

用数字技术赋能生态环境保护

王锴

宁波市生态环境局余姚分局

DOI:10.32629/eep.v9i2.3070

[摘要] 为全方位增强生态环境保护能力,有效应对监测盲区多、治理难度大等系列难题,文章尝试以数字技术为依托,运用文献资料研究等方法,总结数字技术在生态监测、污染溯源等方面的优势作用,借鉴过往有益经验,理清思路,明确目标,从技术应用与体系建设等维度出发,通过搭建一体化数字监测平台、运用智能分析技术等手段,构建起规范化、体系化的数字技术应用体系,持续将技术优势转化为生态环境保护的实践优势。

[关键词] 生态环境; 数字技术; 体系赋能; 保护路径

中图分类号: X171.1 **文献标识码:** A

Empowering ecological and environmental protection with digital technology

Kai Wang

Yuyao Branch of Ningbo Ecological Environment Bureau

[Abstract] To comprehensively enhance the capacity for ecological and environmental protection and effectively address a series of challenges such as numerous monitoring blind spots and high governance difficulty, this article attempts to rely on digital technology and utilize methods like literature research to summarize the advantages of digital technology in ecological monitoring and pollution tracing. By drawing on past beneficial experiences, clarifying ideas, and setting clear goals, it approaches from the perspectives of technological application and system construction. Through means such as building an integrated digital monitoring platform and applying intelligent analysis technology, it aims to establish a standardized and systematic digital technology application system, continuously transforming technological advantages into practical advantages for ecological and environmental protection.

[Key words] ecological environment; digital technology; system empowerment; protection pathways

前言

习近平同志提出“绿水青山和金山银山不是对立的,关键在人、关键在思路”。为提升生态环境保护效能,有序推动污染防治、生态保护、环境风险防控等工作有序开展,相关部门应当锚定生态文明建设的总体目标,坚持技术赋能,坚持体系建设,通过技术、制度要素的整合,全方位提升生态环境保护效能。

1 数字技术赋能生态环境保护的重要作用

1.1 实现生态监测的体系化

数字技术打破了传统生态监测“单点布局、人工主导、效率低下”的局限,推动生态监测从分散化、碎片化向体系化、全域化转型,有效破解监测盲区多的突出难题。通过整合物联网、遥感监测、智能传感等技术手段,构建天空地一体化监测网络,实现对大气、水体、土壤、植被、生物多样性等生态要素的全维度、全天候、全流程监测,覆盖偏远山区、农村地区、河海岸

线等传统监测难以触及的区域^[1]。依托纳米复合材料、智能传感模块等技术突破,能够实现对痕量污染物、新污染物的精准捕捉,监测灵敏度达到纳克/毫升级,响应时间大幅缩短,同时实现监测系统长期无人值守稳定运行,大幅降低运维成本与人力投入,推动监测模式从静态分析向动态感知转变,为生态环境治理提供全面、精准、实时的数据支撑。

1.2 实现污染溯源的精准化

数字技术通过多源数据融合与智能分析,构建起“监测-分析-溯源-定位”的闭环体系,实现污染溯源的精准化、高效化。借助大数据、人工智能算法,可整合监测数据、水文气象数据、产业排污数据等多类信息,对污染物的来源、传播路径、扩散范围进行动态推演,精准识别污染源头及责任主体,破解多源叠加污染、跨界污染溯源难的问题。例如,通过搭建污染溯源数字化平台,结合GIS技术生成污染热力图,可精准定位污染高发区域,为管理部门提供靶向治理依据,实现对农药残留、抗生素等污染

物的源头追溯,有效减少污染物入河量,推动污染治理从“被动应对”向“主动防控”转变。

1.3 实现生态修复的智能化

数字技术通过智能化手段优化修复方案、提升修复效能,推动生态修复从“经验驱动”向“科技驱动”转型。依托数字孪生、人工智能等技术,可构建生态系统数字化模型,模拟生态系统演变规律,精准识别生态脆弱区域及修复重点,科学制定修复方案,避免盲目修复造成的资源浪费。在河流、湖泊生态修复工程中,可通过智能监测系统动态评估修复效果,实时调整修复策略,提升修复的针对性与实效性;在土地沙化、湿地萎缩等生态问题治理中,借助遥感监测、大数据分析等技术,可全程跟踪修复进程,及时发现修复过程中的问题,确保生态修复工作有序推进、落地见效,推动受损生态系统逐步恢复稳定功能。

