

冬季重污染天气应对中的应急减排措施评估

崔令杰

南阳市生态环境局镇平分局 河南 南阳 474250

摘要: 冬季重污染天气频发,严重影响生态环境与居民健康,应急减排是应对重污染的关键手段。本文以冬季重污染天气特征与成因为基础,构建涵盖工业源、移动源、扬尘源及其他源的应急减排措施体系,确立科学、针对性等指标选取原则,设计减排效果、实施可行性等四类评估指标,采用定性与定量结合的方法及层次分析-模糊综合评价模型,结合相关数据开展评估。研究可为冬季重污染天气应急减排措施的优化完善、精准落地提供理论与实践支撑,助力区域生态环境质量提升。

关键词: 冬季;重污染天气;应急减排措施;评估体系构建

引言:冬季受气象条件、能源消耗等因素影响,重污染天气呈现季节性高发、区域性扩散特征,对公众健康和社会发展造成不利影响。当前,应急减排措施已广泛应用于重污染天气应对,但部分措施存在落地难度大、适配性不足等问题,亟需通过系统评估优化完善。基于此,本文结合冬季重污染成因与减排措施实际,构建科学的评估指标体系与模型,开展应急减排措施评估,解决措施实施中的痛点难点,为提升重污染天气应对能力提供支撑。

1 冬季重污染天气特征与成因分析

1.1 冬季重污染天气的时空分布特征

冬季重污染天气时空分布呈现显著规律性,空间上集中于北方京津冀、汾渭平原、长三角北部等区域,这些区域工业密集、人口集中且冬季供暖需求大,重污染天数占全年60%以上;南方则主要出现在长三角南部、珠三角部分工业集中区,频次低于北方。时间上,污染多发生在11月至次年2月,其中12月、1月为高发期,且多呈现持续性,单次重污染过程常持续3-7天,受区域传输影响,污染范围易跨省市扩散,形成区域性重污染。

1.2 主要污染源解析

冬季重污染主要污染源贡献率存在明显差异,工业排放是首要来源,占比约40%-50%,其中钢铁、化工、建材等行业的废气排放尤为突出;燃煤供暖是冬季特有污染源,贡献率达25%-35%,北方城乡散煤燃烧和集中供暖锅炉排放大量颗粒物和有害气体;机动车尾气贡献率约15%-20%,冬季低温导致燃油燃烧不充分,尾气中PM2.5、NOx排放量增加;扬尘源贡献率约5%-10%,冬季施工活动虽有所减少,但道路扬尘、建筑渣土堆放等仍会加剧污染。

1.3 气象条件对污染扩散的影响

冬季不利气象条件是重污染天气形成的重要诱因,其中逆温层影响最为显著,冬季近地面逆温频率高,会阻碍空气垂直对流,使污染物无法向上扩散,在近地面积聚;静稳天气也是关键因素,冬季冷空气活动减弱,地面风速小、气压稳定,污染物水平扩散能力极差,易形成“闷罐效应”;冬季降水偏少、相对湿度偏高,会加剧颗粒物吸湿增长,进一步降低空气质量,延长重污染持续时间^[1]。

2 冬季应急减排措施体系构建与分类

2.1 工业源应急减排措施

工业源应急减排以“绩效分级、差异化管控”为核心,结合企业生产工艺和污染排放水平,落实停产、限产、错峰生产等具体措施,避免“一刀切”管控,具体如下:(1)停产管控,针对环保设施不完善、排放不达标、绩效评级为C级及以下的涉气重点企业,应急预案期间全面停产。重点涵盖小型焦化、小钢铁、小化工等企业,停产范围包括主生产工序及辅助涉气工序,安排专人值守,严禁擅自恢复生产。(2)限产管控,针对绩效评级为B级的重点涉气行业企业,按排放强度实行比例限产。钢铁行业限产30%-50%,暂停部分烧结、球团工序;水泥行业限产50%以上,暂停一条生产线运行;石化、化工行业限产20%-30%,减少高污染产品生产。(3)错峰生产,针对绩效评级为A级的企业及民生保障类工业企业,实行错峰生产。避开早晚高峰及污染扩散不利时段,调整生产班次,将高污染工序安排在白天扩散条件较好的时段,缩短夜间生产时长,确保排放总量不增加。

2.2 移动源应急减排措施

移动源应急减排聚焦机动车、非道路移动机械管控,通过限行、禁行、油品管控等手段,减少尾气污染,具体措施如下:(1)限行与禁行,划定高排放车辆禁行区

域,核心管控区禁止柴油货车、老旧车辆(国三及以下排放标准)通行,实行“限号+禁行”双重管控。非核心管控区实行柴油货车限行,早晚高峰(7:00-9:00、17:00-19:00)禁止通行,违规车辆依法处罚。(2)油品管控,全面排查辖区内加油站、油库,严禁销售不符合国六标准的汽柴油,严查掺假、以次充好等行为。要求加油站完善油气回收设施,确保正常运行,减少油气挥发,应急期间增加设施巡检频次。(3)非道路移动机械管控,禁止高排放非道路移动机械(国二及以下排放标准)在管控区域内使用,工地、企业内优先使用电动、天然气等清洁能源机械。对违规使用的机械,责令停止作业,并依法处罚。

