

物联网技术在环境工程领域中的应用

周婉玲

辽宁省盘锦市兴隆台区兴盛街道, 辽宁 盘锦 124000

[摘要]传统环境工程依赖人工采样与离线检测的管控模式, 存在监测滞后、治理精度不足等问题, 难以适配现阶段精细化生态治理需求。为解决现场监管碎片化、处置被动等工程痛点, 本文以物联网智能化感知、传输与联动控制技术为核心研究载体, 结合水环境、大气、土壤固废及生态运维四类主流工程场景开展实操研究。研究明确设备户外适配性差、数据标准不统一、野外网络不稳定、基层运维体系缺失四项核心落地问题, 并配套形成场景化设备选配、数据标准化整合、网络层级搭建、常态化运维配套的全维度优化方案。为环境工程智能化、精细化改造提供实操参考, 对完善区域生态长效管控体系具备实践价值。

[关键词]物联网技术; 环境工程; 环境监测; 污染治理; 智慧环保

DOI: 10.64635/ja.2026.1423

中图分类号: X83

文献标识码: A

Application of Internet of Things Technology in Environmental Engineering

Zhou Wanling

Xingsheng Subdistrict, Xinglongtai District, Panjin, Liaoning 124000, China

Abstract: Traditional environmental engineering relies on manual sampling and offline testing for management and control, which leads to problems such as delayed monitoring and insufficient governance precision, making it difficult to meet the current needs of refined ecological governance. To solve engineering pain points such as fragmented on-site supervision and passive disposal, this paper takes intelligent sensing, transmission, and linkage control technologies of the Internet of Things as the core research carrier, and conducts practical research in four mainstream engineering scenarios: water environment, atmosphere, soil and solid waste, and ecological operation and maintenance. The study identifies four core implementation problems: poor outdoor adaptability of equipment, inconsistent data standards, unstable field networks, and the absence of grassroots operation and maintenance systems. Corresponding full-dimensional optimization schemes are then formed, including scenario-based equipment selection, standardized data integration, hierarchical network construction, and normalized operation and maintenance support. The study provides practical reference for the intelligent and refined transformation of environmental engineering and has practical value for improving regional long-term ecological control systems.

Keywords: Internet of Things technology; environmental engineering; environmental monitoring; pollution control; smart environmental protection

引言

生态环境治理是支撑区域绿色发展与生态文明建设的核心抓手, 环境工程承担污染管控、生态修复、风险防控的核心职能, 治理成效直接决定人居环境质量与生态安全水平。随着国内环保监管体系日趋完善, 传统末端治理模式已无法适配动态化、常态化的现代环保管控需求, 行业智能化转型成为必然趋势。现有国内研究多聚焦物联网系统设计、单一场景应用效果分析, 相关成果能够验证物联网技术在环境监测中的应用优势, 但仍存在明显研究缺

口。多数文献侧重技术优势论述, 缺乏对工程现场具象化落地问题的系统梳理, 较少结合基层实操工况配套可落地的优化方案, 同时普遍忽略设备适配、数据标准、基层运维等落地瓶颈, 研究内容偏理论、轻实操, 难以指导一线工程改造。基于上述研究空白, 本文聚焦物联网技术在多类环境工程现场的实际应用痛点, 重点解决技术落地与现场工况适配性不足、实操体系不完善的行业问题。文章系统梳理多场景应用成效, 精准剖析各类落地难题, 针对性构建适配基层工程的优化策略, 有效弥补现有研究重理论、

