

雾霾污染排放的影响及其管控优化

吴先华 郭 际 陈玉凤 王莹莹 陈珊珊 著



科学出版社

雾霾污染排放的影响 及其管控优化

吴先华 郭 际 陈玉凤 王莹莹 陈珊珊 著



科学出版社

北 京

内 容 简 介

中国雾霾天气日益严重,控制雾霾排放成为中国环境治理中的紧迫任务。本书就如何控制雾霾排放开展理论分析和实证研究。采用零和收益数据包络分析法(ZSG-DEA)研究雾霾污染排放总量一定情景下的排污权交易问题;根据冗余削减原理研究雾霾污染的投入指标的削减;采用多阶段网络数据包络分析法(DEA)对雾霾污染排放开展多阶段控制等。最后从宏观、中观和微观3个层面为我国的雾霾污染排放控制提出对策建议。本书创新性地采用管理学思路和方法研究雾霾污染控制问题,可以为雾霾的控制与治理提供参考和借鉴。

本书可以作为管理科学、经济学、环境学及相关交叉学科的高年级本科生和研究生学习用书,也可以供所有关心生态环境污染问题的官产学研界同仁参考。

图书在版编目(CIP)数据

雾霾污染排放的影响及其管控优化 / 吴先华等著. —北京: 科学出版社, 2018.7

ISBN 978-7-03-058216-4

I. ①雾… II. ①吴… III. ①空气污染—污染防治—研究—中国 IV. ①X51

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 141310 号

责任编辑: 王腾飞 / 责任校对: 王 瑞

责任印制: 张 伟 / 封面设计: 许 瑞

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京九州迅驰传媒文化有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 7 月第 一 版 开本: 720 × 1000 1/16

2018 年 7 月第一次印刷 印张: 11

字数: 230 000

定价: 89.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

基金和项目资助

国家社会科学基金规划项目“基于数据包络分析的灰霾排放的优化管控研究”(17BGL142)

国家自然科学基金重大研究计划培育项目“支持应急决策的气象灾害大数据融合的方法研究”(91546117)

国家自然科学基金面上基金项目“支持应急联动政策设计的气象灾害间接经济损失评估的方法研究”(71373131)

教育部留学回国人员科研启动基金“气象灾害应急联动的政策设计”(No. 2013-693)

江苏高校优势学科建设工程资助项目

江苏省首批品牌专业“信息管理与信息系统”资助项目

前言

近年来中国雾霾天气日益严重,控制雾霾成为中国环境治理的紧迫任务。本书基于系统科学思维,采集社会经济、大气环境、雾霾等数据,运用空间计量方法、基于松弛变量的超效率数据包络模型(super slacks based measure-DEA, Super-SBM)、零和收益 DEA 模型(zero sum gains-DEA, ZSG-DEA)、含有非期望产出的 DEA 模型、多阶段网络 DEA 模型等分别研究雾霾污染的排放效率及其影响因素、排放源削减、对地方重污染企业的影响等问题。

第 1 章主要介绍了本章的研究背景、研究意义、研究的基本内容和重点。第 2 章采用空间计量方法,研究了中国雾霾污染的空间集聚特征和影响因素,提出了相应的对策建议。第 3 章采集了 19 个省 2008~2012 年的空气污染指数(air pollution index, API)数据、重污染企业的相关财务数据,利用 Jones 模型,采用多断点回归方法检验空气污染对地方重污染企业盈余管理的影响,分析了 2008~2012 年重污染企业的盈余管理行为。第 4 章采集了中国地级市以上重点监测城市的 AQI 指数及这些城市上市重污染企业 2011~2016 年的股票收益率数据,利用多断点回归模型检验空气污染程度对地方重污染企业股票收益率的影响。第 5 章基于规模报酬可变的 Super-SBM 模型,测算了我国大气环境效率值,分析其区域分布和收敛情况,并运用 Tobit 模型分析我国大气环境效率的影响因素。第 6 章从自然绩效、管理绩效和规模绩效 3 个方面对中国 109 个环保重点监测城市及区域间的环境绩效进行评价。第 7 章用 ZSG-DEA 方法,评价了中国各省份 $PM_{2.5}$ 的排放效率,重新分配了各省份的排放权。第 8 章构建了带有中间投入和中间产出的二阶段 DEA 模型,分阶段测算我国 31 个省份投入指标的产出效率,在此基础上评估各省份的排放效率。第 9 章提出一种通过削减投入指标以控制雾霾总体排放的思路,利用数据包络模型,测算我国 29 个省份投入指标的产出效率,计算投入指标冗余率。

