

环境监测在大气污染治理中的作用及措施研究

王 飞

泰州市兴化生态环境监测站 江苏 泰州 225700

摘要: 环境监测作为现代环境治理体系的基石,在大气污染治理中扮演着不可替代的核心角色。它不仅是客观评价环境质量状况的“标尺”,更是精准识别污染源、科学制定防治策略、动态评估治理成效和有效预警环境风险的“中枢神经”。本文系统论述了环境监测在大气污染治理全链条中的多重作用,深入剖析了当前监测体系在支撑精细化、智能化治理方面所面临的挑战,并在此基础上,从技术、管理、制度和协同四个维度,提出了一系列旨在强化监测效能、深化监测应用的综合性措施。研究表明,唯有构建一个覆盖全面、技术先进、数据权威、应用高效的现代化环境监测体系,并将其深度融入治理决策的全过程,才能真正实现大气污染治理从经验驱动向数据驱动、从粗放管控向精准施策的根本性转变,为持续改善空气质量、保障公众健康提供坚实支撑。

关键词: 环境监测; 大气污染治理; 精准治污; 天地空一体化; 数据驱动

引言

大气环境质量直接关系到国计民生与生态安全。近年来,我国在大气污染防治领域投入巨大,取得了显著成效,但以PM_{2.5}和O₃为特征的复合型污染问题依然突出,治理工作已进入深水区 and 攻坚期。传统的“一刀切”、“运动式”治理模式难以为继,迫切需要向科学化、精细化、智能化转型。在这一转型过程中,环境监测的战略地位愈发凸显。如果说大气污染防治是一场战役,那么环境监测就是这场战役的“侦察兵”和“指挥系统”。它所提供的实时、准确、全面的数据,是所有科学决策的前提和依据。随着传感技术、遥感技术、物联网、大数据和人工智能等前沿科技的迅猛发展,环境监测的内涵和外延正在发生深刻变革。监测手段从单一的地面站点拓展为“天地空”一体化的立体网络;监测对象从常规污染物延伸至VOCs组分、温室气体乃至有毒有害物质;监测频率从小时级迈向分钟级甚至秒级。然而,技术能力的跃升并未自动转化为治理效能的同步提升。如何将海量、高维的监测数据有效转化为可理解、可操作、可评估的治理行动,成为当前亟待解决的关键问题。本文旨在系统梳理环境监测在大气污染治理中的核心作用,识别其在支撑现代治理体系中存在的短板,并提出一套系统性的优化措施,以期构建更加高效的大气环境治理体系提供理论参考。

1 环境监测在大气污染治理中的核心作用

环境监测贯穿于大气污染治理的规划、实施、评估与优化的全生命周期,其作用是多维度、深层次的。

1.1 客观评价环境质量,确立治理基线 with 目标

这是环境监测最基础也是最重要的功能。通过遍布

全国的环境空气质量监测网络,可以系统、连续地获取SO₂、NO₂、CO、O₃、PM₁₀、PM_{2.5}等六项常规污染物的浓度数据,从而客观、公正地反映不同区域、不同时段的环境空气质量状况。这些数据构成了评价城市、区域乃至国家环境质量的唯一法定依据,为《环境空气质量标准》的实施提供了事实支撑。更重要的是,长期的历史监测数据能够清晰地描绘出空气质量的演变趋势,为设定科学合理的阶段性治理目标(如“十四五”期间PM_{2.5}浓度下降目标)提供了坚实的基线,避免了目标设定的盲目性和随意性。

1.2 精准识别污染源,支撑靶向治理决策

大气污染成因复杂,涉及工业、交通、生活、农业等多个排放源,且受气象条件、化学反应、区域传输等非排放因素的强烈影响。仅凭常规污染物浓度数据,难以区分各因素的贡献。此时,精细化的环境监测便成为破解谜题的关键。通过部署VOCs组分站、颗粒物组分站、移动走航监测车、激光雷达等先进设备,可以获取污染物的化学指纹信息^[1]。结合受体模型(如正定矩阵因子分解PMF)、源清单和数值模拟等技术,能够对污染进行精细化的溯源解析,定量识别出本地排放与区域传输的贡献,以及工业源、机动车、扬尘、餐饮等不同行业或活动的具体占比。这种“把脉问诊”式的精准溯源,是制定差异化、靶向性减排方案(如重点管控某类VOCs物种、精准调度特定工业集群)的前提,能极大提升治理措施的成本效益比。

