

# 区域大气复合污染动态调控与多目标 优化决策技术研究

朱文英<sup>1</sup>, 蔡博峰<sup>1\*</sup>, 刘晓曼<sup>2</sup>

(1. 环境保护部环境规划院, 北京 100012; 2. 中国科学院大气物理研究所, 北京 100029)

当前我国大气环境空气质量整体形势严峻, 区域大气复合污染形成机制不明、来源贡献不清, 难以精确定位污染排放的关键行业和重点地区。精细化区域大气污染源-受体关系对高效应对和解决我国突出的大气污染问题, 改善空气环境质量起到非常关键的作用, 对分析雾霾/光化学烟雾形成机制、控制污染源全过程以及建立污染监测预报预警系统有十分重要的意义, 将为量化大气污染对人群健康的影响、发展空气质量改善管理技术和构建大气污染联防联控技术提供有力的理论支持和数据支撑。

成渝地区经济增速快, 大气污染在三区十群中仅次于京津冀地区, 环境治理和经济发展矛盾将愈发突出, 其环境问题的解决对于中西部地区有重要的借鉴意义。相比京津冀等其他地区, 成渝地区的复杂下垫面地形使大气条件和污染物传输变得更为复杂。2016年7月, 由环境保护部环境规划院联合中国科学院大气物理研究所、清华大学、四川省环境保护科学研究所和重庆市环境科学研究院共同申报的国家重点研发计划“大气污染成因与控制技术研究”试点专项“区域大气复合污染动态调控与多目标优化决策技术研究”项目正式启动。该项目对于研究和控制成渝地区空气污染状况, 应用和完善大气预报预警系统以及发展和促进节能环保产业具有重大意义。

## 一、区域大气复合污染动态调控与多目标优化决策技术研究是进一步解决我国当前大气复合污染和重污染问题的迫切需要

发达国家在应对大气污染过程中, 在大气复合污染

动态调控和多目标优化技术方面开展了大量研究。国外学者及机构相继开发了一系列的综合性决策平台及工具包, 在大气污染防治规划和方案的制定中应用了空气质量模拟系统与优化决策方法, 在政策制定中广泛应用费用效益分析理论和方法, 开发了大气环境质量管理体系、平台并进行了实际应用。国内目前虽然也开展了大量防治大气污染的研究和实践, 但对“区域经济-能源利用-排放控制-空气质量-费用效益”进行多维耦合、系统性的研究较少, 多目标优化决策、应急管理技术研究和应用不足, 费用效益分析尚未对综合决策提供足够的科学支撑, 缺少针对基于区域大气复合污染动态调控与多目标优化决策的业务化平台。因此, 借鉴国际研究经验, 基于我国大气污染实际情况, 开展区域大气复合污染动态调控与多目标优化决策技术研究, 是进一步解决我国大气复合污染和重污染问题、改善大气环境质量的迫切需要。

## 二、通过项目研究, 形成针对性技术工具, 为我国大气复合污染控制和重污染天气管理提供技术支撑

通过区域综合经济-能源-排放动态响应模拟技术、区域大气复合污染控制多目标优化决策技术、大气重污染应急管理决策技术、大气污染防治多维成本效益评估技术、典型区域大气复合污染控制与应急管理决策平台研发以及成渝地区示范6个课题的研究, 构建并有效实施“技术研究-平台开发-典型示范”的研究模式, 形成包括系列模型、工具包、函数、矩阵等关键技术和业务化平台在内的有针对性的技术工具, 提出成渝地区基

作者简介: 朱文英(1988—), 女, 实习研究员, 环境保护部环境规划院, 研究方向为环境风险管理, Email: zhuwy@caep.org.cn。

\* 责任作者: 蔡博峰(1977—), 男, 研究员, 环境保护部环境规划院, 研究方向为气候变化与环境政策, E-mail: caibf@caep.org.cn。

于动态调控与多目标优化的空气质量改善整体方案,为我国“常态的”大气复合污染控制和“非常态的”重污染天气应急管理提供科学的技术支撑,以高效应对和解决我国突出的大气污染问题,改善空气环境质量,维护人民群众身体健康,降低大气污染造成的经济、社会影响。