2.3 扬尘源应急减排措施

扬尘源应急减排重点针对施工扬尘、道路扬尘,落实停工、保洁等管控措施,降低颗粒物污染,具体如下:(1)工地停工,除应急抢险工程外,所有建筑工地暂停土石方开挖、基坑支护、拆迁等作业,工地现场全面停工整顿。已开挖区域、渣土堆、砂石堆全部用防尘网全覆盖,严禁裸露堆放,施工围挡保持完好。(2)道路保洁,增加机械化清扫和洒水频次,核心管控区道路每日机械化清扫不少于3次、洒水不少于4次,重点路段实行全天候保洁。雨天暂停洒水作业,雪天及时清理积雪,避免融雪过程产生扬尘。(3)运输管控,建筑垃圾、渣土运输车辆必须办理通行证件,实行密闭运输,严禁沿途遗撒、泄漏。运输车辆驶出工地前,必须冲洗车轮、车身,确保无泥土带离工地,应急期间减少运输频次。

2.4 其他源应急减排措施

其他源应急减排涵盖散煤、餐饮等分散污染源,采取针对性管控措施,实现全方位减排,具体如下:(1)散煤管控,全面排查居民、商户、小型企业散煤使用情况,严禁销售、使用劣质散煤,推广洁净型煤、天然气、电等清洁能源替代。对未完成清洁能源改造的用户,责令限期整改,应急期间暂停散煤使用。(2)餐饮管控,辖区内餐饮企业、个体工商户必须正常运行油烟净化设施,应急期间增加设施清洗频次,确保达标排放。严禁露天烧烤、占道经营,严查无油烟净化设施、油烟直排等行为,临时关停违规餐饮商户。(3)其他管控,禁止露天焚烧秸秆、落叶、垃圾、废弃杂物等,安排专人开展常态化巡查,发现焚烧行为及时制止并处罚。加强畜禽养殖场所管控,禁止焚烧养殖废弃物,减少异味和颗粒物排放^[2]。

3 冬季应急减排措施评估指标体系构建

3.1 评估指标选取原则

冬季应急减排措施评估指标选取需结合实际、兼顾科学性与实用性,确保评估客观精准,具体原则如下:(1)科学性原则,基于相关理论,贴合减排核心特征,数据可量化、可追溯,避免主观臆断。(2)针对性原则,聚焦减排目标,针对不同污染源领域选取核心指标,避免冗余、脱离实际。(3)可操作性原则,指标数据易获取、计算简便,结合现有监测与统计能力,保障评估顺利开展。(4)系统性原则,全面覆盖减排各环节及多维度,形成完整评估框架,避免结果片面。(5)动态适应性原则,结合天气变化与措施优化,可适度调整指标体系,兼顾稳定性与灵活性。

3.2 污染减排效果指标

污染减排效果指标重点围绕主要污染物浓度变化设计,以量化数据反映减排成效,具体指标如下:(1)颗粒物浓度降幅指标,包括PM_{2.5}和PM₁₀浓度降幅,以应急减排期间与预警前同期(或历史同期)的浓度对比计算,单位为百分比,重点监测中心城区及重点县域的浓度变化,如监测河南南阳宛城区、卧龙区及邓州、西峡等县域的PM_{2.5}浓度,计算减排期间的浓度降幅,直观反映扬尘源、工业源等减排措施的成效。(2)气态污染物浓度降幅指标,包括SO₂、NO_x、VOCs等浓度降幅,其中SO₂对应燃煤供暖、工业燃煤等减排措施,NO_x对应机动车尾气、工业废气等减排措施,VOCs对应餐饮油烟、工业喷涂等减排措施,均以同期浓度对比计算降幅,全面覆盖各类污染源的减排效果。(3)污染物排放总量降幅指标,结合区域污染物排放总量统计数据,计算应急减排期间工业源、移动源等各类污染源的污染物排放总量降幅,弥补单一浓度指标的局限性,反映区域整体减排成效,如统计工业企业SO₂排放总量、机动车NO_x排放总量的变化情况。(4)重污染天数减少指标,统计应急减排期间区域重污染天数(AQI≥200)与预警前同期、历史同期的对比数据,计算重污染天数减少数量及比例,重点统计持续重污染过程的减少情况^[3]。

