

# 水体污染在线监测技术研究及其应用案例分析

李楚华

江西拓谱思检测技术有限公司, 中国·江西 南昌 330096

**摘要:** 论文概述了水体污染监测的重要性, 深入探讨了包括化学需氧量 (COD) 分析法、氨氮分析法、pH 值分析法及光谱分析法等在内的主流水体污染在线监测技术, 通过具体案例展示了这些技术在提高监测效率、保障水质安全方面的潜力, 并总结了当前存在的问题, 提出了改进措施, 为水体污染监测技术的持续优化和广泛应用提供了理论依据和实践指导。

**关键词:** 水体污染; 在线监测技术; 电化学; 光谱学; 生物传感器; AI 技术

## Research on Online Monitoring Technology for Water Pollution and Application Case Analysis

Chuhua Li

Jiangxi Topus Testing Technology Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330096, China

**Abstract:** This paper outlines the importance of water pollution monitoring and explores in depth mainstream online monitoring technologies for water pollution, including chemical oxygen demand (COD) analysis, ammonia nitrogen analysis, pH analysis, and spectral analysis. Through specific cases, the potential of these technologies in improving monitoring efficiency and ensuring water quality safety is demonstrated. The current problems are summarized, and improvement measures are proposed, providing theoretical basis and practical guidance for the continuous optimization and widespread application of water pollution monitoring technologies.

**Keywords:** water pollution; online monitoring technology; electrochemistry; spectroscopy; biosensors; AI technology

## 0 前言

为了有效监测和控制水体污染, 水体污染在线监测技术应运而生。这种技术通过实时监测水质参数, 能够及时发现和预警水质变化, 为环境保护和水质管理提供科学依据。近年来, 随着电化学、光谱学、生物传感器以及人工智能等技术的不断发展, 水体污染在线监测技术取得了显著进展。论文旨在综述这些技术的最新进展, 分析存在的问题, 并提出相应的改进措施, 以期为推动水体污染在线监测技术的发展和应用提供参考。

## 1 水体污染监测的重要性及意义

### 1.1 水体污染监测的重要性

①保障饮用水安全: 饮用水安全直接关系到人类健康。通过定期或连续的水体污染监测, 可以及时发现并预警水源受到的污染威胁, 确保饮用水水质符合国家标准, 保障公众健康。

②保护生态环境: 水体是生态系统的重要组成部分, 其质量直接影响水生生物的生存和繁衍。水体污染监测有助于评估水体污染程度, 及时发现并处理污染源, 保护水生生物多样性和生态平衡。

③支撑环境管理决策: 水体污染监测数据是制定环境保护政策、规划和管理措施的重要依据。通过科学的数据分析, 可以为政府决策提供科学依据, 促进环境管理的科学化

和精细化。

④促进经济可持续发展: 水体污染不仅影响生态环境和人类健康, 还可能对农业生产、工业生产等经济活动造成负面影响。有效的水体污染监测有助于及时发现并解决环境问题, 为经济可持续发展创造良好条件。

### 1.2 水体污染监测的意义

①提升环境保护意识: 通过水体污染监测, 公众可以直观了解水质状况, 增强环保意识, 促进社会各界共同参与环境保护。

②推动科技创新: 水体污染监测技术的研发和应用需要不断的技术创新和进步。这有助于推动相关学科的发展, 促进环境监测技术的更新换代。

③促进国际合作: 水体污染是全球性问题, 水体污染监测技术的国际交流与合作有助于共享经验、资源和成果, 共同应对全球环境挑战。

④实现可持续发展目标: 水体污染监测是实现联合国可持续发展目标 (SDGs) 的重要支撑。通过加强水体污染监测, 有助于推动环境、经济和社会三个维度的协调发展, 实现可持续发展目标。

## 2 水体污染在线监测技术研究

### 2.1 COD 指标分析法

COD 指标分析法, 其核心在于在强酸和加热的条件下,

向水体中添加重铬酸钾。这一过程能够将水体中的有机物和无机还原物进行氧化。监测人员通过精确测量所使用的重铬酸钾的重量,就可以进一步计算出水体中的 COD 指标值。

## 2.2 氨氮指标分析法

在水溶液中,氨氮、有机氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮等物质通常以游离氨或铵离子的形态存在,并且这些物质之间可以相互转换。在实际监测过程中,检测人员首先需要将水源样本采集到反应室中。然后,通过一定的技术手段去除可能产生干扰的因素,再加入反应液。待样本与反应液充分反应后,就可以运用光电比色法来检测出水体中污染物的成分含量。

## 2.3 pH 值分析法

pH 值分析法是中国水污染监测中最为常用且有效的方法之一。通过对水体的 pH 值进行分析,我们可以大致了解水源的酸碱性。这种方法不仅简单易行,而且能够提供关于水质的重要信息。

