



# Analysis of automatic monitoring and emission characteristics of air pollution sources

Yongbin Zhao<sup>1</sup> Qifeng Wu<sup>2</sup>

1. Ordos Ecological environment Monitoring and Control Center, Ordos, Inner Mongolia, 017010, China

2. Inner Mongolia Lvyuan Environmental Protection Technology Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 017010, China

## Abstract

Key atmospheric pollution sources are central to regional air quality, and implementing automated monitoring of their emissions has become a critical strategy in environmental governance. This study conducts systematic research on the classification structure, monitoring system design, emission pattern analysis, and data regulatory applications of major atmospheric pollution sources. It examines the spatial distribution and emission characteristics of different pollution sources, explores technical pathways and operational mechanisms for automated monitoring systems in data acquisition, transmission, and analysis, and investigates their practical functions in detecting abnormal emissions and supporting regulatory enforcement. Additionally, it proposes optimization strategies to enhance monitoring efficiency through technological upgrades, expanded monitoring indicators, and improved data quality control. These findings aim to provide theoretical foundations and technical references for establishing a precise and efficient air pollution prevention and control system.

## Keywords

atmospheric key pollution sources; automatic monitoring system; emission characteristics; data application; optimization strategy

# 大气重点污染源自动监控与排放特征分析

赵永彬<sup>1</sup> 吴启峰<sup>2</sup>

1. 鄂尔多斯市生态环境监测监控中心, 中国·内蒙古·鄂尔多斯 017010

2. 内蒙古绿研环保科技有限公司, 中国·内蒙古·鄂尔多斯 017010

## 摘要

大气重点污染源是影响区域空气质量的核心因素, 针对其排放行为开展自动监控已成为当前环境治理的关键手段。本文围绕大气重点污染源的类型结构、监控系统构建、排放特征解析及数据监管应用进行系统研究, 梳理各类污染源在空间分布和排放特性方面的主要表现, 分析自动监控系统在数据获取、传输与分析中的技术路径与运行机制, 探讨其在识别异常排放、支撑执法监管中的实际功能。同时, 提出提升自动监控效能的优化策略, 包括技术更新、指标拓展与数据质量控制等方面, 旨在为构建精准高效的大气污染防控体系提供理论支撑与技术参考。

## 关键词

大气重点污染源; 自动监控系统; 排放特征; 数据应用; 优化策略

## 1 引言

随着工业化和城市化进程的加快, 大气环境质量面临严峻挑战, 重点污染源排放已成为区域性污染的重要来源。传统监管手段因时效性和精准度限制, 难以满足现代化环保需求。自动监控技术的发展为污染源实时监管提供了可能, 通过连续获取排放数据, 实现对污染行为的快速预警与有效控制。当前, 多地已建立大气重点污染源在线监控系统, 但在监测覆盖、数据准确性、系统集成度等方面仍存在改进空间。为全面提升环境治理效能, 亟需对污染源特征进行深入

剖析, 结合技术手段与监管机制构建更加科学合理的监控体系。本文从污染源分类出发, 探讨其排放规律及监控系统的关键技术, 进而提出系统优化路径, 为污染防控提供数据支撑和决策依据。

## 2 大气重点污染源的类型结构与空间分布

大气重点污染源主要分布于电力、钢铁、水泥、化工、有色金属冶炼等高能耗行业, 不同行业排放物构成存在差异, 燃煤电厂以颗粒物、二氧化硫和氮氧化物为主, 冶炼行业多伴随重金属和挥发性有机物排放, 化工产业则排放出大量的非甲烷总烃。污染物排放的差异性受制于工艺流程、原料构成和设备水平等因素, 部分行业污染控制技术落后, 造成排放强度较高。污染物种类与排放量之间的关系较为复

【作者简介】赵永彬(1987-), 男, 中国内蒙古鄂尔多斯人, 硕士, 高级工程师, 从事生态环境保护与治理研究。

杂,存在高浓度、低频率和低浓度、高频率两种模式,对自动监控系统提出不同的响应能力要求。在污染物总量构成中,二氧化硫与氮氧化物仍占据核心地位,对区域环境空气质量影响深远<sup>[1]</sup>。

### 3 大气重点污染源的自动监控系统建设现状

#### 3.1 监控技术组成与关键参数

大气重点污染源自动监控系统主要包括采样探头、气体分析仪、颗粒物监测模块、数据采集器和远程传输模块等,具备全天候连续运行能力。监控设备可实时获取烟气温度、压力、流速、湿度、烟尘浓度、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO 等多个参数,部分系统已扩展至监测氨气、挥发性有机物及重金属微粒。当前主流设备具备数据刷新周期小于5秒、误差率控制在5%以内的性能,数据传输采用 GPRS 或光纤方式对接省级环保平台,年均数据传输稳定性达到98%。系统的核心在于前端监测准确性与后台处理速度的协同,参数设定直接关系到监测误差控制和响应时效,对预警功能形成技术基础。

