

Application of environmental detection technology in the traceability of atmospheric pollution sources

Guligena

Kashgar Ecological environment Monitoring Station of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Kashgar, Xinjiang, 844000, China

Abstract

With the increasingly serious problem of air pollution, the application of environmental detection technology in pollution source traceability is particularly critical, which can accurately identify and trace pollution sources, provide scientific basis for pollution control, but also provide technical support for the formulation and implementation of environmental protection policies. This paper discusses the gas sampling and analysis technology, remote sensing technology and satellite monitoring, trace elements and chemical marker method and meteorological data combined with atmospheric model application of environmental detection technology in the specific application of atmospheric pollution source traceability, through the in-depth analysis of these technologies, points out the advantages of each technology and practical application value, and optimization Suggestions are put forward. This paper will make an in-depth analysis of the application of the current mainstream environmental detection technology in the traceability of air pollution sources, discuss its technical advantages and disadvantages, and put forward optimization suggestions on this basis.

Keywords

environmental detection technology; air pollution; pollution source traceability; gas sampling and analysis; remote sensing monitoring

环境检测技术在大气污染源溯源中的应用

古丽戈娜

新疆维吾尔自治区喀什生态环境监测站, 中国·新疆喀什 844000

摘要

随着大气污染问题日益严重, 环境检测技术在污染源溯源中的应用显得尤为关键, 可以准确地识别和追溯污染源, 为污染控制提供科学依据, 也为环境保护政策的制定与执行提供技术支撑。本文系统探讨了气体采样与分析技术、遥感技术与卫星监测、微量元素与化学标记法以及气象数据与大气模型结合应用等多种环境检测技术在大气污染源溯源中的具体应用, 通过对这些技术的深入分析, 指出了各技术的优势和实际应用价值, 并提出优化建议。本文将当前主流的环境检测技术在大气污染源溯源中的应用进行深入分析, 探讨其技术优势与不足, 并在此基础上提出优化建议。

关键词

环境检测技术; 大气污染; 污染源溯源; 气体采样与分析; 遥感监测

1 引言

随着经济的持续增长与工业化进程的加快, 污染源的种类与分布日益复杂, 传统的污染物监测手段面临着巨大的挑战, 而环境检测技术, 尤其是气体采样与分析、遥感技术与卫星监测等新兴手段, 逐渐成为污染源溯源和污染治理的重要支撑。为了实现精确的污染源定位与高效的污染物追踪, 现代环境监测技术要求具备较高的精度和灵敏度, 还应当具备强大的实时监测与数据分析能力。

2 环境检测技术在大气污染监测中的重要性

随着工业化进程的推进, 大气污染呈现出多源、复杂、持续性的特点, 传统的采样与分析手段受到局限, 难以应对大气污染物时空变化的需求, 而现代环境检测技术的不断发展, 尤其是气体采样技术、遥感技术等新型手段的应用, 极大地提高了监测精度与实时性, 通过动态、连续的监测, 能够提供准确的污染物浓度数据, 揭示出污染源的变化趋势。同时, 在城市与工业区的复杂污染背景下, 单一的污染物监测方法不足以反映出污染的全貌, 通过引入多参数、多维度的数据采集方法, 能够从不同维度分析污染的成因与扩散模式。例如, 气体采样与分析技术能够测定污染物的浓度, 揭示出不同污染源的贡献度; 而遥感技术能够通过卫星或无人机的监测, 提供大范围、大尺度的污染物数据, 这些技术的

【作者简介】古丽戈娜(1983-), 女, 维吾尔族, 中国新疆喀什人, 硕士, 工程师, 从事环境监测研究。

结合,可以增强对空气质量变化的及时响应,为未来污染控制策略的制定提供强大的数据支持。此外,随着技术的发展,无人机已成为一种灵活、高效的检测工具,被广泛应用于大气污染源的溯源和检测。无人机能够实现对大气污染源的高分辨率检测,通过配备各种传感器和检测设备,无人机可以实现对大气中多种污染物的实时检测和定量分析。例如,搭载气体传感器的无人机可以快速、准确地检测大气中的二氧化硫、一氧化碳等污染气体的浓度,搭载高分辨率摄像头的无人机可以实现对污染源的图像检测和定位,高分辨率的检测能力使得无人机成为溯源大气污染源的重要工具之一^[1]。