## 2.4 光谱分析法

光谱分析法通过采集水体的光谱数据,利用多元非对称高斯分布函数模型对污染后水质的紫外光谱进行反卷积运算,提取光谱中污染物的特征参量,从而实现水质监测。这种方法具有灵敏度高、稳定性好、成本低、施工简单等优点。

# 3 水体污染在线监测系统的应用案例分析

## 3.1 基于物联网技术的在线水质监测系统

### 3.1.1 系统概述

基于物联网技术的在线水质监测系统是一种集数据采集、传输、处理和分析于一体的智能化监测系统。该系统通过安装在水体中的传感器实时采集水质数据,并通过物联网技术将数据传输至云端服务器进行处理和分析。用户可以通过手机 APP 或网页端实时查看水质数据,及时发现并处理水质问题。

### 3.1.2 系统组成

①传感器:用于实时采集水质数据,包括温度、pH 值、溶解氧、浊度、电导率等指标。

②数据采集模块:将传感器采集的数据进行预处理和存储,并通过物联网技术传输至云端服务器。

③云端服务器:接收并存储来自数据采集模块的数据,进行数据分析和处理,提供数据可视化展示和报警功能。

④用户端:包括手机 APP 和网页端,用于实时查看水质数据、接收报警信息和管理监测任务。

### 3.1.3 应用案例

以某城市河流在线水质监测系统为例,该系统采用了多参数水质传感器,实时监测河流中的水质数据。通过云端服务器的数据分析和处理,用户可以实时查看河流的水质状况,包括温度、pH 值、溶解氧等指标的变化趋势。当水质数据超出预设阈值时,系统会自动触发报警功能,提醒用户

及时处理水质问题。该系统成功应用于该城市的河流污染监测和治理工作中,为政府决策提供了科学依据。

## 3.2 基于 NB-IoT 技术的河流水质在线监测系统

### 3.2.1 系统概述

基于 NB-IoT 技术的河流水质在线监测系统是一种利用窄带物联网技术实现水质数据远程传输和实时监测的系统。该系统通过安装在水体中的传感器实时采集水质数据,并通过 NB-IoT 技术将数据传输至云端服务器进行处理和分析。用户可以通过手机 APP 或网页端实时查看水质数据,实现远程监控和管理。

### 3.2.2 系统组成

①传感器:用于实时采集水质数据,包括温度、pH 值、溶解氧、浊度等指标。

② NB-IoT 模块:将传感器采集的数据通过 NB-IoT 网络传输至云端服务器。

③云端服务器:接收并存储来自 NB-IoT 模块的数据,进行数据分析和处理,提供数据可视化展示和报警功能。

④用户端:包括手机 APP 和网页端,用于实时查看水质数据、接收报警信息和管理监测任务。

### 3.2.3 应用案例

以某地区河流水质在线监测系统为例,该系统采用了基于 NB-IoT 技术的监测方案,实现了对河流中多个监测点的实时水质监测。通过云端服务器的数据分析和处理,用户可以实时查看各监测点的水质数据,包括温度、pH 值、溶解氧等指标的变化趋势。当水质数据超出预设阈值时,系统会自动触发报警功能,提醒用户及时处理水质问题。该系统成功应用于该地区的河流污染监测和治理工作中,提高了监测效率和管理水平。

## 3.3 基于光谱技术的重金属在线监测系统

### 3.3.1 系统概述

基于光谱技术的重金属在线监测系统是一种利用光谱分析技术实现水体中重金属离子含量实时监测的系统。该系统通过安装在水体中的光谱仪实时采集光谱数据,并通过算法处理提取出重金属离子的特征光谱信息,从而实现重金属离子的定量分析。

### 3.3.2 系统组成

①光谱仪:用于实时采集水体的光谱数据,通常采用原子吸收光谱、原子荧光光谱或紫外-可见分光光度等技术。

②数据处理单元:接收光谱仪传输的数据,通过内置算法或机器学习模型对数据进行处理和分析,提取出重金属离子的特征光谱信息,并计算其浓度。

③数据传输模块:将处理后的数据传输至云端服务器或本地数据管理系统,以便进行进一步的数据分析和可视化展示。

④用户接口:提供用户友好的界面,使用户能够实时查看重金属离子的浓度数据、历史趋势、报警信息等。

### 3.3.3 应用案例

以某工业园区废水排放口重金属在线监测系统为例,该系统采用基于光谱技术的监测方案,对废水中的铅、镉、铬等重金属离子进行实时监测。光谱仪安装在废水排放管道上,实时采集光谱数据,并通过数据处理单元进行快速分析。当重金属离子浓度超过预设的安全阈值时,系统会自动触发报警,并将相关信息发送至管理人员的手机 APP 或电子邮件。同时,系统还生成详细的监测报告,包括重金属离子的浓度数据、变化趋势、超标次数等,为企业的环境管理和政府部门的监管提供了科学依据。