轻实操的短板,可为环境工程智能化升级提供清晰的实施路径与实践依据。

1 物联网技术在环境工程领域的核心应用场景

1.1 水环境监测与水污染治理中的应用

在水环境监测与治理场景中,传统人工阶段性采样送检模式存在明显滞后性,难以捕捉水体昼夜水质波动、瞬时污染物超标等动态工况,无法满足现代水环境动态管控需求。物联网多参数智能监测终端可布设于河道关键断面、企业排污口及污水处理厂进出水端口,持续在线监测水体氨氮、化学需氧量、总磷、总氮等核心指标,依托后台系统形成连续水质变化曲线,能够在水质异常时快速触发预警,有效缩短应急处置响应时长^[1]。同时,物联网平台可对接污水处理厂各类治理设备,根据进水水质、进水负荷的动态变化,智能调控曝气装置、回流泵、污泥处理设备的运行状态,改善传统人工经验调控带来的出水水质不稳定、设备空转能耗偏高的问题,提升污水治理工程的运行稳定性与经济性。

1.2 大气环境监测与废气治理中的应用

大气环境具有污染物扩散快、浓度波动随机、污染点位零散的特征,传统定点人工巡查模式排查效率低,难以精准区分人为污染与区域本底污染。物联网网格化监测体系可在城区街道、厂区边界、施工围挡区域布设小型监测终端,构建高密度全域监测网格,实时采集颗粒物、硫化物、氮氧化物、挥发性有机物等污染指标。通过空间多维数据比对,系统可精准锁定局部污染源头,彻底改变传统全域盲目排查的粗放管控方式。在实操监管层面,该技术可全程联动企业废气治理设备,实现排污数据与设备运行数据同步绑定,杜绝企业违规停运治污设施、偷排废气的行为。针对施工现场扬尘,监测终端可自动联动喷淋、雾炮等降尘设备,实现超标自动抑尘、达标自动停机,大幅降低人工值守压力,实现扬尘常态化智能管控。

1.3 土壤与固体废弃物管控中的应用

土壤污染演变周期长、隐蔽性强,传统年度采样检测仅能获取静态阶段性数据,无法完整反映土壤修复的动态变化过程。物联网监测终端可预埋至土壤不同深度,长期连续监测土壤酸碱度、盐分、重金属含量等关键参数,完整记录修复全过程的效果波动,为现场施工工艺调整、修复药剂用量优化提供精准数据支撑,有效规避盲目施工造成的成本浪费,提升土壤修复工程验收合格率。在固废管控方面,传统纸质台账登记溯源性差、监管漏洞多,难以杜绝固废违规倾倒、台账造假等问题。物联网溯源系统可

对固废堆场、转运车辆进行全程监测,完整记录生活垃圾、工业固废、危险废物的产生、转运与处置全过程,实现轨迹可查、去向可溯,显著提升固废处置的规范化管理水平^[2]。

1.4 生态环境监测与智慧运维中的应用

生态修复工程涵盖湿地养护、矿山复绿、水土保持等长期工程,传统季度人工巡查数据连续性不足,难以捕捉植被长势、微环境波动等细微生态变化。物联网生态监测终端可长期采集区域温湿度、水体指标、植被覆盖度、土壤含水率等生态参数,直观呈现生态修复阶段性成效,为工程验收与后期养护方案优化提供数据支撑。同时,物联网智慧运维体系可实时监测全域环境设备运行工况,精准识别数据断连、数值漂移、隐性设备故障等问题,提前推送预警信息,指导运维人员开展预防性检修,减少无效巡检与设备停机时长,保障各类环境治理设施长期稳定运行。

2 物联网技术在环境工程应用中存在的问题

2.1 户外监测设备现场适配能力不足

环境监测点位多部署于野外露天、高粉尘、高腐蚀的复杂工况环境,对设备防护性能与耐受能力要求严苛。现阶段现场通用的民用级传感设备防护等级有限,长期暴露在户外温差、雨水冲刷、沙尘堆积环境中,探头易附着杂质、出现腐蚀老化问题,频繁引发监测数值漂移、数据断传、检测精度衰减等故障。同时,高精度工业级监测设备采购及运维成本较高,受基层项目经费制约,偏远区域、小型治理项目难以实现设备全覆盖,形成监测点位盲区。此外,现有商用设备多适配常规污染物检测,针对新型微量、复合污染物的监测设备品类稀缺,无法适当下精细化污染监测的工程需求。