3 环境检测技术在大气污染源溯源中的应用

3.1 气体采样与分析技术

在大气污染源溯源中,采用的气体采样方法主要有泵吸式采样、被动采样以及多点自动采样技术,泵吸式采样凭借其灵活性和高精度,广泛应用于城市与工业区的污染物监测,这种方法通过采样泵对空气进行吸入,并借助管道将污染物带入吸附剂或冷凝器,之后进行分离分析。不同于传统的静态采样,现代的泵吸式技术结合了传感器与自动化分析装置,能够实时检测并动态监控大气污染物浓度。与此同时,常见的气体分析技术包括红外光谱法、气相色谱法、质谱法等,这些技术通过不同的物理化学原理,能够针对大气中微量成分的复杂矩阵进行高效分离和定量分析。特别是在特定污染物追踪过程中,气体采样与分析技术的优势尤为突出。例如,在氮氧化物(NO_x)与挥发性有机物(VOCs)的监测中,运用高效气体分析技术,研究人员能够在短时间内捕捉到污染物浓度的微小变化,这些污染物的化学性质非常复杂,且与交通、工业以及能源消费密切相关,通过在不同区域的多点采样与分析,能够捕捉到这些污染物的时空分布特征,并进一步推断出可能的污染源^[2]。

3.2 遥感技术与卫星监测

在大气污染源溯源中,通过卫星传感器,遥感技术能够实现对大气中污染物的空间分布与时空演变的实时观测,跨越传统地面监测的时空限制,提供全球范围内的数据支持(如图1)。卫星遥感技术的核心优势在于其广域覆盖性和非接触式检测特性,尤其在大范围、大尺度的污染源溯源中,以臭氧、二氧化氮、甲烷等为监测对象的卫星传感器通过反射率和辐射特征,能够精准地测定污染物的浓度及其分布情况,这些数能为理解污染源的分布提供直观证据,并借助多时间尺度的动态观测,为污染源的变化趋势提供支持。再者,遥感技术与卫星监测能够提供动态变化的数据,帮助揭示污染物扩散的路径与速度。例如,通过高分辨率的卫星影像,结合逆向散射模型和气象数据,科研人员能够模拟污染物在大气中的传播过程,追踪污染源的迁移方向,这种技术特别适用于难以借助传统手段监测的区域,如偏远山区、海洋以及其他极端环境。随着遥感技术的持续进步,越来越多的高

分辨率遥感卫星的发射,使得大气污染监测的空间分辨率不断提升,细节数据的获取变得更加丰富,这让遥感技术能够支持全球尺度的污染源追踪,并在区域性和局部污染问题的解决上提供新的解决方案。

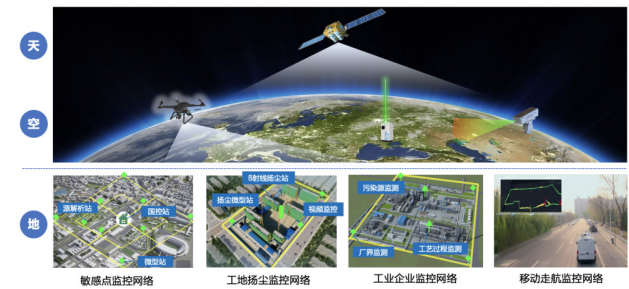


图 1: 遥感技术在大气污染源溯源中的应用

3.3 微量元素与化学标记法

在大气污染源溯源中,微量元素通常存在于气溶胶、固体颗粒物或气体中,它们的浓度变化反映出特定污染源的标志,通过对大气中微量元素进行详细分析,研究人员能够识别不同来源的污染物。例如,铅、镉等重金属元素广泛存在于工业排放中,而硅、铝等元素与土壤、建筑物等自然源有关,通过高精度的元素分析仪器,如电子探针微分析仪(EPMA)和质谱仪(ICP-MS),可以对大气中的微量元素进行精细分析,进而识别出污染源的类别和分布。再者,化学标记法的核心原理在于通过添加或标定特定的化学标记物,模拟污染物在大气中的传播路径与演化过程,为污染源的溯源提供更为清晰的证据,常见的化学标记物包括同位素标记物、重金属标记物等,它们在大气污染物中以非常低的浓度存在,但却能在源解析时提供可靠的信息。例如,使用稳定同位素标记法能够通过比对不同区域空气中氮氧化物或硫氧化物的同位素比值,追溯污染源的具体类型和来源地,借助此方法,研究人员可以在多个污染源之间找到精确的联系,分析污染物的生成与扩散过程。尤其是在复杂的城市环境或跨境污染问题中,化学标记法能够有效解决传统方法难以区分的混合污染源问题,化学标记物的灵敏度与选择性使得它们成为高效的污染源追溯工具,为全球范围内的环境治理提供科学依据^[3]。

