

信息化对全国水生态环境管理的作用

马力, 闫其年, 许子赫, 胡昊*, 贾红霞, 范丽娜

生态环境部信息中心, 北京, 中国

*通讯作者

【摘要】在生态文明建设进入减污降碳协同推进的新阶段背景下,提升水生态环境治理能力成为关键任务。本文围绕全国水生态环境综合管理平台建设实践,阐述其基于“一点两线、三水统筹、四个在哪里”的业务逻辑,整合多源涉水数据,构建五层架构与三端应用体系,实现全国水生态环境“一张图”展示。通过空间关系、形势分析、问题聚焦和业务支撑四大模块,平台支撑突出问题识别与闭环管理,提升宏观研判与精准治污能力。平台依托GIS空间分析、数据关联与规则筛选机制,实现涉水要素跨层级联动与问题清单动态更新,增强了流域统筹与区域落实的协同效率。同时,通过形势分析自动生成和多端协同应用,提高了决策响应效率与监管透明度。研究表明,信息化建设为水生态环境治理体系和治理能力现代化提供了重要支撑,为推进精准、科学、依法治污提供了技术路径与实践范式。

【关键词】水生态环境管理;信息化建设;大数据治理;三水统筹;治理能力现代化

【基金项目】国家重点研发计划(编号:2022YFC3202005)

1.引言

近年来,我国生态环境保护工作持续深化推进,在污染减排与结构优化协同推进背景下,水生态环境治理进入由规模控制向质量提升转型的关键阶段[1]。相关行动方案将水污染防治置于突出位置,强调以数据支撑和技术赋能提升治理精准度与科学性。强化水生态环境管理信息化建设,已成为支撑精细化监管、协同化治理和规范化执法的重要技术路径,也是推动城市绿色发展与公共环境质量改善的重要基础[2,3]。

经过持续治理,全国水环境质量总体改善趋势明显。县级及以上城市集中式饮用水水源地水质达标率达到96.7%,城市黑臭水体整治成效显著,长江保护修复、渤海综合治理稳步推进,农村生活污水治理率提升至55%,全国地表水I—III类水质断面比例达91.4%。但严峻挑战依然存在:城市污水管网配套不足、河湖生态空间被挤占、湿地萎缩、太湖等重点湖泊水华频发,高环境风险企业沿岸分布等问题,凸显了传统治理模式在应对复杂水生态问题时的短板,也对治理体系和治理能力现代化提出了更高要求[4]。

在规划期内,水生态环境管理持续强调系统治理理念,统筹水资源、水生态与水环境多要素协同优化,强化流域尺度综合管理与结构调整,通过提升数字化监管水平巩固治理成效,并为中长期生态质量持续改善奠

定技术基础[5]。治理重心逐步由末端控制向源头协同与全过程监管转变,对信息系统集成度与数据实时共享能力提出更高标准[6]。

近年来,围绕网络安全与信息化体系建设,管理部门持续推进统一架构与集中整合机制建设,强化数据资源统筹与系统整合能力,为环境信息化发展奠定制度与技术基础[7]。在此背景下,推进水生态环境管理信息化,是提升治理效率与风险识别能力的关键支撑环节,也是完善流域综合监管体系的重要组成部分[8,9]。

自2020年6月起,依据水生态环境业务管理逻辑框架,围绕“一点两线、三水统筹、四个在哪里”的管理思路,整合涉水数据资源与业务系统,启动全国水生态环境综合管理平台建设。该平台以提升水生态环境质量为核心目标,通过夯实水环境、水资源与水生态协同管理基础,围绕问题识别、成因分析、对策匹配与落实跟踪等关键环节构建闭环管理机制,为宏观形势研判与重点问题精准识别提供技术支撑,增强流域尺度环境治理的数字化与智能化水平。

2.建设情况

2.1目标与定位

全国水生态环境综合管理平台基于水生态环境业务管理逻辑体系,围绕“一点、两线、三水统筹、四个在哪里”的总体思路构建。平台整合水生态、水资源、水环境、全

国工业企业、排污口、污水处理厂等多源数据资源,依托互联网+、大数据与空间信息技术,实现不同专题数据的汇聚整合、关联分析与综合应用,形成覆盖全国尺度的水生态环境“一张图”。平台定位于支撑水生态环境综合管理与决策研判,通过数据整合与专题分析提升问题识别能力和趋势判断能力,为全国水生态环境精准化、科学化、规范化治理提供技术支撑,同时为治理体系与治理能力现代化建设提供信息化基础保障。

