

生态环境监测在大气污染防治中的作用与未来趋势

春天丽

莎车县供排水有限责任公司, 新疆 喀什 844700

[摘要] 大气污染已成为全球范围内的严重环境危机, 极大威胁着人类健康与生态系统的稳定。根据世界卫生组织的数据显示, 全球大多数人口生活在空气质量不达标地区, 特别是在发展中国家空气污染对健康的风险尤为突出。随着我国等国家的快速发展, PM_{2.5}、臭氧、氮氧化物等主要污染物的浓度不断攀升, 严重的环境污染问题由此形成。为此, 积极的措施已在各国纷纷采取, 通过政策法规和技术手段减少污染排放, 加强污染治理与监测。现代生态环境监测技术, 特别是遥感、立体监测以及大数据分析技术的广泛应用, 大大提升了大气污染监测的效率与精确度, 这些技术不仅能够实时捕捉空气质量的变化, 还能精确识别污染源并评估污染治理措施的效果, 为大气污染防治提供了有力的支持与数据依据。

[关键词] 生态环境监测; 大气污染防治; 作用; 未来趋势

DOI: 10.33142/nsr.v1i3.14936

中图分类号: TS5

文献标识码: A

The Role and Future Trends of Ecological Environment Monitoring in Air Pollution Prevention and Control

CHUN Tianli

Yarkant County Water Supply and Drainage Co., Ltd., Kashgar, Xinjiang, 844700, China

Abstract: Air pollution has become a serious environmental crisis worldwide, posing a great threat to human health and the stability of ecosystems. According to data from the World Health Organization, the majority of the global population lives in areas with substandard air quality, particularly in developing countries where air pollution poses significant health risks. With the rapid development of countries such as China, the concentrations of major pollutants such as PM_{2.5}, ozone, and nitrogen oxides continue to rise, leading to serious environmental pollution problems. Therefore, positive measures have been taken in various countries to reduce pollution emissions, strengthen pollution control and monitoring through policies, regulations and technical means. The widespread application of modern ecological environment monitoring technology, especially remote sensing, three-dimensional monitoring, and big data analysis technology, has greatly improved the efficiency and accuracy of air pollution monitoring. These technologies can not only capture changes in air quality in real time, but also accurately identify pollution sources and evaluate the effectiveness of pollution control measures, providing strong support and data basis for air pollution prevention and control.

Keywords: ecological environment monitoring; air pollution prevention and control; role; future trends

引言

大气污染已成为全球面临的紧迫环境挑战, 严重威胁人类健康、生态系统及社会的可持续发展。随着工业化进程的加剧、交通排放的增加以及能源消耗的不断提升, 细颗粒物 (PM_{2.5})、臭氧、氮氧化物等污染物的浓度持续上升, 空气质量问题日益严峻。基于此, 生态环境监测技术发挥着至关重要的作用, 不仅能够实时提供污染物浓度数据, 还能追踪污染源、预测污染变化趋势, 从而为决策者提供科学依据, 支持大气污染防治工作。伴随着科技的飞速发展, 遥感监测、立体监测以及人工智能与物联网技术的深度融合, 大气污染监测的效率与精确度得到了极大的提升, 探讨这些技术在大气污染防治中的应用, 深入分析它们在污染评估、源识别、预警及应急响应等方面的作用, 并展望未来相关技术的演进趋势。

1 大气污染成分及其危害

1.1 颗粒物 (PM_{2.5}、PM₁₀)

颗粒物 (PM) 是指悬浮在大气中的固体微粒或液滴, 其中 PM_{2.5} 和 PM₁₀ 是最常见且危害最大的两种类型。PM_{2.5} 指的是直径小于或等于 2.5 微米的颗粒物, 而 PM₁₀ 则是直径小于或等于 10 微米的颗粒物。由于其极为微小的尺寸, PM_{2.5} 与 PM₁₀ 能轻易穿透呼吸道进入肺部甚至进入血液循环, 对人体健康构成严重威胁。与 PM₁₀ 相比 PM_{2.5} 的尺寸更小, 能够深入肺泡引发一系列的健康问题。长期暴露于 PM_{2.5} 环境中, 不仅可能导致呼吸系统疾病, 还能增加患心脏病、中风等心血管疾病的风险。尤其对于老年人、儿童以及患有呼吸道疾病的人群, PM_{2.5} 的危害显得尤为突出。含有重金属、致癌物质及细菌病毒等有毒成分的 PM_{2.5}, 对人体的危害更为严重, 甚至可引发癌症等重大疾病。尽管 PM₁₀ 的颗粒稍大于 PM_{2.5}, 它同样能

