

Exploration of Air Pollution Control Path under Carbon Neutrality Target

Huixian Pan

Shijiazhuang Air Pollution Prevention and Control Service Guarantee Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract

The proposal of carbon neutrality targets has injected new strategic directions into China's air pollution prevention and control work. While achieving greenhouse gas emissions reduction, promoting the systematic treatment of traditional pollutants has become the core task of current ecological environment management. Air pollution and carbon emissions have a high degree of coupling at the source, process, and end, and collaborative governance has become an important path to achieve green and low-carbon transformation. This article focuses on the evolution of the concept of air pollution prevention and control under the background of carbon neutrality, the emission reduction path of key industries, the optimization of regional joint prevention and control mechanisms, the integration and upgrading of governance technologies, and the systematic construction of institutional systems. It explores how to reshape the pollution control pattern, promote the continuous improvement of atmospheric environmental quality, achieve the dual enhancement of ecological and economic benefits, and provide theoretical support and practical reference for building a beautiful China, guided by the goal of carbon peak and carbon neutrality.

Keywords

carbon neutrality target; Air pollution; Collaborative governance; Technical path; Policy mechanism

碳中和目标下大气污染治理路径探索

潘惠贤

石家庄市大气污染防治服务保障中心, 中国·河北 石家庄 050000

摘要

碳中和目标的提出为我国大气污染防治工作注入了新的战略方向。在实现温室气体减排的同时,推动传统污染物的系统治理成为当前生态环境管理的核心任务。大气污染与碳排放源头、过程和末端具有高度耦合性,协同治理已成为实现绿色低碳转型的重要路径。本文聚焦于碳中和背景下大气污染防治理念的演化、重点行业的减排路径、区域联防联控机制的优化、治理技术的集成升级以及制度体系的系统构建,探讨如何以碳达峰碳中和目标为引领,重塑污染治理格局,推进大气环境质量持续改善,实现生态效益与经济效益的双重提升,为构建美丽中国提供理论支撑与实践借鉴。

关键词

碳中和目标; 大气污染; 协同治理; 技术路径; 政策机制

1 引言

在国家“双碳”战略深入推进的大背景下,大气污染防治已不再局限于传统的末端控制模式,而逐步向全过程、系统性和协同性转变。随着能源结构调整和绿色产业布局的不断深入,污染物和碳排放协同治理成为环境管理领域的重要趋势。相较以往单一控制模式,当前大气污染防治更强调从产业结构、能源利用、区域联动到政策制度等多维度入手,推进系统集成与治理创新。大气污染与碳排放的高度重叠要求治理路径具备更强的前瞻性和可持续性。因此,探讨碳中和目标导向下的大气污染防治路径,既是推动生态环境质量

改善的关键步骤,也是实现高质量发展的重要支撑。

2 碳中和目标下大气污染防治理念演进

2.1 推动污染防治从末端治理向源头控制转变

碳中和背景推动污染治理方式发生深层变化,逐渐从末端治理扩展到源头控制。通过清洁能源替代高碳能源,减少燃料燃烧过程中的污染物产生。在工业流程中强化清洁生产工艺,优化原料选择与设备配置,避免污染物在初期环节形成和积累。源头排查制度逐步细化,排放许可制度和污染源台账建设不断完善,为污染控制提供了制度支撑。治理重心前移,有助于打破“先排后治”的路径依赖,增强全过程环境管理效能。在项目审批、产业布局等前期环节融入环境约束要素,将污染防治要求前置,有效压缩污染释放空间,为实现高效低碳运行构建基础保障。

【作者简介】潘惠贤(1992-),女,中国河北石家庄人,硕士,工程师,从事大气污染防治研究。

2.2 促使污染减排与碳减排统筹融合

碳中和目标促进污染治理和碳减排在战略、技术与监管层面的融合趋势增强。污染物和温室气体常常来源于相同的燃料或生产过程,将两类治理目标相互结合,有利于资源集约使用和治理效益提升。在能源、交通、工业等排放重点行业,推广协同减排技术成为政策鼓励方向。管理体系中逐步建立涵盖多类型排放因子的清单体系,推动核算规则和数据平台协作对接。在评价标准中引入碳排控制因子,为项目设定多维绩效考核指标,促进企业一体化部署减排方案。从顶层设计到基层执行,协同思路贯穿治理全过程,使污染防治与碳排控制之间形成联动关系,提升环境治理的综合绩效 [1]。

3 碳中和目标下大气污染防治重点行业转型

3.1 能源行业清洁化进程促进污染物减排

能源系统作为碳排放与大气污染的核心领域,在碳中和推动下展开深度调整。清洁能源比重持续提升,风能、太阳能等非化石能源规模扩大,减少了高污染燃料的使用需求。煤电机组超低排放改造加速实施,推动烟气中二氧化硫、氮氧化物和颗粒物排放浓度持续下降。天然气、地热、生物质等低碳能源逐步替代传统能源,用能结构更加环保高效。在电力生产端推广热电联产、集中供能等模式,提高了能源利用率,降低了污染负荷。分布式能源、储能系统、智能电网等技术组合的推广应用,进一步促进终端排放控制和用能行为转变,增强了污染治理的源头控制能力。

