

中国低碳发展： 理论、路径与政策

宋德勇 卢忠宝等◇著

中国社会科学出版社

国家社会科学基金项目（10BJL034）研究成果

中国低碳发展： 理论、路径与政策

宋德勇 卢忠宝等◇著

中国社会科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国低碳发展: 理论、路径与政策/宋德勇, 卢忠宝等著.
—北京: 中国社会科学出版社, 2015. 1

ISBN 978 - 7 - 5161 - 5037 - 5

I. ①中… II. ①宋… ②卢… III. ①节能—经济发展—
研究—中国 IV. ①F124

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 247497 号

出版人 赵剑英
责任编辑 卢小生
特约编辑 林木
责任校对 石春梅
责任印制 王超



出版 中国社会科学出版社
社址 北京鼓楼西大街甲 18 号 (邮编 100720)
网址 <http://www.csspw.cn>
中文域名: 中国社科网 010 - 64070619
发行部 010 - 84083635
门市部 010 - 84029450
经销 新华书店及其他书店

印刷 北京市大兴区新魏印刷厂
装订 廊坊市广阳区广增装订厂
版次 2015 年 1 月第 1 版
印次 2015 年 1 月第 1 次印刷

开本 710 × 1000 1/16
印张 29.25
插页 2
字数 492 千字
定价 80.00 元

凡购买中国社会科学出版社图书, 如有质量问题请与本社发行部联系调换
电话: 010 - 84083683

版权所有 侵权必究

前 言

本书共分为7篇，各篇的主要内容大致如下：

第一篇首先考察了经济增长与环境，特别是碳排放的关系。第一，通过阈值面板模型，在传统EKC框架下对中国六类污染物做了再次检验，发现尽管人均GDP与污染排放之间并不精确地存在倒U形关系，但是在不同的经济发展阶段，二者之间的作用机制、关系确实不同。采用“两阶段”迪氏因素分解法，对中国能源消费产生的二氧化碳排放影响因素进行分解，发现带来碳排放增长的主要是产出规模变化，促进其减少的主要是能源强度。能源结构、产出结构的影响总体不显著，并且碳排放受经济增长周期性波动影响极为显著。第二，在新熊彼特内生经济增长模型的基础上进行扩展，引入环境管制和环保技术进步两个因素，研究表明：环境政策是自由竞争经济实现可持续经济增长的必要条件，一个小的环境税或研发补贴能够起到极大的改善环境的作用，但是仅依靠环境政策而没有技术水平也不可能实现，技术进步尤其是环保技术进步是实现可持续增长的根本途径。环境管制会降低稳态时的经济增长速度，但是这个代价是极为微小的，其环境收益是较为巨大的。然后再引入环境友好型技术扩散变量，发现在稳态时一个地区技术吸收能力越强，原有的技术存量越高，则这个地区越接近技术前沿，相应的收入水平也越高。政府补贴和环境税收有助于缩小一个地区与技术前沿的差距。通过中国省际面板数据分析发现，中国东、中、西部之间存在显著的技术水平差异，并且只带来成本增加而不能带来直接经济效益的发展比能带来直接经济效益的技术扩散困难得多。

第二篇研究低碳工业化的途径。基于主要发达国家1850—2005年工业化以及碳排放的历史数据，考察了发达国家在实现工业化过程中碳排放的演变趋势，从中得出碳排放和工业化程度的规律。基于中国正处在工业化关键时期的特殊国情，本书提出了中国实现环境约束下可持续增长的发

展道路——“低碳工业化”。低碳工业化，也就是中国的经济增长和工业化要实现基本生产函数（生产要素的组织方式）从“高碳”向“低碳”的连续突破性变化，以低碳生产方式和低碳产业逐渐替代高碳的生产方式和高碳产业，并最终摆脱对化石能源的依赖，走向生态文明。通过对产业结构变迁的研究发现，工业化和产业结构变迁是决定长期环境质量的根本因素。结构效应对环境的作用呈现倒 U 形，随着时间和人均收入水平的提高先增加后减小。低碳工业化的主要内容就是实现工业的低碳化发展。工业部门是最大的碳排放来源，具有“碳锁定”效应，降低工业发展过程中的碳排放是推进中国实现“低碳工业化”跨越式发展的重点。工业低碳发展有三层含义：一是以低碳生产方式取代高碳生产方式；二是工业部门的表现形式不断革新；三是工业结构的成功转变，即工业结构的低碳化。

