学性以及提升水文测报技术在防汛抗洪场景中的应用可靠性,为防洪减灾工作筑牢数据支撑防线。

4 结束语

相关人员合理配置水文监测设备、规范应用各类测报技术,可破解防汛抗洪中的重难点问题,为调度决策提供可靠数据支撑,提升防洪减灾工作的科学性。各类先进技术融合应用,能够完善水文测报体系并强化水情监测能力,对保障人民生命财产安全、推进水资源科学管理具有重要意义。未来,相关人员可优化技术适配性,推动测报技术智能化升级,持续提升数据传输效率,为防汛抗洪工作提供更加强有力的技术支撑。

[参考文献]

- [1]王剑.应对洪水灾害的防汛抗洪抢险技术研究[J].工程建设与设计,2025,(12):239-241.
- [2]熊辉,崔亚男.德州市基层水文服务体系创建成效及建议[J].山东水利,2022,(09):56-58.
- [3]赵丽红,李要尊.河北水文:精准测报逐“峰”而行[J].河北水利,2020,(08):16-17.
- [4]杨保松,杨立.水文测报技术在防汛抗洪中的应用[J].河南科技,2018,(32):60-61.

作者简介:

苏枫春(1968--),男,汉族,河北文安人,助理工程师,从事的研究方向或者工作领域:主要从事水文测报工作。