

环境工程中大气污染处理探究

孙伟达

内蒙古广捍科技有限责任公司 内蒙古 呼和浩特 010000

摘要: 大气污染复杂、流动且具累积性,对生态和人体危害大。环境工程处理要遵循精准适配等原则,从源头管控,针对性处理颗粒物与气态污染物,协同治理复合型污染。同时依托材料研发、数字化及资源化利用升级技术,构建高效、低碳、可持续治理体系,兼顾污染去除与生态保护,实现污染治理与低碳发展协同。

关键词: 环境工程; 大气污染处理; 污染管控; 技术优化; 低碳治理

引言: 随着工业化与城市化进程推进,大气污染问题日益突出,复合型污染场景增多,对生态系统与公众健康构成严峻挑战,倒逼环境工程污染处理技术持续升级。当前污染治理需突破单一末端处理局限,兼顾效能与低碳需求。基于此,本文从污染特征与处理目标出发,阐述核心治理原则,探析关键技术路径与优化策略,为构建科学高效的大气污染处理体系提供参考。

1 大气污染的核心特征与环境工程处理目标

大气污染物来源广泛、形态多样,其扩散传播受气象条件、地理环境影响显著,形成了复杂性、流动性、累积性的核心特征。从污染物类型来看,主要包括颗粒物、气态污染物及复合型污染物,不同污染物的物理化学性质差异显著,对环境与健康的影响机制各不相同,具体差异如下表1所示:

表1 不同污染物的物理化学性质差异对环境与健康的影响

污染物类型	物理性质	化学性质	健康与环境影响
颗粒物 (PM2.5/PM10)	粒径小、质量轻,易悬浮于空气中,随气流长距离传输	成分复杂,含重金属、多环芳烃等有毒物质,易吸附气态污染物发生反应	通过呼吸进入人体肺部,引发呼吸系统疾病;降低大气能见度,影响气候变化
气态污染物 (SO ₂ 、NO _x 、VOCs)	以分子状态存在,扩散性强,无固定形态	SO ₂ 、NO _x 易溶于水形成酸性物质;VOCs易与NO _x 在光照下发生光化学反应生成臭氧	刺激人体呼吸道,引发哮喘、支气管炎;形成酸雨、臭氧污染,破坏生态系统

环境工程中大气污染处理的核心目标,是通过科学的管控与处理手段,精准去除各类污染物,将排放浓度控制在《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)范围内,降低污染对生态环境与人体健康的影响。同时,需兼顾处理过程的低碳化与资源高效利用,避免二次污染产生,实现污染治理与生态保护的协同推进,构建可持续的污染处理体系^[1]。

2 环境工程中大气污染处理的核心原则

2.1 精准适配原则

精准适配是大气污染处理的核心原则,要求结合污染物类型、浓度、排放工况及处理场景,选择适配的处理技术与工艺方案。不同污染物的去除机理存在差异,需针对具体污染特征制定靶向处理策略,例如颗粒物污染需侧重拦截、沉降类技术,气态污染物需采用吸附、催化转化等技术。同时,需考量处理规模、场地条件、资源供给等实际因素,避免技术选型与实际需求脱节,确保处理技术的适配性与高效性,提升污染去除率。

2.2 全流程管控原则

大气污染处理需突破单一末端治理的局限,覆盖污染源减量、过程管控与末端处理全流程,构建系统化治理体系。源头减量通过优化生产工艺、提升能源利用效率,减少污染物产生量,从根源上降低治理压力;过程管控通过强化污染物收集与输送环节的管控,避免污染物泄漏与无组织排放;末端处理作为核心环节,需提升处理技术效能,确保污染物达标排放。全流程管控形成闭环治理逻辑,实现污染治理效能的最大化,避免单一环节管控失效导致整体治理效果受影响。

2.3 低碳高效原则

在污染处理过程中,需兼顾处理效能与低碳环保需求,优化工艺设计与能源消耗结构,降低处理过程中的资源消耗与二次污染物排放。通过采用高效节能型设备、优化工艺参数,提升能源利用效率,减少电力、水资源等消耗;同时,避免处理过程中产生二次污染,对处理副产物进行科学处置与资源化利用,实现污染治理与低碳