2.2 总体框架

全国水生态环境综合管理平台依托既有标准规范体系和安全运维保障体系建设,面向管理部门和业务支撑单位等用户群体,构建基础层、数据层、服务层、系统层、展示层五层架构。平台整合水生态、水环境、水资源、排污口等数据资源,通过统一数据管理与关联分析机制,实现跨专题信息共享与综合应用。

系统以生态环境云和环保专网为支撑,依托环境信息资源中心的数据汇聚能力,通过大屏端、电脑端和手机 APP 等多终端展示方式,构建空间关系、形势分析、问题聚焦和业务支撑四大模块,共计 20 项功能。各模块围绕水生态环境要素结构、质量变化趋势、突出问题识别及业务闭环管理展开,实现对全国水生态环境突出问题的精准识别与动态跟踪,推动问题整改与持续改善,为提升水生态环境精准科学依法治理水平提供稳定的信息化支撑[10]。

2.3 建设内容

全国水生态环境综合管理平台包括空间关系、形势分析、问题聚焦和业务支撑四个模块,并通过大屏端、电脑端和手机 APP 三端实现综合展示与应用。平台实现水生态环境要素的统一空间表达、形势分析结果的自动生成以及问题清单的集中呈现,为管理部门开展宏观研判和综合决策提供数据支持。

2.3.1 空间关系

依据水生态环境业务管理逻辑,按照“流域统筹、区域落实”的管理思路,构建全国、流域、重要水体、控制单元、行政区域五级空间管控体系,实现水环境、水资源、水生态及污染源等涉水要素的空间关联与分级管理[11]。

在多源涉水数据整合基础上,构建 44 张专题数据图层,实现空间叠加、属性查询与关联分析功能。基于 GIS 空间分析方法,将

涉水要素点位信息与五级空间管控体系边界进行匹配,通过点状、面状及点聚合等形式实现地图可视化展示[11]。

全国空间级别中展示选择涉水要素在全国范围内的空间分布情况,可关联交互的涉水要素有地表水断面点位、黑臭水体分布、地级及以上饮用水点位、自然保护区点位与范围、工业园区点位、镇级污水处理点位,并以点聚合的形式展示工业企业、排污口、污水处理厂的全国各省数量分布情况。流域空间级别中展示涉水要素在全国范围内的空间分布情况。可关联交互的涉水要素有地表水断面点位、黑臭水体分布、自然保护区点位与范围、工业园区点位、镇级污水处理点位,并以点聚合的形式展示工业企业、排污口、污水处理厂的流域内各省数量分布情况。重要水体空间级别中展示重要水体的空间分布情况。控制单元空间级别中展示涉水要素在全国范围内的空间分布情况。可关联交互的涉水要素有地表水断面点位、黑臭水体分布、自然保护区点位与范围、工业园区点位、镇级污水处理点位,工业企业点位、排污口点位、污水处理厂点位。行政区域空间级别中展示涉水要素在全国范围内的空间分布情况。可关联交互的涉水要素有地表水断面点位、黑臭水体分布、自然保护区点位与范围、工业园区点位、镇级污水处理点位,工业企业点位、排污口点位、污水处理厂点位。

2.3.2 形势分析

平台依托形势分析模块,基于月度数据更新机制,构建自动化形势分析报告生成流程,并可自动生成形势分析会汇报 PPT。系统整合地表水监测数据、饮用水水源数据、调水工程相关数据等信息资源,结合预设分析模板与指标计算规则,生成汇报 PPT 初稿,用于支持全国水生态环境形势的宏观研判。生成内容涵盖全国总体态势、重点流域与区域变化情况、饮用水水源安全状况、行政辖区对比分析以及突出水环境问题识别等方面,提高形势分析工作的标准化程度与数据利用效率,为相关会议决策提供结构化信息支撑。

2.3.3 问题聚焦

问题聚焦以国家地表水环境质量监测网、卫星遥感监测、信息化大数据平台等数据来源为依据,从宏观层面上识别水生态环境突出问题[12];合理定义突出问题和滞后地

区,明确具体数据来源,细化规则内容,通过信息技术进行初步筛选,结合专家分析研判最终确定问题清单。其中包括问题底单、问题清单、分析预警、调度通报、独立调查、流域局现调查、跟踪督办、问题规则管理、销号问题清单。