2.2 现场数据标准不统一,整合利用率偏低

目前行业缺乏统一的设备技术规范,不同厂商监测终端与管控系统的传输协议、数据格式互不兼容,导致水、大气、土壤多类环境数据相互割裂。环保监管平台、企业治理系统、第三方监测平台数据无法互通共享,形成典型的数据碎片化问题。尽管现场设备可产生海量监测数据,但现有平台仅具备基础存储与展示功能,缺乏数据筛选、污染规律分析、异常工况研判等深度处理模块。大量有效监测数据仅用于存档留存,难以反哺治理工艺优化、污染源精准排查等实操工作,整体数据资源化利用效率偏低。

2.3 野外点位网络传输不稳定,数据安全存在漏洞

受区域基建差异影响,偏远河道、深山矿区、野外保护区等监测点位移动通信信号薄弱,普遍存在数据延迟、

数据包丢失、设备离线等问题,极端天气会进一步加剧网络中断故障,难以保障全天候连续监测需求。安全层面,基层多数监测系统依托公共互联网运行,无专属私密传输通道,数据加密等级不足、访问权限分级模糊,存在外部非法访问、数据恶意篡改的安全风险^[3]。

2.4 行业落地标准缺失,基层运维能力薄弱

国内物联网环境工程应用暂无统一落地规范,设备布设间距、安装高度、采集频次、校准周期等关键参数无统一标准,各项目建设方案参差不齐,导致监测数据缺乏可比性,不利于区域环境质量统筹评估。同时,基层运维人员多深耕传统环境工程领域,普遍缺乏物联网设备调试、故障排查、数据判读的专业能力,面对设备异常难以快速处置。行业普遍存在“重建设、轻运维”的问题,设备长期缺乏专业化校准与检修,监测精度持续衰减,大幅缩短设备使用寿命,严重制约智能化监测体系的长效运行。

3 物联网技术在环境工程领域的应用优化策略

3.1 按需选配设备,强化户外现场适配性能

针对不同场景的复杂工况条件,设备选型与现场布设工作需落实差异化适配原则,摒弃通用化设备套用所有场景的粗放建设模式。对于野外露天、高粉尘、高腐蚀的工矿与生态场景,优先选用 IP65 及以上防护等级的工业级监测终端,从硬件层面提升设备的耐高温、抗沙尘、防腐蚀能力,适配恶劣户外运行环境^[4]。针对长期水下布设的水质监测设备,统一加装自动清洗喷淋模块,定时清除探头表面附着的污垢杂质,规避污染物附着引发的数值漂移问题,同时有效降低人工清洗的作业频次。在项目建设布局层面,实行分级布设的差异化方案,在核心管控断面、重点排污点位等关键区域布设高精度工业级设备,在偏远辅助监测点位搭配低成本、低功耗的通用型终端,在保障基础监测精度的前提下合理控制项目建设与运维成本。同时建立季度常态化设备校准制度,定期比对设备监测数值与标准样本数值,及时修复精度偏移问题,保障现场监测数据的真实性与稳定性。

3.2 统一现场数据标准,提升数据实操利用率

为破解多源数据碎片化、利用率低的行业难题,行业主管部门需牵头制定统一的环境监测设备技术规范,统一各类终端设备的数据输出格式、传输协议、平台接口标准,从源头规范智能化设备的现场落地要求。推动区域内所有水环境、大气环境、土壤固废监测设备按照统一技术标准接入全域综合监管平台,实现多类别环境数据的集中汇总与整合管理。同时针对性升级平台核心功能,增设智能数

