



教育部人文社科重点研究基地重庆工商大学长江上游经济研究中心

我国雾霾污染的经济成因与治理对策研究

WOGUO WUMAI WURAN DE
JINGJI CHENGYIN YU ZHILI DUICE YANJIU

任毅 东童童 著



中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

本书是教育部人文社会科学重点研究基地重庆工商大学长江上游经济研究中心“新发展理念下区域经济理论与实践研究团队”项目、“三峡库区百万移民安稳致富国家战略”服务国家特殊需求博士人才培养项目的阶段性成果

我国雾霾污染的经济成因与治理对策研究

WOGUO WUMAI WURAN DE
JINGJI CHENGYIN YU ZHILI DUICE YANJIU

任毅 东童童 著

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

我国雾霾污染的经济成因与治理对策研究 / 任毅,
东童童著. —北京: 经济科学出版社, 2018. 12
ISBN 978 - 7 - 5218 - 0091 - 3

I. ①我… II. ①任… ②东… 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 289618 号

责任编辑: 周胜婷
责任校对: 李 伟
责任印制: 邱 天

我国雾霾污染的经济成因与治理对策研究

任 毅 东童童 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

总编辑部电话: 010 - 88191217 发行部电话: 010 - 88191522

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: [esp@ esp. com. cn](mailto:esp@esp.com.cn)

天猫网店: 经济科学出版社旗舰店

网址: [http: //jjkxcbs. tmall. com](http://jjkxcbs.tmall.com)

固安华明印业有限公司印装

710 × 1000 16 开 10.75 印张 200000 字

2018 年 12 月第 1 版 2018 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5218 - 0091 - 3 定价: 56.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 010 - 88191510)

(版权所有 侵权必究 打击盗版 举报热线: 010 - 88191661)

QQ: 2242791300 营销中心电话: 010 - 88191537

电子邮箱: [dbts@ esp. com. cn](mailto:dbts@esp.com.cn))

前 言

自2012年以来,我国空气质量恶化加速,雾霾污染在全国诸多城市大范围肆虐开来,特别经济发展程度较高的京津冀、长三角及珠三角地区多次出现了大范围的雾霾天气。“雾霾污染”“空气质量”“PM2.5”和“环境治理”成为社会关注的焦点。中国气象局发布的《2016年中国气候公报》显示,2016年我国共出现8次大范围、持续性雾霾天气。根据环保部门测算,中国环境污染排放物的70%来源于制造业,工业能耗是造成雾霾污染的重要原因之一。2002年开始,中国工业经济再次重型化,能源消耗和污染排放出现前所未有的规模,加之传统的“三高”发展模式伴随着工业产业集聚发展对能源消费的规模性需求,使我国雾霾污染问题日趋严峻。

党和政府高度重视环境污染问题,党的十八大以来,大气环境治理上升到了新高度。2013年9月国务院颁发的《大气污染防治行动计划》(简称“大气十条”),不仅对各地区大气污染设立了明确的控制目标,而且制定了十大类35项具体措施,并提出“到2017年全国地级及以上城市可吸入颗粒物浓度比2012年下降10%以上,优良天数逐年提高”的目标。2016年1月,新修订的《大气污染防治法》正式实施,为治理区域性雾霾和应对重污染天气提供了法制基础。环境保护部于2017年6月发布的《2016中国环境状况公报》指出,要继续贯彻落实新发展理念,以改善环境质量为核心,以解决突出环境问题为重点,扎实推进生态环境保护工作。“十三五”规划纲要指出,应以提高环境质量为核心,加大生态环境保护力度,大力推进污染物达标排放以及总量减排,深入实施污染防治行动计划。十九大报告指出要加快生态文明体制改革,推进绿色发展,持续实施大气污染防治行动,打赢蓝天保

卫战。在这一背景下,深入分析工业集聚、工业效率、全要素工业能源效率以及能源消费结构与大气污染之间的作用关系,从工业效率、工业集聚、全要素能源工业效率以及能源消费结构转型的视角探索雾霾污染防治的有效途径,对于破解中国工业经济发展与资源环境之间的矛盾具有重要的现实意义。

本书针对我国雾霾污染的经济成因与治理对策研究的主体内容主要从四个方面加以展开和深入,即:我国雾霾污染的现状分析;工业集聚、工业效率与雾霾污染的关系研究;全要素工业能源效率与雾霾的关系研究;能源消费结构与雾霾的关系研究。

