

生态环境监测技术创新及其在环境管理中的应用

朱建

江苏博新能碳科技有限公司

DOI:10.32629/eep.v9i1.3023

[摘要] 生态环境监测是生态环境保护的基础支撑,其技术水平直接决定环境管理决策的科学性与实效性。随着我国生态环境治理从“被动应对”向“主动防控”转型,传统监测技术已难以适配复杂环境问题的监测需求。本文立足生态环境监测技术创新背景,系统分析智能化、立体化、多学科融合的技术创新方向,结合太湖流域、海河流域及浙江数智监测实践,探讨创新技术在污染溯源、风险预警、生态修复等环境管理环节的应用价值,剖析当前技术应用中的现存问题,并提出针对性优化策略,为推动生态环境监测技术与环境管理深度融合、提升环境治理现代化水平提供理论与实践参考。

[关键词] 生态环境监测; 技术创新; 环境管理; 数智转型; 污染溯源

中图分类号: X171.1 文献标识码: A

Innovations in Ecological Environment Monitoring Technology and Their Application in Environmental Management

Jian Zhu

Jiangsu Boxin Energy and Carbon Technology Co., Ltd.

[Abstract] Ecological environment monitoring serves as the fundamental support for ecological environment protection, and its technological level directly determines the scientificity and effectiveness of environmental management decisions. As China's ecological environment governance transitions from "passive response" to "active prevention and control", traditional monitoring technologies have become inadequate for addressing the complex environmental issues. This paper, based on the background of technological innovation in ecological environment monitoring, systematically analyzes the innovative directions of intelligence, three-dimensionalization, and multi-disciplinary integration. By combining the practical experiences of Taihu Lake Basin, Haihe River Basin, and Zhejiang's digital and intelligent monitoring, it explores the application value of innovative technologies in environmental management aspects such as pollution source tracing, risk early warning, and ecological restoration. It also analyzes the existing problems in the current application of these technologies and proposes targeted optimization strategies, providing theoretical and practical references for promoting the deep integration of ecological environment monitoring technology and environmental management and enhancing the modernization level of environmental governance.

[Key words] Ecological environment monitoring; Technological innovation; Environmental management; Digital and intelligent transformation; Pollution source tracing

引言

生态环境是人类生存发展的物质基础,环境管理作为生态环境保护的核心手段,其精准度与实效性高度依赖监测数据的支撑。当前,我国面临的生态环境问题呈现出复合型、隐蔽性、跨区域性特征,大气复合污染、新型污染物扩散、生态系统功能退化等问题日益突出,传统依赖人工采样、实验室分析的监测模式,存在监测范围有限、响应速度慢、数据碎片化、运维成本高的短板,已无法满足精准治污、科学管控的现实需求。

随着物联网、大数据、人工智能、纳米材料等新技术的快速发展,生态环境监测迎来系统性创新机遇。生态环境部印发的《国家生态环境监测网络数智化转型方案》,明确提出构建“天空地海一体化”新一代监测网络,推动监测体系从1.0向2.0智能时代跨越。在此背景下,深入研究生态环境监测技术创新方向,挖掘其在环境管理中的应用价值,破解技术应用瓶颈,对完善现代环境治理体系、推进美丽中国建设具有重要的现实意义。本文结合国内最新监测技术创新成果与应用实践,

全面探讨监测技术创新与环境管理的融合路径,为相关实践提供参考。

1 生态环境监测技术创新的核心方向

近年来,我国生态环境监测技术突破传统单一监测模式,朝着智能化、立体化、多学科融合的方向迭代升级,形成了覆盖多环境要素、适配复杂场景的技术体系,核心创新集中在三个维度。^[1]

1.1 监测设备智能化升级

智能化是监测技术创新的核心抓手,核心是通过技术集成实现监测全流程自动化、无人化。一方面,新型传感技术与纳米材料的融合应用,大幅提升了监测灵敏度与稳定性。相关科研机构研发的面源污染智能监测系统,采用具有分子识别与信号增强功能的纳米复合材料,相比传统吸附剂稳定性大幅提升,可高效富集水体中痕量污染物,实现高精度精准检测,大幅缩短响应时间。另一方面,物联网技术的集成应用,实现了监测设备的远程管控与数据实时传输,如浙江推广的“四足机器人+微流控”水质监测模式、京津冀地区智能化改造后的大气自动监测站,可实现长期无人值守稳定运行,大幅降低运维成本,减少人工参与度。此外,“黑灯实验室”的普及应用,实现了样品分析全流程自动化,大幅提升分析效率,进一步提升了监测数据的时效性。

