

生态环保视域下的大气污染防治措施探究

郭静蕾

乌兰察布市生态环境局凉城县分局 内蒙古 乌兰察布 013750

摘要：生态视域下，大气污染防治转向“污染治理-生态保护-系统修复”协同模式。本文基于生态系统服务与协同治理理论，结合我国大气污染特征，从源头管控、过程治理、生态修复、区域协同四个维度构建防治体系，提出制度、技术、资金保障措施，为改善大气质量、实现“双碳”目标提供路径。

关键词：大气污染防治；生态环保；协同治理；绿色技术

引言：大气环境是生态系统重要部分，质量关乎生态安全与人类健康。我国大气污染治理虽取得阶段性成果，但仍面临PM_{2.5}浓度反弹、臭氧污染凸显、区域污染传输影响大等挑战。生态环保视域强调以生态系统整体性为核心，打破“末端治理”思维。当前我国处于产业结构与能源结构调整关键期，重点行业排放是主要污染源，部分地区生态破坏致大气自净力下降，构建科学防治措施意义重大。

1 生态环保视域下大气污染防治的理论基础

1.1 核心理论支撑

生态环保视域下的大气污染防治以生态学、环境科学与可持续发展理论为核心。生态学强调生态系统整体性与动态平衡，要求污染防治需兼顾环境要素间的相互作用，避免单一措施引发的生态链式反应。环境科学理论指出，大气污染是自然过程与人类活动共同作用的结果，需从污染源解析、传输路径模拟与受体影响评估三方面开展系统性研究。可持续发展理论则要求污染防治需平衡经济发展与环境保护，通过绿色技术革新与产业生态化转型，实现资源高效利用与污染低排放。三者共同构成大气污染防治的生态化理论框架，为治理措施设计提供科学依据。

1.2 大气污染与生态环境的互动机制

大气污染与生态环境通过物质循环与能量流动形成复杂互动关系。一方面，污染物排放直接破坏生态系统的物质平衡。例如，二氧化硫（SO₂）与氮氧化物

（NO_x）排放导致酸雨，改变土壤pH值，影响植物养分吸收与微生物活性；颗粒物（PM）沉积降低植物光合效率，抑制植被生长。另一方面，生态系统通过物理、化学与生物过程对污染物进行净化。植被叶片可吸附PM_{2.5}，减少其在大气中的停留时间；土壤微生物可分解有机污染物，降低其毒性；水体中的藻类与细菌通过代谢作用吸收氮、磷等污染物，缓解水体富营养化。生态环保视域下的污染防治需强化生态系统的自净能力，通过植被恢复、湿地建设等措施提升环境容量，形成“污染排放—生态修复—环境容量提升”的良性循环^[1]。

2 我国大气污染现状及生态环保视角下的问题剖析

2.1 我国大气污染现状与特征

当前我国大气污染呈现“浓度下降但风险犹存、PM_{2.5}与臭氧协同污染、区域差异显著”的特征。从总量看，2024年全国SO₂、NO_x、PM_{2.5}排放量分别较2015年下降68.2%、52.1%、43.5%，地级及以上城市PM_{2.5}平均浓度降至27微克/立方米。但从结构看，臭氧污染问题凸显，2024年夏季全国臭氧超标天数比率达18.7%，较2018年上升5.2个百分点，在长三角、珠三角地区已成为首要污染物。区域差异方面，北方地区污染仍较严重，2024年京津冀及周边地区PM_{2.5}平均浓度为36微克/立方米，高于全国平均水平33.3%；而南方地区以臭氧污染为主，珠三角地区夏季臭氧浓度峰值达198微克/立方米。

以下表为2020-2024年我国大气主要污染物浓度变化数据：

| 年份 | PM _{2.5} 平均浓度 (微克/立方米) | SO ₂ 平均浓度 (微克/立方米) | NO _x 平均浓度 (微克/立方米) | 臭氧超标天数比率 (%) |
|------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------|
| 2020 | 33 | 8 | 24 | 11.3 |
| 2021 | 30 | 7 | 22 | 13.5 |
| 2022 | 29 | 6 | 21 | 15.8 |
| 2023 | 28 | 5 | 20 | 17.2 |
| 2024 | 27 | 4 | 19 | 18.7 |

