

# Analysis of the Causes of Air Pollution and Environmental Monitoring Methods

Qinzhong Deng

Sichuan Jiuzhou Investment Holding Group Co., Ltd., Mianyang, Sichuan, 621000, China

## Abstract

Air pollution has gradually developed into a severe environmental problem, its roots are diverse, involving the emissions of industrial activities, the emissions of social sources and other natural factors. Accurate monitoring of ambient air quality and discovery of pollution sources is particularly critical to protect the health of the broad masses of people. This paper explores the main causes behind air pollution, and carefully combs and evaluates the current popular air pollution monitoring means. The paper provides a detailed description of monitoring strategies using multiple methods such as traditional air automatic stations, microsites, LiDAR, and satellite remote sensing. At the same time, the strengths and weaknesses of these methods in terms of monitoring accuracy and cost-effectiveness are analyzed in depth, aiming to provide a solid reference for air pollution prevention and control work.

## Keywords

air pollution; cause analysis; environmental monitoring; remote sensing technology

# 大气污染成因和环境监测方法分析

邓钦中

四川九洲投资控股集团有限公司, 中国 · 四川 绵阳 621000

## 摘 要

大气污染已经逐渐发展为一个严峻的环境问题, 其根源多元, 涉及工业活动的排放、社会生活源的排放以及其他各种自然因素。准确的监测环境空气质量和发现污染源对于保护广大人民群众的健康显得尤为关键。论文深入探索了大气污染背后的主要成因, 对当前流行的大气污染监测手段进行了细致的梳理和评价。论文详细描述了采用传统空气自动站、微站、激光雷达、卫星遥感等多个手段的监测策略, 同时对这些方法在监测精准性和成本效益等领域的长处和不足进行了深度分析, 旨在为大气污染防治工作提供坚实的参考。

## 关键词

大气污染; 成因分析; 环境监测; 遥感技术

## 1 引言

随着工业化与城市化进程加速, 空气污染问题日益加剧, 已然变成了一项危及人类的健康、生态环境及经济增长的巨大问题。因此, 进行大气污染的监测与监控成为确保广大民众健康、维护生态平衡以及推动经济和社会持续繁荣的基本任务。论文旨在深入分析大气污染的主要原因, 梳理现存的大气污染环境监测技术和应用现状, 并对这些技术的优劣进行评定, 进而探讨未来监测方法的发展方向。

## 2 大气污染的主要原因分析

### 2.1 人为因素

#### 2.1.1 工业企业排放

工业排放是大气污染的主要因素之一, 工业排放释放

出来的污染物种类丰富且浓度偏高, 特别是火力发电、水泥、燃煤锅炉的各类排放量尤其巨大, 对某些特定地域和区域的大气质量带来显著的负面后果。化学产业排放的污染物更加具有复杂性, 化工生产过程中会排放多种类型的污染物, 如 VOCs、硫化物、氮氧化物、颗粒物等。这些物质对环境和生态系统会造成严峻的污染与破坏。例如, 炼油厂产生的 VOCs, 其中的苯、甲苯是臭氧和 PM<sub>2.5</sub> 二次产生的主要来源。硫酸、硝酸和使用燃煤锅炉的企业可能会排放出较高浓度的二氧化硫和氮氧化物, 该类型工业企业聚集的地区容易产生酸雨。

#### 2.1.2 社会生活排放

日常的社会生活中, 在车辆尾气、餐饮油烟中排放较多的污染物对空气质量影响比较明显。

车辆尾气中存在一氧化碳 (CO)、氮氧化物 (NO<sub>x</sub>)、挥发性有机物 (VOCs) 和细颗粒物 (PM<sub>2.5</sub>)。这些有害物质会造成环境空气质量的进一步恶化, 能诱发人们遭受呼吸

【作者简介】邓钦中 (1986-), 男, 中国四川安县人, 本科, 工程师, 从事环境工程研究。

道疾病和皮肤过敏等多种疾病。在紫外线的作用下,  $\text{NO}_x$  和 VOCs 会产生光的化学反应, 二次产生臭氧和光化学雾气。尾气中的细颗粒物粒径小, 比面积大, 具有更强的穿透力, 可抵达细支气管壁, 并干扰肺内的气体交换, 对人体健康和大气环境质量的影响更大。降低车辆尾气排放中的有害物质浓度对空气质量的改善非常重要。车辆尾气排放的强度是受到多种变量共同作用的结果, 包括汽车种类、所使用燃料种类、驾驶环境, 以及排放管控技术的成熟程度。轻型汽车排放的污染物浓度明显比重型汽车要低, LNG 车辆排放污染物浓度明显比汽柴油车辆排放低。柴油汽车相对排放较多的颗粒物和氮氧化物, 而汽油汽车则主要释放 CO 气体和挥发性有机氧化物 (VOCs), 目前大力推进的新能源车辆能有效改善车辆尾气对环境空气带来的不利影响。

