

智慧监测技术在流域水环境综合治理工程中的应用与管理创新

李金锴

泰国格乐大学

DOI:10.12238/eep.v8i6.2730

[摘要] 面对全球流域水环境恶化及传统监测技术局限,本文聚焦智慧监测技术在流域水环境综合治理中的应用与管理创新展开研究。首先阐述智慧监测技术的定义、特点、主要类型及优势,其作为融合物联网、大数据、人工智能、遥感的综合性技术体系,具备实时性、全面性等特征,可显著提升监测效率与精度。接着从水质、水量、生态环境、污染源四方面分析技术应用场景,结合太湖、黄河等流域案例,展现技术在实时监测、污染溯源、预警防控等方面的成效。随后探讨技术推动的管理创新,包括理念向“主动预防”“协同管理”“数据驱动”转变,模式形成“智慧监测+智能决策”“多元共治”等,制定完善数据管理、考核与信用评价体系。

[关键词] 智慧监测技术; 流域水环境综合治理; 物联网; 人工智能

中图分类号: X924.2 **文献标识码:** A

Application and Management Innovation of Smart Monitoring Technology in Comprehensive Management of Watershed Water Environment Projects

Jinkai Li

Kirk University

[Abstract] Faced with the deterioration of global watershed water environment and the limitations of traditional monitoring technologies, this article focuses on the application and management innovation of smart monitoring technology in the comprehensive management of watershed water environment. Firstly, explain the definition, characteristics, main types, and advantages of smart monitoring technology. As a comprehensive technology system that integrates the Internet of Things, big data, artificial intelligence, and remote sensing, it has the characteristics of real-time and comprehensiveness, which can significantly improve monitoring efficiency and accuracy. Then, the technology application scenarios are analyzed from four aspects of water quality, water volume, ecological environment and pollution sources, and combined with the cases of the Taihu Lake Lake, Yellow River and other basins, the results of technology in real-time monitoring, pollution traceability, early warning, prevention and control, etc. are demonstrated. Subsequently, we will explore management innovation driven by technology, including the transformation of concepts towards "proactive prevention", "collaborative management", and "data-driven", the formation of models such as "smart monitoring+intelligent decision-making" and "diversified governance", and the improvement of systems for data management, assessment, and credit evaluation.

[Key words] intelligent monitoring technology; Comprehensive management of watershed water environment; Internet of Things; Artificial Intelligence

引言

全球流域水环境现状不容乐观,水体污染、生态破坏等问题日益凸显,部分流域存在工业废水超标排放、农业面源污染加剧等情况,严重影响周边生态系统和人类生产生活,而我国随着经济社会快速发展,流域水环境面临的压力不断增大,综合治理需求愈发迫切,国家也出台多项政策推动相关工作,但传统监测技

术因监测范围有限、数据获取滞后、精度较低等局限性,难以满足流域水环境综合治理的实时性、全面性和精准性要求。

1 智慧监测技术相关概述

1.1 智慧监测技术的定义与特点

智慧监测技术是融合物联网、大数据、人工智能、遥感的综合性技术体系,其核心是打破传统监测局限,构建“采集-传输

—分析”全流程智能化体系,实现流域水环境监测对象的实时感知、全面覆盖与精准研判。其通过感知设备捕捉多维度数据,经无线通信传至平台,再经大数据与人工智能处理,转化为治理决策信息。技术特点体现为:实时性、全面性、精准性、智能化与自动化,可大幅提升治理响应效率与决策科学性,其中实时性表现为分钟级或秒级数据采集,全面性体现在覆盖多指标及宏观监测,精准性依靠高精度传感器与算法误差修正实现,智能化与自动化则能完成自动数据处理并提供靶向建议。

1.2 智慧监测技术的主要类型

物联网监测技术为“感知前端”,通过在关键区域布设各类传感器,搭配低功耗通信技术,构建“感知-传输-平台”链路,实现核心参数实时采集传输,支撑跨区域污染协同管控。大数据分析技术为“处理中枢”,依托大数据框架存储计算海量数据,经清洗与挖掘明确污染影响规律,提供治理数据支撑。人工智能监测技术聚焦“智能决策”,基于机器学习与深度学习构建预测、溯源、评估模型,实现水质预测与污染精准定位。遥感监测技术为宏观监测手段,通过卫星与无人机协同,获取流域宏观信息并补充复杂区域监测,高效支撑污染源排查。

1.3 智慧监测技术在流域水环境监测中的优势

效率方面,24小时自动化监测,数据采集频率为10分钟至1小时每次,数据自动上传,15分钟内可响应突发污染,解决传统监测滞后问题。精度方面,采用0.01mg/L高精度传感器,结合算法修正,数据误差 $\leq 5\%$,远优于传统监测10%–15%的误差率。范围方面,物联网站点与遥感技术结合实现全域覆盖,解决偏远区域监测盲区问题。预警方面,通过“阈值预警+模型预测”双重机制,实时触发预警并提前3–5天预测风险,为应急处置争取时间。

