

主 编◎孙华臣

副主编◎许月恒
任 栋

雾霾防治与 经济结构优化路径：

“鱼”和“熊掌”何以兼得



社会科学文献出版社
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

雾霾防治与 经济结构优化路径：

“鱼”和“熊掌”何以兼得

主 编◎孙华臣

副主编◎许月恒 任 栋



社会科学文献出版社
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

图书在版编目(CIP)数据

雾霾防治与经济结构优化路径：“鱼”和“熊掌”何以兼得 /
孙华臣主编. —北京：社会科学文献出版社，2015. 12

ISBN 978 - 7 - 5097 - 8317 - 7

I. ①雾… II. ①孙… III. ①空气污染 - 污染防治 - 关系 -
区域经济发展 - 研究 - 中国 IV. ①X51②F127

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 262184 号

雾霾防治与经济结构优化路径：“鱼”和“熊掌”何以兼得

主 编 / 孙华臣

副 主 编 / 许月恒 任 栋

出 版 人 / 谢寿光

项目统筹 / 陈凤玲

责任编辑 / 陈凤玲 张 玥

出 版 / 社会科学文献出版社·经济与管理出版分社(010)59367226

地址：北京市北三环中路甲 29 号院华龙大厦 邮编：100029

网址：www.ssap.com.cn

发 行 / 市场营销中心 (010) 59367081 59367090

读者服务中心 (010) 59367028

印 装 / 三河市东方印刷有限公司

规 格 / 开 本：787mm × 1092mm 1/16

印 张：15.5 字 数：259 千字

版 次 / 2015 年 12 月第 1 版 2015 年 12 月第 1 次印刷

书 号 / ISBN 978 - 7 - 5097 - 8317 - 7

定 价 / 68.00 元

本书如有破损、缺页、装订错误，请与本社读者服务中心联系更换

 版权所有 翻印必究

序一

打赢雾霾防治攻坚战 实现美丽中国百年梦

《中共中央关于制定国民经济和社会发展的第十三个五年规划的建议》提出，必须牢固树立创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，强调绿色是永续发展的必要条件和人民对美好生活追求的重要体现。雾霾防治自然成为贯彻绿色发展理念的具体行动，也成为全社会的共同期盼。

近年来，从中央到地方连续出台一系列高强度的雾霾防治政策，涵盖规划方案、目标任务、行动计划等方方面面，力度持续加大，标准愈加严格，生态文明建设已充分融入经济建设、政治建设、文化建设和社会建设的各方面和全过程。

孙华臣同志主编的《雾霾防治与经济结构优化路径：“鱼”和“熊掌”何以兼得》一书，没有就雾霾谈雾霾，而是立足我国进入“新常态”的阶段性特征，将经济发展与生态环境有机结合、统筹考虑。

当前，一方面，经济发展方式加快转变，新的增长动力正在孕育形成；另一方面，发展不平衡、不协调、不可持续问题突出，诸多矛盾叠加、风险隐患增多的挑战依然严峻。传统观点认为，加强环境保护需要企业加大环境治理投入，增加企业生产成本，不利于经济增长。但是，孙华臣同志认为，治理雾霾与经济结构优化并不矛盾，而是互相促进的关系。严格的污染防治措施，能够倒逼企业加强自主创新，改进生产技术，提高企业竞争力，有利于经济结构优化。而优化经济结构、转变经济发展方式则能显著减少大气污染物排放，从而实现雾霾防治与经济结构优化双赢、“鱼”和“熊掌”兼得。

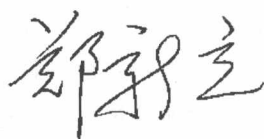
本书从经济发展和环境保护的理论关系入手，运用大量的统计数据，从全国、地区、行业、重点城市等视角比较分析了我国雾霾污染的分布特点，从要素形成机理上揭示了产业结构重型化与雾霾频发的深刻联系。在

此基础上，作者采用较为常用的数理统计分析方法，以及探索性空间数据研究工具、面板门限回归等现代计量方法，从雾霾污染的空间特征、能源消费总量控制、能源消耗强度和二氧化碳排放强度约束等角度，实证研究了雾霾防治与经济结构优化的路径，提出了具体的对策措施。

