

环境监测在水环境污染治理中的应用

刘 波

江苏省泰州市兴化生态环境监测站 江苏 泰州 225700

摘要: 随着工业化、城市化和农业集约化的迅猛发展,水环境污染问题日益严峻,已成为制约生态文明建设和高质量发展的关键瓶颈。在此背景下,环境监测作为水环境治理体系中的“眼睛”和“哨兵”,其作用愈发凸显。本文系统阐述了环境监测的基本内涵与技术体系,深入分析了其在水环境污染识别、评估、预警、治理决策支持及成效评估等全过程中的核心应用,并结合当前技术发展趋势,探讨了智慧监测、大数据融合、遥感与物联网等新兴技术对提升水环境治理效能的重要价值。最后,文章指出了当前环境监测体系在标准统一、数据共享、基层能力等方面存在的挑战,并提出了相应的优化路径。

关键词: 环境监测;水环境污染;污染治理;水质监测;智慧环保;大数据

引言

水环境安全关乎国家生态、粮食、饮水安全及经济社会可持续发展。21世纪以来,我国水环境质量总体改善,但局部水体黑臭、富营养化等问题仍突出,跨界与突发性水污染事件频发,治理形势严峻。传统“末端治理”模式难应对复杂水污染,需向“源头防控、过程监管、精准治理”的现代化体系转型。环境监测是获取水环境状况及趋势最直接客观的手段,是水环境管理基石。它能提供污染源等关键信息,为污染成因解析、治理方案制定等提供科学依据。没有精准、全面、连续的监测数据,水污染治理就像“盲人摸象”。所以,深入研究环境监测在水污染治理全链条中的应用逻辑与实践路径,对提升我国水环境治理现代化水平意义重大。

1 环境监测的内涵与技术体系

1.1 基本内涵

环境监测运用物理、化学等多种技术,对大气、水等环境要素质量及变化趋势,有计划地长期、连续或定期观测、测定、分析评价。核心目标是掌握环境质量、识别污染源、评估风险、预测变化,为管理决策提供数据支撑。针对水环境,监测聚焦地表水、地下水等水体,对象涵盖常规理化指标、有毒有害物质及生物指标。

1.2 水环境监测技术体系

现代水环境监测是立体化体系。传统手工监测时效性有限,但精度高、检测项目广,是验证其他方式准确性的“金标准”。在线水质自动监测站可24小时连续监控关键参数并实时传数据。移动监测车等能快速应急筛查。遥感技术可宏观监控大型水体,识别蓝藻水华等现象。生物监测反映污染物长期累积效应。水质模型与大数据分析整合多源数据,预测水质趋势,为精准溯源和

决策提供支撑。

2 环境监测在水污染治理全过程中的核心应用

2.1 污染识别与源解析

通过在流域内构建由点源、面源和内源监测点组成的综合网络,管理者能够系统性地厘清污染成因。例如,对工业排污口和城镇污水处理厂排放口实施在线监控,可以精确掌握各排污单位的排放负荷与特征污染物,从而锁定违法排放行为。对于分散性强、随机性高的农业面源污染,则需在农田沟渠、农村河道设置监测断面,结合降雨径流数据,量化化肥、农药流失对水体的贡献;更进一步,利用氮氧同位素等示踪技术,还能有效区分生活污水、畜禽养殖与化肥施用对水体氮污染的不同来源^[1]。在湖泊、水库等缓流水体中,底泥往往成为内源污染的重要载体,通过对底泥的采样分析,可评估其释放风险,为是否实施清淤工程提供科学依据。而在跨行政区的流域治理中,上下游、左右岸断面的水质对比分析,结合水文流量数据,有助于明确跨界污染责任,推动区域协同治理机制的建立。由此可见,环境监测不仅是发现问题的眼睛,更是追溯根源的侦探。

2.2 污染评估与风险预警

环境监测数据是开展水环境质量评估与风险预警的直接依据。依据《地表水环境质量标准》等国家标准,对监测数据进行单因子或综合指数评价,可以清晰判断水体功能区达标状况,识别出劣V类水体、黑臭水体等亟需整治的重点区域。在此基础上,整合理化、生物与水文等多维度信息,采用综合生物完整性指数(IBM)等方法,能够对水生态系统的整体健康状况进行更为全面的诊断。更重要的是,基于自动监测站的实时数据流,可以构建水质异常预警模型。当某断面的关键指标(如氨

