

生态环境监测技术在大气污染防治中的应用

沈冰

徐州市环境监测中心

DOI:10.32629/eep.v9i6.3241

[摘要] 本文围绕生态环境监测技术在大气污染防治中的应用展开论述,概述了生态环境监测的基本概念、分类及主要技术手段,并分析了大气污染的主要类型与成因,梳理了污染防治的基本原则与常用技术,并阐述了监测在治理工作中的地位与作用;最后从污染源排放监测、区域环境空气质量监测与评价、监测数据在预警与决策中的支撑作用三个层面,系统讨论了监测技术在实际治理中的应用方式。

[关键词] 生态环境监测; 大气污染防治; 污染源监测; 空气质量评价; 监测预警

中图分类号: R122.7 文献标识码: A

Application of Ecological and Environmental Monitoring Technologies in Air Pollution Prevention and Control

Bing Shen

Xuzhou Environmental Monitoring Center

[Abstract] This paper discusses the application of ecological and environmental monitoring technologies in air pollution prevention and control. It summarizes the basic concepts, classifications and mainstream technical methods of ecological and environmental monitoring, analyzes the main types and causes of air pollution, and sorts out the basic principles and conventional technologies for pollution prevention and control. Meanwhile, it expounds the status and role of monitoring in pollution governance. Finally, this paper systematically explores the practical application modes of monitoring technologies in governance from three aspects: pollution source emission monitoring, regional ambient air quality monitoring and evaluation, as well as the supporting role of monitoring data in early warning and decision-making.

[Key words] ecological and environmental monitoring; air pollution prevention and control; pollution source monitoring; air quality evaluation; monitoring and early warning

引言

近年来,大气污染问题受到社会各界的广泛关注。无论是公众对空气质量变化的切身感受,还是政府部门在治理实践中投入的力度,都反映出这一问题的重要性和紧迫性。在治理大气污染的过程中,一项基础性工作不可或缺,那就是对环境状况进行客观、准确的监测^[1]。生态环境监测技术作为获取环境信息的主要手段,其发展水平直接影响着污染治理的科学性和效率。正因如此,监测技术在整个大气污染防治体系中占据着基础性位置,它不仅是发现问题的手段,也是衡量治理成效的标尺。

1 生态环境监测技术概述

1.1 生态环境监测的基本概念与分类

生态环境监测是指运用物理、化学、生物等多种技术手段,对影响生态环境质量的各种要素及其变化过程进行系统性观察、测量与分析的活动,核心在于获取能够反映环境状态与变化趋势的定量信息,从而为环境管理、污染治理及生态保护提供科

学依据。从监测对象来看,生态环境监测覆盖的范围相当广泛,既包括大气、水、土壤等自然介质,也涉及生态系统中的植物、动物、微生物等生物因子,同时还包含与人类活动密切相关的噪声、辐射、固体废物等内容^[2]。从监测性质的角度划分,生态环境监测大体上可以分为三类。第一类是常规监测,也称例行监测,其特点是定期、定点、连续地开展,主要目的是掌握环境质量的长期变化趋势。第二类是专项监测,往往针对特定污染源、特定区域或特定污染物展开,具有较强的目标导向性。第三类是应急监测,通常在突发的环境污染事件发生后启动,要求快速响应、快速判断,以支持应急处置决策。

1.2 主要监测技术手段

在现有技术条件下,生态环境监测所依赖的技术手段已发展出多种类型,每种手段都有其适用的场景和独特的优势。遥感监测技术通过搭载在卫星或无人机上的传感器获取地面及低层大气中的信息,能够在大空间范围内实现同步观测,尤其适用于分析污染物分布的空间格局以及长期变化趋势。地面监测技术

则是目前应用最为广泛的监测方式,主要通过布设在地面的各类监测站点,利用自动监测设备或人工采样分析的方式,获取某一位置处环境要素的实时或准实时数据。以大气监测为例,地面站点能够测定二氧化硫、氮氧化物、颗粒物、臭氧等多种常规污染物的浓度,其数据精度高,时间分辨率强,是污染评价与预警的基础^[3]。

实验室分析技术虽然不直接参与现场监测,但发挥着不可替代的支撑作用。通过高精度的仪器设备,实验室能够对采集到的样品进行更为深入的成分分析,尤其适用于痕量污染物和新型污染物的识别与量化。近年来传感器网络与物联网技术的发展使得小型化、低成本的监测设备大量投入使用,这些设备能够在空间上更为密集地布设,弥补传统监测站点数量不足、分布不均的缺陷,有助于提升监测数据的时空分辨率。与此同时,数据采集与传输技术的进步,使得分散在不同位置的监测信息能够快速汇总到数据中心,为后续的分析与决策奠定基础。

