

我国水环境监测技术现状及优化研究

郁 杰

上海卓谱检测技术有限公司, 上海

收稿日期: 2025年3月30日; 录用日期: 2025年4月25日; 发布日期: 2025年5月14日

摘 要

水环境问题目前备受公共关注, 水环境监测技术又是水环境监测的重要手段之一。水环境监测技术在水体污染、水资源保护等方面充当了重要的角色。本文介绍水环境监测的重要性, 分析了我国水环境监测技术当前存在的问题, 展望了未来水环境监测技术的发展趋势。

关键词

水环境, 监测技术, 水资源保护

Research on the Status Quo and Optimization of Water Environment Monitoring Technology in China

Jie Yu

Shanghai Zhuopu Testing Technology Co. Ltd., Shanghai

Received: Mar. 30th, 2025; accepted: Apr. 25th, 2025; published: May 14th, 2025

Abstract

At present, water environment has attracted much public attention, and water environment monitoring technology is one of the important means of water environment monitoring. Water environment monitoring technology plays an important role in water pollution and water resources protection. This paper introduces the importance of water environment monitoring, analyzes the existing problems of water environment monitoring technology in our country, and looks forward to the development trend of water environment monitoring technology in the future.

Keywords

Water Environment, Monitoring Technology, Water Resources Protection

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

水环境监测是在全球水资源危机、环境污染加剧和生态退化背景下发展起来的重要环境保护手段。地球水资源中,淡水仅占 2.5%,且大部分以冰川、深层地下水形式存在,可直接利用的不足 1%。同时全球约 20 亿人面临水资源短缺问题,预计到 2050 年缺水人口将增至 50 亿,全球水资源分布不均,供需矛盾突出。在工业革命后,重金属、有机污染物、微塑料等水体污染迅速蔓延,导致水生生物锐减;富营养化、酸化等水污染问题加剧,生态系统退化,威胁水体自净能力[1][2]。气候变化影响水循环如极端天气改变水文特征,影响水质稳定性。冰川融化、海平面上升导致咸水入侵,威胁沿海淡水供应。目前工业废水和城市生活污水是水体主要污染源。其次农业面源污染如化肥、农药径流等导致地下水硝酸盐超标,威胁饮用水安全。20 世纪中叶以来,重大公害事件促使社会对水环境问题关注度日益增强。公众要求政府和企业公开环境数据,推动透明治理,并且中国《水污染防治法》《水十条》明确水质目标,要求建立全覆盖监测网络。

水环境监测数据为实时了解水环境的状况提供数据支持,优化水环境。水环境监测数据的可靠性又依赖于科学、先进的水环境监测技术。目前大力发展先进的水环境监测技术尤为重要。

2. 水环境监测的重要性

水环境监测是指通过科学手段对水体中的物理、化学、生物指标进行系统、连续及实时地观测和分析,物理指标包括:水温、浊度、电导率、放射性核素浓度等;化学指标:pH、COD(化学需氧量)、BOD(生化需氧量)、氨氮、总磷、重金属等;生物指标包括:大肠杆菌群、藻类密度、底栖生物多样性等,不同指标的不同数值,体现当前水环境不同状态[3][4]。

监测饮用水各项指标,可及时发现水体中的污染物(如重金属、有机毒物、病原微生物等),防止污染源进入供水系统,避免引发腹泻、癌症、重金属中毒等疾病,其次通过监测预警水媒传染病的传播风险,保护公众健康,从而保障水资源安全与人类健康。水环境监测能识别工业废水、农业面源污染、生活污水等污染源,为制定针对污染溯源与治理措施提供有效的依据。监测水质变化(如溶解氧、氮磷含量)可评估水体富营养化、酸化或毒性效应,保护水生物多样性,维护生态平衡,防止生态系统崩溃。水环境监测为《水污染防治法》《地表水环境质量标准》等法规的实施提供数据支撑,让有关部门监督企业达标排放,同时评估环保政策的效果,让生态环境工作者优化管理决策,进一步地保护水资源。通过长期监测评估水资源承载能力,指导工农业用水分配,促进水资源可持续利用,避免过度开发。监测水温、pH 值等指标可反映气候变化对水体的影响(如冰川融化、海水酸化),助力适应性规划。水环境在化学品泄漏、藻华爆发等事件中,实时监测可快速定位污染范围,在污染事故应急中快速响应,减少人员伤亡及财产的损失[5]。通过趋势分析预测潜在污染风险,提前干预,加快水污染管控与治理。水中污染物还会通过迁移行为污染水资源周围的土壤,导致土壤污染。

实时监测水环境数据,向公众发布水资源信息,使水环境数据公开、透明,增强环保意识;鼓励公

众参与监督举报违法行为，促进社会监督，推动水环境共治[6]。

3. 我国水环境监测技术现状

3.1. 技术应用层面

尽管大数据、物联网和人工智能等技术为水环境监测带来新契机，但目前这些前沿技术在实际应用中仍处于起步阶段。部分地区水环境监测站仍依赖传统的人工采样和实验室分析方法，导致监测周期长，数据获取滞后。不同地区的监测设备缺乏有效联网，无法实现数据的实时共享与分析，难以充分发挥物联网的优势。

