

环保监测中地表水监测存在的问题分析及探讨

郑国林 刘 杰 韩士松

杭州绿洁科技股份有限公司 浙江 杭州 310015

摘 要：本文聚焦环保监测中地表水监测，阐述其重要性，包括维系生态系统稳态、支撑污染溯源解析、保障资源利用安全。剖析现存突出问题，如点位布设缺乏系统性、技术方法存在适配性缺陷等。针对性提出提升效能对策，涵盖构建动态点位体系、推动技术协同升级、重构质量控制机制、实施能力提升计划及建立数据深度应用机制，为地表水监测工作优化提供参考。

关键词：地表水监测；生态稳态；污染溯源；质量控制；技术升级

引言

地表水作为重要的自然资源，其质量状况与生态环境、人类生活息息相关。环保监测中的地表水监测，是掌握水体质量动态、评估水环境健康的关键手段。准确有效的地表水监测，能为生态保护、污染防治、资源合理利用等提供科学依据。然而，当前地表水监测工作面临诸多挑战，存在一系列亟待解决的问题，制约了监测工作的质量与效率，深入分析这些问题并提出改进措施具有重要的现实意义。

1 地表水监测的重要性

1.1 维系生态系统稳态的基础支撑

地表水监测为揭示水生态系统的物质循环与能量流动规律提供数据支撑。通过对水体溶解氧、pH值、底质有机碳等参数的长期监测，可量化分析水生生物群落结构与环境因子的响应关系。例如，对河流底栖动物多样性指数与水体污染因子的关联性分析，能精准反映生态系统的退化程度，为制定针对性修复方案提供依据。同时，监测数据可揭示水文节律变化对湿地生态系统的影响，为维系河湖生态流量提供科学基准。

1.2 支撑污染溯源解析的关键依据

在复杂污染场景中，监测数据的空间分异特征是锁定污染源头的核心线索。通过建立污染物浓度梯度监测网络，结合水文动力学模型，可追溯工业废水偷排、农业面源污染等污染源的具体位置与排放强度。例如，对流域内总氮、总磷浓度的空间插值分析，能识别出化肥流失的高风险区域；而特征污染物（如挥发性有机物）的指纹图谱比对，则可为工业污染溯源提供直接证据。

1.3 保障资源利用安全的技术前提

地表水监测结果是水资源功能分区与利用标准制定的核心依据。饮用水源地的微生物指标（如大肠杆菌群）、毒理学参数（如重金属生物有效性）监测，直接

关系到饮水安全；农田灌溉用水的盐度、pH值等指标监测，对保障农作物品质与土壤健康具有决定性作用。此外，监测数据可动态评估水资源承载力，为区域产业布局与发展规模调控提供量化约束^[1]。

2 地表水监测存在的突出问题

2.1 监测点位布设缺乏系统性设计

现行点位布局存在显著的“空间盲区”与“时间偏差”。空间维度上，部分监测网络仍基于行政区划划分，未遵循流域水文单元的自然边界，导致跨区域污染传输过程监测缺失。例如，支流汇入干流处的混合污染带往往缺乏加密监测，难以捕捉污染物的突增效应。时间维度上，固定频次监测难以反映污染事件的瞬时性特征，如暴雨径流携带的面源污染峰值常被常规监测错过。点位功能定位模糊，多数点位同时承担水质评价、污染预警等多重功能，导致监测数据的针对性不足。

2.2 技术方法存在代际适配性缺陷

监测技术体系呈现“多层次断层”。现场监测环节，传统人工采样在高浊度水体中易产生样品扰动，导致悬浮物测定结果失真；自动采样器的管路吸附效应则会影响痕量有机物的监测精度。实验室分析方面，气相色谱-火焰离子化检测器（GC-FID）对低沸点污染物的响应灵敏度不足，难以满足新兴污染物（如全氟化合物）的监测需求。数据解析技术滞后，多数机构仍采用单因子评价法，缺乏基于多元统计的综合污染指数模型，无法揭示污染物间的协同效应。

2.3 质量控制链条存在结构性断裂

全流程质控体系存在“薄弱节点”。采样阶段，部分监测人员未严格执行样品保存剂添加规范，如氨氮样品未及时添加浓硫酸，导致在运输过程中发生硝化反应。实验室内部质量控制流于形式，平行样相对偏差超标现象时有发生，标准曲线的相关系数未达到0.999以上