### 三、项目将突破多项关键技术,开展典型区域示范,提出区域“常态”和“非常态”空气质量改善解决方案

关键技术一:利用数据分量模式构建一套完整的经济-能源-排放数据流和数据接口体系,利用动态响应理论开发高时空分辨率动态排放清单编制技术,建立区域综合经济-能源-排放耦合动态响应模型。

关键技术二:利用多尺度精细化气象场模拟技术与大气污染物运输模式耦合,改善区域大气复合污染物浓度模拟,科学核算区域大气环境容量,并运用多维立体溯源技术方法综合评判“源-受体”非线性关系,同时兼顾经济和社会效益,研发区域大气复合污染控制多目标非线性优化决策技术。

关键技术三:基于重污染过程大气化学非线性特征的精细化“源-受体”关系研究,研发排放贡献快速定量评估和应急预案动态优化技术。以改善区域空气质量为核心目标、兼顾经济成本和社会成本,实现应急预案的动态优化,为精细化、集约化的重污染应急管理提供科学合理的决策支持。

关键技术四:研发针对污染物-政策措施-成本-效益相对完整的链条,建立“措施-费用-排放-质量-效益”互动模型,研发常态与非常态区域大气复合污染控制多维成本效益评估技术,为决策者提供及时有效的综合决策依据。

关键技术五:基于云计算技术,将经济能源预测模型、费用分析模型、排放清单模型、空气质量模型、成本效益模型等技术有效集成,开发区域大气复合污染控制与应急管理决策平台(IDPAP)及系列工具包,实现动态(时间分辨率<24小时)、高分辨率(空间分辨率达到1~3km)的区域大气污染多目标优化决策功能。

典型区域示范:选择地理气象条件复杂的成渝地区开展试点示范,为成渝地区“常态”大气复合污染控制和“非常态”大气重污染应急管理提供技术支撑。

### 四、项目可有效服务于我国大气污染防治领域的研究和管理实践,高效应对和解决我国突出的大气污染问题,产生显著的社会经济效益

项目可促进我国西南地区大气污染基础研究的发展和完善。项目实施过程中,将获得成渝地区高精度污染源清单数据以及复杂下垫面条件下高分辨率污染物浓度第一手观测资料,有助于研究当地污染物区域性传输特征,解析污染源-受体关系,建立更为精确严谨的大气复合污染控制优化模型。在综合考虑空气质量、社会效益和污染控制成本等优化目标的前提下,实现大气复合污染多目标优化控制技术。

项目可促进我国大气污染防治的研究和管理实践。通过项目研究,将建立包括污染源清单、数值模式精细化模拟、常规/应急预报预警系统、费效评估在内的一体化大气复合污染控制与应急管理决策平台,并产出一系列相关先进模型和软件,将对成渝地区空气质量的监测、控制和改善起到巨大推进作用,并形成区域大气复合污染动态调控与多目标优化决策操作性较强的系列技术导则指南和政策建议稿,有效推动我国大气污染防治制度体系的构建。

项目可促进科研成果转化,有利于大气环境污染防治与相关咨询产业发展。成渝地区的示范研究可以为典型区域多目标优化的空气质量达标方案和大气重污染应急动态调控方案的提出以及大气复合污染控制与应急管理决策业务化平台提供可复制的工具和经验。通过构建并有效实施“技术研究-平台开发-典型示范”的研究模式,可有效打通科研成果转换渠道,避免科研资源浪费,促进大气环境污染防治与相关咨询产业发展。

项目可促进区域产业和能源结构优化与技术进步,改善区域环境健康。项目研究将高效应对和解决我国突出的大气污染问题,实现经济、能源与社会资源的最优配置,促进区域产业和能源结构的调整和优化;通过重污染天气应急预案的动态响应与快速反应机制的建立,提升预案的有效性,以最小经济成本实现环境与社会效益的最大化,对于保障人民群众身体健康,降低社会与经济影响具有重要的意义。