

厦门大学能源经济与能源政策协同创新中心丛书

低碳视角下 中国经济增长问题研究

A Study on China Economy Growth Issue from
Low Carbon Perspective

孙传旺 / 著

中国社会科学出版社

厦门大学能源经济与能源政策协同创新中心丛书

低碳视角下 中国经济增长问题研究

A Study on China Economy Growth Issue from
Low Carbon Perspective

孙传旺 / 著

中国社会科学出版社

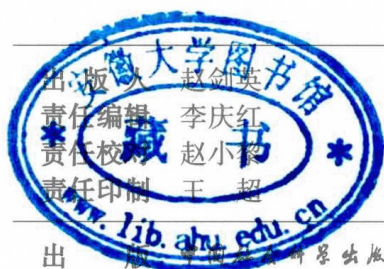
图书在版编目 (CIP) 数据

低碳视角下中国经济增长问题研究/孙传旺著. —北京:
中国社会科学出版社, 2014. 6

ISBN 978 - 7 - 5161 - 4402 - 2

I. ①低… II. ①孙… III. ①节能—研究—中国 ②中国
经济—经济增长—研究 IV. ①TK01 ②F124

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 129228 号



出版社 中国社会科学出版社
社址 北京鼓楼西大街甲 158 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 北京君升印刷有限公司
装 订 廊坊市广阳区广增装订厂
版 次 2014 年 6 月第 1 版
印 次 2014 年 6 月第 1 次印刷

开 本 710 × 1000 1/16
印 张 14
插 页 2
字 数 203 千字
定 价 46.00 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 - 64009791
版权所有 侵权必究

前 言

保证经济增长一直是中国宏观经济运行的核心目标。2013年中国人均 GDP 已经超过 5000 美元，中国正处在跨越“中等收入陷阱”的关键时期。虽然城市化进程可以成为现阶段推动经济增长的主要动力，但是产业结构重工业化、能源需求刚性增长、能源效率偏低以及能源结构以煤为主等阶段性特征将成为当前经济增长过程中很难回避的问题。党在十八届三中全会上，把生态文明建设纳入了中国特色社会主义的总体布局，经济增长必须与生态文明建设结合在一起，推动低碳发展，建设美丽中国。

若没有与二氧化碳排放相关的气候问题，中国经济增长的阶段性问题可能将同历史上发达国家经历的过程相似。然而，21 世纪第一个十年，中国二氧化碳排放量增长超过了一倍，中国已经成为全球第一大二氧化碳排放国。在应对全球气候变暖的问题上，中国以无可争议的排放增量首当其冲。现阶段中国面临着二氧化碳减排的巨大压力，迫切需要从低碳视角重新审视中国经济增长问题。

本书将突破以往研究的局限性，分别从六个切入点，基于不同的经济学模型，逐步剖析现阶段中国经济增长和二氧化碳排放问题，在此基础上进一步展现中国低碳式发展的重要性与特殊性。主要回答了以下几个问题：二氧化碳排放与现阶段经济增长的关系如何？低碳约束下的全要素生产率变动趋势怎样？与碳排放相关的阶段性特点对中国经济增长的影响如何？中国工业部门

的要素配置效率与节能潜力是多少？中国对外贸易结构与二氧化碳排放关系如何？如何在保证经济增长前提下完成碳减排目标？

本书第一章简要介绍了研究背景、研究意义、研究目标、研究方法等内容安排等。第二章从二氧化碳排放与经济增长的关系研究、中国经济增长核算研究、中国全要素生产率的研究、中国要素配置效率的研究、对外贸易的二氧化碳排放研究以及中国二氧化碳排放影响因素研究六个方面进行国内外研究综述与评论。第三章至第八章，分别从这六个方面出发，以低碳发展的视角审视中国经济增长的诸多问题。第三章在对现阶段经济增长特征分析的基础上，探讨中国能源消费及二氧化碳排放的特点。阐明中国经济增长所面临的国际减排压力，并分析适应阶段性经济发展要求的低碳目标。第四章借助非参数环境 DEA 分析框架，运用省际面板数据，采用方向距离函数对低碳约束下的中国全要素生产率进行测算与评估。并针对全要素生产率的地区差异，进行收敛性分析。第五章对中国经济增长进行核算，构建中国经济增长的推动因素分析模型，从城市化、产业结构和能源效率等方面解释全要素生产率的变化。为揭示变量之间的动态变化关系，采用状态空间模型对生产函数的参数进行时变分析。第六章继续放松对生产函数形式的假定，采用超越对数生产函数形式，并运用随机前沿分析方法，对中国工业行业的要素配置效率进行研究。第七章以开放经济视角，采用投入产出分析方法，研究对外贸易中内涵碳问题，并深入探讨中国对外贸易结构与对外贸易方式的问题。第八章主要挖掘现阶段中国经济增长中二氧化碳排放的影响因素，提出保障经济增长前提下二氧化碳减排目标的路径选择。第九章是本书的主要研究结论。