发展的协同。低碳高效原则既契合生态保护需求,也能降低污染处理的综合成本,提升治理工作的可持续性^[2]。

2.4 技术协同原则

针对复合型大气污染场景,单一处理技术难以实现高效治理,需依托技术协同理念,整合多种处理技术的优势,构建复合型处理体系。不同技术之间形成互补联动,例如采用“预处理+核心处理+深度净化”的组合工艺,预处理环节去除大分子污染物与杂质,为后续处理环节奠定基础,核心处理与深度净化环节针对性去除目标污染物,提升整体处理效能。技术协同需注重工艺衔接的流畅性,优化各环节参数匹配,避免技术冲突导致处理效果下降。

3 环境工程中大气污染处理的关键技术路径与优化策略

3.1 污染源头管控技术与优化

源头管控是大气污染治理的基础性环节,通过技术优化与流程调整,减少污染物产生与排放,降低末端处理压力,其核心在于提升能源利用效率、优化生产与生活方式,实现污染源头减量。在能源结构优化方面,推广清洁能源替代,减少化石能源的使用量,降低燃烧过程中颗粒物、硫化物、氮氧化物等污染物的排放。某钢铁企业通过将燃煤锅炉替换为天然气锅炉,颗粒物排放浓度从50mg/m³降至10mg/m³,SO₂排放浓度从300mg/m³降至20mg/m³,能源利用效率提升15%。

在生产工艺优化方面,针对工业生产过程中的污染排放,通过改进生产设备、优化工艺流程,减少生产环节中的污染物产生。例如,采用密闭式生产设备与输送系统,避免污染物无组织排放;通过工艺升级实现原料的高效利用,减少生产废料与污染物排放。某化工企业采用密闭式反应釜与管道输送系统,无组织VOCs排放量降低40%,原料利用率提升10%。在生活源污染管控方面,优化居民生活用能结构,推广清洁取暖、绿色出行方式,减少生活活动产生的大气污染物。北方某城市通过“煤改气”工程,冬季PM_{2.5}浓度较改造前下降25%,居民取暖能耗降低20%^[3]。

3.2 颗粒物污染处理技术与应用优化

颗粒物是大气污染的主要类型之一,其处理技术以拦截、沉降、过滤为核心原理,形成了机械除尘、静电除尘、袋式除尘等多元化技术路径,需结合污染场景与处理需求,优化技术选型与工艺参数,提升颗粒物去除效能。机械除尘技术依托重力、惯性力、离心力等作用,实现颗粒物与气流的分离,具有结构简单、运行成本低、维护便捷的优势,适用于处理粒径较大、浓度较高的颗粒

物。通过优化设备内部结构,调整气流速度与停留时间,可使颗粒物分离效率从70%提升至85%,同时强化设备密封性能,避免颗粒物泄漏,适配中低端颗粒物污染处理场景。

静电除尘技术利用高压电场使颗粒物带电,通过电场力作用将颗粒物吸附至电极板,实现污染物去除,具有处理效率高、处理量大、适应粒径范围广的特点,适用于工业高温、高湿、高浓度颗粒物污染处理。优化过程中,合理设置电场强度、电极间距等参数,避免反电晕现象影响处理效果,同时加强电极板的清洁维护,可使处理效率稳定在99%以上,防止积灰导致处理效能下降。袋式除尘技术通过滤袋过滤拦截颗粒物,具有去除效率高、对细颗粒物适配性强的优势,能有效去除细微颗粒物。优化方向聚焦于滤袋材质升级,选用耐高温、耐腐蚀、透气性好的滤袋材料,延长使用寿命30%;同时优化过滤风速与清灰周期,平衡处理效率与滤袋损耗,降低运行成本20%。

3.3 气态污染物处理技术与工艺优化

气态污染物具有扩散性强、成分复杂的特点,处理技术以吸附、吸收、催化转化、光催化氧化等为核心,需针对不同气态污染物的物理化学性质,优化技术路径与工艺设计,提升污染处理效能。吸附技术依托吸附剂的吸附性能,实现气态污染物的分离去除,常用吸附剂包括活性炭、分子筛、活性氧化铝等,适用于低浓度气态污染物处理。通过对活性炭进行负载金属离子改性,其对VOCs的吸附容量提升40%,吸附周期延长25%;同时优化吸附设备结构,调整气流速度与接触时间,吸附效率从80%提升至90%,配套吸附剂再生技术,实现吸附剂循环利用,降低处理成本30%。