本书创新处包括:①打破物理化学方法防治雾霾的传统范式,构建管理学分析框架。借助 DEA 这种实用的优化规划方法,提出“方法研究→额度测算→对方案”的管理分析框架,是对传统防治雾霾思路的有益补充。②改变雾霾治理的线性思维。充分考虑各决策单元的实际情形,分阶段提出各省份和产业的雾霾削减计划,为科学防治雾霾提供决策依据。③丰富 DEA 模型的类型,扩充 DEA 的应用范围。雾霾是自然环境与人类社会的共同产物。但雾霾与单一的大气污染物不同,其组分及形成过程复杂,很少有人将 DEA 应用于雾霾的排放效率。本书

结合气象条件和大气环境等合理构建兼顾效率与公平的 DEA 模型、多阶段 DEA 模型，以及考虑决策单元竞合关系的 DEA 模型等，丰富和扩充了 DEA 模型的类型及其应用领域。

本书视角独特、数据翔实、结论可行，适合政府部门相关管理者、学者、研究生和高年级本科生，以及关心雾霾治理的社会各界人士阅读。

作 者

2018 年春

目 录

前言	
第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 中国面临突出的雾霾污染问题	1
1.1.2 中国的空气质量改善是长期而艰巨的任务	2
1.1.3 我国政府积极应对雾霾污染问题	2
1.2 研究意义	3
1.2.1 理论研究意义	3
1.2.2 实际应用价值	3
1.2.3 学科建设意义	3
1.3 研究的基本内容和重点	3
1.3.1 基本内容	3
1.3.2 研究重点	5
1.4 创新性观点	5
参考文献	6
第 2 章 雾霾污染的空间集聚特征	7
2.1 雾霾污染的空间相关性分析	8
2.1.1 数据来源及说明	8
2.1.2 雾霾污染现状	8
2.1.3 全局空间相关性	9
2.1.4 局域空间相关性	11
2.2 雾霾污染的空间影响因素分析	14
2.2.1 数据来源及说明	14
2.2.2 模型设定	14
2.2.3 实证分析结果	15
2.3 主要结论及对策	18
2.3.1 主要结论	18
2.3.2 对策分析	19
参考文献	21

第3章 雾霾污染对企业盈余管理的影响	23
3.1 问题提出	23
3.2 国内外研究进展	24
3.3 模型、指标及数据说明	25
3.3.1 模型、变量的设定	25
3.3.2 实证结果分析	29
3.3.3 稳健性检验	31
3.4 结论	33
参考文献	34
第4章 雾霾污染对企业股票收益率的影响	37
4.1 国内外研究进展	38
4.2 指标及数据说明	39
4.3 实证模型、结果和分析	40
4.3.1 实证模型	40
4.3.2 实证结果与分析	42
4.3.3 稳健性检验	43
4.4 结论	46
参考文献	47
第5章 基于省份的大气环境效率研究	50
5.1 国内外研究进展	51
5.2 模型介绍	52
5.3 大气环境效率评估	52
5.3.1 数据来源与处理	52
5.3.2 大气环境效率的前沿面分析	54
5.3.3 大气环境效率的区域差异分析	55
5.3.4 大气环境效率的收敛性分析	56
5.4 大气环境效率影响因素	57
5.4.1 变量选择	57
5.4.2 估计结果和分析	58
5.5 结论与政策建议	59
参考文献	60
第6章 基于重点监测城市的环境绩效评价研究	63
6.1 国内外研究进展	64
6.2 模型说明	65
6.2.1 自然绩效	66