第三篇研究产业结构低碳化。工业结构的低碳化是建立在低碳技术创新基础之上并且随着技术变化而变化的工业结构的变革过程，包括产业结构的高度化、高碳产业的低碳化、新兴产业的发展壮大。通过灰色关联度以及面板协整检验，从实证上表明工业发展与碳排放具有巨大的相关性。同时工业内部行业的碳排放量和实际工业总产值以及碳排放利用效率之间存在着长期的协整关系。中国的长期碳减排战略和结构调整应该以以下行业为重要调整对象：（1）对碳排放需求的收入弹性高、碳排放利用效率的提高对降低碳排放量的影响相对较弱的行业；（2）对碳排放量的静态依赖性较强、碳排放需求的收入弹性较低、碳排放利用效率的提高对降低碳排放的影响相对较强的行业。对碳排放需求的收入弹性较高、碳排放利用效率的提高对降低碳排放量的影响相对较强的行业，应加强对其碳减排技术改造的支持。技术创新是工业结构低碳化的最重要动力机制。技术创新通过催生新型产业、改变产业间的投入产出技术关系和影响需求结构变化的方式推动工业结构的低碳化。本书在 FEEM—RICE 模型拓展的基础上，从理论上分析了在诱致创新以及“干中学”情况下，技术创新与衡量工业结构低碳化的指标“单位产出碳排放量”存在正相关关系。制度创新是保障工业结构实现低碳化的重要手段。

第四篇主要研究城市化与低碳发展。首先从经济总量、产业结构和居民消费等角度研究城市化对能源消费和碳排放的影响机制。城镇居民消费尤其是耐用品消费的增长导致能源消费的增长和碳排放的增长。构建了城

市化的边际成本收益模型，并计算出能源的经济成本碳排放是城市化的环境成本，能源成本影响了城市化发育和发展的路径。为了消除碳排放的外部性，对经济体征收能源税和碳税，进一步增加了城市化成本，影响了城市化发育和发展的路径。城镇碳排放量是中国碳排放的主体，城镇碳排放存在区域差异。本书以 STIRPAT 模型对省市面板数据进行分析，结果显示，城镇居民人均可支配收入对碳排放影响最大，城市化水平和能源强度次之，人口总量对碳排放影响很小。城镇居民人均可支配收入和城市化水平不断提高是中国城镇碳排放快速增长的主要原因。近年来，能源强度降低减少了碳排放；城市化对碳排放的影响存在异质性，碳排放总量、人均碳排放和碳强度不同区域，城市化对碳排放的影响不同。这种异质性的主要原因是，城市化对碳排放的影响受城镇居民人均可支配收入、城市化水平、第二产业占 GDP 比重和能源效率等因素制约。

第五篇重点考察国际化与低碳发展的关系。首先从理论上研究国际贸易和 FDI 对实现环境约束下可持续经济增长的促进作用，并通过对中国出口分工业数据的 LMDI 的分解发现：出口导向的战略及加入世界贸易组织之后出口的迅速增加，对于工业污染排放的增加有着极为显著的带动作用。中国劳动密集型产业的出口比重在下降，资本密集和技术型出口的比重在上升，这一演进过程已经对环境产生较有利的作用。另外还实证研究了外商直接投资、经济增长和碳排放之间的关系。利用环境库兹涅茨曲线，用协整分析的方法实证研究了中国经济增长过程中碳排放变化的轨迹和趋势。

第六篇研究消费与低碳发展的关系。首先从理论层面论述消费视角下的相关碳排放问题，主要包括国内消费与碳排放、国外消费与碳排放、消费与碳排放责任和消费与碳减排政策四个方面。在此基础上，将传统投入产出模型改进为（进口）非竞争投入产出模型，结合投入产出表对以上问题展开实证研究。然后将国内消费和国外消费纳入统一的分析框架，尝试建立基于消费的碳排放责任核算体系，并以此为基础重新界定中国的碳排放责任。

第七篇主要研究中国低碳发展政策，特别是对碳税政策进行了深入考察。基于可计算一般均衡模型（CGE），通过设定五种不同的碳税税率，分析得到碳税的征收在减少二氧化碳排放的同时也会导致 GDP 的下降。碳税的征收增加了社会总产出及国内产品供给量，相应地改变了中国的进