2.3.4 业务支撑

业务支撑全方位、多角度的展示了全国各个地方的水体情况,资金管理情况,地表水情况,污染情况,水体保护情况等。实现全景式分析水生态环境形势,有力支撑“问题发现-分析预警-调度通报-独立调查-跟踪督办-逐一销号”闭环管理体系。着力拓展重点断面、区域流域水质实时分析应用,通过信息化手段支撑“一河(湖)一策”精准治理,助力美丽河湖建设。

3.建设情况

紧紧围绕部涉水相关业务需求,通过以用促建,利用部系统数据资源、“互联网+”等信息技术,加强水生态环境大数据集成分析和综合应用,形成水生态环境综合管控平台,为水生态环境精准、科学、依法治理提供有力支撑,不断推进水生态环境治理体系和治理能力现代化。同时水生态环境管理业务与信息化技术深度融合,集成整合各类数据资源及业务系统,深入开展数据分析挖掘,以服务决策管理需求为目标,建立全国水环境形势分析系统,支撑水生态环境业务管理,有效促进业务管理横纵协同联动,不断提高水生态环境治理精准化水平。

4.应用展望

平台以应用需求驱动为导向,推进水生态环境管理业务与人工智能技术的融合应用,构建涵盖“感知—分析—决策—执行—评价”的闭环运行框架。在决策支持方面,引入强化学习等算法方法,对治理方案进行情景模拟与参数优化,提升方案比选与调整的科学性,由传统经验辅助向数据驱动决策支持模式转型。在监管模式方面,结合视频智能识别与异常行为预警技术,对非法排污、水华异常等风险事件进行自动识别与分级提示,提高问题发现的及时性与准确性,增强监管过程的连续性与稳定性。

在公众参与方面,依托移动端应用平台,拓展水质信息发布与公众互动渠道,提供信息查询、问题反馈及节水倡议等功能,探索多主体参与的协同治理模式。通过技术手段提升信息获取效率与问题响应速度,逐

步优化管理流程与资源配置结构,增强水生态环境治理的精细化和智能化水平,为治理体系优化与管理能力提升提供持续技术支撑。

参考文献

- [1]岳跃.水生态环境保护工程及治理修复对策[J].清洗世界, 2026, 42: 168-170.
- [2]M. Liu, B. Zhang, J. Bi. Appreciating the role of big data in the modernization of environmental governance[J]. *Frontiers of Engineering Management*, 2022, 9: 163-169.
- [3]王运涛, 王国强, 王桥, 张庆竹.我国生态环境大数据发展现状与展望[J]. *生态环境学报*, 2022, 31: 105-118.
- [4]程波辉, 彭向刚.中国生态文明建设的治理框架及其检验[J]. *中国人口·资源与环境*, 2022, 32: 29-39.
- [5]Zhao, D. Yang, Y. Zhou. The Impact of Digital Technology on Water Resources Management: Evidence from China[J]. *Water*, 2024, 16: 2867.
- [6]Y. Li, Z. Chu, Z. Sun, K. Wang, W.-c. Huang. Performance Evaluation of the Digital Governance of Water Pollution: A Dual Perspective of Digital Monitoring and Digital Administration[J]. *Systems*, 2025, 13: 411.
- [7]匡丕东.安徽省生态环境信息化发展研究[J]. *生态与资源*, 2025, 11: 24-26.
- [8]蒋亢, 孙博文.数字生态文明视域下美丽中国数字化治理体系建设的理论逻辑及突破路径[J]. *生态经济*, 2025, 41.
- [9]J.E. Argente García, B. Yazici, A. Richa, S. Touil, V.J. Richart Díaz, A.P. Ramallo-González, A.F. Skarmeta Gómez. Digitalising governance processes and water resources management to foster sustainability strategies in the Mediterranean agriculture[J]. *Environmental Science & Policy*, 2024, 158: 103805.
- [10]J. Jiang, T. Pang, F. Zhang, Y. Men, H. Yadav, Y. Zheng, M. Chen, H. Xu, T. Zheng, P. Wang. Pathway to encapsulate the surface water quality model and its applications as cloud computing services and integration with EDSS for managing urban water environments[J]. *Environmental Modelling & Software*, 2022, 148: 105280.
- [11]J. Chen, S. Chen, R. Fu, D. Li, H. Jiang, C. Wang, Y. Peng, K. Jia, B.J. Hicks. Remote

Sensing Big Data for Water Environment Monitoring: Current Status, Challenges, and Future Prospects[J]. *Earth's Future*, 2022, 10:

e2021EF002289.

[12]王桥.中国环境遥感监测技术进展及若干前沿问题[J].*遥感学报*, 2021, 25: 25-36.