2.2 生态环保视角下大气污染防治的突出问题

从生态环保视角看,我国大气污染防治存在三大突出问题。一是产业与能源结构生态化转型滞后,2024年我国煤炭消费占一次能源消费比重仍达56.8%,钢铁、焦化、水泥等六大高耗能行业能源消费量占工业总消费量的72.3%,这些行业的污染物排放占工业排放总量的80%以上,与生态环保要求差距较大。二是生态修复与污染治理协同不足,2023年我国用于大气污染治理的资金中,仅有12.5%用于生态修复,导致森林、湿地等生态系统的净化功能未得到充分发挥,部分地区因生态破坏导致大气自净能力下降30%以上。三是区域协同防治机制不完善,2024年京津冀及周边地区跨区域应急联动响应准确率仅为68%,部分省份在产业转移中存在“污染避难所”现象,加剧了区域污染传输风险。此外,农村地区散煤燃烧、秸秆焚烧等面源污染管控薄弱,2024年秋冬季农村地区PM_{2.5}浓度较城市高45%,成为防治短板^[2]。

3 生态环保视域下大气污染防治的核心措施

3.1 源头生态化管控:优化产业与能源结构

源头生态化管控是从根本上减少大气污染的关键,核心在于推动产业与能源结构向生态化转型。产业结构方面,严格落实“双碳”目标要求,2024年我国已关停钢铁、焦化等高耗能企业1200余家,淘汰落后产能8000万吨,同时推动高耗能行业绿色改造,钢铁行业超低排放改造率已达78%,改造后企业污染物排放较之前下降60%以上。能源结构方面,大力发展清洁能源,2024年我国风电、光伏装机容量分别达12.8亿千瓦、11.5亿千瓦,清洁能源发电占比提升至42.3%,并在北方地区推进“煤改电”“煤改气”工程,累计完成改造780万户,减少散煤燃烧1500万吨。另外,推动产业园区生态化建设,构建“资源-产品-废弃物-再生资源”的循环经济模式,2024年国家级生态工业示范园区工业固废综合利用率达92%,较普通园区高35个百分点,有效减少了污染排放。

3.2 过程生态化治理:强化污染排放管控

过程生态化治理强调在污染物产生和排放环节,通过生态化技术与管理手段实现精准管控。工业污染管控方面,全面推行排污许可制度,2024年全国发放排污许可证38.6万张,实现固定污染源全覆盖,同时安装在线监控设备120万台(套),监控数据传输有效率达98.5%,对超标排放企业实施“按日计罚”,2024年共处罚超标企业1.2万家,罚款金额达8.6亿元。移动源污染管控方面,推广新能源汽车,2024年我国新能源汽车保有量达3800万辆,占汽车总量的12.5%,同时淘汰国三及以下排放标准汽车230万辆,柴油货车尾气达标率提升至96%。

面源污染管控方面,在农村地区推广清洁取暖技术,2024年农村清洁取暖率达68%,并建立秸秆焚烧“人防+技防”监控体系,卫星遥感监测火点数量较2018年下降72%,有效减少了污染。

3.3 生态系统修复:提升大气自净能力

生态系统修复是利用自然力量改善大气环境的重要举措,重点通过保护和修复森林、湿地、草原等生态系统,提升其大气净化功能。森林生态系统修复方面,实施“三北”防护林、长江防护林等重点工程,2024年全国新增造林面积1.2亿亩,森林覆盖率提升至24.02%,其中京津冀地区新增森林面积860万亩,区域PM_{2.5}浓度因森林净化作用下降8%-10%。湿地生态系统修复方面,开展湿地保护修复工程,2024年全国湿地保护率达52.6%,在太湖、滇池等重点区域修复湿地120万亩,湿地对周边地区颗粒物的去除率达25%以上^[3]。草原生态系统修复方面,在内蒙古、新疆等地区实施退牧还草工程,2024年草原综合植被盖度达58.9%,较2015年提升4.3个百分点,有效减少了沙尘天气对大气环境的影响。同时,在城市开展“口袋公园”“城市森林”建设,2024年全国城市建成区绿化覆盖率达42.5%,提升了城市大气自净能力。

3.4 区域协同防治:构建生态环保联动机制

针对大气污染流动性特征,构建区域协同防治机制是提升防治成效的关键。在京津冀及周边地区、长三角、汾渭平原等重点区域,建立“区域联防联控领导小组”,统一制定污染防治规划和排放标准,2024年区域内各省份PM_{2.5}浓度考核目标实现“一把尺子”衡量。建立区域环境监测预警一体化体系,整合1200余个国控监测站点数据,实现污染过程“提前预警、精准溯源、协同处置”,2024年重点区域重污染天气预警准确率达92%,应急响应期间污染物排放削减率达30%以上。推动区域产业协同转型,建立跨区域产业转移生态环境准入机制,禁止高污染项目跨区域转移,2024年重点区域共否决不符合环保要求的产业转移项目860个。另外,建立区域生态补偿机制,2024年京津冀地区累计发放生态补偿资金45亿元,激励上游地区加强生态保护,减少污染传输,实现“谁保护、谁受益,谁污染、谁补偿”。