3.4 气象数据与大气模型结合应用

在大气污染源溯源中,气象数据提供了大气污染物扩散、浓度分布及其时空变化的基础信息,而大气模型借助物理与化学过程的模拟,帮助揭示出污染物的生成、传播和消散机制,通过整合实时气象数据与数值模拟模型,科学家能够精准模拟污染物在大气中的运动轨迹与扩散路径。例如,利用气象数据中的风速、风向、气温、湿度等参数,结合大气扩散模型(如AERMOD模型或CALPUFF模型),能够模拟出污染物在不同气象条件下的扩散趋势,特别是在复杂的城市或工业区域,可以通过精确计算污染物的扩散方向与速度,推测出污染源的位置与可能的污染源类型,这种结合

让污染源溯源变得更加动态与精准,还使污染的跨区域传输特征得以捕捉,进一步完善源解析系统。再者,气象数据与大气模型的结合,使大气污染源溯源的时效性和准确性得到了大幅提升,特别是在发生大气污染突发事件时,快速获取气象数据并与污染扩散模型实时结合,能够即时模拟污染物的扩散范围与影响区域,通过模拟不同气象条件下的污染物传播,研究人员能够预测出污染物是否会随风传播到邻近区域或其他城市,并精准锁定污染源的发生地。

4 环境检测技术在大气污染源溯源中的应用优化建议

当前,大气污染的复杂性体现在污染源的多样性上,还表现在污染物的扩散路径与浓度波动上,为了提升源溯源的精确度,必须加强监测技术的多层次、立体化融合,特别是在数据的实时采集与分析能力上。传统的采样与实验室分析方法虽然在精度上有一定优势,但在应对污染物的动态变化时,明显滞后,为此,应该进一步优化气体采样与分析技术的实时性,尤其是运用多点监测与自动化采样系统,将多个监测点的数据实时汇集到一个统一平台,这种技术的进步,使污染源的溯源不再局限于某一地点的瞬时数据,而是形成了一个全面的、实时的污染监控网,通过结合新型高灵敏度的传感器和数据挖掘技术,可以捕捉到污染物浓度的微小波动,为溯源提供更加准确和详细的时间序列数据。此外,现有的卫星遥感技术已经能够覆盖全球范围,然而,由于空间分辨率和时间分辨率的限制,在一些城市或小范围污染源的溯源中,仍存在一定的盲区,因此,未来的发展方向应着重提升遥感卫星的分辨率,特别是在低空无人机或小卫星系统的应用上,这些低成本的卫星系统可以在传统卫星无法达到的高分辨率范围内进行监测,并在城市、工业区等污染密集区提供更精细的污染物浓度分布图。同时,遥感技术应加强

与气象数据与大气扩散模型的结合,特别是加强大气模型的动态更新能力,确保在快速变化的气象条件下,污染物的扩散轨迹能够被精准模拟,通过高频次的卫星影像与气象模拟数据融合,科研人员可以实时获取污染物的传播路径,提前预测污染事件的影响范围,并及时调整应急响应策略。此外,对于跨区域的污染问题,传统的采样与分析手段难以应对时效性要求,而气象数据与大气模型结合的方式能够提供更为高效的分析路径。例如,在考虑到气象因素的情况下,可以精确评估风向对污染物的影响,甚至分析温度逆温现象对污染物扩散的抑制作用。

5 结语

综上所述,环境污染溯源技术的不断发展,已经从单一的污染物分析扩展到多源、多维度的综合性监测手段。随着各类环境检测技术的不断创新与优化,未来大气污染的溯源将更加精准和高效,通过将气体采样与分析技术、遥感技术与卫星监测等多种技术手段相结合,能够全面覆盖污染物的分布与扩散过程,及时反映污染源的活动情况。同时,需要进一步提高这些技术的精度与时效性,尤其是在应对复杂的污染源和多变的气象条件时,要融合多种数据源,提高污染源识别的精确度。

参考文献

- [1] 张丽娟,霍春雪,陈健. 环境检测技术在水质、大气和土壤污染监测中的应用研究 [J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5 (14): 83-85. DOI:10.20025/j.cnki.CN10-1679.2024-14-28.
- [2] 刘霄云,陈孝辉. 浅谈环境检测技术在大气污染源溯源中的应用 [J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5 (04): 113-115. DOI:10.20025/j.cnki.CN10-1679.2024-04-38.
- [3] 王红梅. 水环境检测与大气环境检测中遥感技术的应用探究 [J]. 皮革制作与环保科技, 2021, 2 (19): 6-7.