当前阶段，单参数传感器仍是我国水环境监测的主要设备，多参数传感器的研发和应用相对滞后。单参数传感器不仅采集效率低，而且难以对多个水质参数进行同步分析，无法满足日益复杂的水环境监测需求。传感器的精度、稳定性和抗干扰能力也有待提高，部分设备在恶劣环境下的监测数据准确性难以保障。

3.2. 监测体系层面

我国水环境监测长期以理化指标为主，对生物多样性、生态系统功能等生态指标的监测相对不足。这种监测模式无法全面反映水体的生态健康状况，也难以评估人类活动对水生态系统的长期影响。生态监测的标准和方法尚不完善，不同地区和机构的监测数据缺乏可比性。

3.3. 数据管理层面

目前缺乏统一的数据标准和共享平台，不同部门和地区的水环境监测数据难以整合和分析。环保、水利、农业等部门各自为政，数据分散存储，形成了数据孤岛，降低了数据的利用价值。此外，数据格式和接口的不统一，也增加了数据共享和整合的难度。

我国水环境监测数据的分析多停留在简单的统计和报表层面，缺乏对数据的深度挖掘和利用。大数据分析、机器学习等先进技术在数据处理中的应用还不普遍，无法从海量数据中提取有价值的信息，为决策提供科学依据。

3.4. 硬件设施层面

部分地区的水环境监测设备使用年限较长，老化严重，性能下降。这些设备不仅监测精度低，而且故障率高，需要频繁维修和更换，增加了监测成本。同时，由于资金投入不足，一些先进的监测设备无法及时配备，影响了监测工作的效率和质量。

我国水环境监测站点在城乡之间、不同流域之间的分布不均衡。城市地区和重点流域的监测站点相对密集，而农村地区和偏远流域的监测站点数量不足，导致部分区域的水环境状况无法得到及时监测。监测站点的选址缺乏科学规划，部分站点未能反映区域的真实水质情况[7]。

3.5. 人才与标准层面

随着水环境监测技术的不断发展，对专业人才的需求日益增加。然而，目前我国相关专业人才的培养速度跟不上行业发展的需求，部分监测人员缺乏对新技术、新方法的了解和掌握，无法胜任复杂的监测工作。基层监测机构的人才流失现象较为严重，进一步加剧了人才短缺的问题。

我国水环境监测的技术标准和规范尚不完善，不同部门和行业的标准存在差异。这导致在监测过程中，不同机构对同一指标的监测方法和评价标准不一致，数据的可比性和可靠性受到影响。标准的更新速度滞后于技术的发展，无法及时规范新技术的应用[8]。

4. 我国水环境监测技术优化方向

4.1. 升级技术创新

物联网、大数据、人工智能等现代信息技术将在水环境监测中得到更广泛深入的应用。通过构建智能监测网络,实现对水质的实时、准确监测和分析预警。物联网技术,将分布在不同区域的监测设备通过无线手段连接起来,实时采集和传输监测数据;借助大数据分析海量监测数据,挖掘其中规律,预测水质变化趋势;人工智能算法则能对异常数据进行智能识别和分析,为决策提供有力支持。

未来环境监测传感器将朝着多参数方向发展,单个传感器可同时监测多个参数,如温度、pH值、溶解氧、化学需氧量等。这不仅提高数据采集效率,降低部署多个传感器的成本和空间占用,还能综合分析各参数间关系,提供更全面的环境信息。多功能传感器还将具备实时监测与数据分析、远程控制与自动校准、多传感器协同工作与网络化等功能[9][10]。

4.2. 优化监测体系

全污水处理厂将从以末端监测为主转变为全过程监测,加强对进水、处理过程和出水的全面监测。通过实时监测与数据分析,提前预判溢流风险,并采取有效措施应对,如增设调蓄池、优化排水管网布局等。在生化处理环节,引入更先进的监测技术与智能化管理系统,实现对生化系统的精准监控与高效调控,确保出水水质稳定达标。

我国水环境监测将从主要关注具体污染指标,转向更加综合和生态化的视角,加强对水体生态系统整体健康状况相关生态指标的监测和评估,如生物多样性、水生态系统结构与功能等。发展生态模型和评估工具,将监测数据转化为对生态系统健康的综合评估,指导水环境的保护与修复工作。

4.3. 强化数据管理

监测数据服务功能将更加多元化,不再局限于提供特定污染物监测数据或满足某一类环境管理需求。通过整合多源数据,综合分析水体的物理、化学、生物等多方面信息,全面反映水体环境的整体健康状况,为环境管理和决策提供更全面、科学的支持。

完善数据管理系统,建立健全数据共享机制,统一数据格式和标准,提高数据质量。加强对监测数据的深度挖掘和分析,运用数据挖掘、机器学习等技术,从海量数据中提取有价值信息,为水环境治理提供更精准的决策依据。