本书的研究，希望为低碳经济学者、工作在低碳领域第一线的实践者以及社会各界对低碳经济问题与政策感兴趣的广大读者，提供研究的思路与方法。同时希望本书的结论能为政策制定

者提供准确、及时的低碳发展信息，更好地认清低碳发展现状，设计低碳发展战略。本书的主要结论包括：

1. 中国还正处在二氧化碳环境库兹涅茨曲线“拐点”的左侧，设定以碳强度作为现阶段的减排目标符合经济增长的要求。

2. 碳强度目标与全要素生产率的变动趋势相吻合，改善碳强度，可以对生产率的提高产生激励。西部地区不存在追赶发达地区的趋势，效率变化对生产率提高的作用有限。

3. 城市化、产业结构与能源效率对全要素生产率的影响都是正向且积极的。能源效率对全要素生产率的影响系数不断减小，说明在节能减排上做出巨大努力的同时也付出了一定的经济代价，必须配合节能目标约束以及政策的引导与支持。

4. 得益于“十一五”约束性能源强度目标的坚定推行与工业要素市场化改革的不断深入，工业全行业要素配置效率在2006年由负转正，要素配置扭曲减小。能源要素正在从低效行业向高效行业流动，能源密集型行业具有较大的节能潜力。

5. 按中国目前的对外贸易结构特点，20%左右的内涵碳随着产品净输出至国外，以加工贸易为主的机械设备制造业和纺织产品制造业是内涵碳净流出的主要部门，而内涵碳净进口的部门主要是采掘业。

6. 二氧化碳增量主要是由经济增长造成，收入因素的正向贡献占到了绝对重要的位置。经济增长速度与方式的选择，对碳强度目标的完成程度有一定影响。改善能源强度，尤其是“十二五”能源强度目标完成情况，对2020年碳强度目标的实现非常重要。

本书受到厦门大学能源经济与能源政策协同创新中心资助，特别感谢国家自然科学基金青年科学基金项目“能源价格冲击对宏观经济的影响机制研究——基于开放经济下多部门动态随机一般均衡模型分析”（项目批准号：71303199）对本书出版的支

持。本书同时还受教育部人文社会科学研究一般项目“化石能源定价与税费改革及其宏观影响——基于生态价值与代际补偿视角”（项目批准号：13YJC790123）、福建省自然科学基金面上项目“福建省推动生态文明建设的驱动机制研究”（项目批准号：2014J01269）、福建省软科学项目“城镇化进程中资源开发与生态可持续发展机制研究”（项目批准号：2014R0088）、厦门市社会科学院科研课题一般项目“厦门市建立自然资源有偿使用制度的研究”（项目批准号：厦社科研〔2014〕15号）、厦门大学大学生创新创业训练计划项目（项目批准号：DC2013041、DC2013135）的资助。本书是以上所有课题的阶段性的研究成果，属于厦门大学能源经济与能源政策协同创新中心丛书。

同时，本书是作者近几年研究的主要成果。作者特别感谢导师林伯强教授，感谢恩师的谆谆教诲和悉心关怀，感谢恩师对作者的学习和研究倾注的大量心血。本书的研究从选题、建模、结果分析再到政策建议，以及整体论文的写作都是与导师共同讨论、合作的过程和结果。恩师不仅在学术上授业解惑，给予了最大的关心与鼓励，而且在平时生活上言传身教，给予了无私的支持与指导。恩师严谨的治学态度，刻苦的科研精神，开阔的学术视野令学生敬仰。恩师对事物的看法与分析，对人生的态度与领悟，将成为宝贵财富影响我的一生。