氮、总磷)在短时间内出现异常波动,系统可自动触发预警,提示可能存在偷排或事故泄漏;结合气象预报信息,还可对蓝藻水华、赤潮等生态灾害进行提前数日至数周的预测,为管理部门预留充足的应急准备时间。这种从被动响应到主动预防的转变,正是现代环境风险管理体系的核心所在。

2.3 治理决策与方案优化

科学的治理方案必须建立在对污染状况的深刻理解之上,而环境监测为此提供了不可或缺的“导航图”。首先,根据监测评估结果,可以明确不同水体的具体治理目标,如消除黑臭、达到III类水质或控制富营养化程度,并据此分解任务、落实责任。其次,在面对同一污染问题时,往往存在多种技术路径可供选择,如控源截污、生态修复或人工增氧等。此时,可在小范围示范区开展不同措施的监测试验,通过对比其成本效益与环境绩效,为大规模推广筛选出最优方案^[2]。此外,在具体工程设计阶段,如污水处理厂提标改造或人工湿地建设,进水水质的长期监测数据是确定处理工艺流程和关键设计参数的根本依据。可以说,没有扎实的监测数据支撑,任何治理决策都可能沦为无的放矢。

2.4 治理过程监管与执法支撑

环境监测不仅是决策的参谋,更是环境执法的“利剑”,确保各项治理措施真正落到实处。依托在线监测数据,监管部门可以对持证排污单位的排放行为进行全天候、无死角的监控,一旦发现超标排放,即可立即固定证据并启动执法程序,大大提高了违法成本与监管效率。在推进黑臭水体整治、入河排污口排查等专项行动中,通过整治前后的对比监测,可以客观验证整治措施是否按计划实施,有效防止“表面整改”“数字治污”等形式主义问题。同时,将水质监测数据通过官方平台或移动应用向公众公开,不仅保障了公众的环境知情权和监督权,也形成了政府、企业与社会公众共同参与、相互监督的良好治理格局,极大地增强了环境治理的公信力与执行力。

2.5 治理成效评估与长效管理

水污染治理是一项长期而复杂的系统工程,其成效不能仅凭短期观感判断,必须依靠持续、客观的监测数据进行科学评估。当前,水质改善情况(如优良水体比例提升、劣V类水体消除率)已被作为地方政府水污染防治攻坚战成效考核的核心指标,这种以数据说话的绩效考核机制,有效倒逼了地方履职尽责。更为重要的是,通过长期、连续的监测,可以掌握水质变化的长期趋势,判断治理成效是否稳固。例如,即使黑臭现象已经

消失,仍需持续监测底泥和水体中的污染物含量,警惕因内源释放导致的问题反弹。基于这种动态评估,管理部门可以不断调整和优化治理策略,实现从“运动式治理”向“适应性管理”的转变,最终建立起一套科学、稳定、可持续的水环境长效管理机制。

3 新兴技术驱动下的环境监测创新

3.1 智慧监测与物联网(IoT)

物联网技术的深度融入,正在重塑环境监测的形态。通过将微型传感器、通信模块与边缘计算单元集成于各类监测设备中,一个覆盖全域的水环境感知网络得以构建。海量的水质、水文数据通过5G或4G网络实时汇聚至云端平台,实现了从“数据采集”到“智能感知”的质的飞跃。尤为关键的是,边缘计算技术的应用使得部分数据分析与异常预警可以在监测前端即时完成,不仅大幅降低了数据传输的延迟,也减轻了中心服务器的运算负担,显著提升了整个监测系统的响应速度与稳定性。这种“端-边-云”协同的架构,为构建实时、动态、智能的水环境管理体系奠定了坚实的技术基础。

3.2 大数据与人工智能(AI)

大数据与人工智能技术的引入,赋予了环境监测前所未有的洞察力。通过整合来自监测网络、排污许可、水文气象乃至社会经济等多源异构数据,可以构建起一个高度仿真的水环境“数字孪生”模型。在此基础上,机器学习与深度学习算法被广泛应用于多个核心场景:在水质预测方面,模型能够基于历史数据和外部驱动因子(如降雨、气温),精准预测未来数小时至数天的水质变化;在污染溯源方面,通过反向模拟与模式识别,系统可以快速锁定可疑污染源,极大缩短应急响应时间;在异常检测方面,AI能够自动识别数据流中的微弱异常信号,其灵敏度与准确性远超传统阈值报警方法^[3]。这些智能化应用,正将环境监测从“事后记录”推向“事前预判”的新阶段。