2 大气污染防治的基本问题

2.1 大气污染的主要类型与成因

大气污染是指因自然过程或人类活动向大气排放某些物质,使浓度超过大气自净能力,进而对健康或生态造成不利影响的现象。从污染源看,可分为固定源和移动源。固定源指工业、发电、供暖等位置固定的设施,排放量大且集中;移动源包括机动车、船舶等交通工具,流动性强、分布广。按污染物组成,常见的有颗粒物、硫氧化物、氮氧化物、一氧化碳、臭氧和挥发性有机物。颗粒物对人体危害较大,硫氧化物和氮氧化物是酸雨的前体物,臭氧在夏季强光下形成,刺激呼吸道。

成因方面,人为活动仍然是现今的主要根源。工业生产和能源消耗燃烧化石燃料排放大量二氧化硫、氮氧化物和烟尘;机动车尾气含有一氧化碳、氮氧化物和碳氢化合物,易形成光化学烟雾;建筑施工、道路扬尘、农业焚烧等也释放大量颗粒物。气象条件如逆温、静风、高湿不利于污染物扩散,盆地或山谷地形会加重污染程度。

2.2 大气污染防治的基本原则与常用技术

治理工作遵循预防为主、防治结合的核心思路,从源头、过程、末端综合施策。预防侧重调整能源结构、优化产业布局、推广清洁生产;防治结合要求在预防不足时对污染物进行有效治理^[4]。综合治理强调运用法律、经济、技术等手段,区域联防联控则因大气污染跨界特性而尤为重要。

常用技术分为源头削减、过程控制和末端治理三类。源头削减包括清洁能源替代(如天然气替代煤炭)和燃料预处理(如煤炭洗选)。过程控制通过改进工艺、采用低氮燃烧、安装除尘装置降低排放。末端治理包括布袋除尘器、静电除尘器去除颗粒物,石灰石-石膏湿法脱硫脱除二氧化硫,选择性催化还原脱除氮氧化物,以及吸附、燃烧等方法处理挥发性有机物。实际中需根据污染源特征合理搭配。

2.3 监测在大气污染治理中的地位与作用

监测工作可为污染现状提供客观依据:通过监测网络掌握

污染物浓度和变化规律,科学评价环境质量,引导治理方向。在污染源监管中,在线监测可实时掌握排放情况,为执法提供证据,督促企业减排。监测数据是制定政策和评估效果的基石:长期资料用于分析污染来源和分布,设定减排目标;措施实施后持续监测可检验成效^[5]。此外,监测也具备一定程度的预警功能。当浓度快速上升可能达到重污染时,可启动预警,建议减少户外活动、限制排放或临时关停部分源,降低健康影响。整体上,监测是大气污染防治不可或缺的技术支撑,监测能力强的地区治理更具针对性,成效也更明显。

3 生态环境监测技术在大气污染防治中的应用

3.1 污染源排放监测技术应用

污染源排放监测是大气污染防治中直接面向排放端的环节,目的是准确掌握各类污染源向大气中排放污染物的种类、浓度与总量。针对固定污染源,目前普遍采用连续排放监测系统,在烟囱或排气管道上安装传感器和分析仪器,实时监测二氧化硫、氮氧化物、颗粒物等主要污染物的排放情况。这种技术能提供连续的排放数据,既用以判断企业是否达标排放,也为排污收费和总量控制等管理手段提供量化依据。移动源排放监测的难度较大,因为机动车、船舶等处于移动状态,难以像固定源那样安装固定设备。

针对这一困难,遥感监测技术被引入,通过路边或隧道的遥感设备,在车辆正常行驶时快速测量尾气污染物浓度,从而筛选出高排放车辆。便携式监测设备也在车辆检测站或现场抽样检测中发挥作用。对于无组织排放源,如料场扬尘、建筑工地扬尘,很难直接测量,通常借助视频监控、激光雷达扫描或基于扩散模型估算的方式间接推断排放强度。

3.2 区域环境空气质量监测与评价

与污染源排放监测聚焦于具体排放点不同,区域环境空气质量监测着眼于一定空间范围内的大气环境质量状况,反映的是污染排放与气象条件共同作用的结果。这项工作主要依靠布设在地面的自动监测站点网络来完成,监测指标包括可吸入颗粒物、细颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、臭氧和一氧化碳等常规污染物^[6]。各站点按照科学原则均匀分布,覆盖城市、郊区、背景区域等不同类型,以获取具有代表性的区域空气质量数据。随着监测站点数量的增加和微型化传感器技术的推广,监测网络正朝着更高密度、更低成本的方向发展,使过去难以覆盖的区域也能获得基本的空气质量信息。