中国社会科学出版社李庆红编辑对本书的出版做了大量细致的工作，深表感谢。

低碳视角下的中国经济增长问题是一个复杂的综合科学研究领域。尽管作者力求完善，但由于知识和学术水平有限，深知所做努力总是不够，不足之处，望读者指正。

孙传旺
2014年4月

目 录

第一章 导论	1
第一节 选题背景	1
第二节 研究意义	5
第三节 研究目标	5
第四节 研究思路	7
第五节 研究方法	7
第六节 研究内容安排	9
第七节 研究主要贡献与不足	10
第二章 文献综述	12
第一节 二氧化碳排放与经济增长的关系研究	12
第二节 中国经济增长核算研究	15
第三节 中国全要素生产率的研究	19
第四节 关于要素配置效率的研究	21
第五节 对外贸易的二氧化碳排放研究	24
第六节 中国二氧化碳排放影响因素研究	28
第三章 现阶段经济增长特征与碳减排压力	31
第一节 中国经济增长阶段性宏观特征	31
一 中国经济增长总量特征	31

二	城市化是经济增长的助推器	37
三	重工业化是中国城市化进程的必然要求	40
四	中国经济增长与中等收入陷阱	42
第二节	现阶段中国的能源需求特征	44
一	能源消费刚性增长	44
二	能源效率偏低	47
三	能源结构以煤为主	48
第三节	低碳目标必须适应经济增长阶段特征	50
一	中国面临的二氧化碳排放压力	50
二	二氧化碳排放与经济增长的关系	54
三	碳强度目标符合经济增长要求	61
第四节	本章小结	66
第四章	低碳视角下中国全要素生产率研究	68
第一节	中国减排目标与全要素生产率	68
第二节	环境 DEA 技术与方向距离函数	70
一	环境 DEA 技术	70
二	方向距离函数	72
三	生产率指数分解	75
第三节	碳强度约束下全要素生产率的测算	77
一	省份面板数据描述	77
二	不同情形的全要素生产率比较	79
三	碳强度约束下全要素生产率的分解	83
四	领先创新者分析	84
第四节	各地区全要素生产率的收敛性分析	85
一	收敛性分析的研究方法	85
二	收敛性分析的结果	86
第五节	本章小结	89

第五章 低碳视角下中国经济增长核算研究	91
第一节 研究的特点与重点	91
第二节 变量选择与描述	93
第三节 固定参数模型研究	96
一 模型构建与数据处理	96
二 实证检验	99
三 结果分析	101
第四节 时变参数模型研究	104
一 时变参数研究的特点	104
二 状态空间模型	105
三 时变模型分析结果	106
第五节 本章小结	111
第六章 低碳视角下中国工业要素配置效率研究	113
第一节 优化要素配置效率与节能	113
第二节 随机前沿生产函数模型	117
一 完全竞争市场的最优配置状态	117
二 随机前沿生产函数方法	119
三 超越对数生产函数	120
第三节 中国工业要素配置效率测算	121
一 数据描述	121
二 回归结果	126
三 技术效率变化	127
四 要素产出弹性	128
五 要素产出与成本份额	129
六 要素配置效率	130
第四节 优化要素配置的中国工业节能潜力	132

一	能源要素的重置空间·····	132
二	节能潜力的变动趋势·····	134
三	不同产业的节能潜力·····	135
第五节	本章小结·····	136
第七章	低碳视角下中国对外贸易结构研究·····	138
第一节	中国对外贸易与二氧化碳排放·····	138
第二节	内涵碳排放的研究方法·····	140
一	投入产出分析法·····	140
二	关于再出口内涵碳排放的修正·····	144
三	对外贸易的二氧化碳排放核算·····	146
第三节	对外贸易中的内涵碳排放计算·····	147
一	数据处理·····	147
二	各部门的排放系数·····	151
三	中国内涵碳排放总量核算·····	155
四	电力行业对不同部门排放系数的贡献·····	155
第四节	内涵碳对外贸易结构的变化趋势·····	157
一	各部门贸易额的变化·····	157
二	不同部门内涵碳进出口的变化·····	159
三	内涵碳再出口问题的分析·····	161
四	与贸易相关的内涵碳强度计算·····	163
第五节	本章小结·····	164
第八章	保证经济增长前提下完成碳减排目标 的路径选择·····	166
第一节	碳减排目标以保证经济增长为前提·····	166
第二节	二氧化碳排放影响因素分解·····	168
一	研究方法·····	168

二	“十一五”排放增量因素分解	170
第三节	完成碳减排目标的路径选择	171
一	情景设定	171
二	排放预测	175
三	驱动因素分析	178
四	实现碳强度目标的路径选择	181
第四节	本章小结	183
第九章	研究结论	185
参考文献		189
后记		209