的要求。数据审核机制不完善,对异常值的识别仍依赖人工判断,缺乏基于统计学的离群值检验流程,导致可疑数据未被有效剔除。

2.4 监测人员能力存在结构性失衡

专业队伍的“技能矩阵”存在明显短板。大型仪器操作方面,多数基层人员对液相色谱-质谱联用仪(LC-MS/MS)的参数优化能力不足,无法有效降低基质效应的干扰。现场应急监测能力薄弱,在突发性溢油事件中,对油类污染物的快速定量方法应用不熟练,导致污染范围评估滞后。数据解读能力欠缺,仅能完成监测数据的简单汇总,无法结合水文、地质背景分析污染成因,制约了监测数据的应用价值。

3 提升地表水监测效能的对策

3.1 构建流域尺度的动态点位体系

(1) 构建流域尺度的动态点位体系,需以水文过程连续性为核心,打破行政区域限制。SWAT-HSPF耦合模型可精准模拟不同水文条件下污染物迁移轨迹,如雨季农业面源污染在支流与干流间的输移,以及河道内污染物因流速变化产生的沉降与再悬浮。基于此,流域出口的“控制性监测断面”应选在河道形态稳定、水流均匀的平直段,避开回流区,确保数据能反映全流域污染负荷。(2) 关键节点选取需结合污染物迁移特性,工业废水排放口下游500米内设置监测点可捕捉未充分稀释的浓度峰值,水库入库口监测点能监控入库污染影响。污染高风险区“网格化监测点”密度依污染来源调整,化工园区周边用500米×500米网格,农村生活污水区用1000米×1000米网格,实现资源优化。(3) “自适应采样”技术基于历史数据变异系数调整频次,雨季悬浮物浓度变异系数超常规值1.5倍时,采样频次从每周1次调为每3天1次;枯水期连续4周系数低于阈值,可降为每两周1次,既保证关键过程记录,又避免人力浪费。(4) 点位效能评估从数据代表性、灵敏度、稳定性入手,相对偏差小于10%、标准物质回收率80%-120%、连续6个月相对标准偏差小于15%分别视为合格。每季度评估,连续两季不达标点位需迁移或增设^[2]。

3.2 推动监测技术的协同升级

(1) 现场监测装备升级要适应复杂水环境,自动清洗在线监测系统的双向冲洗装置,对多环芳烃等疏水性有机物用甲醇与超纯水混合试剂冲洗,时长不低于3分钟,确保管路残留低于检出限。高浊度水体中系统需带自动反冲洗过滤装置,滤网孔径5-10μm,避免颗粒物堵塞影响精度。(2) 无人机高光谱传感器飞行参数需优化,平原河网飞行高度100-150米,保证3-5米空间分辨

率;水库等开阔水域提升至200米扩大覆盖范围。每次飞行前设3-5个地面采样点,实验室分析结果与遥感反演数据回归分析,修正模型系数,确保叶绿素a等参数反演误差在15%内。(3) 实验室分析技术升级聚焦痕量污染物检测,三重四极杆质谱仪参数依污染物调整,有机磷农药用电子轰击源,碰撞能量15-30eV;磺胺类抗生素用电喷雾离子源,雾化气温度300-350℃。优化色谱条件实现复杂基质分离,100ng/L浓度下目标物信噪比大于10:1。

(4) “样品前处理-仪器分析”自动化流水线需无缝衔接,前处理模块带自动固相萃取,工业废水用C18与NH₂混合填料柱,高盐样品集成在线稀释和基质匹配。每批次插2个空白和1个标准样品,保证前处理回收率70%-130%。数据解析用主成分分析和偏最小二乘回归,提取特征值大于1的主成分,模型决定系数大于0.7。

3.3 重构全流程质量控制机制

(1) 《地表水监测质量控制技术规范》要覆盖全链条,采样容器预处理严格,玻璃容器测有机物前用重铬酸钾洗液浸泡24小时,超纯水冲洗至中性;聚乙烯容器测金属前用10%硝酸浸泡过夜。挥发性有机物用40mL棕色螺口玻璃瓶,溢出法采样无顶空,旋紧带聚四氟乙烯衬垫的盖子后,立即4℃以下冷藏。(2) 样品保存条件差异化,氨氮样品加硫酸调pH至2以下,0-4℃冷藏不超过24小时;总磷加过硫酸钾,冷藏可存7天;微生物样品用灭菌瓶,0-6℃运输,6小时内分析。采样记录含水温、溶解氧等现场参数及保存剂信息,为审核提供溯源依据。(3) 标准物质分级管理明确,一级标准物质需国家计量认证,每6个月量值传递;二级可自制,与一级比对定浓度,每批次检验均匀性和稳定性。每月盲样比对,Z值绝对值小于2合格,大于3暂停监测整改。(4) 物联网智能质控系统实现全流程追溯,样品流转用RFID标签,与实验室系统同步;仪器监控模块采集关键参数,超范围自动锁定报警;数据用区块链加密,修改留痕。系统报告含质控结果、趋势分析和改进建议,支持质量持续改进。