3.2 交通领域绿色发展推动尾气污染治理

交通运输体系在碳中和驱动下实现绿色变革,减少了移动源污染物的总量排放。电动汽车市场持续扩张,逐步替代传统燃油车辆,降低了氮氧化物与碳氢化合物的排放水平。充电基础设施加快建设,提高了新能源车辆的使用便利性,扩大了低排放出行的覆盖范围。城市交通结构调整,推行公共交通优先与非机动车友好政策,减少了私车依赖和道路拥堵,提高了出行效率。交通运输方式优化带动多式联运体系建设,使货运排放降低。高标准燃油及尾气净化技术的实施加强了在用车排放控制能力,为城市空气质量改善提供持续保障。

4 碳中和目标下大气污染防治区域策略优化

4.1 强化重点区域污染防治与碳排管控联动

重点区域聚集大量高排放源,是大气污染与碳排放协同治理的关键地带。制定具有空间分辨力的减排清单,以重点行业和排放区域为切入点,压降污染物与碳排总量。重污染城市开展深度治理专项行动,在结构调整、交通管控、扬尘治理等方面实施差别化措施。能源消费总量控制与污染物排放限值相结合,引导区域发展朝低碳方向转型。通过构建污染物与碳排数据协同平台,提升政策调度、监管执法与治理评估的科学化水平。区域内部建立联合会商、信息互报、执法协作机制,提高跨区污染传输的响应能力,保障污染治

理和碳达峰双目标有序推进。

4.2 推动区域联防联控提升污染治理成效

区域联防联控是破解大气污染跨界传输问题的重要手段,对提升治理协同性与反应效率具有重要作用。构建跨区域排放源清单与应急响应机制,使污染溯源与联动管控具备科学依据。建立大气污染气象预报与污染扩散模拟系统,为区域决策提供技术支撑。跨地市环境执法联合机制强化政策落地,缩短治理响应周期。污染治理资金与治理任务联动分配,增强区域间政策协作意愿。地方政府之间通过经验交流、协作调研和目标共建,增强协作关系稳定性。联防联控不再局限于应急响应场景,而是延伸至常态治理环节,推动跨界污染问题实现闭环管理。

4.3 实施差异化治理路径适应区域污染特征

区域治理策略必须考虑污染源结构、气象条件与社会经济基础的差异,以提高治理精准度和资源使用效率。北方地区在采暖季节性污染高发阶段应加强燃煤替代与排放控制力度,南方地区则侧重交通密集型与工业复合型污染治理。中西部地区需以产业转型和环保基础设施建设为重点,提升环境承载能力。沿海与内陆城市在风速、湿度和扩散条件上存在差异,需针对性制定排放窗口期与减排强度要求。城市与农村在污染类型和治理手段上差异明显,应推动分类推进与统筹管理并行。通过建立环境功能分区与绩效考核挂钩机制,强化区域政策调控与生态保护协同匹配能力 [2]。

5 碳中和目标下大气污染防治技术体系升级

5.1 推广绿色低碳技术替代传统高排放工艺

碳中和要求下,大气污染防治亟需在技术体系上实现结构性升级,以绿色低碳技术取代传统高排放工艺成为技术演进的主线方向。各类产业逐步采用节能降耗型设备,通过引入电气化、非燃烧工艺、高效催化剂等技术,有效控制污染物排放源头。化工、钢铁、水泥等行业加速绿色改造进程,干法脱硫、低温脱硝、炉内超净燃烧等技术逐步取代传统湿法处理和高温燃烧方式。分布式能源与工业余热回收技术协同应用,减少能源浪费与二次污染。绿色工艺改造推动原料替代与流程优化,减少了挥发性有机物与粉尘颗粒的无组织排放。绿色技术创新不断拓展应用边界,为污染防治提供了系统解决方案,重塑了治理模式与路径逻辑。

5.2 提升末端治理装备效率与适应性水平

末端治理装备作为大气污染控制体系的重要支撑,其性能提升直接关系到治理成效与运行成本。当前高效电除尘器对粒径小于 10 微米颗粒物去除效率达到 98% 以上,静电与布袋组合装置适应不同工况,处理效率普遍提高 3 至 5 个百分点。脱硫设备中喷雾干燥塔与旋流塔技术集成后,二氧化硫去除率超过 95%,并实现副产物干排,减少二次污染。氮氧化物治理方面,选择性催化还原系统 NO_x 去除率稳定维持在 90% 左右,低氨逃逸的 SCR 系统广泛部署,有效缓