第一章 导 论

第一节 选题背景

保证经济增长一直是中国宏观经济运行的核心目标。从改革开放至今的三十余年里,中国国内生产总值(Gross Domestic Product, GDP)年均增长率为9.9%,是同期世界平均水平的3.5倍。2010年中国已经超越日本,成为全球第二大经济体。但与发达国家相比,中国人均GDP水平还很低。根据世界银行(World Bank)数据,2011年中国人均GDP为4428美元,还不到美国人均GDP的十分之一。考虑汇率与物价因素,若按照十七大报告中提出的2020年实现人均GDP较2000年翻两番的目标计算,至2020年人均GDP约为7000美元,将接近较高收入国家水平。

中国已经进入中等收入国家的中等区间(中国经济增长与宏观稳定课题组,2008)。国际经验表明,人均GDP从3000—10000美元,是中等收入国家向较高收入国家迈进的关键时期。拉美及东南亚大多数国家,未能迅速跨越这一关键时期,长期在中等收入阶段徘徊,国家出现经济停滞,社会动荡等问题,挣扎于“中等收入陷阱”(Middle-Income Trap)^①。只有少数国家实现了由低

^① 世界银行在2006年的报告“An East Asian Renaissance: Ideas for Economic Growth”中首次提出“中等收入陷阱”概念,含义是指一个国家的人均GDP达到3000美元之后,由于经济增长动力不足,最终出现经济停滞的一种状态。

收入国家向高收入国家的转换，如日本用了 12 年时间，韩国用了 8 年时间。因此，中国能否实现该阶段的成功跨越，摆脱“中等收入陷阱”，进入较高收入国家行列，是摆在政策制定者面前的首要问题。中国国民社会经济的中长期规划一直把 2020 年作为一个重要的时点，即“十二五”与“十三五”可能将成为中国经济增长过程中非常重要的时期。

樊纲（2002）、林伯强（2008）等学者认为城市化与工业化是目前中国经济增长的主要推动力。城市化拉动固定资产投资、促进劳动力流动、增加国民消费并提高劳动效率。从城市化的进程来看，我国 1979 年城市化率仅为 18.96%，1989 年增长到 26.21%，1999 年达到 34.78%，2010 年城市化率为历史最高水平 49.95%。根据王小鲁等（2009）、简新华和黄锬（2010）预测，2020 年中国将基本完成城市化过程，城市化水平达到 60% 左右。工业化的高级阶段是以重工业化为主要特征的。同城市化步伐大致一致，从 2003 年开始的国内大规模的基础设施建设，拉动了对钢铁、水泥等重工业产品的需求，中国进入了重工业化阶段，重工业比重持续保持在 70% 左右。2010 年中国 GDP 占世界的 9.4%，而钢铁与水泥的消费量却占全球的 44.9% 和 56.2%。尽管中国政府对调结构的决心很大，但重工业化比重近几年始终保持在一个相当高的水平，甚至越调比重越高，2010 年达到历史最高值 71.4%。这似乎证明了目前的重工业化趋势是阶段性经济增长的客观规律。城市化与工业化是现阶段中国经济增长的双引擎（经济增长前沿课题组，2003）。

城市化与工业化推动经济增长的同时，也带来了能源需求的上升（林伯强，2006）。首先，作为一个人口规模全球第一的经济体，城市化与工业化对钢铁水泥等高耗能产品的需求量巨大，中国很难大幅度地依靠进口高耗能产品来完成城市化与工业化进程。其次，由于生活方式差异，城市人均能源消费量高于农村，至

2020 年有近 1.5 亿人口从农村转移至城市，将拉动能源需求增长。最后，为解决农村人口迁移所面临的就业问题，中国在国际分工中可能还将进一步承接资源消耗型产业。如果说跨越“中等收入陷阱”对经济增长的要求是刚性的话，那么能源需求的上升也将很有可能是刚性的。