1.3 动态评估治理成效,驱动政策迭代优化

任何一项治理措施的实施效果,最终都需要通过环境监测数据来检验。通过对比措施实施前后的污染物浓

度变化、污染天数减少情况、重污染过程强度减弱程度等指标,可以客观、量化地评估该措施的有效性。例如,在实施机动车限行、重点行业错峰生产或区域联防联控后,通过分析监测数据,可以判断这些措施是否达到了预期的减排效果。这种基于证据的评估机制,打破了“拍脑袋”决策的弊端,形成了“政策制定-执行-评估-反馈-优化”的闭环管理。对于效果显著的措施,可以固化推广;对于效果不佳甚至无效的措施,则应及时调整或终止,确保有限的治理资源用在刀刃上。

1.4 有效预警环境风险,保障公众健康与应急响应

环境监测网络如同一个庞大的“哨兵”系统,能够对潜在的环境风险进行早期识别和预警。基于对未来气象条件和污染排放的综合研判,空气质量预报系统可以提前数日预测可能出现的重污染天气过程。一旦发布预警,政府可以及时启动应急预案,采取工业企业限产停产、工地停工、机动车限行等强制性减排措施,以减缓污染累积速度、降低峰值浓度^[2]。同时,预警信息向社会公众发布,可以指导敏感人群(如老人、儿童、呼吸系统疾病患者)采取健康防护措施,最大限度地减少污染对公众健康的危害。这种“防患于未然”的预警能力,是现代环境风险管理不可或缺的一环。

2 当前环境监测体系面临的挑战

尽管环境监测能力取得了长足进步,但在支撑更高水平的大气污染治理需求方面,仍存在一些亟待克服的挑战。

2.1 监测网络的覆盖广度与精细度不足

国家和省级的监测网络虽然覆盖了主要城市和区域,但在广大农村地区、工业园区内部、交通干道沿线等污染热点区域,监测站点的密度仍然偏低。这导致对局地尺度(如街区、社区)的污染特征和变化规律认识不清,难以支撑微观层面的精细化管理。此外,针对O₃前体物VOCs的组分监测网络建设尚处于起步阶段,站点数量少、覆盖范围有限,制约了对O₃污染成因的深入解析和精准防控。

2.2 监测数据的质量控制与标准化难题

随着低成本传感器、微型站等新型监测设备的广泛应用,监测数据的来源日益多元化。然而,这些设备的数据质量参差不齐,稳定性、准确性、可比性面临严峻挑战。如果缺乏统一、严格的质量控制(QC)和质量保证(QA)体系,大量低质量数据涌入决策系统,不仅无法提供有效支持,反而可能误导决策。此外,不同来源、不同技术原理的监测数据如何进行有效的交叉校验、融合与标准化,也是一个技术难题。

2.3 数据深度挖掘与智能应用能力薄弱

当前,许多地方对监测数据的应用仍停留在简单的统计、排名和通报层面,缺乏对数据背后隐藏的复杂规律和因果关系的深度挖掘。将海量监测数据、气象数据、社会经济数据、排放清单等多源异构数据进行融合分析,利用机器学习、人工智能等先进技术构建预测预警和决策支持模型的能力普遍不足。这导致监测数据的巨大潜能远未被充分释放。

2.4 监测与管理业务的深度融合不够

监测部门与污染防治、环境执法、应急管理等部门之间,在业务流程、数据共享、会商联动等方面尚未形成高效、顺畅的协同机制。监测数据往往被视为一种“产品”交付给管理部门,而未能深度嵌入到管理决策的每一个环节。这种“测管分离”的模式,使得监测的“眼睛”功能强大,但未能有效引导“手脚”(即治理行动)的精准发力。

3 强化环境监测效能的系统性措施

为应对上述挑战,充分发挥环境监测在大气污染治理中的核心作用,必须采取系统性的、多维度的强化措施。

3.1 技术维度:构建天地空一体化、智能化的监测感知网络。

(1) 优化地面监测网络布局:在巩固现有国控、省控站点的基础上,重点加密在污染热点区域(如工业园区、交通枢纽、城乡结合部)的监测站点,特别是VOCs组分站和颗粒物组分站,提升对局地污染的捕捉能力。