够进入呼吸道,长期暴露也会引发气道炎症、慢性支气管炎及哮喘等疾病。此外,颗粒物不仅危害人体健康,其存在还会显著降低空气透明度促进雾霾的形成,甚至可能改变气候模式。因此,颗粒物的监测与治理,已成为大气污染防治的核心任务之一。

1.2 臭氧

臭氧(O_3)是一种强氧化性的气体,广泛存在于大气的各个层次中。在平流层,臭氧形成的“臭氧层”发挥着关键作用,有效地阻挡紫外线辐射保护地球生命免受其危害。但当臭氧出现在地面附近时,它则转变为一种有害污染物,尤其在城市与工业区地面臭氧的浓度通常较高,这也是臭氧污染问题日益严重的原因之一。值得强调的是地面臭氧并不直接排放,而是通过氮氧化物(NO_x)与挥发性有机化合物(VOCs)在阳光照射下发生光化学反应生成的,这使得臭氧成为典型的二次污染物。臭氧的生成与高温、强烈阳光等气象条件密切相关,特别是在夏季,臭氧污染的程度更为严重。臭氧对人体的危害广泛且严重,特别是对呼吸系统的影响最为突出,它能够刺激呼吸道诱发咳嗽、胸闷、喉咙痛等症状,长期暴露于高浓度臭氧环境中,不仅可能加重哮喘、慢性支气管炎等疾病的症状,还可能导致肺功能的下降。对于儿童、老年人以及已有肺部疾病的群体,臭氧带来的危害尤为显著。臭氧的强氧化性不仅威胁人体健康,也对植物造成严重伤害,尤其是在叶片上降低农作物的产量,进而影响生态系统的稳定性。此外,臭氧与颗粒物等其他污染物的叠加作用,可能导致更加复杂的危害,这增加了污染防治的难度。因此,臭氧的监测与控制在大气污染治理中占据着极为重要的地位。

1.3 氮氧化物与硫氧化物

氮氧化物(NO_x)和硫氧化物(SO_x)是大气污染中的主要污染物,主要来源于燃烧过程。氮氧化物通过汽车排放、工业废气以及燃煤和燃油等燃烧释放,空气中的氮气与氧气在高温下反应生成一氧化氮(NO)和二氧化氮(NO_2)。硫氧化物则来源于燃烧含硫化合物的煤炭、石油和天然气,生成二氧化硫(SO_2),并进一步转化为三氧化硫(SO_3)。这两类污染物对环境与健康都有严重影响:氮氧化物可刺激呼吸道,长期暴露还可能导致慢性病;同时,它还促进臭氧和 $PM_{2.5}$ 的生成。硫氧化物是酸雨的主要成因,酸雨会腐蚀建筑、污染土壤和水质影响植物生长并减少农业产量。因此,控制这两类污染物的排放对于改善空气质量和保护环境至关重要。

2 生态环境监测在大气污染防治中的作用

2.1 空气质量评估与污染源识别

空气质量评估与污染源识别在大气污染防治中的重要性不可忽视。通过实时监测空气中主要污染物的浓度,

能够全面评估特定区域的空气质量,及时发现污染物浓度超标的现象,这一评估不仅依赖传统监测站点的定点数据,还结合现代遥感技术、移动监测设备及大数据分析等手段,从多个角度获取精准的空气品质信息。评估结果通常以空气质量指数(AQI)形式呈现,简洁地提供健康风险提示,同时为政府及环境管理部门制定有效的污染防治政策提供科学依据。污染源识别则是更为复杂的环节,涉及污染物源头的精确追踪,大气污染通常由多种来源叠加作用引起,交通、工业、建筑施工等不同来源的污染物在特定气象条件下相互作用导致空气污染的加剧,通过结合空气质量监测数据、气象数据及地理信息,可以精准识别污染物的主要来源并量化其对空气质量的贡献。例如, NO_x 与VOCs浓度变化的监测,能够揭示交通排放与工业废气在污染源中的比重,从而为有针对性的治理措施提供数据支持。

