

探索产业园区空气污染现状与治理对策

——以岳阳市某产业园区为例

王红¹, 杨怡萱²

1. 湖南省岳阳生态环境监测中心, 湖南 岳阳 414000

2. 湖南省矿产资源调查所, 湖南 长沙 410100

DOI: 10.61369/EAE.2024020005

摘 要 : 产业园区作为一个重要的经济发展区域, 其内部企业数量众多, 分布密集, 在生产过程中不可避免地产生了大量的污染源。由于这些污染物种类繁多、排放量大, 对区域的空气质量造成了极为严重的负面影响, 不仅降低了空气质量指数, 也对周边居民的生活环境和身体健康构成了潜在威胁。本文以岳阳市某产业园区为例, 对产业园区空气污染现状和近两年空气质量变化趋势进行分析, 同时从涉 VOCs 工业企业、道路交通移动源、城市扬尘及气象因素四个方面深入讨论了产业园区空气污染的影响因素以及对应的空气污染防治措施, 旨在推动我国产业园区大气污染综合治理工作向更高水平迈进。

关 键 词 : 产业园区; 大气污染物; 空气质量; 治理对策

Explore the Current Situation and Governance Countermeasures of Air Pollution in Industrial Parks

— Take a Certain Industrial Park in Yueyang City as an Example

Wang Hong¹, Yang Yixuan²

1. Yueyang Ecological Environment Monitoring Center, Hunan Province, Yueyang, Hunan 414000

2. Hunan Provincial Institute of Mineral Resources Survey, Changsha, Hunan 410100

Abstract : As an important economic development area, industrial parks have numerous and densely distributed internal enterprises, which inevitably generate a large number of pollution sources during the production process. Due to the wide variety and large emissions of these pollutants, they have caused extremely serious negative impacts on the air quality of the region, not only reducing the air quality index, but also posing potential threats to the living environment and physical health of surrounding residents. This article takes an industrial park in Yueyang City as an example to analyze the current situation of air pollution in the industrial park and the trend of air quality changes in the past two years. At the same time, it deeply discusses the influencing factors of air pollution in industrial parks and corresponding air pollution prevention and control measures from four aspects: VOCs related industrial enterprises, road traffic sources, urban dust, and meteorological factors. The aim is to promote the comprehensive management of air pollution in industrial parks in China to a higher level.

Keywords : industrial park; atmospheric pollutants; air quality; governance countermeasures

引言

随着全球经济的不断发展和国内经济的持续增长, 产业园区作为推动产业集聚和经济发展的重要平台, 其市场需求不断增长。根据中国开发区审核公告目录(2018年版)的数据显示, 当前我国共有2543家省级以上的工业园区, 其中国家级开发区552家, 省级开发区高达1991家^[1], 目前, 湖南省有国家或省级产业园区139个, 其中岳阳市11个。在国家政策的推动和引导下, 工业园区已经成为目前我国地区经济发展和区域核心竞争力提升的理想模式和重要力量^[2-3]。然而, 工业园区在推动我国经济快速发展, 为社会带来巨大经济效益的同时, 也导致了大量温室气体和其他有害大气污染物的大量排放, 从而加剧了空气质量的恶化^[4-5]。本文以岳阳市某产业园区为研究对象, 深入探讨产业园区周边空气污染现状, 分析污染产生的原因, 并根据工业园区周边空气污染特性提出针对性的防治措施, 以期岳阳市产业园区空气污染的治理工作提供理论支持和实践指导。

一、产业园区概况

本文的研究区域位于岳阳市中心城区东部，总面积898.76公顷，共划分为七个区块。该产业园区以先进装备制造、高端生物医药为主导产业，总部经济为特色产业，现代物流、新能源、新材料为辅助产业，构建了“两主一特三辅”的产业新格局。截至目前为止，该园区内已落户企业75家，其中先进装备制造、高端生物医药等辅助产业企业的有39个，占比52%。该园区现入驻企业主要排放的污染物包括挥发性有机物（VOCs）、氮氧化物（NO_x）、二氧化硫（SO₂）和粉尘，其全年排放量分别为80.97 t/a、68.06 t/a、34.60 t/a和53.07 t/a。VOCs是该园区的主要特征污染物。