出口量。第三产业进口量大于出口量，影响中国经济社会的转型速度。居民支出下降导致中国内部消费不足，使得通过国内消费刺激经济增长效果的下降。尽管经济主体收入下降使得政府收入减少，但是碳税的增加可以弥补所得税的下降。政府收入上涨，同时政府支出略有下降，最终带来政府储蓄的较大增长。同时最优的碳税税率为 20 元/吨，此时居民福利水平最高。20—50 元/吨的碳税税率是一个敏感的区域，各个经济变量在这个税率水平区间之内都有一个明显的结构性变化。经济社会对碳税的变化比较敏感，需根据经济发展状况循序渐进地提高碳税税率，实现经济 and 环境的共赢。

目 录

第一篇 低碳增长路径

第一章 中国碳排放的历史演变及国际对比	3
第一节 测算说明	3
第二节 历史排放特征分析	4
第三节 国际对比与分析	7
第二章 中国碳排放的影响因素分解	11
第一节 对中国碳排放影响因素分解的相关研究	11
第二节 中国碳排放数据来源与因素分解方法	14
第三节 中国碳排放的“两阶段”LMDI分解及结果分析	18
第四节 中国能源强度和碳排放强度的国际比较	27
第五节 小结	29
第三章 环境约束下的经济可持续增长	31
第一节 新熊彼特模型与环境约束下经济可持续增长建模	31
第二节 无环境约束下的技术进步与经济增长 ——一个基本的新熊彼特增长模型	32
第三节 有环境约束下的技术进步与经济增长	37
第四节 两种不同条件下经济增长与环境质量的差异	39
第五节 小结	43
第四章 环境友好型技术扩散与可持续经济增长	44
第一节 环境友好型技术扩散对可持续经济增长的影响	44
第二节 影响环境友好型技术扩散的因素	50
第三节 中国省际环境友好型技术差距及其影响的经验研究	56
第五章 碳税、能源结构对增长路径的影响	64

第一节	碳税作用下的内生经济增长路径	64
第二节	考虑能源消费结构的经济增长路径	75
第三节	小结	79

第二篇 工业化与低碳发展

第六章	工业化进程中碳排放变化趋势比较研究	83
第一节	关于工业化进程中能源消耗的趋势变化的研究	83
第二节	分析对象与数据来源	85
第三节	发达国家及中国碳排放指标时间序列分析	86
第四节	工业化水平与碳排放关系分析: 发达国家工业化进程的两种模式比较	91
第五节	发达国家工业化进程中碳排放的基本规律探究	96
第六节	发达国家工业化水平与碳排放关系的实证分析	101
第七节	主要结论	104
第七章	环境约束下的低碳工业化	106
第一节	低碳工业化: 可持续增长的必然选择	106
第二节	中国工业化进程中碳排放变动特点	110
第三节	中国走低碳工业化道路的可行性及途径分析	111

第三篇 产业结构低碳化

第八章	产业结构调整与环境约束下可持续的经济增长	119
第一节	产业结构与环境变化	119
第二节	中国产业结构变化与环境污染之间关系的再检验	127
第九章	工业结构与碳排放的相关性分析	135
第一节	工业结构低碳化: 实现低碳工业化的必要手段	135
第二节	中国工业发展及相关碳排放的数据分析	138
第三节	工业结构变动的碳排放影响	142
第十章	以技术创新推动产业结构低碳化	155
第一节	产业结构低碳化内涵的进一步阐述	155
第二节	技术创新是产业结构低碳化的主要动力	156