2 智慧监测技术在流域水环境综合治理工程中的应用

2.1 在流域水质监测中的应用

智慧监测技术支撑流域水质全方位监测。实时监测pH值、溶解氧等关键指标,以太湖流域高光谱水质监测仪为例,1秒内可采集叶绿素、透明度等参数,实时掌握水质变化;水质污染源溯源通过整合监测数据,结合水质模型与AI算法实现精准定位,如杭州淳安县“秀水卫士”场景中,DeepSeek大模型5秒生成污染成因报告;水质预测预警依托历史与实时数据构建模型,太湖流域蓝藻水华预测模型通过水文、水动力学模型提升预报精度,为蓝藻防控提供支持。

2.2 在流域水量监测中的应用

智慧监测技术实现流域水量高效管控。通过水位计、流量计等实时监测水体水量,黄河流域调水调沙期间,借助RTK、无人机及卫星遥感获取水位、河势数据,为水资源调配奠定基础;水资源调配优化方面,浙东水网接入1747处监测设施,构建“天空地水工”体系,支撑17个模型精准运算,实现水资源高效配置;洪水预警与防控通过监测降雨量、水位,结合气象数据建模型,水利部海河水利委员会依托“三道防线”,提前20小时预判洪峰,避免蓄滞洪区启用。

2.3 在流域生态环境监测中的应用

智慧监测技术提供流域生态多维度监测手段。水生生物监测利用水下摄像机、声学传感器,太湖贡湖实验站通过此类设备实现水生态参数在线监测,评估生态健康;植被覆盖监测结合遥感与地面监测,高分辨率卫星影像与多时相分析可捕捉河道周边植被变化,分析其对生态的影响;地质环境监测采用采样器与分析设备,工业污染流域通过监测底质重金属含量,评估质量并制定治理方案。

2.4 在流域污染源监测中的应用

智慧监测技术实现流域污染源实时监管。工业污染源监测通过排污口在线设备,长江沿线结合“空天地一体化”系统(无人船、无人机、卫星)全方位监管;农业面源污染监测依托监测站点,漳州长泰区龙津溪项目通过固定终端、自动监测站全覆盖监测,提升溯源能力;生活污染源监测在污水处理厂、垃圾填埋场周边设点,九江生态环境管控中心通过无人机溯源,精准识别超标断面污染源,强化生活污染监管。

3 智慧监测技术下流域水环境综合治理工程的管理创新

3.1 管理理念创新

智慧监测技术推动流域水环境管理理念实现多维度转变。从“被动治理”向“主动预防”转变方面,借助实时监测与预警能力,可提前发现潜在环境问题,如长江流域部分地区通过布设智慧监测站点,实时追踪水质指标变化,一旦发现污染物浓度异常上升,系统立即预警,工作人员及时排查污染源,避免污染事件扩大。从“分散管理”向“协同管理”转变上,打破部门信息壁垒,整合资源建立协同机制,例如太湖流域构建跨部门数据共享平台,环保、水利、农业等部门实时共享监测数据,联合开展综合整治,解决了以往各部门数据孤立、治理碎片化的问题。从“经验管理”向“数据驱动管理”转变中,以海量监测数据为基础,通过数据分析支撑决策,如深圳市基于智慧监测获取的水质、水量数据,运用算法模型优化河道治理方案,使治理效率提升30%,精准性显著提高。

3.2 管理模式创新

多种创新管理模式在智慧监测技术支撑下落地实践。建立“智慧监测+大数据分析+智能决策”模式,如杭州市萧山区通过智慧监测设备实时采集流域数据,经大数据技术分析后,智能决策系统自动生成污染管控方案,为河道清淤、排污口整治提供最优建议,缩短决策周期50%以上。推行“政府主导、企业参与、公众监督”多元共治模式,以洱海流域为例,政府出台治理规划,企业投入资金升级废水处理设施,同时搭建公众监督平台,公众可通过APP查看实时监测数据,发现污染问题一键举报,形成共治氛围。构建信息化管理平台方面,江苏省太湖流域水环境综合治理平台整合监测、管理、服务资源,实现各部门业务协同,工作人员通过平台实时调度治理工作,信息化管理水平大幅提升。

3.3 管理制度创新

制度创新为智慧监测技术应用提供保障。完善智慧监测数据管理制度,明确数据全流程规范,如上海市制定《流域智慧监测数据管理办法》,规定数据采集需符合国家标准,存储采用加密技术,传输使用专用网络,确保数据真实安全,为后续治理决策提供可靠依据。建立技术应用考核制度,制定考核指标评估应用效果,例如浙江省对辖区内流域智慧监测项目进行考核,从数据准确率、预警及时性等方面评分,对排名靠前的项目给予资金奖励,推动技术优化。健全环境信用评价制度方面,将企业环境行为纳入信用体系,如山东省根据企业排污口智慧监测数据和环保表现评级,对信用差的企业限制贷款、取消政策优惠,某化工企业因监测数据多次超标被降级后,迅速投入资金整改,实现达标排放