本书关于我国雾霾污染的现状分析,采用描述性统计法,结合我国典型区域——长江经济带对我国雾霾污染现状进行分析,其主要结论可归结为四点。第一,全国PM_{2.5}浓度在2013年之后有所下降,PM₁₀浓度、SO₂浓度以及NO₂浓度总体上呈现出下降的趋势,2013年的PM₁₀浓度有上升。第二,从雾霾污染物分布看,相比西部地区,中东部地区雾霾污染情况更加严重,同时,不同污染物的空间分布也不尽相同,中东地区污染物主要为PM_{2.5},中西部地区的雾霾污染物主要为PM₁₀、SO₂和NO₂。第三,长江经济带研究结果显示,相比上游地区,长江经济带中下游地区雾霾污染情况更加严重,同时,长江中下游地区污染物主要为PM_{2.5},长江上游地区的雾霾污染物主要为PM₁₀、SO₂和NO₂。第四,无论从全国范围看,还是从典型区域——长江经济带看,雾霾主要污染物PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂和NO₂浓度均表现出显著的空间相关性,全国范围和长江经济带范围的雾霾污染均表现出显著的空间相关性,雾霾污染呈现“一荣俱荣,一损俱损”的发展现状。

本书关于工业集聚、工业效率与雾霾污染的关系研究,首先将西科恩和霍尔的产出密度理论模型进行扩展,构建了雾霾污染、工业集聚与工业效率之间作用关系的理论模型。运用空间计量方法验证了工业集聚对雾霾污染的影响,运用2SLS和3SLS方法对雾霾污染、工业集聚与工业效率的交互影响进行了验证。其主要结论可归结为四点:第一,工业劳动集聚和工业资本集聚会加重雾霾污染程度,而工业产出集聚则会降低雾霾污染程度;当工业劳动产出效率和工业资本利用率作为交互项加入计量模型后,工业劳动和资本集聚对雾霾污染程度有所降低。第二,雾霾污染和工业产出集聚均表现出显

著的空间溢出效应,我国雾霾污染严重地区分布在东中部工业省份,但相对于东部和西部地区,中部地区的雾霾污染最为严重。第三,雾霾污染、工业集聚和工业效率之间存在交互作用关系,工业集聚会加重雾霾污染程度,而工业效率则能够降低雾霾污染程度。同时,雾霾污染又会导致工业集聚和工业效率的水平下降;工业集聚和工业效率之间存在相互促进作用。第四,工业效率是作用于雾霾污染和工业集聚之间的重要中介力量,工业效率可以降低工业集聚与雾霾污染的负向作用效果,但工业效率的作用依然不能改变二者相互作用的正负关系。

本书关于全要素工业能源效率与雾霾污染的关系研究,运用 SBM-Luenberger 指数法对中国全要素工业能源效率增长率进行了测算,同时使用 DEA-Malmquist 指数法对长江经济带全要素工业能源效率进行了测算。运用 3SLS 和 GS3SLS 计量方法对全要素工业能源效率增长率与雾霾污染的内生交互作用进行实证检验。其主要结论可以归结为四点:第一,中国全要素工业能源效率增长率以及长江经济带工业能源效率增长率与雾霾污染之间存在显著的内生交互作用,全要素工业能源效率增长的提高能够有效降低雾霾污染水平,雾霾污染增加会导致全要素工业能源效率降低。第二,全要素工业能源效率增长率与雾霾污染均存在显著的空间溢出效应;空间因素能够使二者之间的负向作用进一步增强。第三,相对于东西部地区,中部地区表现出“低效率”与“高污染”并存的发展现状。从雾霾污染的区域看,整个长江经济带均存在雾霾污染问题,其中长江经济带上游地区表现出“低效率”与“高污染”并存的工业环境现状。第四,从影响因素看,雾霾污染与经济发展水平之间存在倒 U 形曲线关系;煤炭能源消费是造成雾霾污染的重要因素,工业生产中煤炭能源使用效率低下成为阻碍全要素工业能源效率提升的重要因素。

本书关于能源消费结构与雾霾污染的关系研究,构建了多维能源消费结构指标,使用 SAR、SEM、SDM、SAC 等空间计量模型从全国层面和典型区域层面实证检验能源消费结构对雾霾污染的影响程度和作用机制,同时使用灰色系统模型中的 GM(1,1) 模型对中国能源消费总量、能源消费结构以及雾霾污染的主要污染物浓度进行预测。其主要结论可归结为四点:第一,从能源消费结构看,全国范围研究结果显示,相比中西部地区,东部地区能源