第三节	产业结构低碳化动力模型·····	158
第四节	小结·····	164

第四篇 城市化与低碳发展

第十一章	城市化对能源消费和碳排放的影响机制·····	167
第一节	经济增长与城市化、能源消费和碳排放·····	168
第二节	产业结构转换与城市化、能源消费和碳排放·····	173
第三节	消费升级与城市化、能源消费和碳排放·····	177
第四节	小结·····	179
第十二章	中国城市化进程的能源和碳排放约束·····	180
第一节	城市化边际成本和收益曲线·····	180
第二节	能源成本对城市化进程的制约·····	181
第三节	碳排放对城市化进程的制约·····	186
第四节	小结·····	187
第十三章	中国城镇碳排放的区域差异和影响因素研究·····	188
第一节	理论假说·····	189
第二节	中国城镇碳排放的省际差异·····	190
第三节	城市化对城镇碳排放的影响·····	193
第四节	主要结论和政策建议·····	198
第十四章	中国工业、城镇建筑和交通能耗及碳排放分析·····	200
第一节	全国城镇工业、建筑和交通能耗和碳排放·····	201
第二节	工业、城镇建筑和交通能耗和碳排放的区域差异·····	203
第三节	计量分析·····	206
第四节	湖北省城镇建筑能耗和碳排放分析·····	208
第五节	小结·····	215

第五篇 国际化与低碳发展

第十五章	国际贸易、FDI 与环境约束下可持续的经济增长·····	221
第一节	国际贸易、FDI 与环境管制的有关假说及理论解释·····	221
第二节	国际贸易、FDI 流向与环境管制的经验研究·····	

及其结论·····	228
第三节 中国国际贸易与环境关系的因素分解分析·····	231
第十六章 FDI、经济增长与中国碳排放的实证研究·····	238
第一节 FDI、经济增长与中国碳排放的计量分析 (1978—2008)·····	238
第二节 FDI、经济增长与中国碳排放：东部、中部、 西部的研究·····	242
第三节 小结·····	246
第十七章 FDI 影响中国碳排放的结构效应和技术效应分析·····	247
第一节 FDI 结构效应与技术效应的因素分析·····	247
第二节 FDI 影响碳排放的结构效应·····	248
第三节 FDI 影响碳排放的结构效应与技术效应的实证分析·····	254
第四节 小结·····	260

第六篇 消费与低碳发展

第十八章 消费与二氧化碳排放的理论研究·····	263
第一节 消费与碳排放的内在关系·····	263
第二节 消费影响二氧化碳排放的机制分析·····	264
第三节 消费与碳减排政策的理论分析·····	270
第十九章 国内消费引起的中国二氧化碳排放·····	275
第一节 与国内消费相关的直接和间接碳排放·····	276
第二节 国内消费的碳排放估算模型·····	278
第三节 国内消费引起的碳排放分析·····	283
第四节 国内消费引起的碳生产率分析·····	291
第五节 小结·····	298
第二十章 影响中国国内消费碳排放的因素分解分析·····	300
第一节 主要影响因素的初步分析·····	300
第二节 影响国内消费碳排放的结构分解模型·····	305
第三节 国内消费碳排放的影响因素结果分析·····	307
第四节 小结·····	314
第二十一章 开放经济下国外消费引起的中国二氧化碳排放·····	316

第一节	与国外消费相关的出口隐含碳排放·····	316
第二节	国外消费的碳排放估算模型·····	317
第三节	国外消费对中国碳排放产生的压力分析·····	321
第四节	国外消费引起的碳生产率分析·····	330
第五节	小结·····	333
第二十二章	基于“消费负责”原则的中国碳排放责任界定 及损失分析·····	335
第一节	“消费负责”及“生产负责”碳核算体系的区分·····	336
第二节	“消费负责”原则下碳排放责任的模型设定·····	338
第三节	中国碳排放责任的界定及碳损失分析·····	342
第四节	小结·····	351
 第七篇 中国低碳发展政策 		
第二十三章	中国低碳发展的政策工具创新·····	355
第一节	发达国家发展低碳经济的政策及政策工具·····	355
第二节	国际上低碳经济发展的推进措施·····	360
第三节	中国当前的低碳政策工具及其存在的问题·····	372
第四节	中国低碳工业化道路的政策工具创新·····	374
第二十四章	中国碳税政策 CGE 模型的构建·····	376
第一节	CGE 模型概述·····	376
第二节	中国的碳税 CGE 模型结构及变量·····	379
第三节	CGE 模型的模块设定·····	381
第四节	CGE 模型的数据来源——社会核算矩阵 (SAM)·····	391
第五节	宏观 SAM 表及系数标定·····	395
第二十五章	碳税政策对中国经济的影响分析·····	398
第一节	碳税政策的减排效果分析·····	398
第二节	碳税政策对宏观经济的影响·····	399
第三节	碳税政策对各部门的影响分析·····	400
第四节	碳税政策的社会福利影响和最优碳税分析·····	404
第五节	结论和建议·····	407
第二十六章	技术减碳、城市减碳与消费减碳·····	408

