

水质检测技术在环境保护中的应用分析

蔡婷婷

淮安淮测检测科技有限公司

DOI:10.32629/eep.v8i9.2865

[摘要] 随着工业化与城市化推进,水资源污染成为生态环境保护的核心挑战,水质检测技术作为水环境治理的关键支撑,其应用效果直接影响环保决策的科学性。本文系统梳理传统与现代水质检测技术的发展特征,聚焦地表水、地下水、工业废水、饮用水及农业面源污染防治五大场景,深入分析检测技术在污染监测、溯源、预警与治理评估中的实践价值,指出当前存在的技术瓶颈、标准化不足、区域失衡等问题,并提出针对性优化路径,为推动水质检测技术与环境保护深度融合、提升水环境治理能力提供理论参考与实践借鉴。

[关键词] 水质检测技术; 环境保护; 水环境监测; 污染治理; 应用优化

中图分类号: TN247 **文献标识码:** A

Analysis of the Application of Water Quality Testing Technology in Environmental Protection

Tingting Cai

Huai 'an Huaice Testing Technology Co., LTD

[Abstract] With the advancement of industrialization and urbanization, water resource pollution has become a core challenge in ecological and environmental protection. As a key support for water environment governance, the application effect of water quality testing technology directly affects the scientific nature of environmental protection decisions. This article systematically reviews the development characteristics of traditional and modern water quality testing technologies, focusing on five major scenarios: surface water, groundwater, industrial wastewater, drinking water, and agricultural non-point source pollution prevention and control. It deeply analyzes the practical value of testing technologies in pollution monitoring, source tracing, early warning, and governance assessment, and points out the current technical bottlenecks, insufficient standardization, and regional imbalances. And propose targeted optimization paths to provide theoretical references and practical inspirations for promoting the in-depth integration of water quality testing technology and environmental protection and enhancing the capacity for water environment governance.

[Key words] Water quality testing technology; Environmental protection; Water environment monitoring; Pollution control; Application optimization

引言

水资源是生态系统平衡与人类生存发展的基础,其质量安全关乎公共健康与可持续发展。《2023年中国生态环境状况公报》显示,全国地表水 I-III类水质断面比例达87.9%,但部分流域仍存在劣 V 类水体,地下水污染的隐蔽性与累积性、工业废水超标排放、农业面源污染等问题尚未根治。水质监测是环境保护中的重要组成部分,通过监测水体中的各类物质含量及其理化、生物性质,了解水体现状和变化趋势,提供科学依据以保护水资源和公众健康。随着工业化和城市化进程的加快,水污染问题日益严重,传统的水质监测方法已不能满足现代环境监测需求。现代检测技术依托传感器、光谱分析等科技突破,实现了快

速化、精准化转型^[1]。

1 水质检测技术的发展现状与分类

1.1 传统水质检测技术

传统水质检测技术基于化学反应原理,是水质检测的基础方法,至今仍用于常规指标监测。化学分析法包括滴定法、比色法、沉淀法等。滴定法适用于酸碱度、硬度等指标检测,操作简单但耗时较长;比色法通过吸光度测量氨氮、COD等浓度,灵敏度受试剂稳定性影响较大;重量法用于悬浮物、总固体检测,结果准确但操作繁琐。此外,微生物培养法常用于水体卫生状况评估,需24-48小时培养周期。传统技术的核心优势在于成熟度高、成本低廉,但存在检测范围窄、难以检测痕量污染物、多为

实验室离线检测等局限，无法满足实时化、精准化环保需求。随着科技进步，传统方法正逐步与现代技术融合，提升检测效率与精度。例如，便携式分光光度计结合比色法实现了现场快速测定，自动化滴定仪缩短了分析周期并减少人为误差。

1.2 现代先进水质检测技术

现代技术朝着快速化、精准化、智能化方向发展，主要包括四类核心技术：

仪器分析技术：GC-MS适用于VOCs、SVOCs等痕量污染物检测，检测限达ppb级；HPLC针对非挥发性有机物（如农药残留、抗生素）；ICP-MS可同步测定多种重金属，检测限低至ppt级，为污染源提供精准数据。

（1）生物检测技术：生物传感器基于微生物代谢反应，1-2小时内完成大肠杆菌检测；生物毒性检测通过水生生物（藻类、水蚤）的生理响应，快速评估水体综合毒性，适用于应急监测。

（2）传感器技术：电化学传感器监测pH、溶解氧、氨氮等指标，响应速度快、体积小；光学传感器实现COD、浊度实时检测；结合物联网技术，构建网格化在线监测网络，数据实时传输至监管平台。

