

重污染天气应急响应措施的精准化改进

张志军

邯郸市生态环境局大名县分局 河北 邯郸 056900

摘要: 本文聚焦重污染天气应急响应措施精准化改进。先阐述国内外应急响应现状与现存问题,如精准性不足、溯源预警能力弱等。接着构建精准化理论框架,涵盖核心要素与技术支撑体系。随后提出改进路径,包括污染溯源、动态预警、区域协同和效果评估。以京津冀地区为例分析实践成效,结果表明精准化改进显著降低重污染频次与强度,提升预警精准度,增强区域协同能力,为其他地区提供借鉴。

关键词: 重污染天气; 应急响应; 精准化; 污染溯源; 动态优化

引言: 重污染天气严重威胁公众健康与生态环境,应急响应成为应对大气污染的关键手段。当前,国内外已形成各具特色的应急响应模式,我国构建了四级体系,取得一定成效,但与国际先进水平相比仍有优化空间,存在精准性不足、溯源预警能力待提升等问题。在此背景下,探讨重污染天气应急响应措施的精准化改进,对提升应急响应科学性、实现基本消除重度及以上污染天气目标具有重要意义。

1 重污染天气应急响应现状与问题

1.1 国内外实践现状

当前,重污染天气应急响应已成为全球应对大气污染的重要手段,国内外形成了各具特色的实践模式。国外方面,美国建立了完善的空气质量预警体系,依托精细化监测网络和多部门协同机制,实现重污染过程的提前预判与分级管控;欧盟通过出台统一的大气污染防控指令,推动成员国建立区域联防联控机制,聚焦PM_{2.5}和臭氧等重点污染物开展协同治理。国内方面,我国已构建“国家-区域-省级-市级”四级应急响应体系,出台《重污染天气消除攻坚行动方案》等政策,明确预警分级标准和减排要求,京津冀、汾渭平原等重点区域常态化开展应急联动,多个城市根据绩效分级采取差异化管控措施,有效降低了重污染天气影响。截至2025年,我国正推进基本消除重度及以上污染天气目标,应急响应的科学性和针对性逐步提升,但与国际先进水平相比仍有优化空间。

1.2 现存问题与挑战

尽管我国重污染天气应急响应取得显著成效,但仍面临诸多问题与挑战。一是精准性不足,部分地区仍采用“一刀切”管控模式,未充分结合本地污染成因、排放源特征实施差异化措施,导致减排效果与经济社会影响失衡^[1]。二是溯源与预警能力有待提升,现有手段在实

时识别污染来源、量化区域传输贡献方面存在短板,难以及时精准预判重污染过程。三是区域协同机制不完善,省际、市际间信息共享不充分,污染传输应对的协同性不足,部分地区本地减排效果易被外部输入稀释。四是技术支撑与数据应用薄弱,各部门数据壁垒未完全打破,智能化监测、推演技术应用不够广泛,应急措施的科学性难以保障。五是效果评估体系不健全,缺乏常态化的应急响应效果复盘与优化机制,难以实现“响应-评估-优化”的闭环管理。

2 重污染天气应急响应精准化的理论框架

2.1 精准化核心要素

重污染天气应急响应精准化,犹如一场精密的战斗,其核心要素紧紧围绕“精准识别、精准预警、精准管控、精准评估”四大维度有序展开,它们相互关联、相辅相成,构成了一个有机统一的整体。精准识别是整个应急响应体系的基础基石,它要求我们运用先进的技术手段和科学方法,深入剖析污染的根源,明确污染来源究竟是工业排放、机动车尾气,还是扬尘、生物质燃烧等;准确判断污染类型,是颗粒物污染还是气态污染物污染;清晰掌握污染的传输路径,了解污染物是如何在空间中扩散和迁移的。同时,量化各类排放源的贡献占比,精准区分本地排放与区域传输的影响程度,为后续制定科学合理的应对措施提供坚实可靠的依据。精准预警则是应急响应得以顺利开展的前提条件。它依托卫星遥感、地面监测、气象数据等多源数据,运用先进的模型和算法,实现对重污染天气发生时间、范围、强度的精准预判^[2]。并且要提前48小时以上发布预警信息,让相关部门和社会公众有足够的时间做好应对准备。精准管控是核心环节,需根据污染等级、排放源特征,实施“一厂一策”的差异化减排措施,在确保减排效果的同时,充分考虑民生保障,避免“一刀切”式的粗放管理。精准评估是保障,