3.3 高光谱遥感与无人机技术

遥感与无人机技术的进步,极大地拓展了水环境监测的广度与精度。新一代高光谱卫星能够提供更高空间、光谱和时间分辨率的影像数据,使得对水体中叶绿素a、有色可溶性有机物(CDOM)、悬浮泥沙等关键组分的定量反演精度大幅提升,为大范围水华、赤潮监测提供了可靠手段。与此同时,无人机以其灵活机动、成本低廉的优势,成为对重点区域进行精细化、高频次巡查的理想工具。无论是地形复杂的山区河流,还是人力难以到达的污染热点,无人机都能快速获取高分辨率影像与现场数据,有效弥补了地面监测网络的空白,形成

了“天-空-地”一体化的立体监测新格局。

3.4 微型化与低成本传感器

微型化与低成本传感器的研发与普及,正在推动环境监测走向“毛细血管”级别。这类传感器体积小、功耗低、易于部署,使得在社区、村庄、小微水体等传统监测盲区大规模布设监测节点成为可能。它们虽然在绝对精度上可能略逊于实验室设备,但其提供的高时空分辨率数据,对于捕捉污染事件的瞬时变化、描绘污染扩散的精细图景具有独特价值。通过与高精度监测站点的数据进行交叉验证与校准,可以构建一个既有“主干道”又有“毛细血管”的全覆盖监测网络,真正实现对环境状况的无死角感知。

4 当前挑战与优化路径

尽管环境监测在水污染治理中发挥了巨大作用,但仍面临诸多挑战:一是监测网络覆盖不均:部分农村地区、支流沟渠监测点位稀疏,难以全面反映污染状况。二是标准与方法不统一:不同部门、不同地区采用的监测标准、方法和质控体系存在差异,影响数据的可比性和共享性。三是数据孤岛现象严重:水利、生态环境、住建等部门的数据尚未完全打通,制约了流域系统治理的协同效应。四是基层监测能力薄弱:部分县级监测站人员、设备、技术能力不足,难以满足日益增长的监测需求^[4]。五是新兴污染物监测滞后:对抗生素、微塑料、药品和个人护理品(PPCPs)等新型污染物的监测方法、标准和监管体系尚不完善。

为应对上述挑战,应着力推进以下优化路径:(1)强化顶层设计,统一标准规范:加快制定覆盖全要素、全介质的统一监测技术规范和数据标准,打破部门壁垒。(2)推动数据融合共享,构建“生态云”平台:整合各部门涉水数据,建设国家级、流域级的水环境大数据中心,实现数据互联互通、共建共享。(3)补齐基层短板,提升监测能力:加大对基层监测机构的资金和技

术投入,加强人员培训,推广低成本、易维护的监测设备。(4)加强科技研发,布局前沿监测:设立专项科研计划,加快对新兴污染物监测技术、高精度传感器、智能预警模型的研发与应用。(5)完善法律法规,强化监测权威:在《水污染防治法》等法律法规中进一步明确环境监测数据的法律地位,确保其在环境执法和司法中的有效性。

5 结语

环境监测是水污染治理体系中不可或缺的“中枢神经”和“决策基石”。从污染的精准识别、科学评估,到治理方案的优化、过程的严格监管,再到最终成效的客观评判,环境监测贯穿于水污染治理的全生命周期,为实现“精准、科学、依法”治污提供了强大的数据支撑和智力支持。面向未来,随着智慧监测、大数据、人工智能等新一代信息技术的深度融合,环境监测将变得更加智能、高效和前瞻。构建一个覆盖全面、标准统一、数据共享、智能预警的现代化水环境监测体系,不仅是技术层面的升级,更是治理体系和治理能力现代化的必然要求。唯有如此,才能真正守护好我们的碧水清流,为建设美丽中国和实现人与自然和谐共生的现代化奠定坚实的水环境基础。

参考文献

- [1]朱睿,王照军,杜建英.环境监测在水污染治理中的作用及相关措施研究[J].皮革制作与环保科技,2025,6(13):27-29.
- [2]肖慧.环境监测在水污染治理中的作用及措施探析[J].黑龙江环境通报,2025,38(07):162-164.
- [3]郝亮,张磊.水环境监测技术及其在水污染治理工作中的应用研究[J].皮革制作与环保科技,2025,6(09):62-64.
- [4]李琼琳.环境监测在水污染治理中的应用[J].中国资源综合利用,2025,43(04):41-43.