二、产业园区空气质量现状

了解园区的空气质量现状，根据2022–2023年园区空气质量年报以及岳阳市生态环境部门政府信息公开数据，对该工业园区空气质量现状及变化趋势进行简单分析。

（一）产业园区空气质量状况

2022年，此产业园区所在区域空气质量综合指数为3.72。其中，PM_{2.5}的浓度均值为34 μg/m³，在岳阳市各站点中排名第3；PM₁₀的浓度均值为50 μg/m³，在岳阳市各站点中排名第4；SO₂的浓度均值为9 μg/m³，在岳阳市各站点中排名第3；NO₂的浓度均值为24 μg/m³，在岳阳市各站点中排名第3；O₃–8h第90百分位数浓度均值为162 μg/m³，在岳阳市各站点中排名第1；CO第95百分位数浓度均值为1.1 mg/m³，在岳阳市各站点中排名第2。

2023年，此产业园区所在区域空气质量综合指数为3.82，空气质量优良率为87.1%。其中，PM_{2.5}的浓度均值为37 μg/m³，在岳阳市各站点中排名第1；PM₁₀的浓度均值为57 μg/m³，在岳阳市各站点中排名第1；SO₂的浓度均值为9 μg/m³，在岳阳市各站点中排名第1；NO₂的浓度均值为24 μg/m³，在岳阳市各站点中排名第1；O₃–8h第90百分位数浓度均值为148 μg/m³，在岳阳市各站点中排名第1；CO第95百分位数浓度均值为1.1 mg/m³，在岳阳市各站点中排名第1。上述六项污染物指标中，对综合指数贡献率最大的污染物是PM_{2.5}，其次是O₃，这两项污染物的贡献率分别为28%和24%；贡献率最低的是SO₂，其贡献率为4%。因此，PM_{2.5}和O₃是影响该工业园区空气质量综合指数的主要污染物。

（二）工业园区空气质量变化趋势

2022年至2023年此产业园区所在区域空气质量同比变化情况如表1所示。由表可知，2023年该园区的空气质量综合指数较2022年退步了2.7%。其中，PM_{2.5}的浓度均值同比上升8.8%；PM₁₀的浓度均值同比上升14%；O₃–8h第90百分位数浓度均值同比下降8.6%；SO₂、NO₂和CO的浓度均值同比持平。因此，这两

年该产业园区所在区域的环境空气质量整体呈下滑趋势，空气质量有所退步，园区内PM_{2.5}和PM₁₀浓度均明显升高，然而特征污染物O₃浓度下降，较2022年有所改善。

表1 2022–2023年产业园区空气质量同比变化情况

	特征污染物						综合指数
	PM _{2.5}	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	O ₃	CO	
2022年	34	50	9	24	162	1.1	3.72
2023年	37	57	9	24	148	1.1	3.82
同比变化率	8.8%	14%	0%	0%	-8.6%	0%	2.7%

三、产业园区空气污染影响因素

（一）受工业企业污染物排放直接影响

根据调查，该产业园区以先进装备制造、高端生物医药为主导产业，在这此产业中，涉及使用胶水、油漆、胶黏剂、涂料等原辅材料，采用胶装、涂布、印刷及喷涂等生产工艺时，均会不同程度有组织或无组织排放VOCs，而园区配套的供热锅炉则是SO₂、NO_x及颗粒物排放的主要污染源。产业园区内企业作业期间释放的废气污染物，不仅仅给周边的自然环境造成不良影响，同时也在产品的流通和原料的流转链条中亦排放出多种污染物。有多项研究表明，VOCs、SO₂及NO_x及是形成PM_{2.5}和O₃的重要前体物质。结合2.1中的分析数据可知，该园区空气质量受PM_{2.5}和O₃影响较大。与此同时，经调查发现，该园区内部分涉VOCs工业企业目前仍存在含VOCs原辅材料源头替代率低、生产过程全过程污染物治理不到位、废气收集末端治理效果不佳等问题。

（二）受道路交通移动源影响

道路交通移动源主要指的是在城市道路运输过程中，由于能源消耗（如燃油、天然气等）而产生的各种污染排放的交通工具，包括汽车、货车等。这些交通工具尤其是柴油货车在行驶过程燃料不完全燃烧时会排放出NO_x、SO₂、CO和颗粒物等多种污染物，大量研究表明，移动源产生的NO_x对夏季臭氧浓度贡献很高。现代物流作为该产业园区的辅助产业，使得物流车辆数量大幅增加，而园区内机动车数量一直呈快速增长趋势，导致机动车尾气污染日益严重，尤其在不利天气的影响下，大气污染物难以向外扩散。

