

环境工程中大气污染处理措施研究

李小刚

吕梁市生态环境局柳林分局

DOI:10.32629/pe.v3i6.18039

[摘要] 大气污染属于全球性的生态环境难题,给人类健康、生态系统稳定以及社会经济的可持续发展带来极大危害。环境工程作为治理大气污染的关键技术领域,把多学科理论同工程实际融合起来,创建了各种不同的污染控制体系。本文全面剖析了大气污染处理的意义,在我国当前的大气污染物排放特性,所采用的技术和监管情况等方面展开讨论,并从技术创新层面、政策保障角度、协同管理三个维度给出具体的处理措施。经研究发现,只有做到技术研发与制度建设并举、源头防控和末端治理相结合,才可能达成大气环境品质逐步改善的目的,从而给生态文明营造给予有力支持。

[关键词] 环境工程; 大气污染; 处理措施

中图分类号: P642.5 **文献标识码:** A

Research on air pollution treatment measures in environmental engineering

Xiaogang Li

LiulinBranch of LüliangMunicipal Bureau of Ecology and Environment

[Abstract] Atmospheric pollution constitutes a global ecological challenge that severely impacts human health, ecosystem stability, and sustainable socio-economic development. As a pivotal field in air pollution control, environmental engineering integrates multidisciplinary theories with practical engineering solutions to establish diverse pollution control systems. This paper comprehensively analyzes the significance of air pollution treatment, examines China's current emission characteristics, applied technologies, and regulatory frameworks, and proposes concrete countermeasures from three dimensions: technological innovation, policy safeguards, and collaborative management. Research findings indicate that only through coordinated efforts in technological development and institutional construction, combined with source prevention and end-of-pipe treatment, can we achieve gradual improvement in air quality. This approach will provide robust support for building an ecological civilization.

[Key words] environmental engineering; air pollution; treatment measures

工业化进程加快,城镇化快速推进,大气污染物排放量不断上升,雾霾,酸雨,臭氧污染等环境问题频发,成为制约经济社会可持续发展的主要障碍,威胁人类呼吸系统和心血管健康,土壤退化,水体生态失衡,气候异常等连锁反应,对生态系统稳定性造成严峻挑战。“减污降碳协同增效”理念引领现代环境工程技术发展方向,其本质是整合先进治理理论和创新技术手段,破解空气污染难题。深入研究环境工程领域大气污染防治技术路径及其实际应用效果,既助力生态文明建设战略目标实现,也为维护公众健康权益提供科学依据,为全球空气质量改善贡献中国智慧与中国方案。

1 环境工程中大气污染处理的理论概述

1.1 核心理论基础

环境工程行业在大气污染防治理论搭建上以跨学科整合为

关键特色,创建起涵盖多领域的知识体系,它把“源头削减—过程控制—末端治理”的全生命周期管控理念当作核心支撑架构。目标在于达成减排量和污染物浓度水平双约束的效果,以“可持续发展”思想作为价值引导。污染治理需要兼顾资源高效利用、经济增长诉求和生态维护功能,并避开传统模式中的低效风险,“环境承载力”概念还圈定了技术实施的空间边界。即所有污染治理皆需依照生态系统自净水平规定范围,要在准确估测区域环境容量的基础上,制定不同情况的调控方案,从而保证污染防治策略做到既精准又科学^[1]。

1.2 技术原理框架

大气污染防治技术体系按照“分类管控、协同治理”的基本原则,构建起多层技术架构,在源头控制环节依靠清洁能源替代和清洁生产理念,通过改善能源结构、改良工艺流程达成减排

目标。推广新能源应用以替代传统化石燃料,利用先进制造模式推动工业绿色转型等策略,过程调控着重对污染源排放节点实施精准干预,通过改良燃烧设备性能、提升反应条件等手段削减废气中有害物质浓度。分段燃烧技术和循环流化床工艺的应用属于典型方法。末端处理主要根据污染物的物理化学特性,综合运用分离浓缩、催化转化、吸附过滤等多种手段完成高效清除任务,烟尘捕集,二氧化硫脱除,氮氧化物还原,挥发性有机化合物净化等范畴均被涵盖在内,部分技术已达到国际领先水平,脱硫效率稳定维持在95%以上,VOCs去除率更是高达98%左右。

1.3 学科交叉融合机制

大气污染防治理论体系要想完善,就要依靠多学科交叉融合的协同方式,环境化学是基本支撑,深入了解二氧化硫、氮氧化物等主要污染物的产生机理以及它们的迁移规律。生态学、微生物学推动生物净化技术的发展,助推广阔微藻降解、根系吸收等绿色修复手段的应用。工程技术保证各类治理方法具有工程上可实际操作的可能性,保障相关设施稳定高效地运行,医学和公共卫生研究经由对人类健康影响的评价来验证污染防治的作用。探寻其对公众健康的潜在效应路径,这样的跨学科合作模式既表现在学术交流上,也经由产学研相融合的平台使科研成果得以转化,利用人工智能算法构建集成化气溶胶监测装置,并兼具实时数据收集和毒性分析能力^[2]。

