

工业园区挥发性有机物治理技术选择与减排效益评估

张伟¹ 蒋红云²

1.杭州三赢人才集团有限公司 浙江 杭州 310013

2.浙江禾美环保技术有限公司 浙江 杭州 311100

【摘要】：本文聚焦工业园区挥发性有机物（VOCs）治理，剖析当前存在的排放源管控难、治理技术选型盲目、减排效益评估无统一标准等核心问题。通过梳理吸附法、催化燃烧法等主流治理技术的性能差异，结合园区产业特征与排放工况，提出贴合实际的技术选型策略，并构建涵盖环境、经济、社会效益的多维度减排效益评估体系。研究表明，科学适配治理技术、规范评估标准、强化运维管理，可有效破解治理瓶颈，提升VOCs治理效能，实现减排目标与园区高质量绿色发展的协同推进。

【关键词】：工业园区；挥发性有机物；治理技术；减排效益评估；VOCs管控

DOI:10.12417/2811-0528.26.12.030

引言

挥发性有机物（VOCs）作为工业园区主要大气污染物，不仅影响区域空气质量，还会诱发臭氧污染、危害人体健康，更是制约园区产业绿色转型与高质量发展的关键瓶颈。当前，我国工业园区VOCs排放来源复杂、管控难度大，治理工作面临技术选型不科学、减排效益评估不规范等突出问题，导致治理效能难以充分发挥。基于此，本文聚焦工业园区VOCs治理现存痛点，系统剖析排放管控难点、技术适配缺陷及评估体系短板，探索契合园区实际的治理技术选型策略与减排效益评估方法，为推动园区VOCs高效治理、实现生态与产业协同发展提供理论与实践支撑。

1 工业园区挥发性有机物治理现存问题剖析

1.1 工业园区VOCs排放源分布及管控难点

工业园区VOCs释放来源涉及化工、涂装、印刷、制药等诸多行业，点线面三类排放源相互交织。生产工艺反应与精馏分离环节占比高，储罐呼吸、物料装卸、设备密封点泄漏及废水处理曝气挥发构成无组织排放核心来源。排放强度随生产启停呈间歇波动，组分随原辅材料更换与工艺调整不断变迁，园区内企业规模与治理水准差异较大，中小企业源项识别存在缺失，LDAR检测落实欠缺，泄漏修复迟缓问题较为常见。固定监测站点覆盖范围较窄，走航监测无法实现全时段跟踪，无组织逸散溯源存在不小难度，源清单更新跟不上生产变动节奏，多源叠加造成管控范围模糊，差异化管控手段难以落实，源头减量与过程收集的协同管控模式仍有明显不足。

1.2 治理技术选型的盲目性及适配缺陷

工业园区在挥发性有机物治理过程中，普遍存在治理技术选型缺乏科学依据的问题，部分园区及企业未结合自身产业结

构、VOCs组分特征、排放浓度与排放工况开展系统性分析，直接照搬同类园区或行业通用治理工艺，导致技术路线与实际排放特征严重脱节。部分企业单纯以治理成本为核心导向选择技术方案，忽视废气浓度波动、组分复杂性及工况连续性对治理效果的影响，吸附、催化燃烧等技术在运行中难以达到设计去除效率^[1]。不同工艺间缺乏合理组合与梯级配置，单一技术难以应对多组分、低浓度或高湿度废气，出现治理设施运行不稳定、净化效率偏低、二次污染物产生等适配性问题，技术应用未能与园区精细化管控需求相匹配，整体治理效能难以充分发挥。

1.3 减排效益评估缺乏科学统一标准

工业园区挥发性有机物减排效益评估尚未形成覆盖全流程、多维度的统一技术规范，不同园区与企业采用的核算口径、监测方法、指标体系存在明显差异，减排量核算多依赖末端浓度折算，缺少对组分差异、工况波动、设施运行效率的动态修正^[2]。评估维度多局限于排放总量削减，未将臭氧生成潜势、健康风险、经济成本与环境协同效益纳入量化框架，监测点位布设、采样时段选择、数据质控流程缺乏统一约束，第三方评估机构执行尺度不一。部分园区仅依托离线监测数据开展核算，走航监测、在线溯源数据未形成标准化应用路径，毒性当量核算缺少本土物种数据库支撑，导致减排效益量化结果可比性不足，难以客观反映治理技术真实减排效能与环境改善贡献，也为园区治理技术优选、政策精准落地带来阻碍。