6.2.2 管理绩效	67
6.3 符号说明	68
6.4 指标与数据说明	68
6.4.1 指标说明	68
6.4.2 数据说明	69
6.5 实证结果	70
6.6 环境绩效前沿面分析	71
6.6.1 总体环境绩效分析	71
6.6.2 区域环境绩效分析	71
6.7 结论与建议	76
参考文献	77
本章附表	79
第 7 章 基于 ZSG-DEA 的雾霾污染排放优化	84
7.1 国内外区域排污权交易的现状	84
7.1.1 国外区域排污权交易的现状	84
7.1.2 国内区域排污权交易的现状	86
7.2 理论发展的主要趋势	88
7.3 国内实践存在的问题	88
7.4 排污权初始分配的含义	89
7.5 排污权初始分配的理论基础	90
7.5.1 资源稀缺性理论	90
7.5.2 外部性理论	91
7.5.3 产权理论	92
7.6 基于 DEA 模型对排污权分配研究	93
7.6.1 非期望产出的排放效率评估	94
7.6.2 基于 ZSG-DEA 模型的大气污染物排放权的分配	96
7.7 模型的设定	97
7.7.1 传统 DEA 模型	97
7.7.2 SBM-Undesirable 模型	98
7.7.3 ZSG-DEA 模型	100
7.8 指标说明与数据描述	101
7.8.1 指标说明	101
7.8.2 数据描述	104
7.9 实证结果分析	105
7.9.1 基于不同模型的效率对比	106

7.9.2 考虑非期望产出的 $PM_{2.5}$ 排放效率的改进潜力	109
7.9.3 基于 ZSG-DEA 模型的 $PM_{2.5}$ 排放权的初始分配	110
7.10 结论与启示	113
参考文献	115
本章附录	118
第 8 章 基于网络 DEA 的雾霾污染排放优化	130
8.1 国内外研究进展	131
8.2 指标选取、数据获取	131
8.2.1 第一阶段的投入和产出指标	132
8.2.2 第二阶段的投入和产出指标	133
8.3 二阶段模型建立	135
8.4 实证分析	137
8.5 讨论	139
参考文献	141
本章附录 碳排放量估算问题	143
第 9 章 雾霾污染的源头投入削减	147
9.1 问题提出	147
9.2 国内外研究进展	149
9.2.1 DEA 方法及其应用	149
9.2.2 $PM_{2.5}$ 的组分及来源	149
9.3 模型、指标与数据	150
9.3.1 DEA 模型	150
9.3.2 指标选取	152
9.4 实证分析结果	155
9.4.1 数据来源与指标选取	155
9.4.2 实证结果分析	157
9.4.3 DEA 模型中投入冗余率和投入可节省率	159
9.5 结论与政策建议	161
参考文献	163

第1章 绪 论

本章首先介绍了本书研究背景和研究意义,阐明雾霾污染治理任务的艰巨性,认为研究PM_{2.5}的排放效率和PM_{2.5}排放权的再分配具有积极的理论意义和实践意义。然后提出了研究内容、研究重点和技术路线图。

1.1 研究背景

1.1.1 中国面临突出的雾霾污染问题

近年来,中国日益严重的雾霾天气已经引起了国内外的广泛关注^[1]。2013年1月,中国有30个省(自治区、直辖市)被4次雾霾过程笼罩,全月北京仅有5天不是雾霾天。2014年1月14日,研究报告《迈向环境可持续的未来——中华人民共和国国家环境分析》指出,中国最大的500个城市中,只有不到1%的城市达到了世界卫生组织推荐的空气质量标准,世界上空气污染最严重的10个城市中有7个在中国^[2]。

PM_{2.5}是对我国雾霾天气影响最大的污染物之一,主要有5个污染特征:①年均浓度绝对值较高,在我国东部地区PM_{2.5}年均浓度常在100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上,高于最新修订的国家《环境空气质量标准》(GB 3095—2012)70%~160%;②由SO₂、NO_x、NH₃、VOC_x等气态污染物通过化学反应形成的二次颗粒物在PM_{2.5}中的比例高,在部分区域超过了60%;③区域污染特征明显,在东部的京津冀和长三角等区域,超标城市比例超过80%,且重污染发生体现出同步性的特点;④重污染过程发生频率高,持续时间长,部分地区PM_{2.5}最高日均浓度超过国家《环境空气质量标准》(GB 3095—2012)4倍,PM_{2.5}日均浓度全年超标天数可达40%;⑤复合型空气污染的氧化性增强,O₃超标率逐年增加,O₃和PM_{2.5}成为共同影响城市空气质量超标的2个首要污染物,在长三角地区,高温季节PM_{2.5}与O₃同步污染出现的频率可达30%。

