

# Research on the Status Quo and Treatment Strategy of Atmospheric PM<sub>2.5</sub> Pollution in Xinghua, China

Jiahui Li<sup>1</sup> Xin Li<sup>2</sup> Pengcheng Yan<sup>1</sup>

1. Nanjing University Environmental Planning and Research Institute (Jiangsu) Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

2. Academy of Environmental Planning & Design, Co., Ltd., Nanjing University, Nanjing, Jiangsu, 210000, China

## Abstract

Atmospheric particulate matter pollution will cause great harm to human health. Due to the complex and diverse chemical components and sources of particulate matter, the concentration level and change trend are affected by various factors, which increase the difficulty of the overall management of ambient air quality. In the face of the still severe situation of particulate matter pollution, it is necessary to take more measures to help promote the treatment of atmospheric particulate matter, and study the causes and treatment strategies of PM<sub>2.5</sub> pollution, which is of great significance to continuously promote the control of atmospheric fine particulate matter. The paper takes Xinghua City, China as an example to analyze the current situation and causes of PM<sub>2.5</sub> pollution in the atmospheric environment, and proposes targeted pollution control strategies, providing reference for the development of atmospheric particulate matter control work in other cities.

## Keywords

PM<sub>2.5</sub> pollution; pollution control strategy; cause analysis

# 中国兴化市大气 PM<sub>2.5</sub> 污染现状和治理策略研究

李佳慧<sup>1</sup> 李鑫<sup>2</sup> 严鹏程<sup>1</sup>

1. 南大环境规划研究院(江苏)有限公司, 中国·江苏南京 210000

2. 南京大学环境规划设计研究院集团股份公司, 中国·江苏南京 210000

## 摘要

大气颗粒物污染对人体健康会造成较大危害。由于颗粒物化学组分和来源复杂多样, 浓度水平和变化趋势受多方面因素影响, 增加了环境空气质量整体治理难度。面对颗粒物污染依然严峻的形势, 需要采取更多抓手来辅助推动大气颗粒物治理, 研究PM<sub>2.5</sub>污染成因和治理策略, 对持续推动大气细颗粒物治理具有十分重要的意义。论文以中国兴化市为例, 分析其大气环境PM<sub>2.5</sub>污染现状以及污染成因, 并提出具有针对性的污染治理策略, 为其他城市大气颗粒物治理工作开展提供参考。

## 关键词

PM<sub>2.5</sub>污染; 污染治理策略; 成因分析

## 1 引言

随着《大气污染防治行动计划》《打赢蓝天保卫战三年行动计划》等一系列文件出台实施, 中国大气环境中的细颗粒物(PM<sub>2.5</sub>)、二氧化氮(NO<sub>2</sub>)和二氧化硫(SO<sub>2</sub>)浓度持续降低, 环境空气质量总体呈现好转态势<sup>[1]</sup>。但是颗粒物污染形势依然十分严峻, 区域颗粒物与臭氧复合型污染问题日益突出, 频繁发生以二次生成物质为主要成分的大气污染过程。与国际对标, 中国 GB3095—2012《环境空气质量

标准》对 PM<sub>2.5</sub> 浓度限值仍较为宽松<sup>[2]</sup>。高浓度的颗粒物会对人体健康造成较大危害。研究 PM<sub>2.5</sub> 污染成因和治理策略, 持续推动大气细颗粒物治理具有十分重要的意义。

大气中 PM<sub>2.5</sub> 化学组分和来源复杂多样, 增加了环境空气质量整体治理难度。PM<sub>2.5</sub> 浓度与气温、相对湿度、风速等气象要素存在明显相关性, 亦容易受到上游区域传输影响<sup>[3]</sup>。论文以中国兴化市为例, 分析其大气环境 PM<sub>2.5</sub> 污染现状以及污染成因, 并提出具有针对性的污染治理策略, 为其他城市大气颗粒物治理工作开展提供参考。

## 2 环境质量特征分析

2023年, 兴化市 PM<sub>2.5</sub> 平均浓度为 32.2 μg/m<sup>3</sup>, 较 2022 年同比恶化了 5.9%。结合兴化市近年逐月污染天统计和 PM<sub>2.5</sub> 月均浓度变化趋势图(图 1) 可以看到, PM<sub>2.5</sub> 浓度

