

环境监测在生态环保及水污染处理中的应用效能提升

李鹏飞 蒋海涛

新疆生产建设兵团第八师一四七团, 中国·新疆 石河子 832045

摘要: 环境监测是生态环保与水污染及大气污染治理的重要技术支撑, 随着环境问题日益突出, 环境监测技术与应用水平亟需提升。针对石河子经济技术开发区环境综合治理工程, 通过建立智能化在线监测系统、优化监测布点、规范监测流程、创新监测方法, 显著提升了监测数据的准确性与时效性。通过技术创新与管理优化, 环境监测在污染源识别、污染物溯源、治理效果评估等方面发挥了重要作用, 为生态环境保护与水污染防治提供了有力支撑。

关键词: 环境监测; 水污染; 生态环保; 在线监测; 效能提升

Enhancing the Application Efficiency of Environmental Monitoring in Ecological Conservation and Water Pollution Control

Li Pengfei, Jiang Haitao

147th Regiment, 8th Division, Xinjiang Production and Construction Corps, China Xinjiang Shihezi 832045

Abstract: Environmental monitoring serves as a crucial technical support for ecological conservation and pollution control, including water and air pollution management. As environmental issues become increasingly prominent, there is an urgent need to improve both the technology and application level of environmental monitoring. In response to the comprehensive environmental management project in Shihezi Economic and Technological Development Zone, the establishment of an intelligent online monitoring system, optimization of monitoring site layout, standardization of monitoring procedures, and innovation in monitoring methods have significantly improved the accuracy and timeliness of monitoring data. Through technological innovation and management optimization, environmental monitoring has played a vital role in identifying pollution sources, tracing pollutant origins, and evaluating treatment effectiveness, thus providing strong support for ecological protection and water pollution prevention.

Keywords: Environmental monitoring; Water pollution; Ecological conservation; Online monitoring; Efficiency enhancement

0 引言

生态环境保护与水污染治理是实现可持续发展的重要保障, 而环境监测则是其中不可或缺的技术支撑。近年来, 随着监测技术的发展与监测需求的提升, 传统的环境监测方法已难以满足生态环保工作的要求。如何通过技术创新与管理优化提升环境监测效能, 实现精准监测、快速预警、科学评估, 成为当前亟需解决的重要课题。文章以石河子经济技术开发区环境综合治理工程为例, 探讨环境监测在生态环保及水污染处理中的应用效能提升途径。

1 工程概况

石河子经济技术开发区位于天山北坡腹心地带、石河子市东郊, 规划管辖面积约 142.69 平方公里, 主要涉及新材料、新能源、化工新材料、农业资源转化及现代服务业等行业。2024 年该园区完成工业总产值 737.6 亿元, 不过同时也面临着一定的生态环保与水环境管理压力, 园区内

部分企业存在 VOCs 异味排放、废水处理设施运行不稳定等状况, 再加上雨污分流不够彻底, 导致污染物超标排放的现象时常发生, 针对这些问题, 园区原有的环境监测体系主要依靠少数常规断面与重点排污口开展手工监测, 监测频次相对较低, 存在监测覆盖不足、数据代表性差、污染溯源困难等问题。因为缺乏自动监测设备, 没办法及时发现与处置突发环境事件, 环境风险防控能力比较弱, 为加强园区水环境及大气环境监管, 提高污染防治的效果, 迫切需要对现有的监测体系进行升级改造, 构建更加完善的环境监测网络^[1]。

2 监测效能提升措施

2.1 监测网络优化设计

基于园区水系特征与污染源分布, 采用“断面—节点—网格”三级监测体系优化设计监测网络。在原有少数常规断面基础上, 增设 7 个水质自动监测站, 实现对主要

河道的全覆盖监控。同时在重点排污口安装在线监测设备，对 COD、氨氮、总磷等关键指标进行 24 小时连续监测。为提高监测精度，基于水文特征建立了最优监测点位评价模型。通过 GIS 技术对监测点位进行空间布局分析，确保监测点位具有较强的代表性以及敏感性，实现对园区水环境的精准监控。

$$P = \sum(W_i \times S_i \times C_i) / n$$

其中：P 为监测点位适宜度，W_i 为权重系数，S_i 为敏感性因子，C_i 为覆盖度因子，n 为评价因子数量。

2.2 智能化监测系统构建

构建了集数据采集、传输、分析于一体的智能化监测系统。如表 1 所示。在硬件层面，采用微型水质自动监测站，配备多参数水质分析仪、自动采样器以及数据采集传输仪等设备，监测数据通过 4G 网络实时上传至监控中心。系统采用分布式架构，建立三级数据库，实现数据的分级管理以及调用。在此基础上开发了移动终端 APP，管理人员可随时查看监测数据，及时发现以及处置环境问题。系统运行一年来，数据传输成功率达 99.2%，故障响应时间缩短至 30 分钟以内。