严重的雾霾天气给人民群众的身心健康造成了严重影响,也直接或间接地增加社会成本,带来了巨大的经济损失。同时,以持续大范围的雾霾为特征的重污染过程甚至引发了社会民众的恐慌心理,也对政府的公信力产生了极其不良的影响。

1.1.2 中国的空气质量改善是长期而艰巨的任务

《中国环境与发展国际合作委员会 2012 年年会专题政策研究报告》(2012)指出,按照《环境空气质量标准》(GB 3095—2012)要求,到 2025 年,全国约 80%的城市要达到标准要求。为此,需要在每个“五年计划”内使全国主要城市的 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 平均浓度降低 10%~15%。但 $PM_{2.5}$ 的来源不仅包含由污染源直接排放的一次颗粒物,还包含由 SO_2 、 NO_x 、 VOC_x 、 NH_3 等气体污染物在大气环境中转化形成的二次颗粒物,为了达到空气质量改善的要求,必须对一次颗粒物和 SO_2 、 NO_x 、 VOC_x 、 NH_3 等转化的二次颗粒物进行持续减排,每一个“五年计划”的减排幅度不能低于 15%,而这个减排指标已经远超过国家“十一五”和“十二五”国家总量控制的任务要求。可见,我国空气质量的改善是一项长期而艰巨的任务。

1.1.3 我国政府积极应对雾霾污染问题

我国政府面对日益严峻的空气污染境况,高度重视雾霾的防治工作,先后出台了一系列重要的政策文件。如《“十二五”节能减排综合性工作方案》(2011 年)、《重点区域大气污染防治“十二五”规划》(2012 年)、《环境空气质量标准》(2012)、《大气污染防治行动计划》(2013 年)和新修订的《环保法》(2015 年)等,都提出要建立区域协作机制,统筹区域环境治理。尤其我国于 2012 年修订的《环境空气质量标准》(GB 3095—2012)参考了世界卫生组织对空气质量标准的建议,严格遵守其对 PM_{10} 的限值要求,并把 $PM_{2.5}$ 纳入指标体系,使针对 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 的标准与世界卫生组织推荐的第一阶段空气质量改善目标值成功对接。国务院还与各省级政府签订了目标责任书,进行年度考核,严格责任追究,积极探索大气污染联防联控机制等。但从治理实践来看,利用行政力量强力推动雾霾治理,可以在短期内起到一定的效果,但短暂的关停只能带来雾霾的临时减少,一旦放松管制又会带来雾霾的迅猛增加。如 2014 年发生在北京的“APEC 蓝”和南京的“青奥蓝”就是很好的例证。从长期来看,充分发挥市场机制来有效治理雾霾,可能是治理雾霾的另一种思路。如尝试引进国际上较为成熟的碳排放权初始分配的经验和做法,控制雾霾典型组分的排放总量,分配各地的初始排放权,然后将多余排放权进行市场交易。这种思路既考虑了总体目标,又考虑了各省的实际情形,发挥了各省的自主性,比起采取简单关停涉污企业以控制雾霾的做法更加长远有效。但是,各省雾霾的初始排放权分别为多少?几乎没有类似的研究。与碳排放不同,雾霾的总量难以计算,

采取何种指标计算雾霾的排放权，又采用什么方法评价各省雾霾的排放效率，值得深入研究。

鉴于此，本书以 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度作为雾霾的代表性变量，以全国各省（自治区、直辖市）为评价单元，在控制全国 $\text{PM}_{2.5}$ 排放浓度总量的前提下，纳入国土面积和大气环境容量等指标，对各省的 $\text{PM}_{2.5}$ 排放权进行重新分配，为 $\text{PM}_{2.5}$ 排放权的市场交易提供实证支持，同时为我国政府的雾霾治理提供新思路。

