

智慧水利与河湖综合管理应用研究

李 洋 陆 萌

徐州市河湖管理中心 江苏 徐州 221000

摘要: 智慧水利通过物联网、大数据、云计算等技术,为河湖综合管理提供数字化、智能化解决方案。本文阐述智慧水利与河湖综合管理的概念内涵及相互关系,分析物联网、GIS等关键技术 in 河湖动态监测、水质管理、防洪减灾等场景中的应用,探讨当前面临的数据共享不足、技术标准不统一等挑战,并从顶层设计、标准完善、人才培养和安全保障等方面提出对策建议,旨在为提升河湖管理效能、推动水利行业智能化转型提供理论参考。

关键词: 智慧水利; 河湖; 综合管理; 应用研究

引言: 随着全球气候变化和水资源短缺问题加剧,传统河湖管理模式在动态监测、生态保护、防洪调度等方面的局限性日益凸显。智慧水利作为新一代信息技术与水利业务深度融合的产物,通过实时感知、智能分析和精准调控,为河湖综合管理注入新动能。我国河湖数量多、分布广,管理需求复杂,如何借助智慧水利技术提升河湖管理的科学性、精细化水平,是贯彻落实“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”治水思路的重要课题。本文结合技术应用实践,分析智慧水利在河湖管理中的核心场景、关键挑战及优化路径,以期构建高效协同的河湖管理体系提供借鉴。

1 智慧水利与河湖综合管理概述

1.1 智慧水利的概念与内涵

智慧水利是信息技术与水利业务深度融合的产物,借助物联网、大数据、AI等技术,构建覆盖水利全要素的数字化、智能化管理体系。它通过实时采集水文、水质、工程运行等数据,运用智能算法分析处理,实现水资源调配、水灾害防御、水生态保护等业务的科学决策与精准调控,推动水利行业从传统经验管理向数据驱动的智慧化模式转型。

1.2 河湖综合管理的目标与任务

河湖综合管理以维护河湖健康、促进人水和谐为目标,统筹水资源、水环境、水生态等领域管理。其核心任务包括严格控制污染物排放,保障河湖水质安全;加强岸线保护与合理开发,规范水域空间利用;推进生态修复工程,提升河湖生态功能;完善防洪减灾体系,降低洪水风险;同时落实河湖长制,强化部门协同与公众参与,实现河湖全生命周期的可持续管理。

1.3 智慧水利与河湖综合管理的关系

智慧水利为河湖综合管理提供技术支撑,通过实时监测、数据分析与智能决策,提升管理效率与精准度;

河湖综合管理的复杂需求则推动智慧水利技术迭代与应用深化。二者相互促进,智慧水利解决传统管理中的数据滞后、决策粗放等问题,河湖综合管理为智慧水利提供实践场景,共同构建现代化、高效能的河湖治理体系^[1]。

2 智慧水利在河湖综合管理中的关键技术

2.1 物联网技术

物联网技术依托传感器、通信网络和智能终端,搭建起河湖全流域的感知网络。通过部署水位、水质、流速等传感器,实时采集河湖水温、pH值、溶解氧等关键数据,并借助5G、NB-IoT等通信技术传输至云端。例如,在重点河段安装水质传感器,可实时监测污染物浓度,一旦超标立即预警;分布式水位传感器则能动态监控河道水位变化,为洪水预测提供数据支撑。该技术实现了河湖要素的实时感知与互联互通,有效弥补传统人工监测效率低、数据滞后的缺陷。

2.2 大数据技术

大数据技术具备高效处理海量多源数据的能力,可整合河湖管理中的历史水文、实时监测、遥感影像等数据。通过数据清洗、分析与挖掘,揭示数据背后的规律,为决策提供依据。如分析不同区域污染物排放与水质变化的关联,精准定位污染源;结合气象数据与历史洪水信息,构建洪水风险评估模型,预测灾害趋势。大数据技术推动河湖管理从经验驱动转向数据驱动,提升管理的科学性与预见性。

2.3 云计算技术

云计算技术为智慧水利提供强大的计算和存储支持,通过虚拟化技术实现资源动态分配。在河湖管理中,面对洪水预报等数据密集型任务时,云计算平台可快速调配计算资源,保障模型高效运行;其分布式存储架构确保数据安全,便于多部门共享。同时,基于云服务的部署模式降低了硬件建设成本,使管理部门无需大

规模投入，通过云端即可实现数据处理与业务应用，提高管理效率。

2.4 人工智能技术

人工智能技术通过机器学习、深度学习算法，赋予河湖管理系统智能决策能力。在水质管理中，AI可分析大量监测数据，预测水质变化趋势并识别污染事件；在视频监控领域，图像识别技术能自动检测非法采砂、侵占岸线等行为。此外，AI还可模拟不同生态修复方案效果，优化治理策略。人工智能的应用显著提升了河湖管理的自动化与智能化水平，减少人力依赖，增强管理效能。