消费结构更加多样化,对煤炭能源的依赖性更低;长江经济带研究结果显示,相比中上游地区,长江经济带下游地区能源消费结构更加多样化,对煤炭能源的依赖性更低。第二,总体来看,煤炭、汽油和电力三类能源消费均能够在一定程度上加剧全国范围和长江经济带雾霾污染状况。尽管煤炭消费占比最高,但其单位消费占比对雾霾污染的作用低于汽油和电力消费占比的作用。电力消费的单位占比所带来的PM10浓度提升最大,汽油消费单位占比所带来的SO₂浓度的提升最大。第三,从控制变量看,工业集聚、规模经济、环境规制、经济发展水平、产业结构这五个变量对PM2.5浓度、PM10浓度和NO₂浓度的影响较为显著,但作用方向不尽相同。无论是从全国东中西部情况来看还是从长江经济带上中下游来看,同一控制变量对不同地区的雾霾污染物的影响也存在着较大差异。第四,基于灰色预测模型,未来五年间,除煤炭消费总量指标外,全国能源消费总量、汽油消费和电力消费总量指标均呈现明显的逐年增长态势。煤炭消费占比和汽油消费占比均呈现明显的逐年下降趋势,而电力消费占比呈现先增后降的倒U形趋势。PM2.5浓度、PM10浓度、SO₂浓度在未来五年内将呈现先增后降的倒U形趋势,SO₂浓度在未来五年内将呈现先增后平稳的趋势。

本书通过对我国雾霾污染和典型区域雾霾污染的现状描述和实证分析,确切把握我国雾霾污染的总体现状和经济成因,依据分析重点建立多个影响因素指标体系,从工业集聚、工业效率、全要素工业能源效率以及能源消费结构等方面分析了我国雾霾污染的经济成因,并探讨了治理我国雾霾污染的若干问题和关键突破口,从区域联防联控、提升工业效率水平、工业集聚水平、全要素工业能源效率水平、能源消费结构等方面最终形成了治理我国雾霾污染的政策启示。

作者

2018年10月

目 录

第1章 导论	(1)
1.1 研究问题的提出	(1)
1.2 研究目的与意义	(4)
1.3 研究思路与主要内容	(5)
1.4 研究方法	(7)
1.5 研究的创新之处	(8)
第2章 文献回顾与评述	(10)
2.1 雾霾污染的测度研究	(10)
2.2 雾霾污染的形成诱因研究	(13)
2.3 雾霾污染的治理对策研究	(16)
2.4 文献评述	(18)
第3章 我国雾霾污染的总体测度	(20)
3.1 雾霾污染的界定	(20)
3.2 雾霾污染的成因	(21)
3.3 雾霾污染的危害	(24)
3.4 我国雾霾污染的总现状	(25)
3.5 我国典型区域雾霾污染现状	(38)

第4章 工业集聚与雾霾污染的关系研究	(45)
4.1 我国工业集聚对雾霾污染的影响	(45)
4.2 工业效率、工业效率与雾霾污染的交互影响	(64)
4.3 本章小结	(75)
第5章 全要素工业能源效率与雾霾污染的关系研究	(79)
5.1 我国全要素工业能源效率与雾霾污染的关系	(79)
5.2 典型区域全要素工业能源效率与雾霾污染的关系	(92)
5.3 本章小结	(101)
第6章 能源消费结构与雾霾污染的关系研究	(104)
6.1 我国能源消费结构对雾霾污染的影响	(104)
6.2 典型区域能源消费结构对雾霾污染的影响	(116)
6.3 我国能源消费结构与雾霾污染的趋势预测研究	(127)
6.4 本章小结	(138)
第7章 我国雾霾污染治理对策研究	(142)
7.1 建立区域联防联控机制,重视区域合作	(142)
7.2 提升工业集聚程度与工业效率水平,建立区域协调机制	(143)
7.3 提升全要素工业能源效率,转变发展方式	(144)
7.4 重视产业结构调整,提升产业转移质量	(145)
7.5 调整能源消费结构,建立现代能源体系	(146)
7.6 优化城市空间布局,加大土地利用管理力度	(147)
7.7 增加环境治理投资比重,提高环境治理效率	(148)
7.8 调整外资准入门槛,合理优化外商投资结构	(149)
参考文献	(150)
后记	(159)