2 数字技术赋能生态环境保护的思路

2.1 坚持科技引领

坚持科技引领是数字技术赋能生态环境保护的核心导向,需锚定生态文明建设总体目标,立足监测盲区破解、治理效能提升的实际需求,强化数字技术与生态环境保护的深度融合,推动技术创新与实践应用双向发力。聚焦生态监测、污染溯源、生态修复等关键领域的技术瓶颈,加大对核心技术、关键装备的研发投入,重点突破智能传感、多靶标识别、数字孪生等核心技术,提升技术自主创新能力,减少对外部技术的依赖^[2]。同时,主动对接全球开源资源,推动国内外技术资源融合互动,结合我国生态环境治理实践,形成具有中国特色的数字化解决方案,推动数字技术在生态环境保护领域的规模化、规范化应用,以技术创新引领生态环境治理效能提升。

2.2 强化数据融合

数据是数字技术赋能生态环境保护的核心要素,强化数据融合是打破信息壁垒、提升治理效能的关键路径。现阶段,生态环境相关数据分散在不同部门、不同系统之间,标准不统一、共享不顺畅,影响了数字技术的应用成效,需建立统一的数据融合机制,推动多源数据互联互通、协同共享。整合生态监测数据、排污许可数据、执法监管数据、水文气象数据等各类信息,建立标准化的生态环境大数据资源库,明确数据采集、存储、传输、共享的全流程标准,规范数据管理,提升数据质量,实现数据“可用不可见”,确保数据高效流通与安全保护。通过数据融合分析,挖掘数据背后的生态环境演变规律,为生态环境决策、污染治理、风险防控提供科学依据,充分发挥数据的核心价值。

2.3 构建长效机制

数字技术赋能生态环境保护并非短期行为,需构建长效机制,确保技术应用持续发力、落地见效,推动数字技术与生态环境保护深度融合、协同发展。立足长期治理需求,建立“技术研发-应用推广-迭代优化”的长效机制,持续推动数字技术在生态环境保护领域的迭代升级,适配生态环境治理的新形势、新需求,破解治理过程中出现的新问题、新挑战。同时,健全数字技术应用的管理制度、考核机制,明确各主体的责任分工,推动政府、企

业、科研机构、公众协同参与,形成“政府引导、企业主导、科研支撑、公众参与”的协同治理格局,确保数字技术应用规范有序,持续将技术优势转化为生态环境保护的实践优势,推动生态环境治理体系和治理能力现代化。

3 数字技术赋能生态环境保护的路径

3.1 搭建一体化数字监测平台

搭建一体化数字监测平台是破解监测盲区多、提升监测效能的核心路径,更是推动生态环境监测从分散化、碎片化向体系化、精准化转型的关键抓手,需立足生态文明建设总体目标,整合各类监测资源,统筹技术应用与体系建设,构建“全域覆盖、智能感知、精准预警、协同联动”的全方位监测体系,切实破解传统监测模式的局限,为生态环境治理提供坚实的数据支撑^[3]。依托物联网、高分辨率遥感技术、高精度智能传感设备等数字技术手段,系统整合大气、水、土壤、植被、生物多样性等各类监测点位,打破区域、部门之间的监测壁垒,打通环保、气象、水利、农业等多部门数据共享通道,实现监测数据的集中采集、统一管理、实时共享,重点填补偏远山区、农村偏远区域、河湖岸线、地下管网等传统监测难以触及的隐蔽区域监测空白,真正实现生态环境全域、全天候、全要素、全流程监测。重点强化核心功能集成,全面整合数据采集、分析处理、智能预警、可视化展示、应急联动等全链条功能,搭载基于LSTM神经网络的智能预警模型,对各类监测数据进行实时动态分析,一旦发现数据异常,立即根据污染等级自动启动分级预警机制,通过线上平台、移动端终端等多种渠道,将预警信息快速推送至相关监管部门、责任主体,明确预警范围、污染类型及处置建议,实现风险早发现、早预警、早处置,为生态环境治理提供及时、精准、高效的支撑,推动监测工作从“被动监测、事后处置”向“主动预警、事前防控”转变。为提升监测精准度,平台可集成纳米复合材料制成的智能传感模块,实现对痕量污染物、新污染物的精准捕捉,监测灵敏度达到纳克/毫升级,响应时间缩短至1分钟以内,同时实现监测系统连续180天无人值守稳定运行,大幅降低运维成本与人力投入,运维成本较传统监测模式降低70%以上。广东省依托一体化数字监测平台,已建成包含270亿条数据的生态环境仓库,实时追踪空气、水、土壤等16项核心指标,有效填补了偏远区域监测盲区,监测覆盖效能提升65%以上。