除地面站点外,遥感技术也在区域监测中扮演重要角色。卫星或无人机搭载的传感器能够大范围地区的污染分布进行宏观观测,尤其对颗粒物和气溶胶的分布,遥感数据可以清晰展示污染物输送路径和扩散范围,弥补地面站点空间分辨率的不足。在评价环节里,监测数据会用来计算空气质量指数、评估污染程度和达标天数占比,还能分析不同季节、不同气象条件下的污染特征^[7],对长期监测数据做积累和统计分析后,就能找出区域污染的主要来源,摸清楚传输规律,给区域联防联控给出科学支撑。区域环境空气质量监测的意义,是把观察视角从单个污染源

转到了整个区域的空气质量上,让治理工作不局限在局部点源,而是放在更大尺度上的协同行动上。

3.3 监测数据在污染预警与治理决策中的支撑作用

监测数据本身只是静态的数字,不过经过分析整理之后,它能变成支撑预警和决策的动态信息。在预警这块,围绕实时监测数据还有气象预报模型,能够搭建出污染预警系统,一旦监测到部分污染物浓度涨得太快,还有可能超过设定好的阈值,系统就会按照提前定好的等级发出预警,提醒相关部门还有普通民众做好应对准备,重污染天气预警就是很典型的应用场景:发布预警之后,可以启动应急减排的方案,像限制高排放车辆出行、要求重点污染企业限产或者停产、叫停户外施工等等,用来减缓污染加重的速度。监测数据的密度越高、更新速度越快,预警的准确度还有精细程度也就越好。

在治理决策这块,长期积累下来的监测数据是科学决策的基础。对比不同时段的监测数据,就能评估已经推行的治理措施实际效果怎么样,判断污染物浓度有没有因为治理出现下降,如果数据表明某一项措施没达到预期的改善效果,那就得调整方案,换掉或者改进现有技术,监测数据还能用来找出污染比较集中的热点区域,把有限的治理资源先投给污染贡献最大、或者污染最严重的区域,提高治理效率^[8],监测数据结合污染源清单还有气象数据,还能搭建出污染源解析模型,定量计算不同污染源对区域污染的贡献占比,帮决策者找准治理的重点方向。从更宏观的层面来说,监测数据支撑着空气质量标准的修改、减排目标的拆分还有区域协作机制的正常运行。可以说,监测数据不光是反映污染情况的标尺,更是把监测行动和治理行动连接起来的桥梁。

4 结语

从本文讨论能看出,监测技术的作用遍布防治工作的全部过程:在发现问题的阶段,监测帮助搞清楚污染来源和分布特点;在推进治理的阶段,监测给执法监管和效果评估给出量化依

据,在应对突发情况的阶段,监测借助预警机制降低污染对公众健康的影响。可以预计,在以后的大气污染防治工作里,监测技术还会持续起到没法替代的作用,同时也要认识到,监测本身不是最终目的,它的最终价值体现在对改善环境质量的实际促进里。只有把监测数据有效转变成治理行动,技术的力量才能真正落地。

[参考文献]

- [1]马志英,李畅.大气污染防治中生态环境监测技术分析及应用研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2025(10):165-168.
- [2]孙丽丽.生态环境治理背景下关于大气污染防治管理策略的思考[J].皮革制作与环保科技,2025,6(7):119-120+144.
- [3]李丽,田纪琼.环境监测在大气污染防治中的作用及应用策略探讨[J].皮革制作与环保科技,2025,6(3):125-127.
- [4]范建,胡兴元,何君.基于AQI-Transformer的生态环境大气污染浓度预测研究[J].人工智能与机器人研究,2025,14(4):1064-1076.
- [5]郑思齐,朱玉靖.生态环境保护中大气污染原因及防护探析[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2025(3):070-073.
- [6]王社坤.《生态环境法典(草案)》污染防治编评析:从全面整合迈向系统集成[J].南京工业大学学报(社会科学版),2025,24(6):30-34+212.
- [7]王森森,黄明祥,吴香源.基于生态环境大模型的土壤-地下水污染监测监管与风险预警体系建设初探[J].环境工程学报,2025,19(12):3377-3386.
- [8]董召.大气污染原因分析及环境监测治理对策思考[J].清洗世界,2025,41(2):94-96.

作者简介:

沈冰(1998—),男,汉族,安徽宿州人,本科,初级职称,研究方向:环境监测。