2 我国大气污染处理的现状分析

2.1 大气污染排放特性与来源分析

当前我国大气污染具有“复合型、区域性、阶段性”特征,污染物来源复杂。从污染物类型看,PM_{2.5}、O₃、SO₂、NO_x、VOCs是主要控制对象,其中PM_{2.5}和O₃污染协同防控成为当前重点难点问题,夏季O₃污染超标天数占比逐年上升,部分地区甚至超过30%;从排放源头分析,工业生产是核心污染源,钢铁、水泥、化工等行业燃煤锅炉、工业窑炉排放占比较高,仅钢铁行业SO₂排放量就占工业总排放量的25%,交通运输领域机动车尾气排放中柴油货车、非道路移动机械污染贡献持续增加,柴油货车NO_x排放量占机动车总排放量的70%;城乡面源污染如秸秆焚烧、建筑扬尘、餐饮油烟等也不容小觑,每年夏收秋收季节,秸秆焚烧导致局部地区PM_{2.5}浓度单日可升高数倍。区域间污染物传输造成的跨界污染问题逐渐突出,京津冀及周边地区污染物跨区传输贡献率可达20%-30%,给区域联防联控造成极大困难^[3]。

2.2 大气污染治理技术应用研究进展

我国已经形成“源头防控-过程控制-末端治理”的全链条大气污染处理技术体系,在末端治理技术层面,燃煤电厂、钢铁企业等重点行业普遍采用脱硫、脱硝、除尘之类的先进技术,石灰石-石膏湿法脱硫,选择性催化还原(SCR)脱硝,电袋复合除尘这些成熟的技术被广泛使用以后,重点行业的SO₂、NO_x和烟尘排放浓度分别降至35mg/m³、50mg/m³和10mg/m³之下,达到了国际先进水准,在源头减排技术上,清洁能源替代进程加速推进,2023年,我国可再生能源发电量占比达28.8%,太阳能和风能装机容量都是世界第一,工业领域的节能改造以及高效燃烧技

术推广取得明显成果,重点工业企业单位产品能耗同2019年相比下降了10%。一些新型治理技术如低温等离子体技术、光催化氧化技术、膜分离技术等VOCs治理中的应用也越来越多,在某化工园区内采用吸附-催化燃烧联合技术处理VOCs,去除率可达95%以上。但是仍有一些高端的技术还存在着成本高、稳定性差等问题,比如低温等离子体技术的运行成本是传统技术的2-3倍,并且没有得到大规模的应用,技术装备智能化程度有待提高。

2.3 大气污染治理的政策监管现状

我国建立了较为完备的大气污染防治政策法规体系,以《中华人民共和国大气污染防治法》为统领,形成了以“大空蓝”等专项行动为重点的监管体系。强化环境监管力度,实施排污许可制度,实现了对全国39个重点行业的全面覆盖,累计发放超过三张许可证。通过实行环境影响评价制度和总量控制制度,在项目准入上严格控制污染物新增排放量。针对监测体系建设,建立了1436个国家环境空气质量监测站点构成的全国统一的监控网络,实现了对PM_{2.5}等六个指标实施每日实时动态监测,并结合卫星遥感、无人机巡查等信息技术手段形成了“地-天-空”三位一体监测格局。但仍有一些问题,区域监管协同不够好,省与省之间污染联防联控没彻底解决;中小企业环保合规意识缺乏,约三成小微偷排漏排,“有厂无人管”“有人无章可循”的情况仍然存在;部分地区执法强弱不均,一线执法人员装备水平及自身能力参差不齐,政策执行力精细度仍需加强^[4]。

3 环境工程中大气污染的高效处理措施

3.1 强化技术创新,构建全流程污染防控体系

技术创新是提升大气污染处理效能的关键,源头减排技术方面,加快能源结构调整步伐,加大风电、光伏等可再生能源应用力度,到2025年争取实现可再生资源发电量占比达30%以上目标,并推动工业窑炉超低排放改造及高效清洁燃烧技术研发使用情况,在此过程中鼓励企业利用天然气或氢气等清洁能源代替煤炭以从根本上削减污染物生成数量;在过程控制技术层面,则要研发推广有效工艺流程与设备来达成对工业生产过程中无组织性废气排放实施管控的目的,比如采用密闭式生产设备或者负压收集系统等方式减少污染物外泄可能性,对于重点行业来说还需创建起无组织排放监测平台并做到其能够将相关数据及时上传。末端治理技术上,着重突破低浓度VOCs治理、PM_{2.5}与O₃协同控制等关键技术难题,改良已有的脱硫、脱硝、除尘技术组合应用,研制高效协同治理设备;研发低成本、高稳定性的新式治理材料和设备,新型SCR脱硝催化剂使用寿命延长到6年以上,削减企业治理费用。加强产学研协作,创建国家级大气污染治理技术创新平台,加快技术成果快速转化,改进整个行业的治理水平。