3.2 高效运用智能分析技术

高效运用智能分析技术是提升生态环境治理精准度、破解治理难度大的关键手段,需聚焦污染溯源、风险防控、生态修复等核心场景,推动智能分析技术与实际治理工作深度融合。依托人工智能、大数据、机器学习等技术,构建生态环境智能分析模型,对监测数据、排污数据、生态演变数据等进行深度挖掘,精准识别污染源、预测污染扩散趋势、评估生态修复效果,为污染治理、生态修复提供科学决策支撑^[4]。例如,在大气污染防治领域,我国科学家牵头研发的全球首个气溶胶预报人工智能模型AI—GAMFS,基于42年全球12万时次的气溶胶再分析资料训练,可在1分钟内实现全球范围未来5天、以每3小时为间隔的高精度

环境气象预报,空间分辨率达50公里,在2025年4月、11月及2026年2月我国遭遇的强沙尘天气过程中,实现提前5天精准预测,为大气联防联控提供了有力技术支撑;某沿海城市运用基于生成式人工智能的大气质量预测模型,实现对空气质量、污染物浓度的精准预测,提前48小时预测到一次臭氧浓度超标风险,助力政府及时启动应急减排措施,成功避免区域性空气污染事件发生。在水污染溯源领域,中国农业科学院研发的面源污染智能监测系统,结合多靶标动态识别技术与智能分析模型,实现对3类9种农药和3类10种抗生素的特异性识别与同步检测,检测灵敏度达到纳克/毫升级,在海河流域示范应用中,助力相关部门精准定位污染高发区域,快速溯源农药残留超标源头,有效减少污染物入河量,治理精准度提升80%以上。

3.3完善数字治理保障体系

完善数字治理保障体系是数字技术赋能生态环境保护的重要支撑,需要从技术、人才、制度、资金等多个维度发力,为数字技术应用提供全方位保障。在技术保障方面,加大核心技术研发投入,推动智能传感、数字孪生、数据安全等技术的创新突破,建立技术迭代优化机制,确保技术应用的先进性与适用性;在人才保障方面,构建“政产学研用”融合的人才培养机制,培养一批既懂生态环境保护又懂数字技术的复合型人才,健全人才评价与激励机制,提升基层工作人员的数字技术应用能力,破解人才短板制约^[5]。在制度保障方面,完善数字技术应用的法律法规、标准规范,明确数据管理、技术应用、责任追究等相关规定,规范数字技术应用行为;在资金保障方面,建立多元化投融资机制,加大财政投入力度,鼓励社会资本参与数字技术研发与应用,

解决资金投入不足、运维成本高的问题,确保数字技术应用持续推进、落地见效,为数字技术赋能生态环境保护提供坚实保障。

4 结语

数字技术在生态监测、污染溯源、生态修复等领域具有显著优势,能够有效打破传统治理模式的局限,推动生态环境治理从“粗放管理”向“精细治理”、从“被动应对”向“主动防控”转型。通过坚持科技引领、强化数据融合、构建长效机制,搭建一体化数字监测平台、高效运用智能分析技术、完善数字治理保障体系,可构建起规范化、体系化的数字技术应用体系,持续将技术优势转化为生态环境保护的实践优势。

[参考文献]

- [1]陈军,陈子怡.数字技术赋能生态产品价值实现:内在逻辑、作用机理与优化路径[J].生态经济,2025(11):208-216.
- [2]陈静,黄萃,苏竣.数字技术赋能与协同治理网络:基于J市环境治理实践的分析[J].公共行政评论,2024(4):55-72.
- [3]白婉婷,陈建成,侯建,等.数字技术赋能农业生态效率的门槛效应[J].农业现代化研究,2024(5):814-825.
- [4]张邦辉,李一博.赋能与使能:数字技术驱动生态环境治理现代化转型的重要路径[J].探索,2025(3):96-114.
- [5]刘娟,郝立忠.数字技术赋能城市生态文明建设的辩证审思[J].现代交际,2025(4):89-123.

作者简介:

王锴(1991-),女,汉族,浙江余姚人,本科,宁波市生态环境局余姚分局,工程师,从事的研究方向:生态环境保护、生态环境监测。