表1 智能化监测系统功能模块一览表

功能模块	主要功能	技术特点	应用效果
数据采集	自动采样、在线分析	24h连续监测	采样准确率 >98%
数据传输	实时上传、远程校准	双向通信	传输成功率 >99%
数据分析	统计分析、趋势预测	智能算法	预测准确率 >90%
预警报警	超标预警、设备故障报警	分级预警	报警及时率 100%

2.3 质量控制体系完善

建立了覆盖采样、分析、数据处理全过程的质量控制体系。在采样环节，制定标准操作规程(SOP)，规范采样方法以及采样频次；在分析环节，通过平行样、加标回收等方法进行质控；在数据处理环节，开发了异常值识别以及数据修约算法，剔除干扰数据^[2]。定期开展实验室间比对，测量不确定度控制在 ±5% 以内。同时建立了设备定期维护以及校准制度，引入第三方技术团队进行设备运维，实现 7×24 小时故障响应。质控实验室通过 CNAS 认证，年度外部质量评估合格率达 100%，监测数据可追溯性显著提高。

3 应用成效分析

3.1 监测数据质量评估

通过对 2022-2023 年度监测数据进行系统评估，监测

数据质量显著提升。数据有效性方面，有效数据率从 82% 提升至 95%，数据缺失率降低至 1.2%；数据准确性方面，与实验室比对结果的相关系数 R² 达到 0.95，测量不确定度控制在 ±5% 以内。针对不同监测指标制定了差异化的质控要求，COD、氨氮等常规指标采用每日校准、每周核查的质控频次，重金属等特征因子则采用每周校准、每月核查的频次。开发了基于标准误差的数据质量评价模型：

$$DQI = \sum(1 - |X_i - X_0| / X_0) \times W_i / n$$

其中：DQI 为数据质量指数，X_i 为监测值，X₀ 为标
准值，W_i 为权重系数，n 为样本数。评估结果显示，监测数据质量指数从 0.75 提升至 0.89，达到行业先进水平。同时，通过智能化系统的异常值识别功能，及时发现并纠正了 32 次数据异常，数据可靠性得到显著提升。

3.2 污染治理效果分析

基于高质量的监测数据，对园区水污染治理效果进行了全面评估。监测结果表明，2023 年园区主要水质指标持续改善，其中 COD、氨氮、总磷的年均浓度分别较 2022 年下降 22.3%、25.6% 以及 18.9%。通过分析各企业在线监测数据，发现重点排污企业达标排放率提升至 92%，超标次数同比减少 56%^[3]。建立了污染物削减量核算模型，结合在线监测数据以及企业污染源数据，定量评估了末端治理设施的运行效率，平均去除率提升 15%。同时开展了降雨期间的水质变化研究，发现初期雨水污染负荷较高，及时优化了雨污分流系统（表 2）。

表2 2022-2023年园区主要水质指标变化情况

监测指标	2022年均值	2023年均值	改善率(%)	达标率(%)
COD(mg/L)	52.6	40.8	22.3	92.5
氨氮(mg/L)	3.9	2.9	25.6	90.8
总磷(mg/L)	0.53	0.43	18.9	89.6
pH值	7.3	7.2	—	100

3.3 生态环境改善成效

监测数据显示，园区水生态环境质量明显改善。通过持续监测浮游生物、底栖动物等生物指标，发现水生生物多样性指数从 1.85 提升至 2.76，表明生态系统正逐步恢复。断面水质达标率从 75% 提升至 88%，重点河段溶解氧含量稳定在 5mg/L 以上，鱼类种群数量增加 32%。结合水质自动监测站的长期数据分析，发现园区周边 2 公里范围内的地表水环境质量持续改善，透明度提升 20%，氮磷比例趋于合理。建立了包含 12 项指标的生态环境质量综合评价体系，从水质、水文、生物、景观四个维度进行评估，生态环境质量指数较治理前提升了 0.35 个单位。通过季度开展公众满意度调查，周边居民对园区水环境改善的满意