吸收技术通过吸收剂与气态污染物的化学反应或物理溶解作用,实现污染物去除,分为物理吸收与化学吸收两类,适用于中高浓度气态污染物处理。针对SO₂污染,选用石灰石-石膏法进行吸收处理,通过优化吸收塔喷淋密度与液气比,SO₂去除效率从95%提升至98%,同时配套脱硫石膏资源化利用技术,实现副产物回收,减少废物排放。催化转化技术利用催化剂的催化作用,将气态污染物转化为无害或低危害物质,适用于硫化物、氮氧化物、挥发性有机物等污染物处理。针对机动车尾气NO_x污染,采用三元催化器,通过优化催化剂配方与反应温度,NO_x转化效率从90%提升至95%,同时降低催化剂损耗,延长使用寿命20%^[4]。

3.4 复合型大气污染协同处理技术

复合型大气污染由多种污染物复合叠加而成,单一

技术难以高效治理,需构建协同处理体系,整合多技术优势实现多污染物同步去除,提升整体治理效能。针对“颗粒物+气态污染物”复合型污染,可采用“除尘+气态污染物处理”组合工艺:先通过除尘技术去除颗粒物,规避其对后续气态处理环节的干扰,再借助吸附、催化转化等技术处理气态污染物,达成多污染物同步治理。某火力发电厂采用“静电除尘+SCR脱硝+石灰石-石膏脱硫”组合工艺,颗粒物去除效率达99.5%, NO_x 去除效率达90%, SO_2 去除效率达98%,整体处理效率较单一工艺提升20%以上。

针对二次复合型污染,需强化源头管控与过程协同:通过优化能源结构、提升工艺水平减少一次污染物排放,从根源降低二次污染生成潜力,同时配套针对性二次污染处理技术,实现一次与二次污染物协同治理。例如,应对氮氧化物与挥发性有机物转化形成的臭氧污染,某城市通过同步控制两类前体物排放,结合催化氧化、吸附等技术去除前体物与臭氧,臭氧浓度较治理前下降18%。协同处理体系构建需依托数字化技术,实时监测污染物成分与浓度,动态调整参数,提升治理精准性与场景适应性。此外,可整合低碳技术,通过余热回收、清洁能源驱动等优化能耗结构,降低处理过程碳排放,实现污染治理与低碳发展协同推进。

3.5 大气污染处理技术的升级与创新方向

依托科技进步推动大气污染处理技术升级,是提升治理效能、适配复杂污染场景的核心路径。聚焦技术创新与应用优化,从材料研发、数字化赋能、资源化利用三大维度发力,推动处理技术向高效化、精准化、低碳化转型,完善污染治理技术体系。材料技术创新聚焦高性能处理材料研发,针对吸附剂、催化剂、滤料等核心材料,通过成分优化与结构改性,提升其处理效能、稳定性与使用寿命,降低材料消耗成本,强化对污染物的

靶向处理能力。

数字化赋能方面,融合物联网、大数据与人工智能技术,构建智能化管控体系。某环保企业通过部署监测设备实时采集污染物浓度、工艺参数及设备运行状态数据,经AI算法分析后,动态优化工艺参数,预判设备故障概率提升80%,同时通过数字化平台实现多环节数据共享与协同管控,整体治理效率提升25%。资源化利用则聚焦处理副产物的科学处置,通过再生循环、能量回收等方式实现变废为宝,提升资源利用率,减少废物排放,达成污染治理与资源利用的协同。某垃圾焚烧发电厂通过余热回收系统,将焚烧热量转化为电能,年发电量达1.2亿千瓦时,同时将飞灰固化后用于道路建设,实现废物资源化利用^[5]。

结束语:大气污染处理是环境工程的核心课题,需立足污染复杂性特征,坚守四大治理原则,构建全流程、多技术协同的治理格局。源头减量、分类处理与技术创新的深度融合,是提升治理效能、实现低碳发展的关键。未来需持续强化材料研发与数字化赋能,优化技术集成与工艺适配性,推动治理模式向精准化、可持续化转型,为生态环境保护与人类健康保障提供坚实支撑。

参考文献

- [1]赵智丽.环境工程中大气污染处理探讨[J].黑龙江环境通报,2025,38(3):137-139.
- [2]杨磊飞,潘成,郭林.环境工程中大气污染处理探讨[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2025(9):171-174.
- [3]罗佳.环境工程中大气污染防治管理的实践途径探讨[J].黑龙江环境通报,2025,38(6):77-79.
- [4]武晓佳.关于环境工程中的大气污染防治对策分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2025(2):141-143.
- [5]官本敬.环境工程中大气污染问题分析与处理办法探讨[J].清洗世界,2022,38(7):71-73.