2.5 GIS技术

GIS（地理信息系统）技术将空间数据与属性数据融合，以可视化地图呈现河湖管理信息。在河湖动态监测中，GIS可直观展示水位、水质等数据的空间分布；在河湖长制管理中，能划分责任区域，明确河长职责，并实现问题定位与处理流程跟踪。结合物联网、大数据技术，GIS还可模拟洪水淹没范围，辅助制定防洪预案。其强大的空间分析与可视化能力，为河湖管理提供了精准、高效的决策支持工具^[2]。

3 智慧水利在河湖综合管理中的应用场景

3.1 河湖动态监测

智慧水利通过物联网、遥感和GIS技术构建全方位河湖动态监测体系。在河湖沿线部署水质、水位、流速、流量等传感器，实时采集水温、pH值、溶解氧等数据，结合卫星遥感影像与无人机巡检，实现对河湖水体、岸线及周边环境的动态感知。例如，利用高光谱遥感技术可识别水体藻类分布，及时预警水华风险；无人机搭载摄像头和传感器，能快速巡查隐蔽岸线，发现非法围垦、侵占等行为。监测数据经云计算平台整合分析后，通过GIS系统以可视化地图呈现，管理者可直观掌握河湖要素时空变化，及时发现异常情况，为后续管理决策提供精准的数据支撑，显著提升河湖监测的时效性和全面性。

3.2 河湖水质管理

智慧水利在河湖水质管理中发挥关键作用。通过在重点水域布设智能水质监测站，实时采集氨氮、化学需氧量等污染物指标，结合大数据分析技术，建立水质变化模型，预测水质发展趋势。当监测数据超过阈值时，系统自动报警并定位污染源，利用AI算法分析污染成因，生成针对性的治理方案。例如，通过分析工业废水排放数据与水质污染关联性，锁定违规排污企业，辅助环保部门精准执法。此外，智慧水利平台还能整合上下游水质数据，实现流域内水质联防联控，推动多部门协同治理，有效提升河湖水质管理的精细化水平，保障水

生态安全。

3.3 河湖生态修复

在河湖生态修复领域，智慧水利借助大数据和人工智能技术，为修复工程提供科学规划与动态评估。通过收集历史生态数据、实时监测数据及地理信息，构建河湖生态模型，模拟不同修复方案对生物多样性、水体自净能力等指标的影响，优选最佳修复策略。例如，利用AI算法分析水生植物生长规律，确定适合本地环境的物种组合与种植区域，提高生态修复成功率。在工程实施过程中，物联网设备持续监测修复区域的生态指标，将数据反馈至管理平台，及时调整修复措施。智慧水利技术的应用使河湖生态修复从经验驱动转向数据驱动，提升修复工程的科学性与可持续性，助力河湖生态系统的良性恢复。

3.4 河湖防洪减灾

智慧水利为河湖防洪减灾构建起“监测-预警-调度”一体化体系。利用物联网设备实时监测水位、流量、降雨量等数据，结合气象部门的降雨预报，通过大数据模型和AI算法，预测洪水演进路径、峰值流量及淹没范围，提前发布洪水预警信息。在防洪调度阶段，云计算平台整合水利工程（如水库、水闸）运行数据，模拟不同调度方案的防洪效果，为决策部门提供科学依据。同时，GIS技术直观展示洪水影响区域，辅助制定人员疏散和物资调配方案，实现防洪减灾的精准化、智能化管理，最大限度保障人民生命财产安全。

3.5 河湖长制管理

智慧水利为河湖长制管理提供高效数字化工具。通过建设河湖长制信息平台，整合河湖基础数据、监测数据及巡查数据，利用GIS技术划分河长责任区域，明确管理边界与任务清单。河长可通过移动端实时查看责任河湖的水质、岸线等状况，接收异常事件报警信息，并在线派发整改任务。AI图像识别技术还能自动分析河湖监控视频，识别非法采砂、倾倒垃圾等违法行为，及时推送至责任河长。此外，平台支持多部门数据共享与协同办公，实现问题发现、上报、处理、反馈的闭环管理。智慧水利技术推动河湖长制从“被动响应”向“主动监管”转变，提升河湖管理的协同性与执行力，确保河湖长制落地见效^[3]。