孙华臣同志具有深厚的理论学术功底和高度的政治敏感性，此次成书既是他对三年来相关研究成果的总结梳理，也是对我国解决雾霾防治难题的系统思考。本书逻辑严谨、结构清晰、内容丰富，分析过程循序渐进，数据分析支撑有力，研究结论新颖可信，既是一本规范的学术著作，也是一本适合大众阅读的科普读物。

是为序。

中共中央政策研究室原副主任
中国国际经济交流中心副理事长



序二

留住绿水青山，实现绿色发展

雾霾防治是生态文明建设的重要内容，事关人民群众切身利益，不仅对建设“资源节约型、环境友好型”社会，最大限度保障和改善民生具有重要意义，而且对关爱百姓健康，提升人民的幸福感、满意度也有重大影响。当前，我国大气污染形势十分严峻，雾霾污染问题日益突出，全社会都积极行动起来，寻求多管齐下、科学治理的有效途径。十八届五中全会提出，必须牢固树立并切实贯彻创新、协调、绿色、开放、共享“五大发展理念”，强调绿色是永续发展的必要条件和人民对美好生活追求的重要体现，为雾霾防治提供了规划引导，指明了具体方向。

《雾霾防治与经济结构优化路径：“鱼”和“熊掌”何以兼得》一书，是作者在2014年国家发展和改革委员会优秀研究成果二等奖、山东省发展和改革委员会优秀研究成果一等奖作品《中高速增长期雾霾污染治理及区域经济结构优化路径研究》的基础上，进一步细化、充实、完善而成的。全书以现代经济分析的理论和方法为研究基础，用翔实的数据和科学的实证做支撑，系统分析了我国雾霾污染的严峻形势、空间非均衡特征及影响因素，并紧扣我国经济发展进入“新常态”这一阶段性特征，结合能源消费总量控制试点、能耗强度和二氧化碳排放强度“双约束”等政策，通过计量回归、数值模拟等数量工具评估了政策实施效果，测算了对产业结构的未来影响。最后，围绕如何实现“鱼”和“熊掌”兼得，促进雾霾防治与经济结构优化双赢，从转变发展方式、完善考评机制、强化创新驱动、创新发展途径等视角，提出了强化雾霾治理、优化经济结构的具体路径。

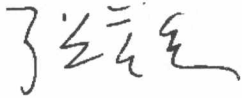
本书主要有以下特点：一是具有鲜明的理论研究特色，同时又紧密与实践相结合，尤其是通过运用前沿的计量方法评估政策效果、模拟经济结构调整路径，起到了“理论支撑实践”的作用；二是能抓住我国经济仍处于中高速增长期这一主线，准确把握经济增长的阶段性特征和实质内涵，

分析了雾霾污染防治与经济结构优化的联动路径，做到了“围绕主线看问题”；三是以“大气污染防治是经济结构优化的重要抓手”为切入点，既揭示了大气污染防治对经济结构优化的倒逼效应，又分析了科技创新、新能源替代对结构调整的促进作用，做到了“透过表面抓内涵”；四是在区域经济结构优化部分，能结合国家能源消费总量控制政策试点，分别选取京津冀鲁等为研究对象，通过具体问题具体分析，细化研究思路，研究结论能够进一步推广应用，起到了“透过典型看全国”的效果。

近年来华臣致力于雾霾防治问题研究，相关成果连续两年获得国家发展和改革委员会优秀研究成果奖，这既是对其研究成果的肯定，也对他未来的进一步深化研究提出了更高的要求。总的来说，《雾霾防治与经济结构优化路径：“鱼”和“熊掌”何以兼得》一书是雾霾研究领域政策与实践应用效果较好、理论与实证分析较系统、历史与未来结合较到位的一部优秀作品，值得一读。

是为序。

国家发展和改革委员会学术委员会秘书长



作者自序

从“五位一体”总布局到“绿色发展”理念，从“四化同步”到“五化协同”，从推进生态文明建设到深化生态文明体制改革，我国基本完成了生态文明建设的供给侧顶层设计。“绿水青山就是金山银山”的理念已经转化为具体行动，深深扎根于经济社会发展的各方面和全过程。