2.2 污染预警与应急响应

污染预警与应急响应是生态环境监测在大气污染防治中的核心环节,它为及时采取防控措施提供了科学支持,通过对大气污染物浓度的实时监测,结合气象预报数据,环境监测系统能够识别污染物浓度上升的趋势并提前发出预警,这一过程不仅包括短期空气质量预报,还涉及污染扩散趋势的预测,从而为政府及公众提供充分的准备时间^[1]。例如,在冬季逆温等特殊气象条件下,污染物的扩散受限容易形成严重的雾霾,通过提前发布空气质量预警相关部门可采取限排措施,进而有效减缓污染程度。当污染物浓度达到预警水平时,应急响应机制将迅速启动,应急响应通常包括调整交通流量、限制高排放企业的生产、实施临时禁烧等措施,短期内减少污染源排放缓解空气质量危机。在面对大规模或突发性污染事件时,如区域性酸雨、工业事故等,及时的应急响应能够有效降低污染对公共健康和生态环境的长期损害。

3 生态环境监测技术在大气污染防治中的应用

3.1 遥感监测技术

遥感监测技术利用卫星、无人机或飞机等平台搭载传感器,远程采集地面及大气层的环境数据,已成为大气污染防治中的关键工具。与传统地面监测站相比,遥感技术具有广泛覆盖和监测范围广泛的特点,尤其适用于人力资源有限或难以进入的区域。通过卫星观测,污染物的光谱特征能够被精确测量,二氧化氮(NO_2)、二氧化硫(SO_2)、臭氧、颗粒物等污染物的浓度可以被实时监控,甚至城市污染源的详细分布图也能提供。遥感技术的优势不仅体现在广泛的监测范围上,还在于其动态监测能力,这使得污染物的变化趋势和扩散过程能够实时捕捉。例如,遥感影像可反映大气污染物的扩散路径,辅助污染源的位置及其扩展范围的确定,为精准污

染防控措施的实施提供有力支持。结合地面监测数据,遥感技术通过多源数据融合,进一步提升了监测的精准性和时效性。在大气污染监测与管理中,遥感技术提升了环境监管的效率与精度,尤其在面对突发性污染事件时能够为决策者提供快速、准确的环境信息,帮助快速部署应急响应措施。

3.2 立体监测技术

立体监测技术通过多层次、多维度的监测方式,提供比传统平面监测更加精准且全面的空气质量数据。与单一地面监测站相比立体监测结合了地面、低空、中层和高空的多维数据采集,能够全面反映大气污染物在不同高度与区域的分布特征,这种技术特别适用于复杂的城市环境或污染源分布不均的区域,有助于揭示大气污染物的垂直扩散过程以及大气稳定性等关键数据,分析不同高度层次的污染物浓度差异。立体监测的关键在于多种监测设备的协同使用,包括地面气象监测站、无人机、大气探空仪和气象气球等,从多个角度对污染物进行实时监测。例如,搭载传感器的无人机能够对低空污染进行高频、精确的监测,尤其是在交通密集或工业排放集中的区域,提供高效的数据支持。此外,气象探测设备所获取的中高层大气数据(如风速、气压、温度等)与污染物浓度的变化结合使用,能够准确判断污染物的扩散路径与沉降趋势。立体监测的优势在于能够综合考虑不同高度与区域的大气污染特征,显著提升了污染源追踪的精准度与治理效果。实时数据的提供使政府及相关部门能够为制定应对策略提供准确的决策支持。特别是在雾霾等大气污染高发季节,立体监测能够更加详尽地分析污染源的分布及扩散趋势,优化污染防治措施的部署进一步推动空气质量的改善。