3.4 实施分层分类的能力提升计划

(1) “基础技能-专业能力-综合素养”三维培训体系需精准匹配岗位需求。基础层聚焦一线采样与分析人员,采样培训覆盖河流、湖泊、水库等不同水体类型的规范方法,如河流断面需在0.5m、1m、2m等不同水深采集混合样以保证代表性;仪器操作采用“理论精讲+现场实操”模式,重点训练pH计(使用三点校准法)、溶解氧仪(极化与斜率校准)等常规设备的独立操作能力,确保仪器示值误差控制在标准允许范围内。(2) “实操

考核+盲样测试”构成闭环评估体系。实操环节设置水流扰动、复杂河床等模拟场景,考察采样点选择、深度控制及样品固定的规范性;盲样测试采用与实际水样基质相似的标准样品,评估人员需独立完成前处理至数据报出全流程,当相对误差超过10%时,启动“一对一”补训机制,通过专项强化训练直至补考合格,确保基础技能达标。(3)进阶层培训侧重复杂场景处置能力培养。污染源溯源培训通过化工园区废水排放、农田退水等典型案例,解析如何根据污染物浓度空间梯度结合流域地形、水文特征锁定污染源范围;模型应用培训围绕水质模型参数率定与验证,指导技术人员模拟不同污染减排方案下的水质改善趋势。结合突发性水污染事件案例,组织学员设计应急监测方案,强化快速布点、特征污染物筛查等响应能力。(4)专家层重点提升战略视野与技术创新能力。参与国际比对前需完成方法验证、设备调试等技术准备,通过结果分析找准与国际先进水平的差距;学术交流聚焦成果转化,如将QuEChERS等新型前处理技术引入日常监测。要求专家每年牵头1-2项技术革新项目,推动监测方法本土化优化。“师徒制”遴选10年以上经验的高级工程师担任导师,制定“一年掌握核心设备、两年独立承担项目”的阶段目标,导师每月提交培养日志,年度考核优秀者给予培训经费奖励,加速技术传承^[3]。

3.5 建立监测数据的深度应用机制

(1)“监测数据-生态响应”关联分析平台融合多源数据,整合常规水质参数、微量污染物及水生生物数据,通过时空匹配关联。用随机森林等机器学习算法,识别影响生物多样性的关键污染因子,建浓度与群落指数关系模型,预测准确率超80%。(2)流域级数据共享

库统一标准,分布式架构支持实时上传,格式遵循交换规范,确保信息一致。具备数据清洗功能,异常值标记后人工审核;建权限管理,政府访全数据,科研用脱敏原始数据,公众看汇总信息。(3)《监测数据应用指南》差异化服务,给政府的报告简明,含超标情况、趋势和治理建议,用可视化图表;给科研的详述方法、质控和不确定性,提供元数据;给公众的用通俗语言,配水质地图,提升知情权。(4)数据产品满足多元需求,定期报告加雨季面源污染等专题;应急报告48小时内发布,含污染范围和风险;GIS制作空间分布图,展示污染物分布和超标区。发布设反馈机制,持续优化提升应用效能。

结语

地表水监测在环保监测中占据关键地位,关乎生态平衡与资源安全。尽管当前监测工作存在诸多问题,但通过构建科学合理的动态点位体系、推动监测技术协同升级、完善全流程质量控制机制、实施分层分类的能力提升计划以及建立数据深度应用机制等对策,可有效提升地表水监测效能。未来,需持续关注监测领域的新技术、新方法,不断优化监测体系,为环境保护和可持续发展提供更有力的支撑。

参考文献

- [1]薛磊,李艳,张聪.环保监测中地表水监测存在的问题分析及探讨[J].资源节约与环保,2021,36(12):57-60.
- [2]马国凤.浅谈环境监测中地表水检测存在的问题与对策[J].清洗世界,2025,41(2):49-51.
- [3]沈江,周卓鸣,张欧渭.环境监测中地表水检测存在的问题及对策研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2025(6):009-012.