1.2 研究意义

1.2.1 理论研究意义

雾霾是自然过程与人类活动的共同产物。而传统的 DEA 模型主要针对人类活动效率开展评价，有必要针对雾霾污染物排放构建特定的 DEA 模型族，有兼顾公平与效率的多目标 DEA 模型、考虑决策单元竞合关系的 DEA 模型、多阶段网络 DEA 模型等，既丰富 DEA 模型类型，又拓展 DEA 的应用范围。

1.2.2 实际应用价值

通过研究中国雾霾污染的空间集聚特征、研究空气污染对地方重污染企业盈余管理和企业股票收益率的影响、测算我国各省份和重点监测城市的大气环境效率值、评估省际和产业间的分配效率等，对 $\text{PM}_{2.5}$ 排放量进行重新分配，提出投入指标的削减幅度，确定区域和产业的排放额度等，这些结果可为大气污染物的综合治理工作提供实证支持，给各级政府部门和产业主管部门提供参考。

1.2.3 学科建设意义

本书的研究成果是多学科领域知识融合创新的有益尝试，将有力推动大气科学、环境科学、管理科学与经济学等学科的融合发展，促进交叉型科研教学队伍建设和人才培养。

1.3 研究的基本内容和重点

1.3.1 基本内容

本书基于区域经济学、系统科学等思想，结合数据，分别运用空间计量方法、

基于规模报酬可变的 Super-SBM 模型、绩效评估、SBM-Undesirable 模型、ZSG-DEA 模型、多阶段网络 DEA 模型以及含有非期望产出的 DEA 模型等对我国大气污染物（主要指雾霾）进行研究。

第 1 章是绪论，主要介绍本章的研究背景、研究意义、研究的基本内容和重点、技术路线图和本书的创新点。研究背景部分以中国雾霾天气日益严重为出发点，详细阐述了中国霾污染的严峻状况，国际社会的关注和中国政府的高度重视以及减霾对策，并从 3 个方面阐述了本书的研究意义和创新点。

第 2 章采用空间计量方法，研究了中国雾霾污染的空间集聚特征和影响因素，提出了相应的对策建议。现状表明，中国的雾霾污染严重，主要在中东部地区呈现块状分布，且具有显著的空间溢出效应，而一个省份或地区通过向邻近省份转移污染产业，或严格实行环境管制的单方面“治霾行动”难以根治本地区的雾霾，因此，有必要发挥中国政府在公共管理方面的优势，利用“举国体制”进行联防联控；同时，征收相关税费，利用法律和经济手段进行环境管制；最后，加大舆论宣传，鼓励绿色生活模式，全民参与，共同治理雾霾。

第 3 章采集了 19 个省 2008~2012 年间的空气污染指数（air pollution index, AQI）数据、重污染企业的相关财务数据，利用 Jones 模型，采用多断点回归方法检验空气污染对地方重污染企业盈余管理的影响，分析了 2008~2012 年间重污染企业的盈余管理行为，对实证结果进行了讨论，并提出了相应的对策建议。

第 4 章采集了中国地级市以上重点监测城市的 AQI 数据及这些城市上市重污染企业 2011~2016 年的股票收益率数据，利用多断点回归模型检验空气污染程度对地方重污染企业股票收益率的影响。本章简要探讨了这种现象背后的原因，最后提出，应严格控制空气污染，持续正视空气污染问题，这样才可能群策群力治理空气污染，实现城市的可持续发展。本章首次研究了中国地级市以上重点监测城市的空气污染对股票收益率的影响，所得结论可以为政府监管部门、股市投资者和企业经营者提供实证参考。

第 5 章利用 2002~2010 年我国 30 个省市的面板数据，采用人口加权的 $PM_{2.5}$ 浓度作为大气环境污染指标，基于规模报酬可变的 Super-SBM 模型，测算了我国大气环境效率值，分析其区域分布和收敛情况，并运用 Tobit 模型分析我国大气环境效率的影响因素，最后提出相应的对策建议。