【作者简介】李佳慧(1990-), 女, 蒙古族, 中国吉林白城人, 硕士, 工程师, 从事城市大气污染防治与环境规划研究。

恶化月份主要集中在3月和9—12月，以PM<sub>2.5</sub>为首要污染物的污染天在2—3月和11—12月有明显增加。2023年2—3月颗粒物浓度恶化一方面受到北方沙尘天增多且向南传输的影响，另一方面受到太阳辐射和大气氧化性增强导致大气二次转化增加的影响；11—12月恶化主要因为大气气象场持续较长时间高压控制所导致的静稳天增加，污染排放累积难以扩散引发的长三角区域性污染。

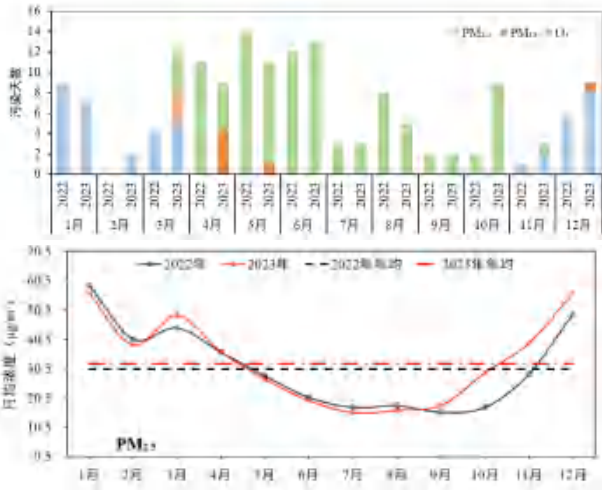


图1 兴化市2022—2023年逐月污染天统计及PM<sub>2.5</sub>月均浓度变化趋势

对比兴化市两个站点PM<sub>2.5</sub>浓度数据(表1)可以看到,2023年监测站点PM<sub>2.5</sub>浓度为31.3 µg/m<sup>3</sup>,较2022年同比恶化了0.32%,而人武部站点PM<sub>2.5</sub>浓度为33.0 µg/m<sup>3</sup>,同比恶化了5.92%,人武部站点PM<sub>2.5</sub>浓度恶化是导致兴化市颗粒物改善幅度不高的主要原因之一。

表1 兴化市2022—2023年PM<sub>2.5</sub>年均浓度统计表

站点名称	PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		
	2023年	2022年	同比变化
监测站	31.3	31.5	0.32%
人武部	33	30.2	11.11%
全市	32.2	30.4	5.92%

### 3 污染成因分析

结合前文分析,本章节主要从气象影响、一次排放源和二次生成贡献等方面来分析兴化市(重点针对人武部站点)2023年颗粒物浓度恶化主要原因。

#### 3.1 气象条件影响

从气象条件上看,兴化市2023年2月和3月平均气温分别同比提高1.9℃和0.8℃,太阳辐射强烈,大气氧化性增强,光化学反应活跃,二次硫酸盐、硝酸盐和有机物的生成速率加快,PM<sub>2.5</sub>浓度累积升高,考虑到兴化市两省控站点距离较近,局地气象环境差异较小,因此考虑人武部周边光化学反应相较于监测站更为活跃。此外,人武部周边扩散条

件较好,来自西北方向区域输送过程也是兴化市人武部颗粒物浓度快速升高的原因之一。

#### 3.2 一次排放影响

扬尘排放对兴化市颗粒物污染的贡献有所上升。人武部PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>比值在0—11时、13—16时、22—23时均明显高于监测站,PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>浓度日变化波动大于监测站,颗粒物浓度在5—12时增幅可达15%左右,表明夜间及早间二次转化对人武部颗粒物贡献占主导地位,下午扬尘排放对颗粒物污染的贡献逐步增大。2023年日间PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>比值较2022年有所下降,尤其是午后12—14时比值降幅达到10%左右,表明此时段扬尘排放对颗粒物污染的贡献明显增加。