第1章 导 论

1.1 研究问题的提出

20 世纪初,随着工业化进程不断推进,雾霾开始进入人们的视野,给人类带来深重的灾难。1930 年的马斯河谷烟雾事件、1943 年的洛杉矶光化学烟雾事件以及 1953 年的伦敦烟雾事件,使人类社会逐渐认识到雾霾污染的危害,开始重视对雾霾成因以及防治的研究探索。进入 21 世纪以来,中国经济快速发展,经济规模不断扩大,工业化进程已经步入了一个崭新的阶段。2010 年中国 GDP 总量首次超过日本,位列世界第二,仅次于世界头号强国——美国。经济社会的高速发展,随之而来的是严峻的环境污染问题,尤其是大气环境污染。

自 2012 年入冬以来,空气质量恶化加速,雾霾污染在全国诸多城市大范围肆虐开来,特别是经济发展程度较高的京津冀、长三角及珠三角地区多次出现了大范围的雾霾天气。“雾霾污染”“空气质量”“PM2.5”和“环境治理”成为社会关注的焦点。中国气象局发布的《2016 年中国气候公报》显示,2016 年我国共出现 8 次大范围、持续性雾霾天气。根据环保部门测算,中国环境污染排放物的 70% 来源于制造业,工业能耗是造成雾霾污染的重要原因之一。2002 年开始,中国工业经济再次重型化,能源消耗和污染排放出现前所未有的规模(陈诗一,2010),加之传统的“三高”发展模式伴随着工业产业集聚发展对能源消费的规模性需求,这些都导致我国雾霾污染问题日趋严峻。面对日趋严重的环境问题与经济发展之间的矛盾,党的十八届五

中全会指出,坚持绿色发展与可持续发展,是新时期我国经济发展的重要选择和战略方向。在这一背景下,深入分析工业集聚、工业效率、全要素工业能源效率以及能源消费结构与大气污染之间的作用关系,从工业效率、工业集聚、全要素能源工业效率以及能源消费结构转型的视角探索雾霾污染防治的有效途径,对于破解中国工业经济发展与资源环境之间的矛盾具有重要的现实意义。

党和政府高度重视环境污染问题,党的十八大以来,大气环境治理上升到了新高度。2013年9月,国务院颁发的《大气污染防治行动计划》(简称“大气十条”),不仅对各地区大气污染设立了明确的控制目标,而且制定了十大类35项具体措施,并提出“到2017年全国地级及以上城市可吸入颗粒物浓度比2012年下降10%以上,优良天数逐年提高”的目标。2016年1月,新修订的《大气污染防治法》正式实施,为治理区域性雾霾和应对重污染天气提供了法制基础。环境保护部于2017年6月发布的《2016中国环境状况公报》指出,要继续贯彻落实新发展理念,以改善环境质量为核心,以解决突出环境问题为重点,扎实推进生态环境保护工作。在这样的大背景下,如何协调经济发展与环境治理之间的关系,已经成为我国面临的一项艰巨挑战。

2016年1月,习近平总书记在重庆召开推动长江经济带发展座谈会时指出,当前和今后相当长一个时期,要把修复长江生态环境摆在压倒性位置。长江素有“黄金水道”的美誉,是我国东部、中部、西部要素流动、物资流动、人才流动、信息流动的大通道,沿江地区资源丰裕度高,市场需求潜力大,加上得天独厚的水陆纵横物流体系,使得这一区域汇聚我国一大批钢铁、汽车、电子、石化等现代工业。工业产业的繁荣发展引致能源消费的急剧攀升,而工业部门高投入、高排放和高能耗的传统发展模式给长江经济带也带来日益严重的生态环境问题。近年来,长三角地区、中三角地区、成渝地区等长江沿线城市群频频出现雾霾天气,更是对这一区域的生态安全、经济发展、公共健康等方面形成了重要挑战。因此,长江经济带作为中国生态环境与工业能源转型升级的典型地区,其雾霾污染治理问题在全国范围来看具有重要的实践意义和理论研究价值。