#### 3.2 运行稳定性与系统管理模式

自动监控系统的运行稳定性受传感器老化、电源故障、网络中断等多种因素影响,监控站点每年发生监测中断事件平均2.6次,其中85%以上可通过远程恢复,系统年平均有效运行率达到96%。系统管理模式以属地环保部门为主导,委托第三方维护机构进行设备巡检与远程诊断,90%以上站点配备自动校准和数据备份功能,保障关键参数监测的连续性与完整性。部分区域采用云平台集中监管模式,实现对超过300个站点的统一运行监控、数据统计与异常干预,提升监控效能和资源配置效率。未来管理方向将逐步转向数据驱动的智能监管,构建从前端感知到后端决策的完整闭环系统,图1为基于人工智能的大气pm2.5源解析及月尺度预测流程。

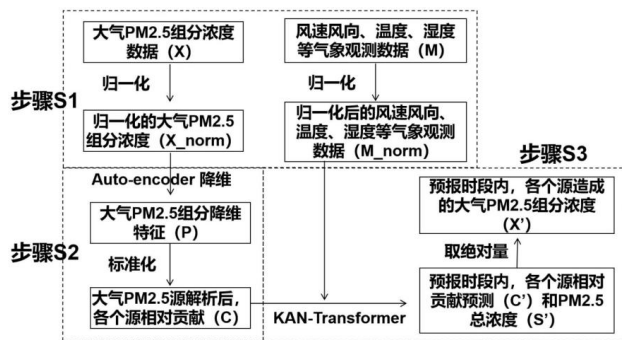


图1 基于人工智能的大气pm2.5源解析及月尺度预测流程

### 4 大气重点污染源的排放动态与特征规律

#### 4.1 排放强度的时空变化趋势

大气重点污染源的排放强度呈现明显的时段性与地域差异性,工业窑炉与燃煤设施在工作日白天时段排放峰值集中在10时至15时,平均小时排放量超过基础值的1.8倍。

采暖季期间,排放强度较非采暖季高出26%,夜间排放比例提升显著,表明部分企业存在错峰排放行为。地理空间上,北方地区平均单位排放强度为0.76吨/日·企业,高于南方地区的0.54吨/日·企业,污染物扩散受气象条件影响更加剧烈。不同类型污染源的排放波动幅度不同,钢铁企业的SO<sub>2</sub>浓度波动区间可达80mg/m<sup>3</sup>,说明工艺波动对排放的影响程度较大<sup>[2]</sup>。

#### 4.2 多组分协同排放特征

重点污染源排放中,多种污染物存在同步排放现象,SO<sub>2</sub>与颗粒物的协同率达0.83,NO<sub>x</sub>与CO的排放关联性超过0.78,表明在相同燃料结构或工艺条件下污染物易协同释放。某钢铁企业在高温工段同时检测出SO<sub>2</sub>、PM<sub>2.5</sub>与VOCs浓度上升,协同释放周期约为15分钟,污染物排放具有同步性与累积性特征。燃煤电厂在燃烧效率波动时段出现NO<sub>x</sub>和CO的异常联动,说明不同组分间受控能力存在差异。协同排放规律对污染治理提出多目标约束要求,单一控制手段难以实现整体减排,必须结合实时监测实现源头调控与排放预测。

#### 4.3 排放异常波动的识别方法

通过建立基于滑动窗口与自适应阈值的异常检测模型,可在3分钟内识别出排放浓度突变事件。对100家企业连续监测数据分析发现,短时异常波动中,超过60%的高浓度事件持续时间不足10分钟,难以被人工巡检发现。异常识别依赖于历史数据均值与标准差设定报警阈值,通过设定SO<sub>2</sub>浓度24小时滑动均值与3σ界限,识别有效性可达93%以上。部分异常波动与生产切换、燃料更换及设备故障直接相关,系统需集成工艺数据对异常成因进行关联分析<sup>[3]</sup>。自动识别模型能够提前捕捉超排趋势,辅助监管人员开展定点溯源和执法干预。

### 5 大气重点污染源自动监控数据的监管作用

#### 5.1 违法排放的实时识别能力

自动监控系统具备高频次采样和数据实时上传能力,可在排放浓度超限时于30秒内完成报警信息推送。污染源排放浓度一旦超出许可阈值,系统自动启动异常识别模型,识别精度达到92%以上,对逃避监管和间歇排放行为具备较强识别能力。部分排放企业存在深夜或节假日排放突增现象,系统通过连续监测可实现24小时排放行为全记录,形成溯源证据链。违法排放识别不再依赖人工现场抽检,有效减少监管盲区,提高执法的及时性与准确率。结合企业运行参数与排放数据对比分析,可揭示异常行为背后的生产规律,为分类监管和精准执法提供技术基础。

#### 5.2 总量控制与达标评估支持

自动监控系统提供的连续数据为污染物排放总量核算建立高频基础数据库,通过流量、浓度与运行时间的乘积可计算污染物日排放总量,误差控制在5%以内。在制定排污