（三）受城市扬尘影响

根据数据统计，该产业园区现有工业企业70多家，且产业规模仍在不断增长，工业密集度较高。近年来，随着经济的高速发展和政策的日益完善，该产业园区积极引进工业企业，多个建设项目同时进行，由于部分项目未在场内配备降尘设施、围挡上未安装喷淋设施、场内以及沿线的扬尘撒漏等，导致园区内多条道路的路面上存在大量的扬尘和积泥积土，并随着车辆经过扩散至空气中，造成严重的扬尘污染。

（四）受气象因素影响

岳阳市处在东亚季风气候区中，其气候特征表现出中亚热带

向北亚热带的过渡性质，属于湿润的亚热带季风气候。在夏秋两季，由于空气对流强度显著增强，加之台风外围下沉气流与副热带高压的共同作用，大气循环变得尤为强劲，不利于灰霾物质的积聚和化学反应的进行，从而减少了灰霾天气的出现。然而，冬春季节时情况则截然不同。此时，北方冷空气受到地形的阻隔，难以越过南岭，导致岳阳市降雨的频率和强度都大幅下降，加之冬季强烈的日光照射容易形成逆温层，同时地面风速的下降等因素均为灰霾的形成提供了有利条件^[6]。在多种因素的共同作用下，岳阳市在冬春季节极易出现灰霾天气。产业园区的灰霾现象与气象条件也密切相关，在冬春时节，由于逆温层的笼罩，大气层的扩散能力受限，加之工业污染源的连续排放，致使污染物不断累积，最终引发了严重的污染天气。

（五）产业园区环境管理水平的问题

尽管我国不遗余力地推广产业园区环保意识，并在其环境管理水平有所提升。即便如此，推进绿色产业园的建设目前仍然面临诸多挑战，尤其是在产业园区的管理职责分工、基础设施建设、园区小微站管理、环境监管能力上均存在一些问题，如在项目引进环节，园区常常过度关注收益，而将环境的制约因素和环境质量持续改善的要求抛诸脑后，甚至有些产业园区规划环评执行不力，一些产业园区在规划环评方面的执行力度不足，未能充分发挥规划环评的前置指导作用，导致经济形势展虽然展现出短暂的上升势头，但由此带来的环境空气质量问题也依然表现尤为突出。

四、产业园区大气污染防治对策

（一）加强工业污染源治理力度

为确保产业园区减污降排工作的有效推进，必须严格把关园区内建设项目的环评影响评价流程以及“三同时”制度的落实，从源头上遏制污染，实现对新建、扩建、改建项目污染物排放量的精确控制。针对涉 VOCs 工业企业，必须加速推进低 VOCs 含量原辅材料的源头替代进程，促进重点行业企业绿色转型发展。

对于新、改、扩建项目以及涉 VOCs 工业企业，必须严格按照要求安装 VOCs 净化设备，并在相对密闭室内进行，避免 VOCs 无组织排放。对现有的 VOCs 收集与治理设施进行全面评估，适时进行更换或升级改造，积极推广使用蓄热式热氧化（RTO）、催化热氧化（RCO）等高效的 VOCs 治理技术，逐渐取代光氧化、光催化、水喷淋等低效治理措施^[7]，以此来显著提升 VOCs 废气的收集效率、确保治理设施的同步高效运行，并增强污染物的去除率。

（二）加强道路交通移动源防控力度

为有效管控道路交通移动污染源，环保部门需联合交管部门不断强化源头管理措施，并持续专项实施道路监管与执法行动。针对进出产业园区的大型货车、工程运输车等应开展专项移动源执法行动，并加强跨部门联合监管机制，严查严控，即生态环境

部门负责监测取证，公安交管部门负责实施处罚，交通运输部门负责监督维修。狠抓造成道路扬尘及尾气超标车辆，对查获的抛、漏、滴、洒扬尘污染道路的车辆和尾气排放超标的车辆依法进行处罚。尤其在 O₃ 污染高发时期，应进一步加大路面检查力度，严厉惩处违反限行规定及超标排放等违法行为。此外，应积极推广机动车尾气净化装置的使用，并鼓励采用优质燃油，以降低机动车尾气中有害物质的排放量。

（三）加强扬尘污染防治力度

首先，需要加强施工扬尘的综合治理。建设单位需严格遵守《岳阳市扬尘污染防治条例》^[8]等相关规定，在项目施工期间，做好扬尘源及施工机械污染的防治工作，督促施工单位规范作业流程，确保扬尘在施工过程中得到有效治理，同时对来往运输车辆必须进行严格的覆盖和出入清洗工作。其次，需要加大道路扬尘的综合整治力度。相关部门应按需增加各区域路面的清洁设备以及保洁人员的投入，督促其严格执行“一冲洗、二清扫、三保洁”的标准化作业程序；针对扬尘污染严重区域，增加道路两旁洒水喷雾的降尘频率，保持道路的清洁，防止二次扬尘的产生。最后，严格落实露天禁烧工作方案，坚决禁止垃圾露天焚烧行为，在重大节日时期，适时发布禁止或限制燃放烟花爆竹的公告，以期减轻烟花爆竹燃放对环境空气质量造成的负面影响。