4 生态环保视域下大气污染防治的保障体系

4.1 完善生态环保导向的制度设计

完善的制度设计是大气污染防治的重要保障,需构建“生态环保导向”的制度体系。一是健全法律法规,修订《大气污染防治法》,明确生态修复与污染治理的协同要求,2024年出台《生态环境损害赔偿管理办法》,对造成大气污染的企业实施生态损害赔偿,全年

累计赔偿金额达23亿元。二是完善标准体系,制定更严格的大气污染物排放标准,2024年发布钢铁、焦化等12个行业超低排放标准,将PM_{2.5}排放限值较原有标准收紧40%,同时建立生态环境质量标准与健康标准衔接机制。三是强化考核问责,将大气环境质量改善与生态保护成效纳入地方政府绩效考核,实行“一票否决”制,2024年共有12个地市因考核不达标被约谈,8名责任人被问责。四是健全公众参与机制,开通“12369”环保举报热线,2024年受理大气污染举报案件48万件,办结率达98%,形成“政府主导、企业主体、公众参与”的防治格局。

4.2 推动生态化防治技术创新与应用

技术创新是提升大气污染防治水平的核心动力,需聚焦生态化防治技术研发与应用。在源头减排技术方面,研发推广低碳冶金、高效脱硫脱硝等技术,钢铁行业采用的“高炉喷吹废塑料”技术,可减少CO₂排放15%以上,电厂采用的“SCR脱硝+湿法脱硫”组合技术,污染物去除率达95%以上。在生态修复技术方面,研发“人工湿地净化”“森林碳汇增强”等技术,人工湿地采用“基质-植物-微生物”复合系统,对颗粒物和有害气体的去除率较传统湿地提升30%;森林碳汇增强技术通过优化树种配置,使森林固碳能力提升20%。在监测预警技术方面,发展卫星遥感、无人机监测、大数据分析等技术,2024年我国高分卫星大气环境监测精度达1公里,无人机可实现对污染源的“立体监测”,大数据平台可实现污染过程的“实时溯源”。

4.3 构建多元化生态环保投入机制

充足的资金投入是大气污染防治的物质保障,需构建“政府引导、市场运作、社会参与”的多元化投入机制。2024年财政安排大气污染防治专项资金320亿元,较2015年增长2.5倍,重点支持生态修复、技术研发和农

村污染治理。市场机制方面,推广环境污染责任保险,2024年全国有1.8万家高污染企业投保,保险金额达1200亿元,通过市场手段倒逼企业加强污染治理;发展绿色金融,发行绿色债券支持大气污染防治项目,2024年绿色债券发行量达3500亿元,其中28%用于大气污染防治相关项目^[4]。鼓励社会资本参与生态修复和污染治理,2024年社会资本投入大气污染防治领域的资金达860亿元,参与建设运营的农村清洁取暖、生态湿地等项目达1500余个。同时,建立生态产品价值实现机制,2024年全国共有23个省份开展生态产品价值核算,通过生态补偿、碳汇交易等方式,实现生态保护与经济发展的良性互动。

结束语

生态环保视域下,大气污染防治是系统工程,要突破“末端治理”旧思,构建全链条防治体系。我国防治成效显著,但PM_{2.5}反弹、臭氧污染加剧等问题仍存,产业能源转型、生态修复协同任务艰巨。完善制度、推动创新、构建多元投入机制、强化区域协同,发挥生态系统净化功能。通过“人为+自然”结合改善大气质量,还需全社会共同参与,形成合力,推动生态保护与经济社会高质量发展协同前行。

参考文献

- [1]邹金凤,陈敏敏,李月.生态环保视域下的大气污染防治措施探究[J].皮革制作与环保科技,2025,6(4):111-113.
- [2]罗明雄.环境监测在大气污染治理中的应用研究[J].黑龙江环境通报,2023,36(08):48-50.
- [3]邵骥.大气污染防治中环境监测治理技术的应用研究[J].黑龙江环境通报,2023,36(04):54-56.
- [4]王赓.环境监测治理技术在大气污染防治中的应用[J].皮革制作与环保科技,2023,4(13):112-114.