4 智慧水利与河湖综合管理应用面临的挑战与对策

4.1 面临的挑战

4.1.1 数据共享不足

智慧水利涉及水利、环保、气象等多部门数据，但因缺乏统一的数据共享机制与平台，各部门数据存在

“孤岛”现象。不同部门数据格式、更新频率、保密要求差异大,导致跨部门数据调用困难。河湖管理中,水文数据与气象数据无法实时融合,影响洪水预测精度;水质监测数据分散在不同单位,难以形成流域级治理合力,制约管理效能提升。

4.1.2 技术标准不统一

物联网、大数据等技术在河湖管理应用中,缺乏统一技术规范与接口标准。不同厂商的传感器、监测设备在数据采集频率、传输协议、精度指标上存在差异,系统间兼容性差。新建设施与原有系统难以对接,导致数据整合困难,增加系统运维成本,阻碍智慧水利技术的规模化推广与协同应用。

4.1.3 人才短缺

智慧水利与河湖综合管理融合需要既懂水利业务,又掌握信息技术的复合型人才。但当前行业内专业人才储备不足,现有人员对物联网、人工智能等新技术应用能力有限。高校相关专业课程设置滞后,人才培养与实际需求脱节,企业培训体系不完善,导致人才供给难以满足智慧水利快速发展的需求,影响技术落地与创新应用。

4.1.4 安全风险

智慧水利系统高度依赖网络与数据,面临严峻的安全威胁。物联网设备易受网络攻击,导致监测数据篡改或传输中断;大数据平台存储海量敏感信息,存在数据泄露风险;云计算服务若遭遇恶意入侵,将影响整个河湖管理系统的正常运行。安全防护技术更新滞后于攻击手段迭代,威胁河湖管理系统稳定与数据安全。

4.2 对策建议

4.2.1 加强顶层设计

成立跨部门协同工作小组,由政府主导统筹水利、生态环境、自然资源等部门,制定智慧水利与河湖综合管理一体化战略规划。建立数据共享协调机制,明确各部门数据开放权限与责任边界,搭建统一的数据共享交换平台,打通数据壁垒,实现水文、气象、水质等数据的实时交互与融合分析。同时,将智慧水利建设纳入地方政绩考核指标,推动形成上下联动、多方参与的管理格局,确保规划有效落地,提升河湖管理的系统性与协同性。

4.2.2 完善技术标准体系

联合行业协会、科研院所及企业,制定智慧水利全链条技术标准规范。统一物联网设备的数据采集频率、传输协议、接口格式,保障设备间互联互通;规范大数

据存储架构、分析模型及可视化标准,提升数据处理效率与兼容性;建立系统建设、运维及安全防护标准,确保各环节技术规范统一。通过标准推广应用,降低系统集成成本,促进新技术快速落地,为智慧水利与河湖管理深度融合奠定技术基础。

4.2.3 加强人才培养

构建“产学研用”一体化人才培育机制。高校增设水利与信息技术交叉学科专业,优化课程体系,增加物联网、人工智能等前沿技术课程;企业与高校共建实训基地,提供实践岗位,强化学生实操能力。针对在职人员,定期组织技术培训与技能竞赛,鼓励参与学术交流;出台人才引进优惠政策,吸引高端复合型人才,打造结构合理、技术过硬的人才队伍,为行业发展注入持续动力。

4.2.4 强化安全保障

建立“事前预防-事中监控-事后处置”的全流程安全防护体系。在设备端,采用身份认证、数据加密技术防止非法接入;网络层面,部署防火墙、入侵检测系统,实时监测网络攻击;数据管理上,实施分级分类存储,定期备份重要数据,建立容灾恢复机制。联合专业网络安全企业,定期开展风险评估与漏洞扫描,制定应急预案并组织演练,提升系统抗攻击能力与应急响应速度,保障智慧水利系统安全稳定运行^[4]。

结束语

智慧水利与河湖综合管理的深度融合,为破解传统管理难题、实现河湖长治久清提供了创新路径。物联网、大数据等关键技术的应用,显著提升了河湖动态监测、水质管理、防洪减灾等场景的智能化水平。尽管当前面临数据共享不足、技术标准不统一等挑战,但通过加强顶层设计、完善标准体系、强化人才培养与安全保障,可有效推动智慧水利在河湖管理中的落地。

参考文献

- [1]张细兵,涂声亮.河湖管理范围划定相关要求与若干问题思考[J].水利水电快报,2023,44(1):134-138.
- [2]陈健,刘小勇,尹宏伟,等.关于河湖长制背景下智慧河湖建设的认识与思考[J].水利发展研究,2022,22(10):111-115.
- [3]蔡阳,谢文君,程益联,等.全国水利一张图关键技术研究综述[J].水利学报,2020(6):685-694.
- [4]陈曼婷,刘彦夫,陈达,等.台州市椒江区河湖保护智慧水利系统建设探索[J].水利信息化,2025,(01):187-192.