

环境工程中大气污染防治管理对策分析

沈艳 胡娟

湖南九畴环境科技有限公司

摘要：大气污染已成为当前环境工程领域亟需解决的重大问题。本研究聚焦环境工程中大气污染防治管理的关键策略，探讨了污染源头控制、过程管理优化以及末端治理技术创新等方面的具体措施，通过分析国内外先进经验结合实际案例，提出了一套系统化、可操作的大气污染防治管理对策，研究表明，多维度、全过程的综合治理模式能有效提升大气污染防治效果，为改善空气质量、保障公众健康提供重要支撑。

关键词：环境工程；大气污染；防治管理；对策分析

引言

随着工业化和城市化进程的加速，大气污染问题日益严峻，已对生态环境和人类健康构成严重威胁。环境工程领域面临着巨大挑战，亟需建立健全的大气污染防治管理体系，本研究旨在系统分析大气污染防治管理的关键环节，探讨有效的治理对策，为决策者和管理者提供参考依据，通过梳理国内外相关研究成果结合实际案例分析，深入探讨了污染源头控制、过程管理优化和末端治理技术创新等方面的具体措施，希望为大气污染防治工作提供新的思路和方法。

一、污染源头控制策略

（一）产业结构调整与优化

产业结构调整与优化是大气污染防治的关键环节，通过优化产业布局淘汰落后产能，推动高耗能、高排放企业转型升级，可从根本上减少污染物排放。具体措施包括：制定严格的产业准入标准，严控高污染项目审批；推动传统制造业向高新技术产业转型，鼓励发展低碳、环保产业；实施差别化能源、用地、税收等政策，引导产业结构向清洁化、低碳化方向发展；建立产业园区集中管理模式，实现资源共享和污染集中处理；推广循环经济理念，构建产业生态链，实现废弃物资源化利用，加强区域产业协同发展，避免污染转移和产能过剩，通过科学规划和系统治理逐步形成绿色、低碳、环保的产业结构，从源头减少大气污染物排放。

（二）清洁能源利用与推广

清洁能源的广泛应用是改善空气质量的重要途径，推广清洁能源使用需要从多个层面同步推进，形成全方位、多领域的系统性解决方案。在能源生产端需加大对风能、太阳能、核能、地热能等可再生能源的开发力度，通过技术创新提高清洁能源的转换效率和经

济性，逐步提高清洁能源在能源结构中的占比，完善电网基础设施，提高可再生能源的并网和消纳能力，解决清洁能源发电的间歇性和不稳定性问题，在能源消费端大力推广天然气、电力等清洁能源替代煤炭，实施煤改气、煤改电工程，降低煤炭消费比重。在交通领域加快新能源汽车的推广应用，完善充电基础设施建设，发展氢能源汽车技术，减少传统燃油车辆的尾气排放。在工业领域推进工业锅炉的清洁能源改造，实施热电联产项目，提高能源利用效率。在建筑领域推广绿色建筑理念，发展分布式能源系统如屋顶光伏发电、地源热泵等，实现建筑能耗的清洁化和低碳化，加强清洁能源技术研发，提高能源利用效率，完善相关政策法规和激励机制，为清洁能源推广创造有利条件。

（三）绿色生产技术研发与应用

绿色生产技术的研发与应用是实现污染源头控制的重要手段，在工业领域重点推进清洁生产技术创新，开发高效、低耗、低排放的生产工艺，如膜分离技术、超临界流体技术、生物催化技术等；研发先进的废气处理技术、吸附处理技术、催化燃烧处理技术、蓄热式有机废气焚烧技术、生物滤池技术等；推广智能制造技术，实现生产过程的精细化管控，降低能耗和物料损耗。在农业领域发展生态种植技术，减少农药化肥使用，控制农业源污染物排放；推广秸秆综合利用技术，减少秸秆焚烧造成的大气污染。在建筑领域研发新型环保建材，推广装配式建筑技术，减少施工扬尘，加强产学研合作，建立绿色技术创新平台，推动科技成果转化；完善绿色技术标准体系，建立技术评估和推广机制；加大财政支持力度，鼓励企业采用先进环保技术^[1]。

二、过程管理优化措施

(一) 排放标准制定与实施

排放标准的科学制定和严格实施是大气污染防治过程管理的核心，制定排放标准时，需综合考虑污染物特性、环境容量、技术可行性和经济承受能力等因素，采用阶梯式标准制定方法，逐步提高排放要求，引导企业持续改进，重点关注细颗粒物（PM_{2.5}）、挥发性有机物（VOCs）、氮氧化物（NO_x）等关键污染物，制定差异化、精细化的排放限值。建立健全标准实施的配套措施，完善法律法规体系，明确违规处罚措施；建立企业自行监测和信息公开制度，强化社会监督；构建政府监管、第三方评估和企业自律相结合的多元监管体系；开展标准实施效果评估，及时优化调整，在标准执行过程中采用先进的在线监测技术，实现污染源排放实时监控；利用大数据分析，识别超标排放行为，实现精准执法，通过科学合理的排放标准和有效的实施机制推动企业主动采用先进治理技术，不断提升污染防治水平^[2]。