人武部颗粒物浓度变化与NO<sub>2</sub>峰值时间基本重合,早晚高峰局地移动源排放贡献相对突出。人武部站点凌晨0—10时是一天中PM<sub>2.5</sub>浓度较高的时段,该时段内PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>比值是显著升高的,细颗粒物占比的升高可能与高湿条件下的二次转化有关。白天10—14时PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>比值有明显下降,且PM<sub>10</sub>浓度有较明显的升高趋势,表明此时段扬尘源对站点颗粒物浓度的贡献有所增加。人武部早上6时和晚上17时的PM<sub>10</sub>和PM<sub>2.5</sub>均有明显上升,与NO<sub>2</sub>峰值时间基本重合,颗粒物浓度受周边早高峰移动源尾气排放影响较大,如图2所示。

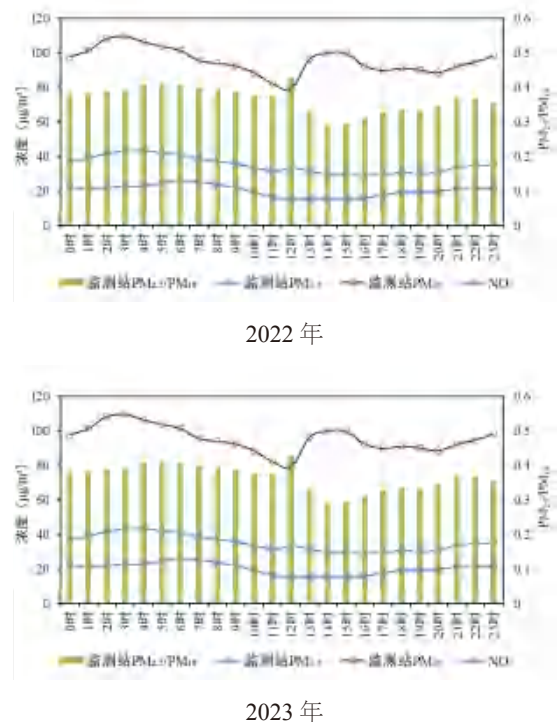


图2 2022—2023年1—5月兴化市各站点PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>比值日变化

#### 3.3 二次转化影响

图3为2023年兴化市2个省控站点PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>比值—风速—相对湿度散点图,横纵坐标分别表示风速和PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>比值,颜色表示相对湿度大小。刨除PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>比值异

常数据,可以明显看出,相对湿度越高,PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>的比值越大。在低相对湿度下,随着风速的增加,PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>比值有所下降,表明在高风速、低浓度下,本地扬尘源对于颗粒物污染浓度的影响更大。此外,由于站点的选址严格遵守相关规定,站点周边小环境差异较小,气象参数不存在明显差别,对比两个省控站点PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>比值与风速、湿度的关系可以看出,人武部站点PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>比值普遍高于监测站比值,表明二次源对人武部站点颗粒物污染的贡献仍占主导地位。

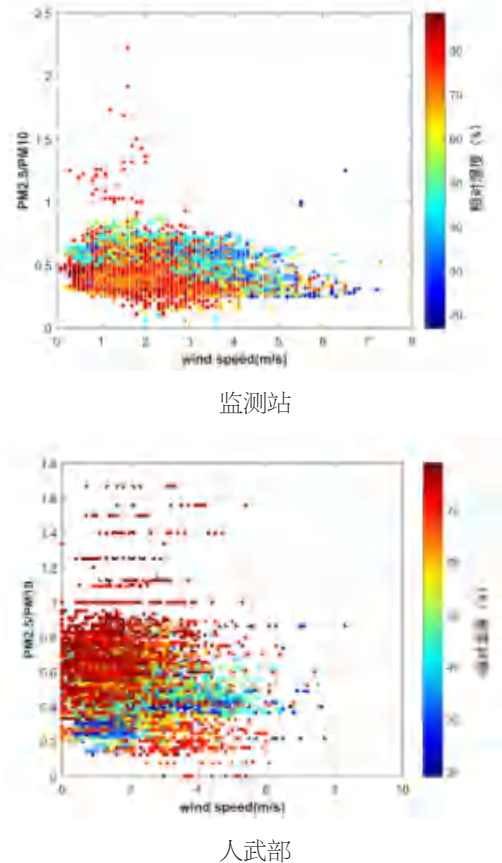


图3 2023年1—5月兴化市各站点PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>比值与风速、湿度的关系