餐饮油烟是日常生活中大气污染的另外一个主要来源, 主要来自传统中餐菜肴的爆炒、煎炒以及烧烤, 产生大量油烟、颗粒物、异味和挥发性有机物, 主要采用机械过滤、静电净化、吸附或光催化处理中的一种或多种组合处理技术, 普遍存在运行维护效果不佳, 群众投诉较多的情况。目前国家的餐饮油烟排放标准是 2001 年印发的 GB18483—2001《饮食业油烟排放标准》, 相对时间较久远, 不符合现在的大气污染防治形势。

### 2.1.3 农业活动

农业活动对大气污染的负面影响相比工业排放不显著, 但其对环境的负面影响仍然不可轻视。在我国的许多地方, 化肥的使用已成为空气污染恶化的因素之一。在使用氮肥的过程中, 会释放一定的氨。氨与大气里的酸性气体元素 (如  $\text{SO}_2$  和  $\text{NO}_x$ ) 进行化学反应, 形成次级颗粒物 (如硝酸铵), 导致  $\text{PM}_{2.5}$  的浓度明显提升。氨是一个高度致癌的物质, 有可能在食物网中累积, 进入人体。焚烧秸秆也是农业活动中的产生大量大气污染物的重要行为, 因农忙时节的原因, 秸秆会在相对比较集中的时段大量焚烧, 焚烧过程会产生大量的颗粒物、CO 和 VOCs 等污染物, 在四川盆地这种大气环境相对静稳的地区, 能在短期内让  $\text{PM}_{2.5}$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、CO 出现迅速上升, 笔者工作的地方在秸秆焚烧时,  $\text{PM}_{2.5}$  小时均值甚至超过  $1000\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 远远超过环境空气质量小时均值的二级标准  $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。在畜禽养殖的过程中, 粪便和尿液的分解会释放大量如甲烷、氨气和硫化氢等温室气体和污染物, 特别是大型养殖场对周边大气环境的影响更加明显。

## 2.2 自然因素

随着全球的气候变化, 由于大气流动异常引发的极端气候事件不断出现, 如沙尘暴和暴雨等, 这些都对人们的健康带来了威胁<sup>[1]</sup>。在干旱和半干旱的区域, 沙尘暴是主要的自然事件之一, 它的主要污染物是粗颗粒物 ( $\text{PM}_{10}$ )。起源于蒙古国和内蒙古的沙尘暴是中国沙尘的主要发源地, 近几年国内对西北地区的大规模绿化, 沙尘的影响稍有改善。沙尘暴产生的浮尘等更微小的颗粒物会长距离的扩散输送, 从而对更大的地区空气质量造成不良影响, 偶尔因为沙尘通过较高高空急流输送再下降, 甚至出现于中国东南地区。笔者

所在的四川绵阳每年受沙尘的浮尘影响, 会出现 2~5 日的颗粒物轻度污染<sup>[2]</sup>。

## 3 大气污染监测方法概述

### 3.1 地面监测方法

关于环境空气质量的监测, 目前使用最广泛的就是按照《环境空气质量自动监测技术规范》建设的自动监测站, 在中国基本实现县以上的城市全覆盖, 用于上级部门对地方的考核, 近些年又新增了采用传感器、光散射方法监测空气质量的微站技术, 利用激光与大气的互相作用来检测空气中污染物浓度的大气激光雷达技术。

按照《环境空气质量自动监测技术规范》建设的空气质量自动监测站是目前广泛利用的检测技术中准确度最高的, 规范要求  $\text{PM}_{2.5}$  的平行性  $\leq 15\%$ , 某些质量技术相对较好的品牌可以达到  $\leq 5\%$ 。国内区县一级从 2012 年开始建设空气质量自动监测站, 到现在均有十年以上的数据积累, 可以对数据的变化趋势进行分析。该方法的主要缺点: 一是以单个点位来代表整个区域, 受临近的污染源如生活源、移动源的影响比较明显, 部分时候的数据不是很有代表性; 二是站点的硬件和运行维护要求高, 建设和运行的成本偏高<sup>[3]</sup>。

微站技术主要使用传感器检测气态污染物, 光散射法检测颗粒物, 设备的采购和日常运行维护成本较低, 各地建设该类型的检测设备以网格化为主, 通常是在一平方公里的范围内布置一台该设备, 再利用 ArcGIS、软件模型实现污染物分布的热力图, 辅助行政部门快速找到污染源。该技术的主要缺点是平行性较差,  $\text{PM}_{2.5}$  的平行性  $\leq 30\%$ , 在实际的工作中易出现误报, 同时由于设备的布点范围为一平方公里, 范围也相对较大, 也不太容易实现污染物的快速识别。

激光雷达技术是近两三年开始大范围使用的新技术, 主要监测颗粒物, 一般设置在拟监测区域的最高点, 通过平行扫描的方式, 形成一个半径 5 公里的颗粒物污染分布热力图。相比于微站, 该技术能更加直观地发现污染物的高值区域, 体现污染物的扩散路径, 有利于现场巡查人员对污染源的快速排查, 达到整治源头改善空气质量的优点。该技术的主要缺点在特定情况下, 易对建筑工地的喷淋降尘雾状水滴识别错误。智能检测系统如图 1 所示。