能源效率低与能源结构以煤为主，是中国现阶段能源需求的另两个特征（林伯强和蒋竺均，2012）。根据《BP 世界能源统计 2011》（BP，2011）数据，按不变价格单位 GDP 能耗计算，中国的能源强度是世界平均水平的 2.7 倍，印度的 1.4 倍，韩国的 2.6 倍，美国的 3.7 倍，日本的 5.6 倍。能源效率较低意味着创造同样价值的产品，中国需要消耗更多的能源。作为制造业大国和贸易大国，对外贸易在拉动经济增长的同时，也造成了大量内涵能源（Embodied Energy）^① 的输出（陈迎等，2008）。同时，经济的较快增长需要较低的要素成本来支撑。而相对其他一次能源，煤炭的成本最低。中国以煤为主的能源结构符合经济较快增长对能源成本的要求。然而相对于其他一次能源，煤炭的单位能耗碳排放系数却是最大的，消耗单位标准量的煤炭造成的二氧化碳排放最多。因此，能源需求增长刚性、能源效率水平较低以及能源结构以煤为主是中国现阶段能源需求的三大特点，同时意味着中国二氧化碳排放的增长将成为伴随经济增长的另一显著特征。

若没有与二氧化碳排放相关的气候问题，中国经济增长问题可能将同其他国家的经济增长问题相似。然而，1992 年巴西里约热内卢联合国环境与发展大会明确规定发达国家与发展中国家

① 内涵能源是指产品上游加工、制造、运输等全过程所消耗的总能源。中国由于处于国际分工的产业链低端，在生产加工过程中消耗了大量能源，包含在出口商品中向外输出。

应对全球气候保护承担“共同但有区别的责任”。之后,1994年《联合国气候变化框架公约》(United Nations Framework Convention on Climate Change,简称UNFCCC)正式生效,全球开始致力于控制温室气体的排放,以尽量延缓全球变暖效应。与经济增长的速度相似,中国的二氧化碳排放量持续快速的增长,国际上要求中国减排的呼声不断。在近几年的多次全球气候大会上,中国以无可争议的排放增量成为众矢之的。2009年12月哥本哈根联合国气候变化大会,发达国家向中国频频施压,甚至将大会未取得实质结果的责任推卸到中国的不合作态度。2010年12月坎昆气候大会,欧美等国的态度更加强硬,不断强调中国在气候变化中的影响和责任,并要求中国加入国际监管。气候问题已经泛政治化(潘家华和陈迎,2010)。国家发展与改革委员会(简称国家发改委)副主任谢振华在2011年12月的德班气候大会上说:“我们是发展中国家,我们要发展,我们要消除贫困,要保护环境,该做的都做了。”随着二氧化碳排放量的持续快速增长,中国经济增长所背负的国际减排压力越来越大。

尽管发达国家与发展中国家在二氧化碳减排责任划分的问题上没有取得共识,但是发达国家致力于推行低碳经济增长方式的态度却十分强硬。不论出于何种动机,发达国家显然想把二氧化碳问题转变成推动本国经济增长的机会(林伯强,2010a)。类似欧洲强征航空碳税等打着低碳旗号的贸易保护手段可能将不断出现。国际压力迫使中国在实现中等收入国家跨越的关键时期,需要考虑二氧化碳排放的约束。而中国只有利用高增长的机会加快增长机制的转变,才可能超越“中等收入陷阱”(中国经济增长与宏观稳定课题组,2008)。因此,本书正是基于中国应对气候变化,在保证中国经济增长和完成碳减排目标的宏观背景下,选择以低碳的视角重新审视与研究中国经济增长问题。

第二节 研究意义

保证在经济增长的前提下完成碳减排目标是本书研究的重要出发点。一方面，二氧化碳排放是经济增长过程中能源消费的副产品，减少排放可能会对经济增长产生负面影响。另一方面，从效率的角度看，国家对节能减排的要求，也可能通过效率的提高推动经济增长。本书用低碳的视角来观察中国的经济增长问题，对传统经济增长问题探讨进行补充和创新。本书采用不同的理论前提及实证模型，紧密结合现阶段经济增长的特征，对低碳视角下的中国经济增长进行深入分析。对于研究中国经济增长问题有较强的理论意义。

现阶段中国经济增长的内在动力是实现“中等收入陷阱”的成功跨越，完成中国城市化与工业化进程，进入较高收入国家行列。而二氧化碳减排，则已经成为中国经济增长所面临的最主要的外在压力。用低碳视角对经济增长中的重要问题，如全要素生产率、经济增长核算、要素产出弹性、要素配置效率、对外贸易结构等问题进行深入分析，对于认识中国低碳约束下的经济增长问题有很强的现实意义。

因此，本书的研究对如何保证经济增长前提下完成碳排放目标，实现中国经济的低碳增长，制定有效的减排政策有着重要的理论和实践意义。

第三节 研究目标

本书主要围绕低碳视角下中国经济增长问题这一主题展开研