该系统自投入运行以来,成功监测并预警了多次重金属超标事件,有效避免了环境污染事故的发生。同时,系统的实时性和准确性也为企业提供了可靠的数据支持,帮助企业优化废水处理工艺,降低处理成本,实现绿色发展。

## 3.4 基于 AI 技术的综合水质在线监测系统

### 3.4.1 系统概述

基于 AI 技术的综合水质在线监测系统是一种结合人工智能技术和多种水质监测技术的综合系统。该系统通过集成多种传感器和监测设备,实时采集水质数据,并利用 AI 算法对数据进行深度学习和分析,实现对水质状况的精准预测和智能预警。

### 3.4.2 系统组成

①传感器网络:包括温度、pH 值、溶解氧、浊度、电导率、重金属等多种传感器,用于实时采集水质数据。

② AI 算法模块:接收传感器网络传输的数据,利用深度学习、机器学习等算法对数据进行处理和分析,实现水质状况的精准预测和智能预警。

③数据管理系统:存储和管理所有监测数据,提供数据可视化展示、历史数据查询、数据分析等功能。

④用户接口:提供用户友好的界面,使用户能够实时查看水质数据、接收预警信息、管理监测任务等。

### 3.4.3 应用案例

以某湖泊综合水质在线监测系统为例,该系统采用基于 AI 技术的监测方案,对湖泊中的水质进行实时监测和预警。传感器网络覆盖整个湖泊,实时采集水质数据,并通过 AI 算法模块进行深度学习和分析。系统能够自动识别水质变化趋势,预测潜在的水质问题,并在问题发生前发出预警。

例如,在某次暴雨过后,系统预测到湖泊中的溶解氧含量可能会急剧下降,导致水质恶化。系统及时发出预警,并建议相关部门采取应急措施,如增加曝气设备等。通过采取及时有效的措施,成功避免了湖泊水质的恶化,维护了湖泊生态系统的稳定。该系统还为企业和政府部门的环境管理提供了科学依据,帮助企业优化生产工艺、降低污染排放,增强环保意识和责任。

## 4 水体污染在线监测技术存在的问题与改进措施

### 4.1 存在的问题

①监测指标单一:目前的水体污染在线监测系统主要关注常规的水质指标,如温度、pH 值、溶解氧等,但对于一些新兴污染物和微量污染物的监测仍存在不足。②数据传输不稳定:由于监测点通常位于偏远地区或复杂环境中,数据传输可能会受到网络信号、设备故障等因素的影响,导致数据丢失或延迟。③数据处理和分析能力有限:虽然 AI 技术的应用提高了数据处理和分析的能力,但仍存在算法优化不足、模型适应性差等问题,导致监测结果的准确性和可靠性有待提高。④设备维护和更新成本高:在线监测设备需要定期维护和更新,以确保其正常运行和准确性。然而,由于设备价格昂贵、维护复杂等因素,一些地区或企业可能难以承担相关费用。

### 4.2 改进措施

①扩展监测指标:加强对新兴污染物和微量污染物的监测研究,开发相应的传感器和监测技术,以更全面地评估水质状况。②优化数据传输方案:采用更稳定的数据传输技术和设备,如卫星通信、物联网技术等,提高数据传输的稳定性和可靠性。③提升数据处理和分析能力:持续优化 AI 算法和模型,提高数据处理和分析的准确性和可靠性。同时,加强与其他领域的技术合作和交流,引入新的技术和方法,推动水体污染在线监测技术的不断创新和发展。④降低设备维护和更新成本:推动设备国产化进程,降低设备价格;加强设备维护和更新技术的研发和应用,提高设备的可靠性和使用寿命;同时,建立设备共享和租赁机制,降低企业和地区的设备投资和运营成本。

## 5 结论与展望

水体污染在线监测技术在水环境保护中发挥着重要作用。论文通过分析当前主要的水体污染在线监测技术,并结合多个应用案例,详细阐述了这些技术的实际应用效果。尽管当前水体污染在线监测技术还存在一些问题,但通过明确分工管理、提高监测数据质量和提升监测装置设备软硬件水平等改进措施,可以进一步提升水体污染在线监测的准确性和可靠性,为水环境保护提供更加有力的支持。

### 参考文献:

- [1] 丁伟.环境监测中的生物监测技术分析[J].科学技术创新,2022(31):9-12.
- [2] 孙扬,李永峰,韩博.水污染生物监测现状[J].上海工程技术大学学报,2018,24(2):152-155.
- [3] 李秀华.水环境监测与污染防治技术研究[J].皮革制作与环保科技,2024,5(5):16-18.