众所周知,雾霾污染与不合理的产业结构、能源结构以及粗放型的发展

方式有密切关系,但鲜有学者从工业集聚的角度研究雾霾污染的发生与作用关系。我国雾霾污染严重的地区主要分布在长江以北的东中部地区,而这些地区同时又是我国工业经济的集聚区。环保部门测算,造成我国环境污染的所有排放物中70%来源于制造业。因此,从总体上来讲,中国工业排放仍是雾霾污染的重要来源。同时,雾霾污染问题的出现并非个别区域或分散发展,而是成片集中分布于某些区域,这说明雾霾污染问题具有很强的空间依赖性。由此可见,雾霾污染与工业集聚和工业效率之间存在必然的联系,严重的雾霾污染问题也会对经济发展产生一系列影响。那么,工业集聚和工业效率对雾霾污染的影响作用有多大?雾霾污染又会对工业集聚和工业效率存在何种影响?它们之间的交互影响如何?这些问题是学术界关注的热点,也是现实中亟待回答和解决的问题。

工业能源消耗与工业能源效率密不可分,较高的能源利用效率可以有效降低能耗,从而降低污染排放。面对日趋严重的环境问题与经济发展之间的矛盾,党的十八届五中全会指出,坚持绿色发展与可持续发展,是新时期我国经济发展的重要选择和战略方向。长江经济带在实现经济快速发展的同时,传统高投入、高排放、高耗能的粗放型发展方式严重制约了该区域生态环境发展,全要素工业能源效率低下已成为区域环境问题恶化的主要因素。在这一背景下,分析和探讨全国和长江经济带工业能源效率与大气污染之间的作用关系,对于协调中国工业经济发展与环境污染治理的关系,同时分析和探讨全国和长江经济带雾霾污染与全要素工业能源效率的作用关系,加深全国和长江经济带经济社会发展与资源环境矛盾的认知,以及寻求破解工业经济发展与资源环境的矛盾,具有重要的现实意义。

中科院对PM_{2.5}构成成分的研究成果表明,低效率燃煤所形成的CO₂、SO₂及烟尘排放,是导致雾霾污染的主要原因。我国能源储备基本情况是多煤、少油、缺气,能源储备结构决定我国以煤炭资源为主的能源消费结构。根据2016年的《中国能源统计年鉴》,长江经济带工业能源消费的71%来自煤炭,清洁能源的使用比例不高。由此可见,以煤炭为主的能源消费结构是产生城市雾霾天气的根源。经济发展离不开能源消费,破解生态环境与经济社会协调发展难题,能源消费结构必须转型发展。通过分析雾霾污染与能源

消费结构间的相关关系，降低煤炭消耗比例以及加强煤炭高效利用来有效地降低 PM_{2.5}、PM₁₀ 等的排放量，进而缓解雾霾污染，不仅有助于保护环境、增进人民福祉，而且对于我国生态文明建设具有不可估量的现实意义。随着长江经济带雾霾污染态势日趋严重，以煤炭为主的能源消费结构已不能适应当前长江经济带开放开发战略，长江经济带如何突破雾霾污染所形成的发展瓶颈已成为全社会高度关注和普遍担忧的问题。

1.2 研究目的与意义

对日趋严重的环境问题与经济发展之间的矛盾，国务院 2011 年 12 月印发的《国家环境保护“十二五”规划》再次重申加快资源节约型、环境友好型社会建设的重要性。自十八大将生态文明建设纳入“五位一体”总体布局以及十八届三中全会提出的关于生态文明建设指导思想以来，生态文明建设已上升到国家战略的高度。党的十八届五中全会指出，坚持绿色发展与可持续发展，是新时期我国经济发展的重要选择和战略方向。十九大报告指出要加快生态文明体制改革，推进绿色发展，持续实施大气污染防治行动，打赢蓝天保卫战。“十三五”规划纲要指出，应以提高环境质量为核心，加大生态环境保护力度，大力推进污染物达标排放以及总量减排，深入实施污染防治行动计划。在这一大背景下，工业集聚和工业效率对雾霾污染的影响作用有多大？雾霾污染又会对工业集聚和工业效率存在何种影响？它们之间的交互影响如何？分析和探讨工业能源效率与大气污染之间的作用关系，探讨能源消费结构对雾霾污染的影响程度，通过对能源消费、雾霾污染综合指标的统计预测与分析，探索提升我国工业效率水平、工业集聚水平、全要素工业能源效率水平、优化能源消费结构和治理雾霾污染的路径，对于破解中国工业经济发展与资源环境之间的矛盾具有重要的现实意义。