通过建立科学的评估指标体系,全面分析应急响应的减排成效、经济成本及社会影响,为应急机制的优化提供有力的数据支撑,推动应急响应从“经验型”向“科学型”转变。

2.2 技术支撑体系

重污染天气应急响应精准化离不开完善的技术支撑体系,主要涵盖监测感知、溯源分析、预警预报、智能管控四大技术模块。监测感知技术是基础,依托地面监测站、卫星遥感、无人机巡查、在线监测等手段,构建“天上看、地上巡、数据联”的全方位监测网络,实现污染物浓度、排放源动态的实时捕捉。溯源分析技术是核心,运用机器学习、数值模拟等方法,整合监测数据、气象数据、排放清单等多源信息,量化各类排放源贡献及区域传输影响,精准识别污染成因。预警预报技术是关键,构建高时空分辨率的预报模型,提升7-10天重污染过程预报准确率,实现预警等级的精准判定。智能管控技术是保障,通过搭建跨部门智能决策平台,实现应急措施的精准调度、动态调整,结合绩效分级管理,确保减排措施可操作、可监测、可核查,提升应急管控效能。

3 应急响应措施精准化改进路径

3.1 污染溯源与传输路径识别

污染溯源与传输路径识别作为应急响应精准化的首要前提,构建“多技术融合、多维度分析”的溯源体系至关重要。一方面,要完善排放源清单动态更新机制。深入细化工业、机动车、扬尘、生物质燃烧等重点领域的排放源信息,不仅要明确各排放源的污染物排放种类,更要精准掌握其排放强度以及在不同时间、空间的分布特征。另一方面,整合多源数据并运用先进技术。将卫星遥感的大范围监测、地面监测的精准数据、无人机巡查的灵活优势相结合,运用数值模拟模拟污染物扩散过程,受体模型分析污染物来源,精准量化本地排放与区域传输的贡献占比。针对秸秆焚烧、工业排放等重点污染源,利用智能识别技术实现实时监测与精准定位。加强不同区域间溯源数据共享,建立污染传输预警机制,提前预判外部污染输入影响,为制定差异化管控措施提供精准支撑,从源头上提升应急响应的针对性。

3.2 动态预警与分级响应机制

优化动态预警与分级响应机制,其核心在于实现“预警精准化、响应差异化、调度动态化”。首先,统一预警分级标准,以空气质量指数(AQI)为核心指标,严格按照重点区域预警分级要求,明确黄、橙、红三级预警的启动条件。同时,结合本地污染特征,如地形、气候、产业结构等因素进行优化调整,避免出现预警“一刀切”的

情况。其次,提升预警预报精准度,依托智能预报模型,整合气象、污染、传输等多维度数据,充分考虑各种因素对污染物扩散和积累的影响,实现重污染天气的提前预判,延长预警提前量,为应急响应预留充足的准备时间。最后,完善分级响应机制,根据预警等级、污染成因,制定差异化的应急减排清单,将措施落实到具体生产线、生产环节^[3]。对环保绩效高的企业实行差异化管控,减少非必要生产限制。建立预警响应动态调整机制,根据污染浓度变化实时优化管控措施,实现“精准预警、科学响应、动态管控”。

3.3 区域协同与利益协调机制

区域协同与利益协调是破解跨区域重污染治理难题的关键所在,需构建“协同联动、利益平衡、责任共担”的工作机制。其一,强化区域联防联控,明确各区域应急联动组织协调单位,建立跨省、市联合研判机制,共同分析污染形势;信息共享机制,及时交流监测数据、预警信息等;联合执法机制,统一执法标准和行动,推动应急响应同步启动、同步管控,提升区域协同应对效能。针对京津冀等重点区域,重点加强省际间污染传输应对协同,统一预警标准和管控要求。其二,建立利益协调机制,兼顾各区域的发展需求与减排责任,科学评估区域传输对各区域的影响程度,合理分摊减排成本。通过财政补贴、生态补偿等方式,对积极减排的区域给予经济支持,调动各区域参与应急协同的积极性。其三,完善部门协同机制,打通生态环境、气象、交通、住建等部门数据接口,实现多部门联合调度、协同执法。各部门发挥自身优势,形成应急响应合力,破解区域治理碎片化问题。