(二) 监测网络建设与数据分析

构建完善的大气环境监测网络是实现精准管控的基础，监测网络建设应遵循全面覆盖、科学布点、数据共享的原则。在空间布局上，结合大气污染物传输特征和区域气象条件，优化监测点位布设；在监测指标上除常规污染物外，加强对 VOCs、重金属等特征污染物的监测；在监测频次上实现高时空分辨率的连续监测，采用多元化监测手段如地面站点、走航监测、卫星遥感等，实现立体化监测，建立质量保证和质量控制（QA/QC）体系，确保监测数据的准确性和可靠性。在此基础上运用先进的数据分析技术，深入挖掘监测数据的价值，利用人工智能算法，建立污染物浓度预测模型，实现空气质量的精准预报；运用源解析技术，识别主要污染来源及其贡献率；结合气象条件分析，揭示污染形成机理；建立污染传输模型，实现区域协同治理，通过大数据分析为制定科学的防治策略、评估治理效果提供数据支撑，实现大气污染防治的精细化管理和动态优化^[3]。

三、末端治理技术创新

(一) 大气污染物脱除技术研究

1. 颗粒物污染控制技术优化

颗粒物污染控制技术的优化是大气污染物脱除研究的重要方向，针对静电除尘技术，重点开发新型高压电源如脉冲电源和高频电源，提高电晕放电强度和均匀性，增强颗粒物的荷电效率。研究电极结构优化设计如采用多针尖放电电极和宽幅集尘极，扩大有效除

尘区域，提高捕集效率，对于袋式除尘技术，着重研发耐高温、抗腐蚀的新型过滤材料，如聚苯硫醚（PPS）纤维、聚四氟乙烯（PTFE）覆膜滤料等，提高滤袋的使用寿命和过滤效率，开发智能脉冲清灰系统，根据滤袋两侧的压差自动调节清灰频率和强度，延长滤袋使用周期，降低能耗。在湿式除尘技术方面重点开发低阻力、高效率的除尘装置，如旋流板脱硫除尘一体化装置、湿式静电除尘器等，优化喷淋系统设计，提高液滴与颗粒物的碰撞效率，特别是针对 PM_{2.5} 等细颗粒物的去除，研究新型除尘剂如纳米级泡沫剂，增强对微细粒子的捕集能力，通过这些技术优化显著提高颗粒物污染控制的效率和经济性。

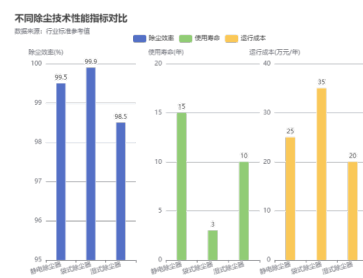


图 1 不同除尘技术性能指标对比

2. 气态污染物脱除技术创新

针对气态污染物的脱除，重点开发高效、低能耗的新型技术。在吸附技术方面研究新型多孔材料，如金属有机框架（MOFs）、石墨烯基复合材料等，利用其高比表面积和可调节的孔道结构，提高对 VOCs 的吸附容量和选择性，开发吸附-催化一体化材料，实现 VOCs 的原位降解，延长吸附剂使用寿命，针对脱硫脱硝技术，重点优化选择性催化还原（SCR）工艺，开发低温 SCR 催化剂，拓展 SCR 的适用温度范围，减少能耗，研究协同脱除技术如活性炭协同脱硫脱硝、臭氧氧化协同脱硫等，提高多种污染物的同步去除效率。研究光催化技术作为气态污染物脱除的创新方法，重点开发可见光响应的新型光催化剂。通过材料设计和表面改性如开发掺杂或复合的二氧化钛、氮化碳等材料，提高量子效率，扩大对可见光的吸收范围，这些先进催化剂能够在温和条件下同时降解 VOCs 和 NO_x，实现多种污染物的协同去除，加强对脱除过程中副产物的处理研究如开发 SCR 废催化剂的再生技术，延长催化剂使用寿命，降低处理成本。