（3）遥感监测技术：卫星遥感覆盖湖泊、近海等大面积水体，反演叶绿素a、悬浮物等参数；无人机遥感针对小范围水体，快速响应突发性污染事件，划定污染范围。

2 水质检测技术在环境保护中的具体应用

2.1 地表水环境保护

地表水环境保护是水环境治理的核心环节，其监测体系采用“自动站连续监测+手工精准核查”的协同模式，确保水质数据的全面性与准确性。目前，我国已在长江、黄河、珠江等主要流域及重要湖库布设百余座水质自动监测站，这些站点集成电化学、光学传感器等先进设备，实现对pH值、化学需氧量（COD）、氨氮、总磷、溶解氧、重金属等关键指标的24小时不间断监测，数据通过物联网实时传输至国家水环境质量监测平台，为管理部门动态掌握流域水质变化、及时发现异常波动提供了高效支撑。当自动监测发现异常数据时，生态环境部门随即启动手工监测进行复核，利用HPLC、ICP-MS等精密仪器对特征污染物开展溯源分析，精准锁定污染来源。例如在长江支流某断面曾连续检出微量砷超标，通过自动站预警与实验室同位素比对技术结合，最终查实为上游历史遗留矿坑区渗滤所致，推动了区域性生态修复工程的实施。

2.2 地下水环境保护

地下水污染具有隐蔽性强、迁移缓慢、治理难度大的特点，其污染调查需结合精准采样与高精度检测技术形成完整技术链。在某北方工业区地下水污染调查项目中，工作人员通过系统钻探布设监测井网，采集200余个不同深度的地下水样品，同步开展现场快速检测与实验室精准分析：现场利用便携式电导率仪、重金属快速检测试剂盒初步筛查污染范围，实验室则采用电感耦合等离子体质谱法（ICP-MS）与气相色谱-质谱联用技术（GC-MS）进行定量分析，最终精准锁定5.2km²的污染区域，明确

该区域地下水存在铅、镉等重金属超标，且苯、甲苯等苯系物浓度超出地下水III类标准限值2-5倍，为污染溯源与风险管控提供了核心数据支撑。在污染风险评估阶段，基于连续12个月的水质动态监测数据，结合周边居民区、农田灌溉用水井分布情况，采用健康风险评估模型测算，发现靠近工业区的3口水井铅浓度超过饮用水标准3倍，对周边居民经口饮水暴露构成高健康风险，据此划定1.8km²的高风险管控区，制定地下水阻隔与饮用水源替换方案^[2]。

2.3 工业废水污染控制

废水处理过程中，在线监测设备实时调控药剂投加量与曝气强度。某印染企业通过溶解氧监测，使COD去除率从75%提升至88%；排放监测中，企业在线系统与环保部门联网，某钢铁企业因COD超标2倍被依法处罚；污染减排中，制药企业通过工艺环节检测，优化反应条件后COD排放量减少60%。某化工园区通过全过程监控体系，实现废水总氮排放量同比下降42%；在突发污染事件预警中，某工业园区依托水质实时监测网络，在30分钟内锁定异常排污源并启动应急响应，避免了重大环境风险。

2.4 饮用水安全保障

水源地监测结合自动站与GC-MS检测，某水源地发现藻类毒素上升后及时采取防控措施；自来水厂通过浊度、余氯监测优化处理工艺；末梢水监测中，某城市更换老旧管网后，细菌总数超标问题彻底解决，保障饮水安全。同时，基于多点布设的水质传感器网络，实现对pH、氨氮、浊度等关键指标的分钟级采集与异常预警，2025年11月监测数据显示，主要水厂出厂水达标率稳定在99.8%以上。通过监测数据驱动的闭环管理，供水系统应急响应时间缩短至45分钟以内，显著提升城市饮用水安全韧性。如《礼记·中庸》所言：“凡事预则立，不预则废。”水质监测的前瞻性布局正是防患于未然的关键。依托大数据与人工智能算法，2025年多个重点城市已实现饮用水风险因子72小时预测预警，结合应急备用水源联动机制，构筑起从“源头”到“龙头”的全链条安全保障体系，真正践行了“人民至上、生命至上”的治理理念。

2.5 农业面源污染防控

污染调查显示，化肥施用高峰期农田径流总氮、总磷浓度分别达2.5mg/L、0.3mg/L；畜禽养殖废水COD、氨氮浓度高达5000mg/L、800mg/L。防控评估中，化肥减量措施使氮磷排放量下降25%-30%；畜禽废水经厌氧发酵处理后，COD、氨氮降至150mg/L、20mg/L，达到农田灌溉标准。生态拦截沟渠与湿地系统在农田退水关键节点的应用，有效削减径流污染物负荷，监测数据显示总氮、总磷去除率分别达40%和55%以上^[2]。

3 水质检测技术应用中的核心问题

3.1 技术瓶颈

痕量与新型污染物（微塑料、抗生素）检测限不足，缺乏统一标准；现场快速检测设备在复杂水体中易受干扰，误差较大；多参数同步监测技术不成熟，难以全面反映水质状况；遥感监测对近岸浅水、小型水体精度不足，无人机监测受天气影响大。数据