第 6 章运用数据包络分析方法（DEA），同时将 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 等空气污染物作为非期望产出，从自然绩效、管理绩效和规模绩效 3 个方面对中国 109 个环保重点监测城市及区域间的环境绩效进行评价。本章所采用的方法可以为城市的绩效评估提供参考，所得到的评价结果能够反映出中国环保重点监测城市及各区域环境绩效水平的差异，可为城市及区域的环境均衡发展提供参考。

第 7 章首先介绍排污权初始分配的含义，论述了排污权初始分配的 3 个主要

理论基础：环境容量资源的稀缺性理论、外部性理论和产权理论。然后介绍了传统 DEA 模型、非期望产出做投入法的 DEA 模型、SBM-Undesirable 模型、ZSG-DEA 模型的设定，在相关模型的基础上描述了各个模型所采用的投入产出指标，并说明了数据的来源。最后进行实证分析。

第 8 章根据雾霾是二次污染物的特点，将雾霾排放效率评价分为两个阶段，即将雾霾产生阶段作为第一阶段，雾霾治理阶段作为第二阶段，构建了一种带有中间投入和中间产出的二阶段 DEA 模型，分阶段测算我国 31 个省份投入指标的产出效率，在此基础上评估各省份的排放效率。本章首次构建了针对雾霾排放效率评估的网络 DEA 模型；扩充了 DEA 的应用范围，所得到的结论可以为雾霾等类似复合污染物的治理提供借鉴。

第 9 章提出一种通过削减投入指标以控制雾霾总体排放的思路，利用数据包络模型（DEA），在文献调研的基础上，选用 SO_2 排放量、 NO_x 排放量、烟尘排放量、煤炭消费量、汽车保有量、资本、劳动力 7 个投入指标，将 GDP 和 $\text{PM}_{2.5}$ 排放量分别作为期望产出和非期望产出指标，测算我国 29 个省份投入指标的产出效率，计算投入指标冗余率，本章的研究思路为削减雾霾的理论研究提供参考，结果可为政府的减霾工作提供实证支持。

1.3.2 研究重点

本书的重点主要包括以下 2 方面。

（1）数据收集困难，实证工作量大。涉及的数据主要有两类：①全国各重点监测城市、各省份等不同层面的 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度数据。②社会统计数据，主要来源于基于行政单位的统计。社会统计数据指标类别众多，统计口径差异大，主要包括社会资本存量数据以及社会经济流量数据。目前，这些数据在实践上通常以年月旬进行统计，很难与雾霾灾害数据在时空上相对应，因此要做相应的数据换算处理。

本书以典型的雾霾污染为例，采集的气象数据以及社会统计数据需进行数据融合、数据挖掘，实证计算的工作量大。

（2）模型构建以及参数选择问题。本书主要涉及的方法模型主要有空间计量方法、基于规模报酬可变的 Super-SBM 模型、绩效评估、SBM-Undesirable 模型、ZSG-DEA 模型、含有非期望产出的 DEA 模型、多阶段网络 DEA 模型等，模型众多且参数选择标准各异，需要仔细甄别，在不同情景下选择合适的模型。

1.4 创新性观点

首先，打破传统的物化方法防治雾霾的范式，构建管理学分析框架。学者们

通常采用物理和化学手段解析雾霾组分,通过查找雾霾源头的方式防治雾霾。但雾霾成分及种类繁多,源头解析工作在短期内难以奏效。本书借助数据包络分析(DEA)这种实用的优化规划方法,提出“方法研究→额度测算→对策方案”的管理分析框架,是对传统防治雾霾思路的有益补充。

其次,改变雾霾治理的线性思维,从中观层面设计雾霾削减计划。在政府命令、民众压力和经济增长等多重压力下,各级政府对雾霾的治理有“遇事即关停涉污企业”与“平日放松管制”并存的现象。如“奥运蓝”“青奥蓝”和“G20 蓝”等便是例证。雾霾污染反复频发,很大程度上损害了政府的公信力和执政威望。本书拟充分考虑各决策单元的实际情形,分阶段提出各省份和产业的雾霾削减计划,为科学防治雾霾提供决策依据。