近年来，雾霾频发，其影响范围之广、持续时间之长、污染浓度之大，引起了政府部门和社会各界的广泛关注。2013年6月14日召开的国务院常务会议，认为“大气污染防治既是重大民生问题，也是经济升级的重要抓手”。2013年4月1日召开的山东省政府常务会议，要求“切实提高思想认识，把治理大气污染作为转方式调结构的重要推动力量”。雾霾频发的现状及其一系列不利影响，有效激发了对雾霾防治深入研究的责任感、使命感，上述国务院和山东省政府常务会议的重点议题也成为本书选题的灵感之源。将大气污染防治与经济升级相结合、与转方式调结构相结合，是遵循经济发展规律、适应经济发展新常态、顺应经济发展新趋势的正确选择，研究雾霾防治与经济结构优化联动的路径，正是基于这个大背景下的细化与具体化。可以肯定的是，雾霾防治不仅是过去三年，而且将成为我今后一段时期的重点研究方向。比较有趣的是，也许受我致力于雾霾研究的影响，女儿紫陌两岁多就能准确地判断每天是否有雾霾出现。

经过三年多的努力，我对于雾霾研究的一系列成果已经得到有效转化，有些已获得省部级奖励，有些已在国内核心期刊上公开发表。作为课题负责人牵头完成的《中高速增长期雾霾污染治理及区域经济结构优化路径研究》，获得2014年度山东省发展和改革委员会优秀研究成果一等奖、国家发展和改革委员会优秀研究成果二等奖；作为第一作者完成的《中东部地区雾霾天气的成因及对策》在《宏观经济管理》2013年第6期发表，并获得山东省软科学优秀研究成果一等奖；作为主要参与者牵头完成的《雾霾天气现象的经济学解释及其防治路径研究》，获得2013年度山东省

发展和改革委员会优秀研究成果一等奖、国家优秀研究成果三等奖；其他参与完成的学术论文分别发表在《中国人口·资源与环境》《福建论坛》（人文社会科学版）和《东岳论丛》等 CSSCI 来源期刊上。

全书共分为十章。第一章是导论，概述本书的研究背景、研究脉络。第二章是文献述评，从环境与经济增长的关系、对 EKC 假说的质疑、环境污染主要影响因素、环境质量与产业结构的关系等四个方面对国内外已有文献进行了总结梳理。第三章至第五章是大气污染现状分析，分别从全国整体、地区、分行业和重点城市等视角统计描述了大气污染物排放情况，进行了有针对性的比较，深层次挖掘了大气污染的特征特点。第六章是雾霾污染的空间特征分析，通过采用合适的空间计量模型检验得出雾霾污染存在显著的空间依赖特征和内源性互动效应，从而解释了在粗放型发展方式下，由于污染物跨区域输送的叠加与反馈作用，中东部地区成为雾霾的重灾区。第七章是雾霾污染空间非均衡分布的影响因素，选取北京、山东、四川等 12 个典型省（市）为研究对象，从产业结构、能源消费结构、汽车保有量、高污染行业产品的地区分布等维度，分析雾霾天气主要发生在我国中东部地区的内因，虽然无法得出产业结构、能源消费结构对雾霾天气的直接影响证据，但汽车保有量、发电结构、高污染行业产品的地区分布等因素表现出鲜明的地区特征，从细分层面解释了能源消耗、产业结构与雾霾污染的内在联系。第八章是能源消费总量控制与经济结构优化，研究结果表明：单纯的能源消费总量控制对产业结构调整短期效应不明显，但考虑到技术进步和新能源替代的叠加影响，能源消费总量控制能有效地促进产业结构调整，但能源消费结构调整在一定程度上弱化了技术进步带来的正向冲击。第九章是“双约束”下的经济结构调整，我们以山东省作为典型案例进行了实证研究，结果发现：在能源消耗强度和二氧化碳排放强度“双约束”下，技术进步及新能源替代有利于降低经济结构调整的难度，这表明通过实施创新驱动发展战略，加快新能源开发利用，能够使二者形成相互促进的良性互动关系，促进实现绿色、可持续发展。第十章是强化雾霾治理、优化经济结构的具体路径。孙华臣牵头或参与完成了全书各章的撰写工作，许月恒博士、国家发展和改革委员会经济研究所黄卫挺博士、山东大学硕士研究生鲁尧、李鹏超、陈飞参与完成了第三章至第五章的数据统计、处理与分析工作，任栋博士、马星完成了文献述评工作，山东省宏观经济研究院刘冰教授、卢华研究员参与了本书部分章节的