率从 65% 提升至 82%，反映群众获得感明显增强。同时针对居民反馈的问题建立了快速响应机制，环境投诉处理率达到 100%。

4 监测技术发展趋势

4.1 智能化监测技术应用

随着 5G 技术以及物联网的发展，环境监测向智能化、自动化方向快速演进。新一代智能监测设备采用模块化设计，集成多参数传感器阵列，可同时监测 pH、COD、总氮、重金属等 15 项常规指标。基于边缘计算技术开发了数据预处理算法，实现原位在线分析以及数据筛选，数据处理效率提升 50%。引入 AI 巡检机器人，搭载高清摄像头以及多功能探头，可 24 小时自主巡航监测，远程采样准确率达 90%^[4]。研发了基于微流控技术的便携式快速检测设备，实现重金属等特征污染物的快速筛查，检出限可达 $\mu\text{g/L}$ 级别。同时，积极探索新型传感材料应用，研发纳米材料修饰电极以及生物传感器，提高监测灵敏度。预计到 2025 年，智能化监测设备在环境监测领域的应用占比将达到 40% 左右，重点应用于水质自动站、重点排污口等场景。

4.2 大数据分析平台建设

构建了集“采集 - 存储 - 分析 - 应用”于一体的环境大数据平台。采用分布式架构设计，建立数据分析模型：

$$EQI = \sum(W_i \times P_i \times T_i) / N$$

其中：EQI 为环境质量指数， W_i 为权重系数， P_i 为污染指数， T_i 为时间因子， N 为评价因子总数。平台整合了监测数据、气象数据、遥感数据等多源信息，日均数据处理量达 500GB。开发了污染源解析、水质模拟等专业模块，支持多维度数据分析以及可视化展示。通过机器学习算法，对历史数据进行挖掘分析，模型预测准确率达到 80%。建立了数据共享机制，与周边区域实现数据互通，形成区域环境大数据网络。同时开发了移动终端应用程序，支持多层级用户访问以及权限管理，实现数据的实时查询以及分析。平台还具备自动报表生成功能，可定制化输出各类统计分析报告，极大提高了环境管理效率。

4.3 预警预报能力提升

开发了基于深度学习的水环境风险预警系统，构建水质 - 水文 - 气象耦合模型，预测准确率较传统方法提升 20%。系统可提前 12-24 小时预警水质异常，为应急处置

预留时间。建立了分级预警机制，根据污染物浓度、超标倍数、影响范围等因素进行风险等级划分，实现精准预警。同时开发移动端 APP，推送预警信息至相关人员，平均响应时间缩短至 30 分钟以内。通过历史数据统计分析，系统已成功预警并处置突发水质异常事件 15 起，有效控制了污染扩散^[5]。系统还集成了 GIS 空间分析功能，可直观显示污染物扩散趋势，为应急处置提供决策支持。未来将进一步完善预警模型算法，引入污染物迁移转化机理，提高预测精度，实现污染物溯源分析与多情景应急预案推演，构建全方位的环境风险防控体系。

5 结语

环境监测作为生态环保与水污染治理的基础支撑，通过构建智能化监测系统、优化监测网络布局、完善质量控制体系等措施，显著提升了监测数据的准确性与时效性。以石河子经济技术开发区为例，实践表明智能化、精细化的环境监测体系在污染防治、生态修复中发挥了重要作用。未来应进一步加强智能监测技术创新，深化大数据分析应用，提升预警预报能力，推进环境监测由单一要素向多要素协同、由被动监测向主动预警转变，为生态环境保护与污染防治提供了有力支撑。

参考文献：

- [1] 张志国. 环境监测在生态环境保护中的作用及发展措施[J]. 清洗世界, 2024,40(09):172-174.
- [2] 郑鑫. 水污染环境监测质量的影响因素探讨——以山西省水污染环境监测为例[J]. 资源节约与环保, 2024(09): 64-67.
- [3] 罗福正, 马成才, 马永春. 遥感测绘技术在区域生态环境水污染监测中的应用研究[J]. 环境科学与管理, 2024,49(07):127-131.
- [4] 段其伟. 关于水环境监测及水污染防治的相关思考[J]. 清洗世界, 2024,40(03):178-180.
- [5] 张芳. 浅谈环境监测中提高水污染环境监测质量的措施[J]. 皮革制作与环保科技, 2023,4(20):118-120.

作者简介：李鹏飞（1992.11-），男，汉族，河南洛阳人，硕士研究生，第八师一四七团，研究方向：生态环境。