## 4 污染治理策略

根据以上污染现状以及污染成因分析,提出以下颗粒物污染治理策略:

### 4.1 强化氮氧化物管控

①推进天然气工业窑炉氮氧化物的低氮燃烧改造。天然气虽然是清洁能源,但燃烧过程中亦会产生大量的氮氧化物,推进燃气工业窑炉的低氮化改造,降低氮氧化物排放十分必要。②加强对氮氧化物排放大户的环境监管和执法力度,将排放大户作为污染物排放重点管控对象以及相关专项行动的重点关注对象。③强化对固定源自动监控设备运行情况的巡查力度,确保自动监控设备稳定运行。需重点关注设备监测浓度长时间无明显变化、设备相关参数突变和数据长时间处于较低位置等数据异常情况的检查力度,推进自动监

控数据长效管理机制的完善。④加快老旧车淘汰并开展新能源汽车推广,加快国三柴油货车限行调整工作推进,加大柴油货车监管力度。制定道路排堵保畅方案,提高道路通行效率,围绕省控点周边道路,在早晚高峰时段采取车辆限流、分流,优化红绿灯等排堵疏畅措施,有效减少车辆怠速产生的尾气污染。加强非道路移动机械监管执法力度,对机械使用的油品情况加强管控,通过划定非道路移动机械低排放控制区,以控制区和施工工地为管控重点,开展非道路机械的监测,推进重点场所区域全覆盖。

### 4.2 强化扬尘源污染管控

①强化工地扬尘管控,加强对省控站点周边在建建筑工地扬尘的管控力度,尤其是站点上风向东部到东南部区域的工地扬尘源,严格落实施工工地“六个百分百”要求,对违法施工企业依法依规实施处罚。②强化精细化道路保洁,加强重点路段清扫保洁和洒水抑尘,实时监测站点周边污染浓度及气象要素变化情况,精准调控雾炮洒水路线,重点加强禁行区道路冲洗及机械化清洗力度。③强化重点区域渣土车运输集中整治,全面执行渣土白天非道路交通高峰时段清运制度,依法依规查处非法运输、抛撒滴湿、带泥上路、冒黑烟等行为。④加强裸地扬尘污染控制,在具备条件的区域种植常绿植物,避免气候变化导致植被退化、裸土增加的现象。对于其他长期闲置的裸露土地,需按照要求开展绿化、覆盖或硬化等措施。

### 4.3 完善重污染天气应对机制

①严格按照《重污染天气重点行业绩效分级及减排措施》及其补充说明的相关要求,结合实际兴化市污染排放水平,实施秋冬季重污染天气差异化减排措施。②对省控站点南部至东南部区域重点污染源开展日常排查,强化重点环节排查整治。③综合运用污染源在线监控、用电量及工况监控等数据,加强空气质量与污染源关联分析,推动溯源追踪与成因研判。④加强重污染天气应急响应期间各项应急措施落实情况的监督检查,及时报送污染天气应对工作信息,开展污染天气复盘分析和管控效果评估。

## 5 结语

综上所述,空气质量的持续改善,既是一个科学命题,也是一个工程问题,同时也是一个管理问题,需要采取更多的抓手来辅助解决空气质量问题。因此要从多方面发力针对性开展大气颗粒物治理工作,通过强化监测监控、溯源分析、专项行动和区域协同治理,合理利用有效的监控设施及成熟的管控技术,持续改善环境空气中PM<sub>2.5</sub>的浓度。

### 参考文献

- [1] 王宗爽,郭敏,谭玉菲,等.关于我国环境空气质量标准未来发展的建议[J].环境保护,2023,51(15).
- [2] 柴发合.我国大气污染治理历程回顾与展望[J].环境与可持续发展,2020,45(3):5-15.
- [3] 潘勇,郑捷,肖航.长三角地区典型PM<sub>2.5</sub>污染过程和跨区域传输对宁波污染贡献评估模拟[J].环境科学,2023,44(2):634-645.