撰写工作，孙华臣、许月恒、任栋共同完成了本书的排版、校对工作，对本书参与编写人员一并表示感谢。

衷心感谢郑新立主任、张燕生秘书长百忙中亲自为本书作序，感谢我的家人、领导和同事对我的关心和支持，感谢社会科学文献出版社陈凤玲博士及其他编辑人员的辛苦劳动。

孙华臣

2015 年 12 月于泉城济南

前 言

我国经济正处于增长速度换挡期、结构调整阵痛期和前期刺激政策消化期，中高速增长将成为未来一段时期经济发展的主旋律，这也为分析雾霾污染特征、探索区域经济结构优化路径提供了新的研究窗口。面对日益严峻的大气污染防治形势，新一届政府因地制宜、因时制宜，提出“五位一体”总布局，将生态文明建设融入经济、社会、政治、文化建设的各方面和全过程，着力深化生态文明体制改革，加快建立生态文明制度，进一步健全国土空间开发、资源节约利用、生态环境保护等方面的体制机制，推动形成人与自然和谐相处、和谐发展的现代化建设新格局。

大气污染防治作为转方式、调结构的重要推动力量，既是调整优化结构、强化创新驱动和保护生态环境的结合点，也是落脚点。为强化大气污染治理，中央及地方政府出台了“能源消费总量控制”、“能源消耗强度”和“二氧化碳排放强度”双约束等多项政策，从污染物产生端和排放端不断加大约束力度。在全面建成小康社会的关键阶段，在“三期叠加”的重要节点，准确识别雾霾污染的区域性特征，有利于为大气污染防治科学施策提供依据；深入阐释雾霾空间非均衡分布的内在原因，有利于找到大气污染防治的突破口；深刻领会要素供给约束的新内涵，有利于找到经济结构优化的着眼点；合理评估能源消费总量控制的结构效应，有利于明确产业转型升级的路线图；科学估测经济结构调整的缺口，有利于找到区域经济结构优化的切入点，具有重要的政策含义及实践价值。

本书以经济中高速增长为研究背景，从全国、分地区、分行业、重点城市及重点经济带等视角比较分析了大气污染的特点。数据分析显示，总体上，我国大气主要污染物排放总体已进入下降通道，经济增长已实现与污染物排放的全面“脱钩”，比较而言，我国大气主要污染物排放

强度表现出“西高东低”的特征；行业特征上，电力、热力的生产和供应业、非金属矿物制品业、黑色金属冶炼及压延加工业、化学原料及化学制品制造业、石油加工炼焦及核燃料加工业、有色金属冶炼及压延加工业 6 大行业是我国大气主要污染物排放的“主力军”；区域层面上，基本呈现产业结构越“重”，污染也越严重的特征，其中京津冀和环渤海地区是大气污染较为严重的地区。基于现状分析，本书以环境库兹涅茨假说为理论基础，采用空间探索性分析工具、动态面板门限模型等现代计量研究方法，分析雾霾污染的区域性特征及内在原因，探索资源环境约束背景下区域经济结构优化的具体路径。研究发现：空间依赖是雾霾污染的重要特征，可吸入颗粒物呈现显著的空间正自相关，其高值集聚主要集中在华北和西北地区，是雾霾空间集聚的主要表征载体，在空间计量框架下“经济-环境”关系轨迹呈“倒 N 形”；汽车保有量、发电结构、高污染行业产品的地区分布等因素表现出了鲜明的地区特征，在环境污染治理强度上东、中、西部不存在明显的差异，能够在统计意义上解释雾霾天气为什么主要发生在我国中东部地区。若不考虑技术冲击和能源消费结构变化，实施能源消费总量控制短期内不利于产业结构高级化，到 2017 年京津冀鲁四地削减煤炭消费总量，将使产业结构高级化水平分别变动 -0.1928 、 -0.1297 、 -0.1407 、 -0.0565 。考虑技术冲击和能源消费结构调整后，实施能源消费总量控制有利于促进产业结构高级化，经过模拟与校准发现：北京的产业结构高级化水平保持稳定，天津微幅上升，河北、山东产业结构高级化演进趋势相对明显，能源消费结构调整弱化了技术进步带来的正向冲击。通过以山东作为代表省份的典型考察发现，实现“十二五”规划资源环境双约束的目标，需要工业占比下降 10.52 个百分点；实现 2020 年减排目标，需要工业占比下降 2.1 个百分点；如果考虑技术进步及新能源替代对二氧化碳排放强度影响，“十二五”期间经济结构调整的幅度应为工业占比下降 7.57 个百分点，与“十二五”规划预期目标存在 1.37 个百分点的调整缺口，但比未考虑技术进步及新能源替代对二氧化碳排放强度的影响时，工业结构调整少 2.95 个百分点，经济结构调整难度明显降低。