(2) 强化立体遥感监测能力:充分利用卫星遥感的大范围、周期性观测优势,获取区域尺度的污染物柱浓度、排放通量等信息。同时,大力发展地基遥感(如差分吸收光谱DOAS、傅里叶变换红外光谱FTIR)和机载/无人机遥感技术,实现对重点污染源、无组织排放的垂直廓线和三维分布的精准探测^[3]。(3) 推动监测装备智能化升级:研发和应用具有自诊断、自校准、边缘计算能力的智能监测设备,提升数据质量和运维效率。探索利用物联网技术,实现对监测设备运行状态的远程实时监控和故障预警。

3.2 管理维度:建立全链条、高标准的质量管理体系。

(1) 健全法规与技术标准:加快制定和完善针对新型监测技术(尤其是传感器)的技术性能要求、校准方法、数据审核与应用指南等系列标准规范,为数据的合法合规使用提供依据。(2) 实施全过程质量控制:建立覆盖从仪器选型、安装调试、日常运维、定期校准到数据审核、传输、存储的全生命周期质量管理体系。引入

第三方质控机构，加强对各类监测数据的独立核查与评估。（3）推进数据融合与标准化：开发先进的数据融合算法，对来自不同平台、不同原理的监测数据进行时空匹配、偏差校正和不确定性量化，生成统一、权威的“大气环境质量一张图”。

3.3 制度维度：深化数据驱动的决策与评估机制。

（1）强制推行基于监测数据的决策模式：在法律法规或政策文件中明确规定，重大污染防治规划、重污染天气应急预案的制定与调整、重点减排工程的立项与验收等，必须以权威的监测数据和科学的评估报告为主要依据。（2）建立常态化的效能评估制度：定期（如每季度、每年）对各项大气污染防治措施的实施效果进行系统性、量化的评估，并将评估结果向社会公开，接受监督。评估结果应作为下一年度治理资金分配和政策调整的核心参考^[4]。（3）完善信息公开与公众参与机制：通过官方网站、手机APP等多种渠道，及时、全面、通俗地向公众发布环境空气质量信息、污染成因解读、健康防护建议和治理进展，提升公众的知情权、参与权和监督权。

3.4 协同维度：打造跨部门、跨领域的业务协同平台。

（1）建设一体化智慧环保平台：整合生态环境、气象、交通、住建、能源等部门的数据资源和业务系统，打造一个集监测感知、分析研判、预警预报、指挥调度、效能评估于一体的“大气环境智慧大脑”。（2）建立跨部门联合会商机制：在重污染天气应对、重大活动空气质量保障等关键时期，建立由生态环境、气象、工信、公安、交通等部门参与的常态化联合会商机制，基于共享的监测与预报信息，共同研判形势、制定并协同执行应对措施。（3）促进产学研用深度融合：鼓励环保

部门、科研院所、高校和高科技企业围绕大气监测与治理的关键技术难题开展联合攻关，加速科研成果向业务化应用的转化，形成技术创新与业务需求相互促进的良性循环。

4 结语

环境监测是大气污染治理工作的生命线，其作用已从被动记录环境状况，跃升为主动引领科学决策、精准施策和效能评估的核心引擎。面对大气污染治理的新形势、新要求，我们必须超越对监测技术本身的单一关注，将其置于整个环境治理体系中进行系统性谋划。通过构建覆盖更全面、技术更先进、数据更权威的现代化监测网络，建立健全全链条的质量管理体系，强制推行数据驱动的决策与评估制度，并打造高效协同的跨部门业务平台，才能真正打通监测数据到治理行动的“最后一公里”。唯有如此，环境监测才能从“幕后”走向“台前”，从“配角”变为“主角”，为打赢蓝天保卫战、建设美丽中国提供强大而持久的科技支撑与制度保障。未来，随着数字孪生、人工智能大模型等颠覆性技术的融入，环境监测必将迎来新一轮的范式革命，其在大气污染治理乃至全球环境治理中的战略价值将愈发彰显。

参考文献

- [1]杨纯剑,杨淑义.环境监测在大气污染治理中的作用及措施研究[J].黑龙江环境通报,2026,39(01):135-137.
- [2]肖慧.环境监测在水环境污染治理中的作用及措施探析[J].黑龙江环境通报,2025,38(07):162-164.
- [3]宋晓飞.环境监测在大气污染治理中的作用及应用措施研究[J].皮革制作与环保科技,2025,6(09):173-175.
- [4]谷圣仙.环境监测在大气污染治理中的作用与实施策略研究[J].皮革制作与环保科技,2025,6(05):95-97.