1.2 监测手段立体化构建

打破传统“点式监测”局限,构建“天空地海”一体化监测网络,实现从宏观到微观、从区域到局部的全方位监测。在“天”层面,通过卫星遥感技术获取大范围、长时间序列的生态环境数据,监测植被覆盖度、土地利用变化、大气污染物扩散趋势等;在“空”层面,利用无人机搭载高光谱相机、气体传感器等设备,实现山地、湿地等复杂地形的快速巡查,大幅提升监测效率;在“地”层面,优化固定监测站点布局,部署移动监测车、分布式传感器,覆盖大气、水、土壤、噪声等多要素;在“海”层面,通过专业海洋监测船与水下声学监测设备,完善海洋生态环境监测体系,浙江投用的专业海洋生态环境监测船,填补了区域海洋监测的空白。

1.3 监测技术多学科融合

面对复杂生态环境问题,单一监测技术难以满足需求,多学科融合成为技术创新的重要方向。一是环境科学与人工智能的融合,通过AI算法实现多靶标动态识别,如面源污染智能监测系统可同步识别多种农药和抗生素,实现高精度检测;声纹智能识别技术可快速区分噪声来源,为噪声管控提供支撑。二是材料科学与监测技术的融合,纳米材料、生物传感器的应用,拓展了监测范围,如生物传感器可监测水体中生物标志物,反映生态系统健康状况。三是信息技术与监测技术的融合,大数据、云计算技术实现海量监测数据的整合分析,浙江“生态环境大脑”归集海量监测数据,通过数据建模实现污染预警与溯源,提升预警精准度。

2 生态环境监测技术创新在环境管理中的应用实践

创新监测技术的落地应用,推动环境管理从“经验管控”向“数据赋能”转型,在污染溯源、风险预警、生态修复、监管执法等核心环节发挥了关键作用,形成了多项可复制推广的实践案例。

2.1 助力污染溯源精准化,优化治理靶向性

传统污染溯源依赖人工排查,效率低、精准度差,创新监测技术通过多维度数据融合分析,实现污染源头的精准定位与追溯。在流域污染治理中,面源污染智能监测系统结合GIS技术生成污染热力图,可精准定位污染高发区域,区分点源与面源污染的贡献占比,如在太湖流域试点中,成功捕捉水体中抗生素和农药残留的异常波动,为溯源提供了精准数据支撑;在海河流域示范应用中,大幅降低人力成本,提升监测频次,显著提升溯源效率。在工业污染监管中,便携式气相色谱-质谱联用监测设备可快速定性定量特征污染物,结合移动监测车实现污染排放节点的精准定位,为靶向治理提供支撑。^[2]

2.2 支撑风险预警常态化,提升防控主动性

依托智能化监测网络与大数据分析技术,构建全方位环境风险预警体系,实现风险早发现、早预警、早处置。在水质监测方面,浙江开发的水质监测预警平台,可实时监测饮用水源地、交接断面水质指标,一旦出现异常立即发出预警,保障饮水安全;在大气污染防治方面,智能化大气监测站可实时监测各类污染物浓度,结合预测预警模型,提前预判污染天气,为减排管控争取时间。此外,针对新污染物监测需求,相关技术正在拓展全氟化合物、微塑料等检测功能,进一步完善风险预警体系,提升环境管理的前瞻性。

2.3 赋能生态修复动态化,保障治理实效性

生态修复是长期动态过程,创新监测技术为修复全流程提供动态导航,确保修复策略科学优化。在矿山生态修复中,无人机高光谱监测技术可快速获取植被覆盖度、物种多样性等指标,评价土壤改良与植被恢复成效;在湿地生态修复中,水下声学监测与水质多参数监测相结合,动态监测水生生物群落结构变化,为湿地水文调控、植被优化提供依据;在土壤重金属污染修复中,原位光谱监测技术可实时跟踪修复过程,及时调整修复方案。同时,监测技术还可动态评估修复效果,为生态修复验收提供科学依据,推动生态修复从“盲目实施”向“精准高效”转变。

2.4 推动监管执法规范化,强化治理约束力

创新监测技术的应用,实现了环境监管从“被动巡查”向“主动监管”、从“粗放管控”向“精准执法”转型。一方面,通过“AI人工智能实验室”“环检码”等手段,实现对监测数据的全过程管控,确保数据真实有效,为执法提供可靠依据;另一方面,移动监测车、无人机、机器人等设备的应用,实现了对偏远区域、复杂场景的全方位巡查,破解了传统监管“盲区”问题。例如,广东某对虾养殖基地计划引入面源污染智能监测系统,监测养殖尾水中抗生素残留,强化绿色养殖监管;浙江推广的“一人一机一狗”现场监测模式,有效覆盖人工难以到达的区域,提升监管效能。