中高速增长期，我国经济发展既面临着大气污染防治的严峻挑战，也承载着“腾笼换鸟、凤凰涅槃”的重要使命。强化雾霾污染防治既是倒逼区域经济结构优化升级的具体手段，也是区域经济结构主动调整的有效抓

手。为实现空气质量改善与区域经济结构优化双赢：应着力实施联防联控，提升雾霾防治效率；着力转变发展方式，促进经济提质增效；着力完善考评机制，引领资源优化配置；着力强化创新驱动，增强发展内生动力；着力创新发展途径，促进产业转型升级。

目 录

第一章 导论	001
第二章 文献述评	003
第一节 环境与经济增长的关系	003
第二节 对环境库兹涅茨假说的质疑	006
第三节 环境污染的主要影响因素	007
第四节 环境质量与产业结构的关系	013
第三章 大气主要污染物排放情况分析	017
第一节 1985 ~ 2013 年全国大气主要污染物排放情况	017
第二节 我国工业增加值占 GDP 比重及大气主要污染物排放 强度情况	019
第三节 分地区的大气主要污染物排放情况分析	021
第四节 本章小结	040
第四章 分行业的大气主要污染物排放情况	042
第一节 2004 ~ 2012 年我国工业二氧化硫排放情况	042
第二节 2004 ~ 2012 年工业各行业二氧化硫排放情况	043
第三节 2004 ~ 2012 年我国工业烟（粉）尘排放情况	055
第四节 2004 ~ 2012 年工业各行业烟（粉）尘排放情况	056
第五节 2011 ~ 2012 年工业各行业氮氧化物排放情况	068
第六节 本章小结	071
第五章 全国重点城市空气质量指数变动及大气主要 污染物浓度对比	072
第一节 直辖市（4 个）	072
第二节 省会城市（25 个）	074
第三节 计划单列市（5 个）	087

第四节	2008 ~ 2012 年东部地区重点城市 3 种大气主要 污染物浓度	090
第五节	2008 ~ 2012 年中部地区重点城市 3 种大气主要 污染物浓度对比	099
第六节	2008 ~ 2012 年西部地区重点城市 3 种大气主要污染物 浓度对比	103
第七节	2008 ~ 2012 年东北地区重点城市 3 种大气主要污染物 浓度对比	107
第八节	本章小结	110
第六章	雾霾污染的空间特征分析	112
第一节	空间相关性检验	112
第二节	计量模型构建	117
第三节	变量选择	118
第四节	空间模型的计量分析	119
第七章	雾霾污染空间非均衡分布的影响因素	124
第一节	产业结构	124
第二节	工业结构	126
第三节	能源消费结构	127
第四节	汽车保有量	129
第五节	火力发电占比	131
第六节	高污染行业产品分布	133
第七节	环境污染治理强度	137
第八章	能源消费总量控制与经济结构优化	140
第一节	研究背景与假说	140
第二节	门限模型介绍	142
第三节	门限模型计量分析	144
第四节	对京津冀鲁 4 地的考察：模拟与校准	147
第九章	“双约束”下的经济结构调整	151
第一节	二氧化碳排放量测算	151
第二节	环境库兹涅茨曲线检验	152
第三节	短期动态关系	155