本书的研究意义主要体现在以下三个方面：首先，我国区域开发思维正经历从“开发中保护”到“保护中开发”的转折期，当前对现实问题仍缺乏理论基础和实证检验，本课题的研究是对我国生态文明建设理论的有效补充，

并有利于进一步探索区域经济学、环境经济学交叉视角在区域开发中的应用。其次,紧密围绕十九大报告和国家“十三五”规划中有关生态文明的发展理念,通过分析典型区域全要素工业能源效率与能源消费结构对雾霾污染的影响,提出治理雾霾污染的对策建议,对其他区域经济社会发展和生态保护的协调发展具有示范性。最后,以雾霾污染治理为目标,以国情与发展作为路径选择和政策取向的出发点,探索提升工业集聚水平、工业效率水平、全要素工业能源效率水平和优化能源消费结构转型升级路径,提出雾霾污染治理的对策建议,并为区域范围内联合治污问题的破解提供相应的参考。

1.3 研究思路与主要内容

本书考察工业集聚、工业效率、雾霾污染的交互影响,探讨全要素工业能源效率与雾霾污染的交互作用,理清能源消费结构对雾霾污染的影响关系。首先分析我国雾霾污染的现状特征与空间分布,基于我国工业集聚、工业效率现状,构建联立方程和空间计量模型分析工业效率、工业集聚、雾霾污染的交互影响。然后,基于我国工业能源效率现状,在对工业能源效率进行测度的基础上使用普通面板联立方程和空间联立方程考察工业能源效率与雾霾污染的交互作用;基于我国能源消费结构和雾霾污染现状,测度分析能源消费结构对雾霾污染的影响机理,借助面板回归及空间计量等统计方法深入分析能源消费结构对雾霾污染的影响,并对能源消费、雾霾污染综合指标进行统计预测与分析。最后得出结论并提出针对性的意见和建议,探索提升我国工业效率水平、工业集聚水平、全要素工业能源效率水平、优化能源消费结构和治理雾霾污染的有效路径,为政府相关部门提供政策参考和决策依据。

本书共有7章,主要研究内容与结构安排如下:

第1章,导论。主要概括本书的选题背景、研究目的与意义、研究思路与内容安排、研究方法、研究特色与创新之处等。

第2章,文献回顾与评述。对相关文献进行梳理和归纳,主要对雾霾污染的测度研究、雾霾污染的形成诱因以及雾霾污染的治理对策等方面的研究

进行文献梳理,对有借鉴意义的研究内容进行归纳,最后对已有的研究进行文献述评分析。

第3章,我国雾霾污染的总体测度。首先对雾霾污染的内涵、成因和危害进行阐述,然后系统整理雾霾污染相关数据,分析我国雾霾污染的现状特征和空间分布,并使用探索性空间数据分析方法对我国雾霾污染的空间相关性进行分析,最后分析我国典型区域雾霾污染的现状特征和空间分布,对我国典型区域雾霾污染的空间相关性进行考察。

第4章,工业集聚与雾霾污染的关系研究。拓展西科恩和霍尔(Ciccone & Hall)的产出密度理论模型,将雾霾污染作为工业活动的副产品纳入产出密度模型中,推导出雾霾污染与工业集聚以及雾霾污染、工业集聚、工业效率的交互影响的理论模型。采用空间滞后模型(SAR)、空间误差模型(SEM)、空间杜宾模型(SDM)考察工业产出集聚、工业劳动集聚和工业资本集聚对雾霾污染的影响;并运用2SLS和3SLS方法对雾霾污染、工业集聚、工业效率的交互影响进行验证。

第5章,全要素工业能源效率与雾霾污染的关系研究。运用SBM-Luenberger指数法对中国全要素工业能源效率的增长率进行测度,运用3SLS和GS3SLS方法对雾霾污染与全要素工业能源效率增长的内生交互作用进行实证检验。同时考察我国典型区域全要素工业能源效率与雾霾污染之间的关系,运用DEA-Malmquist指数法对长江经济带全要素工业能源效率进行测度,运用空间联立方程对全要素工业能源效率与雾霾污染的交互作用进行分析。