最后,丰富 DEA 模型的类型,扩充 DEA 的应用范围。雾霾是自然环境与人类社会的共同产物。但雾霾与单一的大气污染物不同,其组分及形成过程复杂,很少有人将 DEA 应用到研究雾霾的排放效率。本书结合气象条件和大气环境等知识,合理构建兼顾效率与公平的 DEA 模型、多阶段 DEA 模型,以及考虑决策单元竞合关系的 DEA 模型等,丰富和扩充了 DEA 模型的类型及其应用领域。

参 考 文 献

- [1] Yu X, Zhu B, Yin Y, et al. A comparative analysis of aerosol properties in dust and haze-fog days in a Chinese urban region[J]. Atmospheric Research, 2011, 99 (2): 241-247.
- [2] [美]克鲁克斯. 迈向环境可持续的未来: 中华人民共和国国家环境分析[M]. 张庆丰, 译. 北京: 中国财政经济出版社, 2012.

第2章 雾霾污染的空间集聚特征

本章采用空间计量方法,研究了中国雾霾污染的空间集聚特征和影响因素,提出了相应的对策建议。现状表明,中国的雾霾污染严重,在中东部地区呈现块状分布,覆盖17个省份空间自相关分析发现,中国 $PM_{2.5}$ 存在着显著的空间相关性。 $PM_{2.5}$ 值较大(或较小)的省份“成团”集聚,污染严重的省份人口密度、GDP密度、煤炭消耗密度和民用汽车拥有量等指标均较高,位居全国前列。空间面板计量模型进一步表明,对 $PM_{2.5}$ 值影响最大的是总量性指标,而不是结构性指标。总量性指标如GDP、人口数和废气排放总量对 $PM_{2.5}$ 值有显著影响。库兹涅茨曲线的研究认为, $PM_{2.5}$ 值还远未达到增长的转折点。若不采取有效措施,随着GDP的进一步增长, $PM_{2.5}$ 值还将继续快速增加。因此,中国必须加大雾霾治理的力度。有必要发挥中国政府在公共管理方面的优势,利用“举国体制”进行联防联控;同时,征收相关税费,利用法律和经济手段进行环境管制;并且加大舆论宣传,鼓励绿色生活模式,全民参与,共同治理雾霾。

近年来,中国持续爆发大规模的以 PM_{10} (可吸入颗粒物)和 $PM_{2.5}$ (可入肺颗粒物)为主要构成的雾霾天气,严重危害了公众健康和正常生活,造成了巨大的经济损失。2013年1月,全国华东、华北等地140多万平方公里的国土面积受雾霾笼罩,8亿以上人口受到影响,北京地区整个1月只有5天是非霾天。2014年2月,雾霾再次笼罩我国北方161个城市。其中,51个城市出现重度及以上污染、11个城市出现严重污染。雾霾导致中小学紧急停课,高速公路和机场全线封闭。仅2012年,中国因雾霾等空气污染造成的经济损失近2万亿元^[1]。

雾霾的来源成分较为复杂。许多学者对雾霾的组分进行了研究^[2~6],学者们热衷于从物理和化学的角度,分析不同类型雾霾的组分及其比例,但很少有人从时间和区域的角度,研究不同组分对雾霾增长的贡献^[7~11]。从组分来看,雾霾的来源主要有工业废气、机动车及机械尾气、餐饮油烟尘、燃煤尘等。这些污染源分别与GDP值、人口数、能源消耗和工业排放密切相关。这里分别用以上变量作为雾霾组分的替代变量,采集2001~2010年雾霾及各变量的数据,在分析雾霾空间溢出效应的基础上,采用空间面板数据模型,分析各变量对雾霾增长的贡献程度。最后,还利用雾霾与GDP变量,构建了库兹涅茨曲线,预测了雾霾增长曲线的可能拐点。

本章余下部分包括中国雾霾的现状及雾霾的空间相关性分析,空间面板数据的设定及实证结果,库兹涅茨曲线回归结果,最后是结论及政策建议。