第四节	长期均衡关系	158
第五节	技术进步及新能源替代的影响	159
第十章	强化雾霾治理、优化经济结构的具体路径	161
第一节	着力实施联防联控，提升雾霾防治效率	162
第二节	着力转变发展方式，促进经济提质增效	163
第三节	着力完善考评机制，引领资源优化配置	164
第四节	着力强化创新驱动，增强发展内生动力	165
第五节	着力创新发展途径，促进产业转型升级	166
参考文献		168
附 录		179
第三章	附录	179
表 1	全国 1985 ~ 2013 年度污染排放总量及人均指标	179
表 2	全国工业增加值及污染物对 GDP 占比	180
表 3	东部地区 1985 ~ 2013 年度污染排放总量及 人均排放指标	181
表 4	中部地区 1985 ~ 2013 年度污染排放总量及 人均排放指标	182
表 5	西部地区 1985 ~ 2013 年度污染排放总量及 人均排放指标	183
表 6	东北地区 1985 ~ 2013 年度污染排放总量及 人均排放指标	184
表 7	东、中、西部及东北地区 2011 ~ 2013 年度 氮氧化物排放指标	186
表 8	东、中、西部及东北地区 1985 ~ 2013 年度工业 增加值占 GDP 比重	186
表 9	东、中、西部及东北地区 SO ₂ 和烟（粉）尘 排放强度情况	187
表 10	长江经济带 1985 ~ 2013 年度污染排放总量及人均指标 ...	188
表 11	“一带一路”沿线地区 1985 ~ 2013 年度污染排放 总量及人均指标	189
表 12	京津冀地区 1985 ~ 2013 年度污染排放 总量及人均指标	190

表 13	3 大支撑带 2011 ~ 2013 年度氮氧化物指标	192
第四章	附录	192
表 14	2004 ~ 2012 年工业二氧化硫排放量	192
表 15	2004 年工业各行业二氧化硫排放量	194
表 16	2005 年工业各行业二氧化硫排放量	195
表 17	2006 年工业各行业二氧化硫排放量	196
表 18	2007 年工业各行业二氧化硫排放量	197
表 19	2008 年工业各行业二氧化硫排放量	197
表 20	2009 年工业各行业二氧化硫排放量	198
表 21	2010 年工业各行业二氧化硫排放量	199
表 22	2011 年工业各行业二氧化硫排放量	199
表 23	2012 年工业各行业二氧化硫排放量	200
表 24	2004 ~ 2012 年工业烟（粉）尘排放量	201
表 25	2004 年工业各行业烟（粉）尘排放量	203
表 26	2005 年工业各行业烟（粉）尘排放量	204
表 27	2006 年工业各行业烟（粉）尘排放量	205
表 28	2007 年工业各行业烟（粉）尘排放量	206
表 29	2008 年工业各行业烟（粉）尘排放量	206
表 30	2009 年工业各行业烟（粉）尘排放量	207
表 31	2010 年工业各行业烟（粉）尘排放量	208
表 32	2011 年工业各行业烟（粉）尘排放量	208
表 33	2012 年工业各行业烟（粉）尘排放量	209
表 34	2011 ~ 2012 年工业氮氧化物排放量	210
表 35	2011 年工业各行业氮氧化物排放量	211
表 36	2012 年各行业二氧化氮排放量	212
第五章	附录	213
表 37	2014 年各直辖市 AQI 指数表	213
表 38	2014 年东部地区省会城市 AQI 指数表	214
表 39	2014 年中部地区省会城市 AQI 指数表	214
表 40	2014 年西部地区省会城市 AQI 指数表	215
表 41	2014 年东北地区省会城市 AQI 指数表	215
表 42	2014 年各计划单列市 AQI 指数表	216
表 43	2008 ~ 2012 年东部地区重点城市 SO ₂ 平均浓度表	216
表 44	2008 ~ 2012 年东部地区重点城市 NO ₂ 平均浓度表	218