

# 工业物联网技术在排污许可制度中的应用与实践

李雪婷 李晓丽\*

新疆蓝熹禾环保科技有限公司

DOI:10.12238/eep.v8i3.2586

**[摘要]** 随着工业物联网技术的不断进步,它在排污许可制度中的应用日益受到人们的关注。传统的排污监管模式存在着如时空方面有盲区以及数据准确性欠缺等一系列问题,这样的状况难以契合现代环境治理的实际需求。而工业物联网技术可对污染物排放数据展开实时采集、传输以及分析工作,为环境监管部门提供更加精细且高效的监管方式方法。基于此,本文着重探讨工业物联网技术于排污许可制度中的应用以及实践情况。

**[关键词]** 工业物联网; 排污许可制度; 应用研究

中图分类号: F4 文献标识码: A

Application and practice of industrial Internet of Things technology in pollutant discharge permit system

Xueting Li Xiaoli Li\*

Xinjiang Lanxihe Environmental Protection Technology Co., LTD

**[Abstract]** With the continuous development and advancement of industrial Internet of Things (IIoT) technology, its application in pollution discharge permit systems is gaining increasing attention. Traditional pollution supervision models have a series of issues, such as blind spots in time and space, and insufficient data accuracy. These conditions fail to meet the practical needs of modern environmental governance. IIoT technology can perform real-time collection, transmission, and analysis of pollutant emission data, providing more precise and efficient regulatory methods for environmental authorities. This paper focuses on the application and implementation of IIoT technology in pollution discharge permit systems.

**[Key words]** industrial Internet of Things; emission permit system; applied research

## 引言

工业物联网技术应用于排污许可制度,借助智能传感装置、高速通信网络以及数据处理平台,实现了污染物排放的实时监测、数据传输以及智能分析。此技术体系切实提升了排污监管的时空分辨率,为环境监管部门给予了科学量化的评估报告以及决策支撑。

## 1 工业物联网技术的概述

### 1.1 工业物联网技术的定义

工业物联网以智能传感装置、高速通信网络与分布式计算平台为技术纽带,构建起覆盖生产全要素的智能协同网络。该技术体系凭借生产数据的实时采集、动态传输与智能解析,重构了生产流程的运作机制,使设备维护从被动响应转向预测性管理,在提升资源利用效率的同时较大压缩能源消耗,为制造企业实现精益化运营提供了技术保障<sup>[1]</sup>。这种深度融合物理空间与数字空间的创新实践,加速了传统产业智能化改造进程,更在智能制造领域催生出新型生产范式,成为第四次工业革命中重塑现代制造业竞争格局的关键基础设施。

### 1.2 工业物联网技术的关键组成

#### 1.2.1 传感器技术

工业物联网系统中,传感器网络如同分布式神经末梢,持续捕捉生产线上的多维物理参数。基于敏感元件的物理响应机制,这些微型装置依靠内置的敏感元件将温度梯度、压力波动等工业变量转换为标准电信号,此类转换装置的测量精度与稳定性系数,直接决定了数据采集系统的信噪比水平,更构成了智能诊断算法进行设备健康度评估与失效模式分析的底层数据支撑。

#### 1.2.2 通信技术

在工业物联网架构中,信息传输系统如同生物体的神经网络般承担着关键作用,其核心功能在于将感知层获取的监测数据安全可靠地传递至云端分析平台。当前技术体系包含物理线路传输(如工业级光纤网络)与电磁波传输(如第五代移动通信系统)两大类别,其中有毫秒级响应速度与超大容量数据传输特性的5G技术,特别适用于需要精准同步的远程操控场景,而基于蜂窝网络的窄带物联网技术(NB-IoT)凭借超低能耗与深度覆盖

能力,可完美适配智慧工厂中大规模终端设备组网需求,有效支撑海量数据的实时互通与协同处理。

### 1.2.3 数据处理与分析技术

作为工业物联网系统的核心中枢,数据智能处理技术依托人工智能与大数据分析手段,对多源异构的工业数据进行深度治理与价值提炼。该技术体系能依靠时序数据分析准确预判设备异常状况,还可以基于生产场景动态调整生产计划流程,基于历史数据构建的机器学习模型可形成多维决策矩阵,为生产流程优化和设备全生命周期管理提供可靠的数据支撑,有效推动制造企业从经验驱动向数据驱动的管理模式转型<sup>[2]</sup>。