### 3.2 遥感监测技术

近几年, 随着中国经济建设迅猛增长以及对环境保护意识逐步加强, 遥感技术得到了快速的普及和广泛应用, 卫星遥感已经变成了环境污染评估、环境实时监控和管理活动中的一个重要工具。与传统地面检测方式相比, 遥感技术在覆盖范围、数据收集效能以及目标多样性等多个方面展示出显著的优越性, 尤其是在那些难以通过观测站点进行监测的偏远地区, 其遥感性能表现得尤为引人注目。目前, 大气污染、全球动态变化、生态多样性以及气候变迁等诸多领域都已经广泛应用遥感技术。随着这种技术的诞生与不断地进步, 地面监测网络在空间布局上的局限性得到了有效的补充, 进而使得全球环境问题的研究与控制变得更加细致与深入。

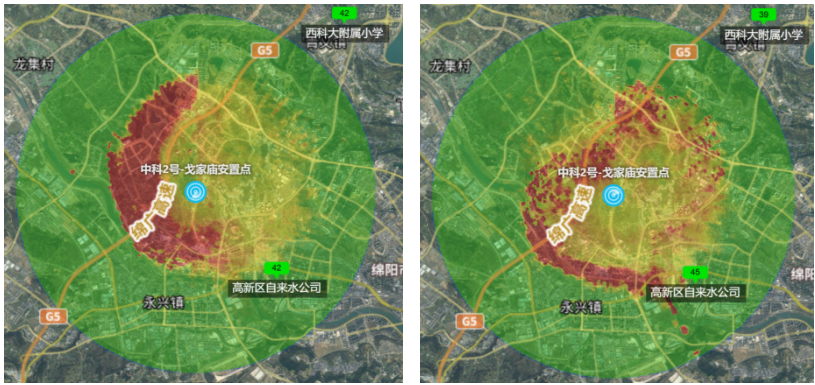


图 1 智能检测系统

卫星遥感是目前遥感的主要技术手段，近 20 年来，生态环境部卫星应用中心联合中国科学院遥感与数字地球研究所等持续开展技术攻关，系统突破了气溶胶、可吸入颗粒物、灰霾、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、HCHO 秸秆焚烧、污染企业等遥感监测关键技术，建立了基于国产卫星等多源遥感数据的大气环境遥感监测技术体系<sup>[4]</sup>，并印发了《卫星遥感细颗粒物（PM<sub>2.5</sub>）监测技术指南》，利用暗目标算法、深蓝算法等反演方法，从卫星遥感光谱数据中获取区域 AOD 结果。同时，从气象模式资料中提取出气溶胶垂直订正和湿度订正所需要的行星边界层高度和相对湿度数据，结合地面监测资料，采用地理加权回归方法逐像元计算 PM<sub>2.5</sub> 质量浓度，获取陆地区域 PM<sub>2.5</sub> 质量浓度分布结果。

3.3 多源数据融合监测

仅依赖单一监测方式存在较大的局限性，将多种数据来源进行整合已成为大气环境监测领域内一个重要发展方向，综合多种数据监测结果，融入气象风速、湿度等关键参数，进而反演出真正的污染源，再派出现场人员处置，是发现污染点源，消除污染点源的一个有效措施。

论文结合目前的国内外研究态势进行了综述，介绍了一个将空气自动监测站、卫星遥感、空气质量微站和激光雷达综合监测体系，并对该体系的未来应用做出了期望。充分利用自动站、微站、遥感和激光雷达以及气象数据，结合

ArcGIS 以及模型数据，我们可以最大程度地补足各种技术手段的局限性，从而实现更加精准的污染物监测。通过这种策略，我们有能力生成高分辨率的污染分布情况，落实好城市的空气质量精细管理。另外，依赖多种数据源的协作分析方法同样适用于环境风险评定和对突如其来的环境污染事故的预警。在某些特定的污染情况里，例如跨区域的污染跟踪，通过对来自多个不同渠道的数据进行整合，我们能够快速识别出污染源，并预见其传播方向，进而为应急响应提供了极为重要的参考时间。

4 结语

综上所述，通过加强技术革新、优化监控机制及加强国际合作，期望未来的大气污染的治理能够达到更高的水平，进而为人类居住环境的改善和生态平衡的稳定做出积极的贡献。

参考文献

[1] 田勋.关于大气污染的环境监测及治理分析[J].农家参谋,2018(13):2.  
[2] 吕彦茹,张京伟,李加升.大气污染原因和环境监测治理技术探究[J].清洗世界,2024,40(3):109-111.  
[3] 郑志鹏.大气污染原因和环境监测治理技术探讨[J].科学大众,2021(8):203+205.  
[4] 王桥.中国环境遥感监测技术进展及若干前沿问题[J].遥感学报,2021,25(1):12.