（四）加强空气质量精细化管控

强化与上级气象部门和生态环境部门的沟通协调机制，以便提前掌握气象条件的变化动态。在面临不利气象条件时，增加大气加密会商次数，从而提升污染天气预警预报的时效性和精确度，为迅速启动应对方案提供坚实的技术保障。同时，充分利用气象预警与预报信息，并依据《岳阳市重污染天气应急预案》的相关规定，综合考虑 AQI 数据、气象数据、重点大气污染源在线监测数据，预测污染发生强度、发展趋势、持续时间、影响范围等，按照预警等级，按程序报请市政府发布预警信息^[9]，并立即启动不利天气应对机制，确保不利气象条件下的应对措施得到有效落实。

（五）“规划 + 环保 + 安全 + 运维”一体化模式提升产业园区管理水平

一是依托环保管家专业知识，开展一连串业务，其中包括环保政策的详细阐释、环境质量监测与管控，以及环境品质的全面提升；二是打造集高新技术于一体的智能化产业集聚地，协助园区内企业实现智能化装备和系统的全面应用，整合物联网、海量数据等先进科技，促进一系列融合智能化、信息化、数字化、网络化特性的技术革新项目落地；三是增强对环境风险的管理控制程度，增强风险管控技巧与行为准则^[10]。对环境污染与安全隐患的审查与分析，统筹公共环境设施的规划、施工和管理流程。提升风险防控策略的综合融合层级，提高应急反应效率并增强系统整体效能，强化风险管理及应急预案方案的完整性及其间的互助配合作用；四是搭建合作共赢的运营维护管理框架，争取排污企

业与行业监管机构携手投资，打造自主运营的项目主体。全力推动服务业的扩展及细致入微的管理，因应园区内企业特殊要求，度身定制全方位运维方案，确保实现稳健而持续的快速扩张。

五、结束语

产业园区作为推动区域工业经济发展的关键引擎，其在大气污染的防治工作上显得尤为关键。本文以岳阳市某产业园区为研

究对象，针对该园区2022–2023年度空气质量状况及变化趋势进行简单分析。该产业园区空气质量状况整体呈下滑趋势，PM_{2.5}和O₃是影响该产业园区空气质量综合指数的主要污染物。与此同时，本文从涉VOCs工业企业、道路交通移动源、城市扬尘、气象因素及园区管理水平五个方面深入分析和讨论了工业园区空气污染的影响因素以及对应的空气污染防治措施，以期持续改善工业园区空气环境质量。

参考文献

[1] 国家发展改革委，科技部，国土资源部，住房城乡建设部，商务部，海关总署.《中国开发区审核公告目录》（2018年版）[OL]. 2019–08–10.

[2] 蔺尾燕，何静，祝婕，等. 米东工业园区大气污染物排放对乌鲁木齐市空气质量影响[J]. 新疆环境保护，2022，44(02): 9–15.

[3] 田金平，刘巍，臧娜，等. 中国生态工业园区发展现状与展望[J]. 生态学报，2016，36(22): 7323–7334.

[4] Wen Z, Hu Y, Lee J C, et al. Approaches and policies for promoting industrial park recycling transformation (IPRT) in China: Practices and lessons[J]. Journal of Cleaner Production, 2018, 172: 1370–1380.

[5] Yu F, Han F, Cui Z. Evolution of industrial symbiosis in an eco-industrial park in China[J]. Journal of Cleaner Production, 2015, 87: 339–347.

[6] 周刚，夏慧. 我国灰霾天气的成因分析及研究进展综述[J]. 广州化工，2013，41(12): 168–170.

[7] 刘嘉. VOCs污染现状及减排对策——以我国汽车喷涂行业为例[J]. 皮革制作与环保科技，2023，4(03): 112–113.

[8] 岳阳市生态环境局.《岳阳市扬尘污染防治条例》[OL]. 2019–11–26.

[9] 岳阳市人民政府.《岳阳市重污染天气应急预案》[OL]. 2020–12–19.

[10] 郭慧宇. 大气污染原因和环境监测治理技术探微[J]. 清洗世界，2022，38（6）：138–140.