据筛选、异常工况判别、时段数据统计、污染趋势分析等实操模块,自动剔除现场设备传输的无效噪声数据,精准留存有效监测信息。平台可基于整合数据自动生成区域污染分析报表,清晰梳理区域污染高发时段、重点污染点位、污染物动态变化规律,为现场治理工艺微调、污染源精准排查、工程项目提质整改提供精准的数据支撑。通过标准化建设与功能升级,彻底改变以往数据仅存档不应用的闲置现状,最大化挖掘监测数据的工程实用价值。

3.3 分级搭建网络体系,补齐现场安全短板

结合监测点位的区位分布与网络基础条件,搭建差异化、分级化的网络传输体系,针对性解决野外点位信号不稳定、数据断连的问题。城镇建成区、工业园区等网络基础完善的区域,依托 5G 网络与有线宽带搭建高速传输通道,保障监测数据实时、高效上传。针对偏远河道、深山矿区、野外保护区等信号薄弱区域,搭配窄带物联网与卫星辅助传输设备,弥补移动通信网络覆盖盲区,实现全域点位数据连续传输^[5]。在数据安全防护层面,实行公私网络分离运行模式,核心监管系统与重点环保项目的监测数据单独搭建专属私密传输网络,完全脱离公共互联网运行。同步搭建全方位安全防护体系,增设用户分级访问权限、实时网络入侵拦截、数据加密存储等防护功能,从多维度杜绝外部非法访问与数据篡改问题。

3.4 落地行业规范,搭建基层常态化运维机制

为规范行业建设与运维秩序,相关主管部门需结合国内环境工程现场应用实况,完善物联网监测设备布设、安装、校准、运维的全流程行业规范,明确不同场景下设备布设间距、安装高度、数据采集频次、年度校准次数等硬性技术指标,统一各地工程项目的建设标准,保障区域监测数据的统一性与可比性。针对基层运维能力薄弱的问题,常态化开展专项实操技能培训,重点围绕设备故障排查、异常数据判别、系统后台操作、设备日常养护等实操内容开展教学,培育兼具环境工程与信息技术能力的复合型基层运维人员。同时引入第三方专业化运维服务机构,构建月度常态化巡检、季度精度校准、年度全面检修的长效运维模式,第一时间处置设备故障与数据异常问题。通过行业规范完善、人员技能提升、专业运维介入的多重举措,系统性解决行业重建设、轻运维的突出痛点,保障物联网技术在环境工程领域长期稳定落地应用。

4 结论

本文系统探究物联网技术在多类环境工程场景的落地应用,明确该技术可有效弥补传统人工监测、被动治理

的实操短板，显著提升水、大气、土壤固废及生态运维的管控精度与效率。研究重点厘清行业现存四大落地瓶颈，包含户外设备工况适配性不足、多源数据整合利用率低、野外网络传输不稳、基层运维体系缺失等具象化问题，并针对性提出全套可落地的优化对策。后续可结合新型污染物监测、复杂野外工况开展深度研究，推动物联网环境工程应用体系持续完善。

[参考文献]

- [1]李信茹,周民,米屹东,等.智慧环保体系在环境治理中的应用[J].环境工程技术学报,2021,11(5):992-1003.
- [2]孙同,何梦溪,何理,等.基于“大智物云”的土壤与地下

水修复智慧平台设计研究[J].环境工程技术学报,2023,13(5):1711-1716.

[3]吴琳琳,侯嵩,孙善伟,等.水生态环境物联网智慧监测技术发展及应用[J].中国环境监测,2022,38(1):211-221.

[4]赵玉鑫,张祎.信息技术在农业环境污染防治中的应用[J].吉林农业大学学报,2021,43(2):244-250.

[5]孙同,何梦溪,何理,等.基于“大智物云”的土壤与地下水修复智慧平台设计研究[J].环境工程技术学报,2023,13(5):1711-1716.

作者简介:周婉玲(1982.09—),女,汉族,辽宁盘锦人,本科,土木工程专业,身份证号:210304198209051042。