

水文水资源环境管理与防洪减灾措施分析

王 琪

河南省漯河水文水资源测报分中心 河南 漯河 462000

摘 要：水文水资源环境管理正向生态化、智能化演进，通过数字孪生系统与水文连通性修复技术实现精准调控；防洪减灾则转向灾害链全周期防控，依托智能预警系统与新型工程技术提升效能。当前存在水文监测技术不足、防洪工程有短板、水资源调配与防洪协同性差等问题。为此，需构建天地空监测网络、优化防洪工程、建立协同调控模型及加强应急能力，推动形成工程与非工程措施结合、风险防控与生态保护并重的综合管理模式。

关键词：水文水资源；环境管理；防洪减灾；措施

引言

随着气候变化与人类活动影响加剧，水文水资源系统复杂性攀升，防洪减灾面临新挑战。传统管理模式已难适应需求，水文水资源环境管理需向全要素协同调控转型，防洪减灾需构建全周期防控体系。本文基于当前水文监测、防洪工程及协同管理现状，剖析存在的技术与体系问题，探索提升监测水平、优化工程、强化协同及应急能力的路径，为实现水资源可持续利用与防洪减灾效能提升提供思路。

1 水文水资源环境管理与防洪减灾概述

1.1 水文水资源环境管理

水文水资源环境管理正从传统的水量调控向水文循环全要素协同调控演进，通过整合大气降水、地表径流、地下渗透等关键环节的动态监测数据，构建基于流域尺度的水文过程数字孪生系统，该系统能实时模拟不同气候情景下的水资源分布态势，为水资源优化配置提供精准决策支持。结合生态水文过程的内在规律，创新采用水文连通性修复技术，通过恢复河流、湖泊、湿地等水域生态系统的自然连通状态，增强水资源系统的自我净化与调节能力，同时运用同位素示踪、遥感反演等先进技术手段，精准识别水资源开发利用中的生态敏感区，实现水资源开发强度与生态承载力的动态平衡。在水资源供需矛盾调节中，突破传统工程措施的局限，探索基于水文节律的智能配水模式，通过自适应算法实时调整供水方案，使水资源分配既满足生产生活需求，又维持生态基流的稳定，推动水资源管理向生态化、智能化、精细化方向发展。

1.2 防洪减灾

防洪减灾体系正从被动应急响应转向灾害链全周期动态防控，通过解析暴雨、洪水、内涝等灾害环节的耦合机制，构建多要素联动的灾害链预警模型，该模型

能捕捉不同灾害阶段的临界转换条件，提前预判灾害演进路径与影响范围，为主动防控提供科学依据。基于水文气象大数据与人工智能算法，开发具有自学习能力的洪水风险智能预警系统，该系统可融合雷达回波、土壤墒情、河道水位等多源实时数据，动态修正洪水预报误差，显著提升短期洪水预报的精度与时效。在防洪工程技术创新方面，突破传统堤防建设的思路，采用柔性护岸、透水性堤防等新型结构，结合生态缓冲带建设，在增强防洪能力的同时，提升沿岸生态系统的抗洪韧性，同时探索基于洪水风险分区的差异化防控策略，根据不同区域的承灾体特征与风险等级，制定针对性的疏散预案与工程措施，实现防洪资源的高效配置，推动防洪减灾从工程防御向工程与非工程措施协同、风险防控与生态保护并重的综合管理模式转变。

2 水文水资源环境管理与防洪减灾现状分析

2.1 水文监测技术应用不足

在水文监测领域，尽管已构建起一定规模的站网体系，但在应对复杂多变的水文环境时，现有技术的局限性逐渐凸显。地面定点观测依旧是主流手段，对大尺度区域的监测能力有限，无法及时捕捉到空间上快速变化的水文信息。气象卫星和测雨雷达的覆盖范围不足，致使在暴雨洪水集中来源区、山洪灾害易发区以及大型水库工程、重大引调水工程防洪影响区，难以获取全面且精准的降水数据。这使得对降雨分布情况的掌握不够精确，无法为洪水预报提供充分的数据支撑。部分偏远地区或地形复杂区域的雨量站点稀疏，对于局部高强度降雨事件，无法实现高密度监测，导致关键降雨信息的缺失，严重影响洪水预报模型对洪水过程的模拟精度。水文测站建设标准参差不齐，部分早期建设的站点设施陈旧老化，更新换代滞后，难以满足当前对高精度、实时性水文数据的需求。测验方式较为传统，自动化、智能

化水平不高,大量依赖人工操作,不仅效率低下,还容易引入人为误差。在面对突发洪水时,传统测验方式难以快速响应,获取的数据时效性差,无法为防洪决策提供及时有效的依据。不同监测设备之间的数据兼容性和协同性欠佳,难以形成统一、高效的数据采集与传输网络,制约了水文监测数据的整合与分析利用,无法充分发挥监测数据在水文水资源环境管理和防洪减灾中的关键作用^[1]。