## 2 工业物联网技术在排污许可制度中的应用

### 2.1 实时监测与数据采集

在排污许可监管体系下,工业物联网依托智能化传感设备的网络化布局,构建起污染物排放的数字化监测体系。以废气治理场景为例,排放管道内嵌的多参数气体检测仪可同步追踪硫氧化物、氮氧化物等污染因子的浓度波动,在工业废水处理末端,水质在线分析仪则对CODcr、NH3-N等核心污染指标进行持续检测。这些智能感知装置以分钟乃至秒为单位持续记录污染物参数变化,彻底覆盖排污全过程,有效破解传统人工采样存在的时空盲区问题,特别值得注意的是,该监测系统集成自动校准算法模块,借助温度补偿和漂移修正技术保障数据溯源能力,为排污许可制度的执行效果评估提供可信度达标的量化依据,构建起全要素、全时段的污染源监控网络。

### 2.2 数据传输与存储

工业园区污染物监测系统依托物联网集成多元通信方案,构建端到端的数据传输链路。在工业园区等固定场景中,工业级光纤网络为海量监测数据提供可靠支撑,其传输带宽可达千兆级别,针对移动污染源或偏远区域,采用蜂窝物联网与低轨卫星通信的融合方案,借助动态组网技术实现全域覆盖。核心数据流采用国密算法进行预处理后,同步写入分布式云平台与区域化存储节点,云存储模块支持环保监管部门的可视化溯源,又便于多终端协同作业与实时交互,边缘存储节点依托容灾备份机制,结合时间戳校验技术防范数据篡改风险。

### 2.3 数据分析与处理

在庞大排污数据集的处理过程中,采用大数据分析和智能算法进行深度解析。凭借智能清洗程序剔除异常值和无效记录,有效提升数据信度,继而运用聚类算法和关联规则挖掘技术,揭示出生产工况参数与污染物排放强度间的动态耦合机制,基于排污许可规范构建的合规诊断模型,可动态比对企业排放实况与许可阈值,实时生成环保守法评估指数。研究创新性地引入时序预测算法,依托机器学习模型对历史排放数据进行深度学习,精准预判未来12个月排污波动曲线,提前识别超标排放风险点位,该智能分析体系能输出有科学依据的量化评估报告,为环境监管部门实施靶向治理提供决策支撑。

### 2.4 智能预警与决策支持系统

基于工业物联网技术搭建的智能预警与决策支持平台,强

化了排污许可制度的实施效果。在实时监测数据逼近许可阈值时,系统会精准激活分级预警程序,借助移动终端和数字平台实现企业与监管方的即时联动,预警触发后,系统会自主溯源异常数据成因,针对设备故障等典型超标情形生成包含工艺调整、设备检修的优化方案,形成操作性强的处置建议。决策支持模块深度融合企业产污环节数据、实时排放信息及环保法规要求,凭借构建污染治理情景模型,预测不同管控策略下的排放趋势,为环境执法方案制定和企业清洁生产改造提供三维动态决策图谱,这种智能化管理模式有效推动环境监管从事后处置向事前预防转型,切实提升排污许可制度的执行精度与监管实效。

## 3 工业物联网技术在排污许可制度中的实践挑战与对策

### 3.1 技术挑战

#### 3.1.1 数据准确性与可靠性问题

工业生产现场的环境有较大动态特征,极端温湿度、高强度电磁干扰及机械振动等多重干扰源直接作用于传感装置,更可能引发检测元件的非线性响应误差。实验研究说明,传感器在持续运行超过8000小时后,其基线漂移率可达初始标定值的12%~15%,若无定期维护机制支撑,系统将难以保障采样精度阈值<sup>[3]</sup>。工业物联网架构下的数据传输链路易受多径效应与信道竞争影响,在5G与LoRa混合组网场景下,实测丢包率高出理论值,这种传输层的不确定性将直接削弱污染源在线监测系统的时空分辨率。