2 工业园区挥发性有机物治理技术选择与效益提升路径

2.1 不同类型VOCs治理技术的性能差异

吸附法依托多孔吸附材料的物理或化学吸附效能实现VOCs分离，活性炭、分子筛均为常用吸附材料，操作便捷且

适配中低浓度、大风量废气处理场景,吸附容量存在局限,需定期再生或更换,再生环节可能引发二次污染,高湿度、含颗粒物废气需提前开展预处理。吸收法利用 VOCs 与吸收剂的溶解度差异或化学反应达成分离,设备投入偏低、工艺完善,适用于高浓度、水溶性优良的 VOCs 处置,吸收剂消耗量较大,后续富液处理易诱发二次污染,难溶性 VOCs 处置效能欠佳。催化燃烧法利用催化剂促使 VOCs 低温氧化分解,能耗偏低且无二次污染,适配中低浓度、成分单一的废气,催化剂易受硫、磷等杂质影响而中毒,需定期更换且投入成本偏高。热力燃烧法无需催化剂,依托高温实现 VOCs 彻底分解,适用于高浓度、难降解废气,能耗偏高、设备投入较大,高温环境还可能产生二次污染。

2.2 贴合园区实际的治理技术选型策略

贴合园区实际的治理技术选型需紧密结合园区产业结构与污染排放特征,精准研判不同行业企业挥发性有机物的排放特性、排放时段及污染物组分,确保所选技术与园区实际治理需求高度契合^[3]。需依托园区现有环保设施基础,统筹考量治理技术的适配性、运维难度及能耗水平,避免技术与实际工况脱节导致治理失效。针对园区内涂装、印刷等行业的中低浓度挥发性有机物排放,可选用吸附浓缩-催化燃烧技术,适配间歇式排放工况,兼顾治理效率与运行成本;针对化工园区高浓度、难降解挥发性有机物,可采用蓄热式燃烧技术,强化污染物分解效果,适配连续稳定排放需求。同时需衔接园区环保管控要求,结合区域气候条件优化技术参数,确保治理技术在不同工况下均能稳定运行,实现挥发性有机物高效治理与园区可持续发展的协同推进。

参考文献:

- [1] 王世友.工业园区挥发性有机物减排措施的优化策略探讨[J].皮革制作与环保科技,2025,6(15):131-133.
- [2] 刘茜.挥发性有机物的污染现状与治理策略研究[J].化纤与纺织技术,2023,52(07):49-51.
- [3] 刘亚修,陈天力.工业园区挥发性有机物协同处置的环境准入制度改革探索与实践[J].化工管理,2023,(21):77-79.

2.3 减排效益精准评估及治理效能提升

减排效益精准评估需依托园区挥发性有机物排放监测体系,结合治理技术运行参数、污染物去除效果及园区产业排放基线,构建多维度评估体系,涵盖环境效益、经济效益与社会效益,摒弃单一指标评估模式。环境层面聚焦治理后挥发性有机物排放总量管控,结合特征污染物组分变化,研判对区域空气质量的改善作用,同时关注治理过程中二次污染物的产生与处置情况。经济层面重点考量治理技术的运行能耗、药剂消耗、设备运维等成本,结合资源回收利用潜力,评估技术应用的经济性与可持续性。治理效能提升需基于评估结果,针对性优化治理技术运行参数,完善设备运维管理制度,定期开展技术检修与升级改造,结合园区产业结构调整,优化治理工艺组合,强化监测预警能力,实现治理效能与减排效益的同步提升,确保治理工作长效稳定推进。同时建立治理设施运行台账与减排数据交叉核验机制,将评估结果纳入园区环保绩效考核体系,形成闭环管理。

3 结语

工业园区 VOCs 治理是推动产业绿色升级、守护区域空气质量的重要支撑,其成效直接关联生态环境质量与产业可持续发展。当前园区 VOCs 治理仍面临排放管控难度大、技术选型适配性不足、减排评估标准不统一等现实瓶颈,制约治理效能的充分释放。需立足园区产业特质与排放特征,科学甄选适配的治理技术,构建梯级组合工艺,破解技术与工况脱节难题;建立全流程、多维度减排评估体系,规范核算标准,强化数据支撑。通过技术选型精准化、评估体系规范化、治理运维精细化,推动 VOCs 治理提质增效,实现环境、经济与社会效益协同共赢,为工业园区高质量发展筑牢生态根基。