2.2 防洪工程体系存在短板

现有的防洪工程体系在长期运行过程中,暴露出诸多结构性和功能性短板。部分堤防工程建设年代久远,设计标准偏低,难以抵御近年来频发的极端洪水。堤身结构老化,材料强度下降,在高水位长时间浸泡下,容易出现渗漏、管涌、滑坡等险情。部分堤段的基础处理不够完善,在洪水淘刷作用下,基础稳定性受到威胁,增加了堤防决口的风险。一些城市的防洪堤建设与城市发展规划脱节,随着城市规模的不断扩张,原有的防洪标准已无法满足新城区的防洪需求,出现了防洪空白区或薄弱环节。河道整治工程存在不足,部分河道淤积严重,河槽形态改变,过水能力大幅降低。在洪水期,河道水流不畅,水位壅高,加剧了洪水泛滥的范围和程度。一些河道的护岸工程破损,无法有效抵御水流冲刷,导致河岸坍塌,进一步影响河道行洪安全。防洪工程体系中的蓄滞洪区建设与管理也面临挑战。蓄滞洪区的启用标准不够科学合理,在实际操作中,难以精准把握启用时机,导致蓄洪效果不佳。部分蓄滞洪区内的居民安置、财产转移等配套设施不完善,在启用蓄滞洪区时,容易引发社会问题,增加了防洪减灾的难度。蓄滞洪区与周边区域的协调发展机制不健全,限制了蓄滞洪区综合功能的发挥。

2.3 水资源调配与防洪协同性差

在水资源调配与防洪的协同管理方面,存在明显的脱节现象。水资源调配往往侧重于满足生产生活用水需求,而对防洪安全的考虑不够充分。在枯水期,为保障供水,过度蓄水或不合理调水,可能导致河道水位过低,削弱了河流的行洪能力,在洪水来临时,无法有效宣泄洪水,增加了洪水泛滥的风险。在丰水期,未能充分利用洪水期的水资源进行合理调配,将大量洪水直接下泄,造成水资源的浪费,同时也增加了下游地区的防洪压力。水资源调配与防洪的信息共享机制不完善,水利、气象、交通等部门之间的数据流通不畅,信息传递存在延迟和偏差。这使得在制定水资源调配方案和防洪决策时,无法全面、准确地掌握实时的水文气象信息和

工程运行状况,难以实现科学合理的协同调度。不同部门在水资源调配和防洪管理中的职责划分不够清晰,存在职能交叉和管理空白,导致在面对复杂的水情时,协调配合困难,无法形成有效的工作合力。缺乏统一的调度指挥体系,在应对洪水等突发事件时,各部门各自为政,难以实现水资源调配与防洪措施的有机结合,降低了整体的防洪减灾效能^[2]。

3 加强水文水资源环境管理与防洪减灾的措施

3.1 提升水文监测技术水平

(1) 构建天地空一体化监测网络,在现有地面站网基础上,加密暴雨洪水易发区、山洪灾害重点区的监测站点,配备新型自动测报设备,同步拓展气象卫星和测雨雷达的覆盖范围,通过多源数据融合技术整合地面观测、卫星遥感、雷达监测信息,形成全域无缝的水文要素感知体系,实现对降水强度、土壤墒情、河道流量等关键指标的高时空分辨率监测,为捕捉快速变化的水文过程提供全方位数据支撑。(2) 引入智能感知与自适应监测技术,采用无人机巡检、水下机器人探测等手段弥补传统定点观测的局限,在地形复杂区域布设自组网式监测终端,利用物联网技术实现监测数据的实时传输与动态更新,结合机器学习算法对监测数据进行智能质控,自动识别异常值并进行校准,提升数据的准确性与时效性,满足复杂水文环境下高精度监测需求。(3) 开发水文监测数据智能分析平台,基于云计算与大数据技术构建统一的数据处理中心,对多源监测数据进行标准化处理与深度挖掘,通过数字孪生技术构建动态更新的水文过程模拟模型,实现对水资源分布、洪水演进等过程的实时可视化展示,为水资源管理与防洪决策提供直观的数据分析结果与情景推演支持,推动监测数据向决策支撑能力的高效转化。