#### 3.1.2 系统集成与兼容性问题

由于监测设备制造商采用差异化的技术标准,通信模块与数据处理系统在协议接口层面呈现出较大的异构性,致使多源异构系统的有机整合面临技术障碍。在设备迭代层面,传统排污设施与智能化物联终端存在代际技术鸿沟。以某省重点监控企业为例,动辄数十万元的设备更新费用构成重大经济负担。更为突出的是异构平台间的数据孤岛现象,阻滞了监管数据的实时互通,削弱了跨系统业务协同的可能性,这种技术壁垒与数据断链问题,实质上制约了工业物联网技术在环境监管体系中的应用价值。

### 3.2 管理挑战

#### 3.2.1 法规与标准制定

当前工业物联网技术呈现突飞猛进的发展态势,然而配套政策法规的制定步伐未能同步跟进,在数据采集格式、传输协议等基础性标准方面尚未形成统一框架。全球各经济区域对排污许可的准入条件和技术指标存在区域性差异,这种监管体系的碎片化现状造成企业环保实践中的操作标准模糊,更使得环境监管部门在执法过程中面临技术参数不明确的困境,最终制约了工业物联网在排污监管领域的标准化进程。

#### 3.2.2 人员培训与技术普及

工业物联网应用存在较大的技术认知壁垒,由于该技术体系复杂性强,企业环保专员与监管部门工作人员普遍存在知识储备不足的情况。超过六成从业者仍固守人工巡查、纸质记录

等传统监管模式,在设备参数配置与异常排查等实操环节频繁出现误操作,这种技术推广受阻的现状导致企业污染物排放监控系统长期处于低效运行状态,更使得环保执法部门难以获取实时精准的监测数据,最终制约了区域环境治理的整体效能。

### 3.3 对策与建议

#### 3.3.1 加强技术研发与创新

建议产学研单位协同发力定向突破工业物联网核心技术,重点研发适用于恶劣工况的智能传感装置,提升其环境适应性与测量精度,同步推进设备耐久性优化测试,形成稳定可靠的产品矩阵。需要建立通用的数据交互规范和接口框架,破解异构系统间的信息孤岛难题,探索区块链分布式账本在工业数据存证中的应用路径,借助时间戳锚定与智能合约验证,构建可信数据链条,为智能制造提供坚实的技术保障。

#### 3.3.2 完善法规与标准体系

各级政府需要加速推进工业物联网在排污许可管理领域的法规框架与技术规范建设,重点细化污染物排放数据的实时采集频次、监测精度阈值及信息传输协议等核心参数要求。建议构建覆盖全国的排污许可智能监管体系技术标准,同步明确排污单位的数据上传义务和生态环境部门的执法核查程序,凭借数字化手段实现跨行政区域的监管联动,为物联网技术在环境治理中的深度应用构建完善的法治化运行机制。

#### 3.3.3 提升人员素质与管理水平

面向工业企业及环保机构从业人员,系统化开展工业物联网应用专题培训,重点培育设备智能操控、污染数据解析、运维故障诊断等核心技能,有效提升环保领域技术人才的专业素养。

同步出台专项扶持政策与技术推广方案,借助行业峰会、标杆案例解析等多元渠道,强化新技术应用场景的认知渗透,引导企业组建专业化数字运营团队,协助环保部门构建智能化的实时监管体系,切实推进物联网技术与排污许可制度的创新性融合实践。

### 4 结语

工业物联网技术运用于排污许可制度之中,给环境监管带来了重大变革。借助实时监测、数据传输以及智能分析,此技术体系切实提高了排污监管的精准程度与效率,为环境监管部门给予了科学依据以及决策方面的支持,但技术应用在数据准确性、系统集成以及管理等方面依旧面临着挑战。今后要强化技术研发,完善法规标准,提高人员素质。

### 参考文献

[1]潘丽丹.环境影响评价与排污许可制度衔接分析[J].黑龙江环境通报,2025,38(03):52-54.

[2]孙中奇.排污许可制度对环境质量改善的影响评估[J].黑龙江环境通报,2025,38(03):147-149.

[3]年佳琪,祝尚臻,侯欣明,等.工业物联网在生产过程监测系统中的应用[J].数字通信世界,2019,(02):183.

### 作者简介:

李雪婷(2001--),女,汉族,河南省南阳人,本科,毕业于石河子大学,主要从事排污许可方面研究。

### \*通讯作者:

李晓丽(2000--),女,汉族,甘肃省定西人,本科,毕业于新疆农业大学,主要从事排污许可方面研究。