4 未来趋势与发展方向

4.1 智能化监测与大数据分析

随着科技的飞速发展,智能化监测技术与大数据分析在大气污染防治中的应用前景愈加广阔。人工智能(AI)、机器学习、物联网(IoT)等先进技术已被融合进智能监测技术中,使得大气污染的全面、实时监控成为可能,并提供了精准的预测。借助智能传感器与自动化监测系统,环境监测设备不仅能够各种复杂环境下稳定运行,而且还能根据污染物浓度的变化自动调整采样频率及监测参数,从而大幅提高了数据采集的灵活性与实时性^[2]。在数据处理方面,大数据分析技术使得庞大的环境监测数据得以有效整合、处理与解读,通过深度融合历史数据、实时监测数据以及气象数据,基于大数据分析模型能够预测污染趋势、评估污染物扩散路径、识别污染源并进行风险评估。借助大数据算法对污染事件进行动态建模与趋势分析,污染源的提前预警得

以实现,为环境治理提供了有力的数据支持,人工智能技术通过持续优化监测模型与算法,显著提高了对复杂污染问题的预测精度,为未来的大气污染防治提供了更为科学且有针对性的解决方案。智能监测与大数据分析不仅使得环境监管变得更加精准与实时,还通过多维度数据分析为政策制定者提供了强有力的决策支持。基于污染源识别、空气质量预警及污染趋势预测,资源的高效调配与治理方案的优化,能够由政府更加精准地实施,推动空气质量迈向智能化与精细化的新时代。

4.2 人工智能与物联网在监测中的应用

人工智能(AI)与物联网(IoT)技术的结合,正为大气污染监测带来深刻的变革。通过物联网,各类环境监测设备与传感器被与网络连接,实现了对数据的实时采集、传输与共享。借助这一技术,分布广泛的传感器能够在不同地点同步收集空气质量数据,如PM_{2.5}、PM₁₀、臭氧、NO_x等污染物浓度,并通过无线网络将数据实时上传至云端或监控平台。如此,大气污染监测突破了单一数据采集点的局限,得以在更大范围内进行空间覆盖,使得环境管理部门能够对空气质量进行动态、全面的监控。在数据处理与分析中,人工智能起到了至关重要的作用^[3]。AI算法,特别是机器学习与深度学习技术,通过对历史数据的学习,能够识别大气污染的规律与趋势,并预测污染的未来发展。例如,气象条件、污染源分布及交通流量等因素的相互作用能够被AI分析,从而智能化地预测污染物的扩散模式及污染高发时段,为污染防控措施的制定提供精准指导,通过数据挖掘潜在的污染源或异常情况能够及时被AI发现,自动触发报警系统进而实现污染预警。人工智能与物联网技术的结合,不仅提升了大气污染监测的效率与准确性,还优化了环境管理与决策过程。在应对污染应急响应时,AI系统可在实时数据支持下快速做出决策,为政府及相关部门提供依据,帮助动态调整污染治理策略。随着物联网技术的广泛应用,实时采集的大量数据被人工智能提取出有价值的信息,从污染源的识别、污染物的预测到政策效果的评估,全方位提升了大气污染防治的智能化水平。

5 结语

大气污染防治已成为全球亟待解决的环境难题,生态环境监测技术在其中发挥着关键作用。通过精准监测与数据分析不仅能够实时评估空气质量,还能识别污染源、预测污染趋势并及时启动应急响应。随着科技的进步,遥感技术、立体监测及人工智能、大数据与物联网的结合,极大提升了污染监测的精度与效率,为大气污染防治提供了更加智能化、精确的支持,并为决策提供重要依据。展望未来,跨国和跨区域的协同合作将愈加关键,大气污染防治已不再是单一国家的任务,而是全球共同应对的挑战,

只有通过技术优化、数据共享与国际合作，才能有效应对日益严峻的空气污染问题提升人民生活质量，并助力可持续发展目标的实现。

[参考文献]

- [1] 章秀华. 生态环境监测技术在大气污染防治中的应用研究[J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 4(13): 119-121.
[2] 杨栋. 大气污染防治技术与对策研究[J]. 山西化

工, 2024, 44(9): 263-265.

- [3] 张若阳. 大气污染防治中环境监测技术应用分析[J]. 低碳世界, 2024, 14(6): 37-39.

作者简介：春天丽（1985.5—），毕业院校：云南大学旅游文化学院，所学专业：国际经济与贸易，当前单位名称：莎车县供排水有限责任公司，就单位职务：总经理。