3.3 实施可行性指标

实施可行性指标聚焦冬季应急减排措施的落地难度,结合实际实施场景,从成本、技术、执行等核心维度设计,具体如下:(1)实施成本指标,重点关注企业减排成本,涵盖废气处理设施运维检修费用、生产负荷调整带来的产能损失、错峰运输产生的额外燃油及人力支出等,如工业企业限产期间的产值损耗、物流企业调整运输计划产生的额外成本,均以实际支出或损失量化。(2)技术可行性指标,评估现有技术水平能否支撑减排措施落地,包括企业污染治理、污染物监测、现场管控等技术,如

工业企业是否配备达标废气净化设备、能否实现污染物实时监测,若现有技术无法满足减排需求,则标注措施可行性不足。(3)执行难度指标,结合区域实际评估措施落地难易程度,包括企业配合意愿、执法便捷度、管控范围覆盖难度等,如小微涉气企业数量多、分布散,停产管控执行难度高于大型工业企业;偏远县域扬尘管控执行难度高于中心城区,可通过分级或量化评分直观反映。

3.4 社会经济影响指标

社会经济影响指标聚焦减排措施对区域社会、经济的实际影响,兼顾企业发展、就业稳定和居民日常生活,具体指标如下:(1)企业效益影响指标,包括企业营业收入、利润变化,重点关注受停产、错峰运输影响较大的工业企业、物流企业,如钢铁、水泥企业限产期间的产能损失、营业收入下降幅度,物流企业因运输限制导致的业务量减少、订单流失,均以百分比或货币单位量化影响程度。(2)就业影响指标,统计减排措施对相关行业就业的直接影响,包括临时失业人数、就业岗位波动等,如工业企业限产导致一线工人临时停工,物流企业限行导致驾驶员岗位缩减,重点关注抗风险能力较弱的小微企业和劳动密集型行业。(3)居民生活影响指标,涵盖出行、供暖、日常生活等方面,如机动车限行对居民出行的影响可通过公交客流量、出行时长变化量化;燃煤散烧管控重点关注老旧小区、农村地区供暖保障;餐饮管控、露天烧烤取缔客观反映对居民日常生活的影响。(4)社会接受度指标,通过调研问卷了解居民、企业对减排措施的接受程度,包括满意度、配合意愿等,以百分比量化统计,直观反映措施的社会适配性^[4]。

4 冬季应急减排措施评估方法与模型选择

4.1 常用评估方法对比

冬季应急减排措施常用评估方法各有侧重,对比如下:文献研究法通过梳理相关研究成果,借鉴成熟评估经验,为评估工作奠定理论基础;实地调研法深入企业、管控区域,获取措施落实及影响的第一手资料,真实性强;定量分析法通过数据计算量化评估指标,精准度高;定性分析法结合实际场景,分析难以量化的影响因素,弥补定

量分析不足,实际评估中多采用定性定量相结合的方式。

4.2 核心评估模型构建与参数设定

核心评估模型采用层次分析法与模糊综合评价法相结合的方式,构建“目标层-准则层-指标层”三级结构,目标层为应急减排措施综合评估,准则层涵盖减排效果、实施可行性等维度,指标层对应各具体评估指标。参数设定结合冬季减排实际,明确各指标权重,通过专家打分法确定权重分配,确保参数贴合实际,提升模型评估的合理性。

4.3 数据来源与预处理

数据来源主要包括两类:一是监测数据,来自区域环境监测站点的污染物浓度数据、企业污染治理设施运行数据;二是统计数据,包括企业减排成本、营业收入、就业人数及居民出行相关统计数据。预处理过程中,剔除异常值、缺失值,对不同维度数据进行标准化处理,统一数据口径,确保数据真实、规范,为后续评估计算提供可靠支撑^[5]。

结束语:本文围绕冬季重污染天气应急减排措施评估展开研究,明确了冬季重污染的时空特征、污染源及气象影响,构建了全面的减排措施体系与科学的评估指标、模型,梳理了评估方法与数据处理流程。研究梳理了减排措施的实施现状与评估要点。未来可结合区域实际优化评估模型,强化数据精准性,持续完善应急减排措施,推动冬季重污染天气应对工作提质增效。

参考文献:

- [1]何佳妮.重污染天气应急减排与常规减排协同管控机制研究[J].中国资源综合利用,2025,43(4):236-238.
- [2]贺亚楠,康怡.大气细颗粒物重污染天气过程应急措施效果评估研究[J].环境科学与管理,2023,48(4):189-194.
- [3]宿杰,林曼菲,陈凌霄,张云浩,李荔.江苏省冬季典型PM_{2.5}污染过程分析及应对效果评估研究[J].环境科学与管理,2023,48(7):82-86+98.
- [4]李晓宇,张英磊,范光宇.定州市冬季典型重污染过程及成因分析[J].绿色科技,2024,26(4):185-192+213.
- [5]李芳亮.浅析重污染天气应急减排措施[J].清洗世界,2023,39(6):163-165.