3.2 完善政策保障与精细化监管机制构建

健全的政策体系是大气污染治理的重要保障,一方面要完善法律法规与标准体系,结合污染防治的新形势,修订和完善大气污染物排放标准,把VOCs、恶臭污染物等新型污染物纳入严格

管控范围,并制定重点行业超低排放改造的强制性标准,明确减排的时间表和路线图。另一方面加强监管执法和激励约束机制,推行“双随机、一公开”监管模式,运用大数据、卫星遥感等信息化手段提高监管精准度,对违法排污行为实施“按日计罚”、“查封扣押”等严厉处罚措施,建立企业环保信用评价体系,将评价结果与信贷、招投标等直接挂钩。同时建立市场化鼓励机制,完善排污权交易、碳排放权市场交易制度,扩大交易范围,到2025年重点行业全覆盖;实行绿色信贷政策和环保税优等措施,对提前完成减排目标的企业给予财政补贴,激励企业积极投身于大气污染治理工作当中,并且要使其成为“谁节能减排谁就获得实惠”的好环境。加强基层执法队伍建设,配齐执法装备,进行培训提升执法人员素质

3.3 促进协同治理,形成多元共治格局

大气污染的区域性、复合型特征决定治理工作要协同推进。区域层面,建立跨行政区域的大气污染联防联控机制,在京津冀、长三角和珠三角等地的交界处设立联合监测点和联合执法小组,并开展应急联动;统一区域内各地市对大气污染问题的研究规划目标与措施;出台并制定统一核算制度来规范处理污染物排放总量的问题,共同应对跨界污染难题。如在长三角地区建立了跨省环境执法联动机制,并且每年举行4次以上的联合行动以防止跨界污染的发生;产学研方面,加强学校、科研院所以及企业的联系互动,把研究重点放在解决当前关键技术上,创建集研发生产于一体的创新平台体系,加快先进技术工程化使用并推广应用到日常生活中去,支持相关公司加入国家的重大科学技术项目中去提高自身创新能力。在公众参与上,加强大气污染防治知识科普宣传力度,利用新媒体平台、社区讲座等形式普及环保知识,畅通群众监督渠道,设立污染举报奖励机制,鼓励公众通过环境公益诉讼、举报投诉等方式参与到环境污染治理中来;引导企业履行好自身的环境社会责任,主动公开自身所排放

的污染物信息并接受社会大众监督,在此基础上形成政府主导、企业主体以及社会共同参与的一种多元共治局面。

4 结束语

综上所述,大气污染治理是一场持久战,也是一项推进生态文明建设的重要工程。环境工程是大气污染物处理的技术核心,在源头防范、过程管控到末端处置的全过程当中不可或缺,经由对大气污染物处理的意义、现状及策略展开分析,本文明晰了技术创新,政策支持和联合整治的关键性。以后要不断地强化环境工程技术研究应用,健全政策监管机制,并把整个社会力量集结起来,坚持精准化治理,科学手段并用以及依法规范开展工作,才能慢慢地改善大气环境污染状况,让“蓝天更加湛蓝,空气变得更加清新的愿景得以达成”。从而给创建人与自然共生共荣的美好现代化局面给予有力支撑,促使经济和社会发展同生态保护相互促进,协调发展。

[参考文献]

- [1]覃柳妹,覃保林,黄奎贤,等.关于企业大气污染物排放量核算的探讨[J].皮革制作与环保科技,2024,5(24):37-38+41.
- [2]孙雪景,魏立明,王占华.基于OBE理念的高等工程教育课程体系研究——以“大气污染控制工程”为例[J].邢台职业技术学院学报,2024,41(06):18-22.
- [3]李喆.环境工程中大气污染处理技术研究[J].大众标准化,2022,(19):49-51.
- [4]吕婉婷,王林,常海斌.环境工程中大气污染处理技术的思考[J].皮革制作与环保科技,2021,2(04):45-46.

作者简介:

李小刚(1974--),男,汉族,山西省吕梁市柳林县人,本科,职称:中级工程师,从事环境监察工作,研究环境工程中大气污染治理。