3 生态环境监测技术创新与应用的现存问题

尽管我国生态环境监测技术创新取得显著成效,在环境管理中发挥了重要作用,但结合实践来看,仍存在一些突出问题,制约了技术效能的充分发挥。

一是技术协同性不足,不同监测技术、设备间存在数据格式不兼容、时空基准不一致的问题,“天空地海”一体化监测网络的数据整合难度较大,需大量人工校准,影响监测效率;部分智能化设备与传统设备衔接不畅,形成“技术孤岛”。二是数据应用效能不高,存在“重采集、轻分析”的现象,海量监测数据未能充分挖掘价值,部分监测数据仅用于简单统计,未能与环境治理决策深度融合,数据价值转化率低。三是技术推广不均衡,先进监测技术多应用于东部发达地区和重点流域,中西部地区、农村地区仍依赖传统监测模式,技术普及度不足;同时,部分企业自主研发能力薄弱,核心监测设备仍依赖进口,成本较高。四是人才储备短缺,兼具环境科学、信息技术、材料科学等多学科知识的复合型人才不足,难以满足技术研发、设备运维、数据分析等全流程需求,制约了技术创新与应用的推进。五是标准体系滞后,随着新型监测技术的快速发展,现有监测标准在指标覆盖、技术规范、数据质量控制等方面未能及时更新,部分新兴监测技术缺乏统一的技术标准和认证体系,导致监测数据的可比性和权威性受到影响,难以有效支撑跨区域、跨行业的环境管理协同。六是安全保障薄弱,生态环境监测数据涉及环境敏感信息和企业商业数据,在数据采集、传输、存储和共享过程中,数据泄露、篡改等安全风险凸显,现有数据安全防护技术和管理制度尚不完善,难以全面保障监测数据的完整性和保密性。^[3]

4 优化生态环境监测技术创新与应用的对策建议

针对当前存在的问题,结合《国家生态环境监测网络数智化转型方案》要求,从技术协同、数据应用、推广普及、人才培养四个方面提出优化对策,推动监测技术创新与环境管理深度融合。

一是强化技术协同,构建统一标准体系。制定统一的监测技术标准与数据接口规范,统一“天空地海”监测数据的时空基准,开发数据自动校准工具,实现不同技术、设备间的数据互通共享;加强多学科研发团队建设,推动物联网、人工智能、纳米材料等技术与监测技术深度融合,提升技术整体效能;加大核心设备自主研发投入,支持企业开展小型化、集成化、精准化监测设备攻关,降低对进口设备的依赖。

二是深化数据应用,激活数据核心价值。搭建全国统一的生态环境监测数据平台,打破“数据孤岛”,实现环保、水利、农业等跨部门数据共享;引入大数据、人工智能算法,开发专业的数据分析与预测预警模型,挖掘数据背后的深层规律,推动监测

数据向治理决策、风险预警、生态评估的有效转化;完善数据质量管理体系,推广实验室信息管理系统(LIMS),确保监测数据“真、准、全、快、新”。

三是推动均衡发展,扩大技术推广范围。加大对中西部地区、农村地区的政策扶持与资金投入,推动先进监测技术与设备向基层下沉,完善基层监测网络;建立技术推广示范基地,总结太湖流域、浙江等地的先进实践经验,形成可复制、可推广的应用模式;引导企业加大环保投入,推广智能化监测设备应用,强化企业环境主体责任。^[4]

四是加强人才培养,夯实技术支撑基础。高校与科研院所应优化专业设置,增设环境监测与数智技术融合相关专业,培养复合型人才;建立健全培训体系,加强对基层监测人员的技术培训,提升设备运维与数据分析能力;完善人才引进政策,吸引多学科高端人才投身监测技术创新与应用领域,打造高素质专业队伍。

5 结论

生态环境监测技术创新是推动环境管理现代化的核心动力,智能化、立体化、多学科融合的技术创新方向,有效破解了传统监测模式的短板,在污染溯源、风险预警、生态修复、监管执法等环境管理环节发挥了不可替代的作用。结合我国监测技术创新实践来看,虽然已建成全球规模最大的生态环境监测网络,取得了一系列突破性成果,但仍面临技术协同不足、数据应用不充分、推广不均衡、人才短缺等问题。

未来,需以国家生态环境监测网络数智化转型为契机,强化技术协同与标准建设,深化监测数据价值挖掘,推动先进技术均衡推广,加强复合型人才培养,持续推动监测技术创新与环境管理深度融合,构建“全域感知、人机协同、智能高效”的监测体系,为精准治污、科学管控提供有力支撑,助力美丽中国建设,实现生态环境质量持续改善。

[参考文献]

[1]王正,谢朋朋,杨健.环境保护管理中的生态环境监测技术研究[J].皮革制作与环保科技,2024,5(21):30-32.

[2]严舒.探究地表水监测技术的发展对生态环境管理的影响[J].皮革制作与环保科技,2024,5(20):56-58.

[3]李嘉琪.生态环境保护下水利技术管理创新分析[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(28):34-36.

[4]孙秀慧,周玉燕,王文.浅谈生态环境监测技术对环境保护管理的意义[J].石河子科技,2023,(03):51-53+69.

作者简介:

朱建(1993-),男,汉族,江苏省扬州市人,本科,研究方向:环境监测。