共享机制不健全, 监测数据标准不一, 导致跨区域、跨部门整合困难; 基层检测人员专业能力参差, 自动化设备运维不足, 影响长期稳定性。

3.2 标准化体系不完善

检测方法标准不统一, 微塑料等新型污染物无国标方法; 标准更新滞后于技术发展; 基层检测机构质量控制不规范, 设备校准、试剂管理存在漏洞; 不同部门数据格式不统一, 数据壁垒严重, 难以互联互通。导致监测数据的可比性与权威性受损, 制约了跨区域污染溯源与协同治理的效能。2025年生态环境部推动建立统一的水质检测技术规范体系, 重点完善微塑料、抗生素等新型污染物监测方法, 并在全国布设30个标准化验证实验室, 实现检测数据互认。

3.3 区域发展不均衡

东部地区拥有先进设备与专业人才, 可开展高精度多参数检测; 中西部基层仅能开展常规指标检测, 某西部农村监测站无重金属、有机物检测能力; 监测站点布局不合理, 东部密集、中西部偏远地区稀缺, 支流污染难以发现。2025年通过东西部结对帮扶机制, 推动设备共享与人才轮训, 累计援建中西部基层监测站180个, 配备便携式质谱仪等一体化检测装备。依托卫星遥感与边缘计算技术, 实现偏远地区数据实时回传与智能预警。区域协同治理能力显著提升, 全国水质监测网络覆盖率达87%, 基本消除监测盲区, 为全域水环境精准管控奠定基础^[3]。

3.4 资金与人才短缺

基层机构资金不足, 设备老化难以更新, 某县级监测站分光光度计超期服役12年; 专业人才匮乏, 中西部县级监测站仅35%检测人员具备相关专业背景, 操作先进设备能力不足; 欠发达地区人才流失严重, 形成恶性循环^[4]。

4 应用优化路径

4.1 技术创新突破

研发新型污染物检测技术, 降低检测限; 优化快速检测设备抗干扰能力, 建立数据校正模型; 开发多参数集成检测设备, 构建“空天地”一体化监测体系; 融合大数据与AI, 实现数据自动分析与风险预警。推进检测设备小型化、智能化升级, 提升现场快速检测精度与效率。深化AI算法在光谱识别、异常数据筛查中的应用, 实现复杂水质样本的智能解析。依托5G网络构建远程质控平台, 打通实验室与现场终端的数据闭环。

4.2 完善标准化与数据共享

统一检测方法标准, 加快新型污染物标准制定; 健全质量控制规范, 强化检测机构资质认定; 建立全国统一数据共享平台, 打破部门壁垒, 规范数据使用权限。推动政务数据与环境监测数据深度融合, 实现跨部门、跨层级共享互通, 提升数据使用效率。

明确数据权责边界, 建立动态更新的监测数据目录清单, 确保数据可追溯、可审计。

4.3 均衡区域发展

统筹监测站点布局, 向中西部、偏远地区倾斜; 设立专项基金, 支持基层设备更新; 建立“东部-中西部”技术帮扶机制, 培育第三方检测机构, 推行设备国产化替代。推进基层监测人员定向培养计划, 联合高校开设环境监测专项班, 实施“县聘乡用”人才政策, 提升岗位吸引力。加大对口支援力度, 鼓励东部高水平检测机构开展技术输出与远程指导。

4.4 强化人才保障

高校增设环境监测专业, 职业院校开展技能培训; 建立常态化培训机制, 提升检测人员专业素质; 优化基层人才待遇, 建立绩效考核奖励机制, 吸引并留住人才。完善人才评价体系, 突出实践能力和创新成果导向, 破除“唯论文、唯职称”倾向; 加大青年科技人才支持力度, 设立基础研究专项基金, 鼓励其投身关键技术攻关。推动科研人员参与国际交流, 提升全球视野与协作能力, 构建多层次、立体化的人才发展生态。

5 结论

水质检测技术是环境保护的核心支撑, 传统技术奠定常规监测基础, 现代技术实现精准化、实时化突破, 在多场景应用中成效显著。当前仍面临技术瓶颈、标准化不足、区域失衡、资金与人才短缺等问题, 需通过技术创新、体系完善、资源优化与人才培育破解。未来, 随着纳米技术、AI等前沿科技的融入, 水质检测将更精准、快速、智能, “空天地”一体化监测网络将实现全尺度覆盖。通过各方协同发力, 水质检测技术将为生态环境保护高质量发展、建设美丽中国提供更坚实的技术支撑^[5]。

【参考文献】

- [1]魏永文,王绍俊.水质自动监测技术在水环境保护中的应用分析[J].农业灾害研究,2025,15(03):268-270.
- [2]林越华.重金属检测技术在环境水质分析中的应用[J].世界有色金属,2022,(11):181-183.
- [3]王蕾.重金属检测技术在环境水质分析中的应用探讨[J].皮革制作与环保科技,2022,3(05):9-11.
- [4]吕俊鹏,田耘,黄贤文.高光谱检测技术在环境水质分析中的应用探讨[J].皮革制作与环保科技,2021,2(22):12-13+16.
- [5]孙峰.重金属检测技术在环境水质分析中的应用探讨[J].全面腐蚀控制,2021,35(08):123-125.

作者简介:

蔡婷婷(1990--),女,汉族,江苏淮安人,大专,助理工程师,研究方向:环境检测。