(二) 新型过滤材料开发与应用

新型过滤材料的开发是提升大气污染物去除效率的重要途径，研究重点包括高性能纤维材料、纳米材料和复合材料等。在纤维材料方面，开发超细纤维、

纳米纤维等高比表面积材料，提高过滤效率；研究功能化纤维如抗菌纤维、催化纤维等，赋予过滤材料多功能特性。在纳米材料领域开发石墨烯、碳纳米管等新型碳材料，利用其独特的物理化学性质，提高对特定污染物的吸附能力；研究纳米金属氧化物如纳米二氧化钛、纳米氧化锌等，增强材料的光催化性能。在复合材料方面开发纤维-纳米复合材料、有机-无机杂化材料等，实现多重功能的协同作用，重点研究材料的孔隙结构设计、表面改性技术，优化材料的吸附性能、选择性和再生能力，关注材料的长效性、稳定性和成本等工程应用问题，开发大规模生产工艺，推动新材料的产业化应用，通过新型过滤材料的开发与应用不断提高大气污染物的处理效率，为末端治理技术的升级换代提供物质基础。

（三）智能化治理设备研制与推广

智能化治理设备的研制是实现精准治污、提高治理效率的重要手段。研发重点包括智能监测、智能控制和智能维护等方面。在智能监测方面，开发高精度、多参数的在线监测系统，实现污染物浓度、温度、压力等参数的实时监测；研制微型化、集成化的传感器，提高监测的时空分辨率。在智能控制方面开发基于人工智能的控制系统，实现治理设备的自适应调节；研究多目标优化算法，在保证治理效果的实现能耗和药剂消耗的最小化。在智能维护方面开发设备故障预测和诊断系统，实现预防性维护；研制远程监控和操作系统，提高设备管理效率，注重设备的模块化设计，提高系统的灵活性和可扩展性；开发数据分析和可视化平台，为设备运行优化和决策支持提供依据，通过智能化治理设备的研制与推广实现大气污染防治的精细化管理，提高治理的经济性和可靠性^[4]。

四、大气污染防治管理的典型案例分析

（一）工业园区综合治理成效

某沿海工业园区通过实施系统化的大气污染防治措施而取得显著成效，园区管理部门首先对区内企业展开全面调查评估，建立污染源清单并且制定分类治理方案，在源头控制方面园区推动传统制造业转型升级积极引进环保技术企业，建设集中供热中心以替代分散锅炉，成功实现能源梯级利用，在过程管理方面园区建立起智能化环境监控平台布设空气质量自动监测站，对重点排污企业安装在线监测设备，实现数据实时传输与分析。同时园区大力推广清洁生产技术，通过工艺改进和设备升级显著降低挥发性有机物排放，在末端治理方面园区统筹规划建设集中式废气处

理设施，采用“预处理加深度处理”的技术路线，建立区域应急联动机制，经过三年综合治理，园区主要污染物排放量降低百分之六十以上，空气质量明显改善，形成政府主导和企业主体以及多方协同的污染防治新模式^[5]。

（二）城市交通污染治理经验

该特大城市针对机动车尾气污染问题积极采取系统化治理方案。在源头管控方面通过完善公共交通网络建设并且推广新能源汽车，有效降低传统燃油车使用量，同时建立分区域分时段的管理制度，在重点区域设置低排放区实施严格的机动车排放检测，在基础设施建设方面加快充电桩布局与建设，在公交站点周边积极建设自行车道和步行系统成功打造绿色出行环境，通过建设智能交通管理系统，优化信号配时方案，有效提高道路通行效率，减少机动车怠速排放。

针对重污染天气，城市制定应急预案，采取机动车限行等措施，在持续治理下城市机动车污染物排放总量显著降低，空气质量达标天数大幅增加，为其他城市提供可借鉴的经验，治理过程中，城市注重发挥市场机制作用，通过经济政策引导居民选择绿色出行方式，如对新能源汽车给予购置补贴和停车费优惠等，推动形成全社会共同参与的大气污染防治格局。

结束语

大气污染防治是一项长期而艰巨的任务，需要环境工程领域不断创新和突破。通过源头控制、过程管理和末端治理的全方位、多层次治理策略，可有效提升大气污染防治效果，未来应进一步加强跨学科、跨领域合作，持续推进技术创新和管理优化，深化产学研合作，完善法律法规体系，提高公众环保意识，加强国际交流与合作，共同应对全球大气污染挑战，为构建清洁、健康、可持续的大气环境贡献力量。

参考文献

- [1] 陈延勇. 环境工程中的大气污染防治管理对策研究 [J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5(16): 47-48+51.
- [2] 林中山, 宋丽霞. 环境工程中的大气污染防治管理对策研究 [J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5(02): 25-27.
- [3] 陈庆芳. 环境工程中大气污染防治管理分析 [J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 4(17): 70-72.
- [4] 蒋曼诺. 环境工程中大气污染防治管理分析 [J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 4(13): 140-142.
- [5] 唐琼. 环境工程中大气污染防治管理对策分析 [J]. 科技视界, 2023, (17): 21-23.