第6章,能源消费结构与雾霾污染的关系研究。对我国能源消费结构的现状特征和空间分布以及典型区域能源消费结构的现状特征和空间分布进行分析,基于空间滞后模型(SAR)、空间误差模型(SEM)、空间杜宾模型(SDM)、空间自相关模型(SAC)实证分析全国以及典型区域能源消费结构对雾霾污染的影响程度和作用机制。根据中国当前的能源消费结构现状,对能源消费结构变化趋势进行分析,基于灰色系统模型中的GM(1,1)模型对中国能源消费总量、能源消费结构以及雾霾污染的主要污染物浓度进行预测。

第7章,我国雾霾污染治理对策研究。探讨在工业集聚、工业效率、全要素能源工业效率以及能源消费结构视角下,我国雾霾污染面临的若干问题

和关键突破口,从区域联防联控、提升工业集聚与工业效率水平、提升全要素工业能源效率、调整能源消费结构、重视产业结构调整、优化城市空间布局、提升环境治理投资比重、优化外商投资结构等方面提出我国雾霾污染治理的对策建议。

1.4 研究方法

(1) 规范分析和实证分析相结合。

本书将规范分析和实证分析两方法有机结合,既注重对研究对象的客观分析和描述,也注重对研究对象的理性分析和判断。对雾霾污染的含义、成因和危害以及雾霾污染的现状等问题以规范分析为重点;对我国工业集聚、工业效率、全要素工业能源效率、能源消费结构对雾霾污染影响的分析则以实证的计量经济学分析为主,并力图实现规范分析与实证分析的相互补充和有机结合。

(2) 定性分析与定量分析相结合。

我国雾霾污染的经济成因研究是一个比较复杂的问题,本书选取了多个影响因素,在理论上解释清楚,在数量关系上准确描述分析。在研究过程中,运用定性分析方法从理论上解释工业集聚、工业效率、工业能源效率与雾霾污染之间的逻辑关系,而且建立计量经济模型,分析描述变量之间的内在关系。对于一些复杂的问题,单纯依靠数学推导是无法完成的,还需要辅以理性思维为主的定性分析。本书将定性分析与定量分析结合起来,对我国雾霾污染的经济成因进行全面的探索与研究。

(3) 模型构建法。

构建空间计量模型分析工业集聚对雾霾污染的影响;采用普通面板联立方程模型考察工业集聚、工业效率、雾霾污染的交互影响;构建空间联立方程实证分析全要素工业能源效率与雾霾污染之间的交互影响;构建空间计量模型,实证分析能源消费结构对雾霾污染的影响程度、作用机制;基于灰色系统模型中的GM(1,1)模型对中国能源消费总量、能源消费结构以及雾霾

污染的主要污染物浓度进行预测。根据研究主旨进一步对模型进行调试,改善模型构建上的缺陷,使各研究模型更具有可行性。

(4) 比较分析法。

在方法上,比较各计量模型的分析优势和劣势;在效果上,比较工业产出集聚、工业劳动集聚、工业资本集聚对雾霾污染的影响,比较能源消费结构对雾霾污染的三种影响,以及能源消费结构变化轨迹对雾霾污染预测的不同影响;在空间上,比较各区域工业集聚、工业效率、全要素工业能源效率以及能源消费结构对雾霾污染影响的异质性。

(5) 系统分析方法。

系统分析方法是把研究对象放在系统中去考察与分析的一种方法,是反映客观整体性的思维方式。本书把我国雾霾污染的经济成因与治理对策作为一个复杂的系统来进行研究,综合运用区域经济学、产业经济学、环境经济学、计量经济学、统计学等的理论与方法,开展多学科的综合系统研究。

1.5 研究的创新之处

本书的研究特色与创新之处在于:

第一,既有研究较少从理论模型推导入手,剖析雾霾与经济现象之间的作用机制,本书将从理论模型中推导出雾霾污染与工业集聚和工业效率之间的作用关系,运用联立方程模型和空间计量模型对雾霾污染、工业集聚和工业效率之间的相互作用进行实证检验,本书丰富了现有的研究内容,具有一定的启发性。

第二,直接研究全要素工业能源效率与雾霾污染(PM_{2.5})关系的文献尚不多见,对二者理论关系的分析较少涉及,实证分析往往忽略了空间因素而使结果存在一定偏误。本书从理论层面对二者作用关系进行分析,运用空间计量方法对雾霾污染与全要素工业能源效率增长的关系进行实证检验。

第三,基于雾霾治理目标,根据我国能源统计指标体系,本书建立能源消费结构复合型指标,克服了以煤炭消费占比为代表的单一型指标的缺陷,