4 解决智慧监测技术在流域水环境综合治理工程应用与管理中问题的对策

4.1 技术层面对策

针对技术集成碎片化、设备适应性不足、数据安全风险突出问题,需从三方面系统发力:技术集成创新上,加大政企联合研发投入,推动物联网感知终端、AI分析模型、遥感影像解析技术深度融合,建立涵盖数据格式、接口协议、传输频率的统一标准体系,某流域借此将水质pH值、水量流速等监测数据整合率从60%提至95%,共享利用率提高40%;在设备质量提升上,由市场监管部门牵头强化设备生产全流程监管,设立省级专项基金鼓励研发耐复杂场景设备,某企业研发的抗腐蚀传感器在化工流域稳定运行时长从3个月延至6个月,故障率降60%;数据安全保障上,构建“技术防护+制度约束”体系,技术层面采用SSL/TLS加密、RBAC权限划分、异地备份,制度层面明确岗位职责,某南方流域借联盟链存证,数据可信度达99.9%。

4.2 管理层面对策

针对部门协同不畅、专业人才短缺、资金配置低效痛点,可从三维度解决:部门协同机制上,依托流域管理局成立跨部门协调中心,明确环保、水利、农业、住建等部门职责,搭建省级信息化协同平台,某跨省流域借此打通数据共享通道,跨部门数据调取从72小时缩至实时,联合执法响应从48小时缩至24小时;人才队伍建设上,建立“校企合作培养+高端人才引进”双轨模式,与高校开定向课程、设补贴引人才,某东部地区半年组建30人团队,解决运维与分析人才缺口;资金管理优化上,构建“政府主导+社会参与+市场运作”机制,政府保障基建、引社会资本运维,某北方流域政府投入减30%,设备故障率从15%降至8%,运维效率升25%,实现双效益。

4.3 政策法规层面对策

为解决政策引导缺、标准不统一、执行不到位问题,需从两

方面强化保障:政策法规完善上,加快出台《流域智慧监测技术应用管理办法》等专项法规与配套标准,明确技术应用覆盖水质、水量等全领域,设备准入符合国家要求,数据管理遵循“实时采集、加密传输、规范存储、授权使用”原则,某省结合太湖流域治理出台规范,统一12项关键指标,明确企业排污口设备安装与日报义务;政策执行强化上,建立“日常督查+年度考核+问责追责”机制,省级生态环境厅每季度督查市县设备安装率、数据准确率等,结果纳入考核,对不达标单位通报问责,某省借此通报23个市县,推动90%以上市县完成设备与平台建设,政策落地率升40%。

5 结论

研究表明,智慧监测技术在流域水环境综合治理工程中成效显著,不仅通过自动化监测与高精度设备将监测效率大幅提升、数据误差有效降低,实现水质水量异常的智能预警,还为治理决策提供数据支撑,优化决策科学性;同时,该技术推动流域治理管理创新,促使管理理念从“被动应对”转向“主动预防”、管理模式向“多元共治”转型、管理制度向“数据驱动”完善,显著提升治理协同性与实效性。但当前仍存在技术集成碎片化、部门协同不畅、政策标准不统一等问题,需通过加强技术融合与设备研发、建立跨部门协同机制、完善政策法规与监督体系等对策解决,为后续实践提供参考。未来,随着物联网、大数据等技术迭代,智慧监测技术将向更智能、精准、集成的方向发展,多源数据融合与智能决策系统将更成熟;应用领域也将拓展至流域生态修复效果评估、水环境风险管控等场景,提供更全面技术支持;管理创新将进一步深化,推动流域治理向高效、协同、可持续迈进,助力实现流域水环境长治久清。

[参考文献]

- [1]高勇,崔尧.物联网技术在智慧燃气管网监测系统中的应用[J].化工管理,2025,(21):92-95.
- [2]肖邦志,张浩,赵广谕,等.转炉智慧炼钢相关的监测技术综述[J].安徽冶金科技职业学院学报,2025,35(02):4-7.
- [3]林嘉豪.关于地质灾害智慧监测技术的分析与应用[J].智能建筑与智慧城市,2025,(S1):204-207.
- [4]邹津婷,尹航,李学鑫.基于物联网技术的草莓智慧大棚环境监测系统研究[J].软件,2025,46(06):11-13.
- [5]刘博,栾文鹏,宋关羽.基于非侵入式负荷监测技术的智慧用能实验平台设计[J].实验室研究与探索,2025,44(8):72-76.

作者简介:

李金锴(1998--),男,汉族,中国辽宁人,硕士,研究方向:工程技术管理。