3.2 优化防洪工程体系

(1) 推进防洪工程结构升级,对现有老化堤防进行防渗加固与结构改造,采用高强度复合材料与柔性护岸技术提升堤防的抗冲刷能力和变形适应能力,在河道整治中实施清淤疏浚工程,恢复河槽天然行洪断面,结合生态缓冲带建设,在堤防外侧构建植被过滤带与透水铺装层,形成兼具防洪功能与生态修复作用的复合型工程体系,增强沿岸生态系统对洪水的缓冲与调节能力。(2) 创新蓄滞洪区建设模式,基于洪水风险评估结果优化蓄滞洪区空间布局,采用分区设防技术提升蓄滞洪区的调蓄效率,在蓄滞洪区内建设生态型滞洪湿地,通过地形重塑与水系连通增强洪水滞纳能力,同时配套建设智能化的水位调控设施,实现蓄滞洪区启用与退水过程

的精准控制,在保障防洪功能的同时,提升区域生态系统的多样性与稳定性。(3)实施流域尺度防洪工程协同优化,以流域为单元全面统筹干支流防洪工程的科学布局。深入分析各区域洪水特性,借助先进的数学模型,细致模拟不同工程组合方案在各种洪水情景下的防洪效果。精准优化堤防、水库、水闸等工程的联合调度参数,在重要节点精心建设多功能防洪枢纽,整合行洪、调蓄、生态补水等功能,形成上下游联动、左右岸协同的整体性防洪工程网络,提升流域整体防洪韧性^[3]。

3.3 增强水资源调配与防洪的协同性

(1)建立水资源-洪水协同调控模型,基于流域水文循环机理,整合水资源供需预测与洪水演进模拟模块,通过耦合算法分析不同来水情景下的水资源配置与防洪安全阈值,形成动态可调的调度方案,在枯水期合理预留河道生态基流与防洪库容,丰水期则根据洪水预报提前预泄腾库,实现水资源利用与防洪安全的动态平衡。

(2)构建跨区域数据共享与联动调度机制,着力打通水利、气象、水文等部门间的监测数据壁垒,整合多源异构数据资源,构建统一规范、高效安全的水情信息共享平台。借助先进通信技术实现实时数据交互,达成水资源供需状况与洪水风险的同步精准感知。运用智能算法生成科学合理的协同调度指令,指导水库、闸门等水利工程联合运行,在保障供水安全的同时,最大化发挥工程的防洪调蓄效益。(3)开发基于水文节律的自适应调配技术,结合流域天然水文周期特征,将防洪调度融入水资源年度调配计划,通过长周期水文预测提前规划水库蓄泄策略,在汛期根据实时洪水预警动态调整供水方案,采用错峰调度技术协调上下游用水与防洪需求,使水资源调配过程既符合生态水文规律,又能快速响应洪水防控要求,提升系统整体协同效能。

3.4 加强防洪减灾应急能力建设

(1)构建多维度洪水风险预警体系,基于水文气象大数据开发具有分级预警功能的智能系统,整合历史灾害数据与实时监测信息,通过深度学习算法识别洪水发生的前兆特征,建立从暴雨形成到洪水淹没的全链条预

警模型,针对不同风险等级生成精细化的预警产品,涵盖淹没范围、影响时长、风险程度等关键信息,为应急响应提供精准指引。(2)研发应急抢险新型技术装备,针对堤防管涌、决口等险情,需构建一套高效协同的抢险体系。除配备模块化防渗墙设备、快速封堵材料等专用器材外,借助无人机三维扫描技术,能实时且精准捕捉险情区域地形数据。结合BIM技术构建抢险场景数字模型,模拟方案效果,为应急队伍决策赋能,助其快速制定最优处置策略,提升险情处置的效率与精准度。(3)完善应急物资储备与调度系统,基于洪水风险分区结果优化应急物资储备点布局,在高风险区域前置储备冲锋舟、救生衣等关键物资,采用物联网技术对物资库存与分布状态进行实时监控,开发应急物资智能调度算法,根据灾害预警信息与受影响区域情况,自动生成物资调配方案,结合无人机投送、水陆联运等立体运输方式,实现应急物资的快速精准投放,保障抢险救援工作的及时开展^[4]。

结语

综上所述,水文水资源环境管理与防洪减灾需突破传统模式,以技术创新为核心驱动力。通过天地空监测网络与智能分析平台强化数据支撑,依托新型工程技术与协同调控模型提升系统韧性,结合应急能力建设构建全链条防控体系。未来应深化生态化与智能化融合,完善跨部门协同机制,实现水资源管理与防洪减灾的动态平衡,为应对水安全挑战、促进可持续发展提供全新范式。

参考文献

- [1]郑强.水文水资源环境管理与防洪减灾措施分析[J].乡村科技,2022,13(2):132-134.
- [2]李岩.水文水资源环境管理与防洪减灾措施分析[J].中国科技投资,2024(10):158-160.
- [3]闵倩.水文水资源环境管理与防洪减灾措施探讨[J].水上安全,2023(6):46-48.
- [4]李希伟.水文水资源环境管理与防洪减灾措施分析[J].建筑工程技术与设计,2021(21):1774.