3.4 效果评估与动态优化

建立常态化的效果评估与动态优化机制,是推动应急响应持续完善的重要保障。构建科学的评估指标体系,涵盖减排成效、环境质量改善、经济成本、社会影响等多维度指标。量化应急响应措施的实施效果,重点评估PM2.5等重点污染物浓度下降幅度、重点行业减排量等核心指标,全面、客观地反映应急响应的实际作用。开展常态化评估复盘,每次重污染应急响应结束后,及时梳理监测预报、预警启动、措施落实等各环节存在的问题。深入分析减排效果与不足,找出影响应急响应成效的关键因素,形成详细的评估报告。建立动态优化机制,根据评估结果,优化预警分级标准、减排清单、管控措施,完善技术支撑体系,推动应急响应机制持续迭代升级。同时加强评估结果的应用,将其纳入区域大气污染防治考核,通过考核的压力倒逼各地提升应急响应能力,实现“响

应-评估-优化”的闭环管理。

4 案例分析：京津冀地区应急响应精准化实践

4.1 区域概况与污染特征

京津冀地区包括北京、天津及河北11个地级市，是我国大气污染防治的重点区域，区域内产业结构偏重、能源结构以煤炭为主，交通流量大，加之冬季供暖需求，导致重污染天气频发，且呈现明显的区域性、季节性特征。该区域地形复杂，受弱东南风、贴地逆温、高湿大雾等不利气象条件影响显著，大气扩散条件较差，边界层较低时易导致污染物积累。污染类型以PM_{2.5}为主，同时伴有臭氧污染，重污染期间PM_{2.5}浓度易大幅攀升，且受区域传输影响明显，安徽北部等周边地区的污染气团易向北传输，进一步加重区域污染。区域内工业排放、机动车尾气、秸秆焚烧、扬尘等多源污染交织，二次转化作用突出，PM_{2.5}组分中硝酸盐、有机物占比高，给应急响应精准化带来较大挑战。

4.2 精准化改进措施

京津冀地区围绕应急响应精准化，实施了一系列针对性改进措施。一是完善污染溯源与传输监测体系，构建全方位监测网络，运用数值模拟等技术，精准识别本地排放与区域传输贡献，建立污染传输预警机制。二是优化动态预警与分级响应，统一区域预警分级标准，提升预警预报精准度，提前发布预警信息，实施“一厂一策”差异化减排，对水泥、砖瓦等可中断行业实行错峰生产，对重点企业落实超低排放管控。三是强化区域协同联动，由生态环境部牵头协调，建立跨省联合研判、信息共享、联合执法机制，推动区域内24个城市同步启动预警、同步实施管控，减少区域传输影响^[4]。四是健全效果评估与优化机制，常态化开展应急响应效果复盘，优化减排清单和管控措施。

4.3 实施效果

经过精准化改进措施的实施，京津冀地区重污染天

气应急响应成效显著，区域大气环境质量持续改善。一是重污染天气频次和强度大幅下降，重度及以上污染天数比率持续降低，逐步向基本消除重度污染天气目标推进。二是应急减排效果显著，启动预警后，区域内水泥、砖瓦等行业开工率下降10个百分点，重点企业废气污染排放量下降两成以上，重点行业柴油货车进出厂数量下降四成以上，PM_{2.5}浓度大幅降低。三是预警预报精准度显著提升，重污染过程预判准确率不断提高，预警提前量延长，为应急减排争取了充足时间。四是区域协同应对能力明显增强，跨省、市协同管控机制高效运转，有效遏制了污染物跨区域传输，污染天气持续时间缩短。另外，差异化管控措施兼顾了减排效果与民生保障，减少了对经济社会发展的不必要影响，为我国重点区域重污染天气应急响应精准化提供了可借鉴的实践经验。

结束语

重污染天气应急响应措施精准化改进是提升大气污染防治效能的必然要求。通过构建精准化理论框架，从污染溯源、动态预警、区域协同和效果评估等多方面提出改进路径，并在京津冀地区实践验证，取得了显著成效。未来，应持续完善技术支撑体系，加强区域协同合作，优化应急响应机制，不断提升应急响应的科学性和精准性，为改善大气环境质量、保障公众健康提供有力支撑。

参考文献

- [1]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.
- [2]李秀秀.某钢铁公司秋冬防期间重污染天气的应对分析研究[J].山西冶金,2023,46(8):93-95.
- [3]袁水星.轻污染天气期间大气自动监测数据在区域管控措施调整中的应用[J].聚酯工业,2025,38(5):115-117.
- [4]徐添妍.浅析重污染天气应急减排措施[J].新型工业化,2022,12(5):203-206.