第一节 研发低碳技术·····	408
第二节 打造低碳城市的政策工具·····	414
第三节 中国消费性碳税政策设计·····	420
附录·····	430
主要参考文献·····	437
后记·····	456

第一篇

低碳增长路径

第一章

中国碳排放的历史演变及国际对比

第一节 测算说明

《中华人民共和国气候变化初始国家信息通报》数据显示，能源活动是中国最主要的二氧化碳排放源，1994年由能源活动引起的碳排放量占全国碳排放总量的90.95%。由于目前中国没有碳排放量的直接监测数据，因此大部分测算研究都是基于对能源消费量估算得来的（Wang, 2005；徐国泉，2006；王锋等，2010）。

碳排放采用如下测量方法：二氧化碳排放可分为自然排放和人工排放。人工排放是由于人类活动引起的二氧化碳排放，主要包括化石燃料消耗、生物质燃烧等，其中化石燃料消耗所排放的二氧化碳占95%以上。本节对中国总的碳排放量采用以下因素分解公式进行估算：

$$C = \sum_i \frac{E_i}{E} \times \frac{C_i}{E_i} \times E = \sum_i S_i \times F_i \times E$$

其中， C 是碳排放总量， E 为中国一次能源的消费总量， C_i 为 i 种能源消费的碳排放量， E_i 为 i 种能源的消费量， S_i 表示 i 种能源在能源消费总量中所占份额， F_i 为 i 种能源的碳排放系数（强度）。由上面公式可知，要测算碳排放总量，关键是要确定各种能源消费的碳排放系数。为了增强数值的准确性，最终以四个研究机构确定的各类能源排放系数的平均值作为依据来计算（见表1-1）。

本节的数据主要来源于《中国统计年鉴》和《中国能源统计年鉴》、《新中国60年统计资料汇编》。人口以总人口量为指标；GDP为国内生产总值，以1978年为基期，用GDP指数消除通货膨胀的影响。人均实际

GDP 用国内生产总值（以 1978 年为基期）除以总人口。

表 1-1 各种能源的碳排放系数

数据来源	煤炭	石油	天然气
美国能源部	0.702	0.478	0.389
日本能源经济研究所	0.756	0.586	0.499
国家科委气候变化项目	0.726	0.583	0.409
国家发改委能源研究所	0.7476	0.5825	0.4435
平均值	0.7329	0.5574	0.4226

第二节 历史排放特征分析

一 碳排放总量显著增加

1978—2010 年，中国二氧化碳排放总量除了个别年份出现下降以外，整体呈现上升趋势。1978 年，中国二氧化碳排放总量为 137914 万吨，2010 年达到 742117 万吨，年均增长 5.40%。中国碳排放总量的变化在时间上呈现出一定的阶段性（见图 1-1）。1978—1981 年变化幅度不大，这与经济增长速度有关。1982—1996 年，由于中国经济的增长速度加快，碳排放呈现总体增长趋势。1996—2001 年，碳排放呈现略有下降和缓慢增长的趋势这可能是源于 1996 年国家大力调整能源政策，加强管制，采取措施淘汰、关闭了一批技术落后、污染严重、浪费资源的小企业和 1997 年的亚洲金融危机及其滞后效应所致。2002—2007 年，中国碳排放

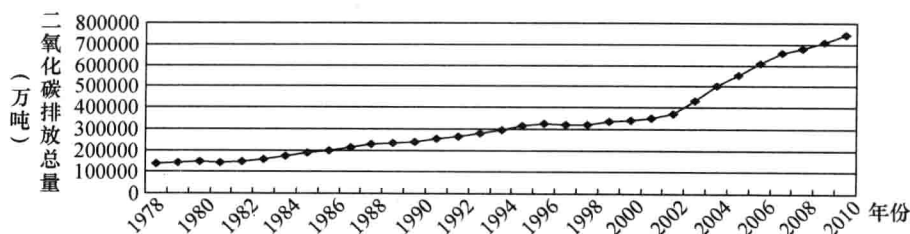


图 1-1 1978—2010 年二氧化碳排放总量趋势