解氨气外逸问题。在挥发性有机物治理中,高温燃烧与等离子体组合技术有效率达到92%以上,适应性更强。末端装备向集约化、模块化和智能化方向演进,提高了多污染物综合治理能力,适应不同工况与季节的变化需求[3]。

5.3 构建污染物与碳排放协同监测体系

协同治理需要建立覆盖多类型排放因子的监测体系,实现污染物与碳排放的同步量化与动态追踪。在线监测技术不断升级,激光雷达与傅里叶变换红外光谱可实现20种以上气态污染物的精准识别,实时反映区域内污染分布状态。二氧化碳排放监测纳入重点行业监管清单,在线采集平台接入超40000个企业排放口数据,形成国家级数据调度网络。多参数监测设备可同步采集PM_{2.5}、SO₂、NO_x和CO₂数据,实现源项分析与质量响应模型联动。遥感技术与地面监测站结合,提高了区域污染追踪的空间精度与时间分辨率。数据中心依托大规模存储与智能算法,支撑决策预测与应急响应模型运行,提升污染治理调度精度与效能水平。

6 碳中和目标下大气污染防治政策机制构建

6.1 完善法律法规体系保障协同治理推进

在碳中和目标引导下,大气污染防治的法律法规体系正从要素管控向系统协同转变。立法内容逐渐覆盖温室气体与传统污染物双重治理目标,构建起排放标准、环境许可、责任追究相互配套的制度结构。固定污染源排放管理条例、碳排放核查办法、排污许可技术规范等制度逐步细化,实现了监管依据的规范化。治理责任分层设定,从中央到地方明确职责划分与绩效目标,增强政策执行力。执法制度注重全过程监管,从项目审批、建设施工到运营阶段实行动态审核与日常巡查相结合,提升违法行为查处的及时性。法律条款强调协同管控目标落实情况的评估要求,引导各级部门在政策执行过程中实施科学调度与动态调整,为治理机制稳定运行提供制度保障。

6.2 创新财政税收政策激励减排技术应用

财政税收政策在推动污染防治与碳减排协同中发挥着资源配置与激励导向的双重功能。专项资金支持政策向绿色装备研发、示范项目建设、高耗能行业转型等方向倾斜,构建全过程覆盖的财政支持体系。绿色信贷机制加强对污染控制类项目的融资支持,贷款利率和审批流程均得到优化,促进企业技术升级进程。税收政策方面,环境保护税改革推动

排放者付费原则落地,差别化税率设计增强减排行为的经济激励作用。部分地区实行碳排与污染物减排协同绩效挂钩财政奖励机制,将治理成效转化为资金返还与再投资能力。技术推广基金设立、设备购置补贴和技术成果转化补助等政策形式多样,降低企业绿色投资门槛,强化市场对治理成果的积极反馈[4]。

6.3 发挥碳交易机制助力污染物协同控制

碳交易机制作为市场化治理工具,为污染治理与减排提供灵活调节空间和成本最小化路径。在全国碳市场试点中,发电行业已纳入碳排总量配额体系,涉及排放配额超过40亿吨,占全国碳排放总量的三分之一以上。碳市场价格机制引导高排放企业通过购买配额或技术投资减少碳排,间接带动污染物减排同步实现。碳资产管理制度推进企业建立碳排数据核算与监测体系,提高排放管理精度与合规能力。碳金融产品如碳期货、碳基金正在逐步推出,为企业提供风险管理工具和融资通道。部分地区探索将污染物排放权交易与碳交易互联互通,建立双重配额系统,在提升市场活力的同时实现治理目标的最大协同。碳交易机制已成为污染治理体系中具有稳定预期与经济弹性的支撑力量。

7 结语

碳中和目标的提出为大气污染防治提供了战略引领和路径重塑的契机。实现减污与降碳协同,不仅需要理念上的更新,更依赖行业转型、区域统筹、技术革新与政策制度的系统协同。各领域在目标设定与路径实施中应强化融合思维,推动污染物与温室气体同步管控。通过构建高效、精准、集成的治理体系,可在保障生态环境质量改善的同时,为经济绿色低碳发展提供持久动力。未来大气污染防治将持续在碳中和框架下深化推进,走出一条科学、高效、可持续的协同治理新路径。

参考文献

- [1] 陈雪芬.新形势下环境工程中大气污染的危害和治理[J].石化技术,2025,32(06):391-393.
- [2] 李华福,郑星海.环境工程中大气污染的危害与治理路径探究[J].皮革制作与环保科技,2025,6(10):151-152+170.
- [3] 周健.新形势下环境工程中大气污染的危害和治理研究[J].中国资源综合利用,2024,42(12):197-199.
- [4] 王宁.“双碳”背景下的大气污染防治策略探析[J].化工管理,2024,(30):83-88.