4.4. 完善硬件设施

加大对环境监测硬件设备的投入,更新落后设备,提高监测设备的性能和可靠性。采用先进的自动化监测设备,实现对水质的连续自动监测,减少人工操作误差,提高监测效率和准确性。加强对监测站点设备的科学维护和管理,确保设备正常运行。

合理规划监测站点布局,增加偏远地区和农村的监测站点数量,扩大监测覆盖面。优化河流断面采样点位置,确保监测数据能够全面反映河流水环境质量。利用卫星遥感、无人机等技术,对难以到达或大面积区域进行监测,弥补地面监测站点的不足。

4.5. 人才培养与标准制定

加大对生态环境监测专业人才的培养力度,高校和职业院校开设相关专业课程,培养具备扎实专业知识和技能的高素质人才。加强对在职人员的培训,定期组织技术培训和学术交流活动,更新知识结构,提高业务水平。

制定统一的水环境监测技术标准，确保不同地区、不同部门使用的监测设备性能和可靠性一致，数据质量和标准统一。加强对新技术、新方法的研究和评估，及时将成熟技术纳入标准体系，推动水环境监测技术的规范化和标准化发展。

4.6. 多领域协同合作

建立跨部门、跨区域的数据共享和协同工作机制，打破信息壁垒。生态环境、水利、自然资源等部门加强合作，整合各方监测数据和资源，形成完整的环境监测网络，共同应对水环境问题。不同区域之间加强交流与合作，共享监测经验和成果，协同开展流域性水环境监测和治理。

加强高校、科研机构与企业之间的合作，促进产学研深度融合。高校和科研机构开展前沿技术研究，为企业提供技术支持；企业将科研成果转化为实际产品和应用，推动水环境监测技术的产业化发展。通过合作项目、共建实验室等形式，加速新技术的研发和推广应用。

4.7. 提升应急监测能力

针对突发性环境事故，加大应急监测技术研发投入，开发快速、准确的现场监测技术和设备。如便携式多参数水质检测仪、快速检测试剂盒等，能够在短时间内对污染物种类和浓度进行定性定量分析。利用无人机、无人船等设备，实现对事故现场的快速勘查和监测，获取实时数据。

完善应急监测预案，建立健全应急响应机制。加强应急监测队伍建设，定期组织演练，提高应急处置能力。与相关部门建立联动机制，在事故发生时能够迅速响应，协同开展应急监测和处置工作，最大程度降低事故对水环境的影响。

4.8. 碳排放纳入监测

在水环境监测中逐步引入碳排放监测指标，开发适用于不同水体类型的碳监测技术、设备和方法。建立完善的监测网络和数据采集系统，制定统一的监测标准和操作规程，确保数据的准确性和可比性。加强与气候变化研究的结合，通过综合分析水体碳排放数据，揭示其在全球碳循环中的作用。

积极研发新型碳监测技术，如基于光谱分析、生物传感器等的监测方法，提高监测的精度和效率。利用卫星遥感技术，对大面积水体的碳排放进行宏观监测。将碳监测数据与传统水环境监测数据相结合，综合评估水环境的生态功能和健康状况，为应对气候变化和水环境保护提供科学依据。

5. 结语

本文介绍了水环境监测的意义，分析了当前水环境监测技术存在的问题，展望了水环境监测技术未来发展的趋势。环境监测质量管理目前存在的问题，提出了环境质量管理改进措施，以及展望了环境监测质量管理发展的趋势：1. 升级技术创新，2. 优化监测体系，3. 强化数据管理，4. 完善硬件设施，5. 人才培养及标准制定，6. 多领域协同合作，7. 提升应急监测能力，8. 碳排放纳入监测。

参考文献

- [1] 易厚燕. 水环境监测技术及其在水污染治理工作中的应用[J]. 黑龙江环境通报, 2024, 37(9): 160-162
- [2] 孟媛, 张凤梅. 水环境监测技术与水污染防治策略探讨[J]. 化工管理, 2025(4): 65-68.
- [3] 周震, 梁牧. 水环境监测技术及水污染防治策略研究[J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5(13): 75-77.
- [4] 冯金静. 水环境监测技术分析与管理质量要点研究[J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 4(18): 24-26.
- [5] 徐苗. 水环境监测技术及污染治理措施[J]. 资源节约与环保, 2023(7): 56-59.
- [6] 管蔚. 水环境监测中的质量问题与改善策略研究[J]. 清洗世界, 2024, 40(1): 125-127.

-
- [7] 徐丽丽. 水环境监测技术分析与管理质量控制要点研究[J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 4(2): 65-68.
- [8] 虞登梅. 水环境监测技术研究进展与分析[J]. 资源节约与环保, 2024(4): 134-139.
- [9] 潘想娣. 水环境监测中新型传感器技术的应用及质量保障研究[J]. 生态与资源, 2024(12): 84-86.
- [10] 曹艳娟, 杨冬梅. 遥感技术在水环境监测工作中的应用研究[J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5(3): 25-27.