

C 碳排放约束下 中国工业经济绩效研究

康玉泉 著



西北工业大学出版社

西安工业大学应用经济学学科建设基金资助

TANPAIFANG YUESHU XIA ZHONGGUO GONGYE JINGJI JIXIAO YANJIU

碳排放约束下中国工业经济 绩效研究

康玉泉 著

西北工业大学出版社

【内容简介】 在全球气候变暖背景下,中国工业原有的粗放发展模式已不可持续,向低碳发展模式转型势在必行。中国工业的低碳发展已取得了一定成效,研究碳排放约束下中国工业经济绩效,将会为工业低碳转型提供理论依据。本书首先对工业碳排放及工业经济绩效指标进行分析,并对工业碳排放变化的影响因素进行分解分析;其次,通过构建全要素碳排放绩效指数,从非意愿产出的角度对工业经济绩效进行研究;再次,基于共同前沿的概念,对环境全要素生产率指数进行测算,并研究地区间的技术差距、潜在碳减排量变化及其来源;最后,基于工业行业数据,分析结构效应对工业碳排放量变化的影响。基于以上分析,得到中国工业低碳转型的政策启示。

本书适用于资源环境与经济问题的研究者以及政府决策人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

碳排放约束下中国工业经济绩效研究/康玉泉著. —西安:西北工业大学出版社,2017.6

ISBN 978-7-5612-5367-0

I. ①碳… II. ①康… III. ①二氧化碳—减量化—排气—影响—工业经济—经济绩效—研究—中国 IV. ①X511 ②F42

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 141705 号

策划编辑:雷 鹏
责任编辑:高 原

出版发行:西北工业大学出版社
通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072
电 话:(029)88493844, 88491757
网 址:www.nwpu.com
印刷者:陕西金德佳印务有限公司
开 本:727 mm×960 mm 1/16
印 张:11.625
字 数:208 千字
版 次:2017 年 6 月第 1 版 2017 年 6 月第 1 次印刷
定 价:49.00 元



前 言

新中国成立以来尤其是改革开放三十多年来,中国的工业化取得了举世瞩目的成就,为国家竞争力的提升提供了有力支撑。但是也必须看到,工业进一步发展所面临的资源和环境约束越来越突出,原有依赖要素投入驱动的粗放增长模式已经不可持续,工业发展的转型与升级势在必行。在全球气候变暖和能源紧张背景下,实现低碳绿色发展已经成为国际社会的共识。低碳经济能够在满足资源、环境和气候变化挑战的前提下保持经济的发展,是实现可持续发展的必然选择。工业作为我国国民经济的主体和社会经济发展的支柱,是实现经济低碳转型的主战场。为了推动工业绿色低碳发展,中国政府采取了一系列节能减排的有力措施,取得了积极的成效。在碳排放约束条件下研究中国工业经济绩效,将会为制定有针对性的节能减排政策,探索工业低碳转型的实现路径提供理论依据,对实现党的十八大提出的绿色发展和生态建设目标的具体实施具有一定的参考价值。

中国工业由粗放发展模式向低碳发展模式转型就是要提高全要素生产率对工业经济增长的贡献,减少工业活动的二氧化碳排放量,走绿色集约化发展道路。与此相应的,在碳排放约束条件下,本书着重从两方面对工业经济发展绩效进行研究:一是从碳排放的角度,构建全要素 Malmquist 碳排放绩效指数,在投入和产出水平保持不变的情况下,对碳排放水平的变化状况及其影响因素进行考察;二是在共同前沿框架下,利用方向距离函数构建环境全要素生产率指数,并对地区间的技术差距以及碳排放潜力进行研究。

基于以上两个视角,本书对正在进行低碳转型的中国工业经济发展绩效进行研究。

第一,鉴于研究数据在统计口径上存在的差异,将所用到的相关数据调整为全部工业口径,构建尽可能准确的 1995—2010 年省级工业面板数据,为进一步研究提供基础条件。在此基础上,对工业碳排放以及工业经济绩效指标进行分析,发现工业的能源消耗和碳排放的增长速度明显下降,工业的粗放发展势头得以遏制;劳动生产率、资本生产率、能源强度和碳排放强度等经济绩效指标在研究期间明显改善;人均工业总产值和人均工业碳排放关系显示 30 个省区市工业可以分成三个不同的低碳转型阶段^①;运用生产理论分解方法对工业碳排放变化进行分解后发现,技术进步与创新是推动工业碳排放量减少的主要因素,但是技术效率总体上表现为退步,未能减缓工业碳排放量的增长。

^① 本研究未包含我国的港、澳、台地区及西藏自治区。

第二,通过构建全要素 Malmquist 碳排放绩效指数,从非意愿产出二氧化碳排放的角度,对中国工业经济绩效进行研究。结果发现,工业碳排放绩效在研究期间得到改善,且这一改善主要由技术进步推动。从我国东、中、西部三大区域来看,东部地区改进幅度最大,中部地区次之,西部地区最小。对工业碳排放绩效影响因素进行实证研究后发现,工业发展水平、工业规模结构对工业碳排放绩效的改善有显著的正面影响,要素结构和能源强度具有显著的负面影响,而环境对工业碳排放绩效的影响不显著。从我国东、中、西部三大区域来看,每个变量对三大区域碳排放绩效的影响程度及方向存在地区差异。

第三,基于共同前沿和组前沿概念,构建碳排放约束下的环境全要素生产率指数,并对地区间的技术差距、潜在碳减排变化及其来源进行研究。结果显示,依靠要素投入和投资驱动增长的粗放型工业发展模式仍没有改变,低碳转型道路任重道远。环境全要素生产率及其对产出的贡献份额在区域及省际之间差异巨大,表明不同地区工业低碳转型的阶段不同。技术差距分析表明,纯技术追赶效应明显,实际生产技术与潜在生产技术差距变小;前沿技术进步的速度小于实际生产技术进步的速度,组前沿与共同前沿之间的技术差距变小。潜在碳减排量分析显示,潜在碳减排量逐年上升,而且其年均增长率高于工业实际碳排放年均增长率;东部地区潜在碳减排量主要受管理非效率的影响,而中、西部地区潜在碳减排量主要由技术差距导致。由于工业生产技术地区间差距逐步缩小,所以技术差距导致的潜在碳减排量占总潜在碳减排量的比例在逐步减少。

第四,基于两位数工业行业的投入产出及碳排放数据,对工业碳排放量变化进行分解,分析结构效应对工业碳排放量变化的影响。结果发现,能源结构推进了工业碳排放量的增长,但其影响程度较小。能源结构对工业碳排放量变化的作用程度与煤炭消费在工业能源消费总量的占比相关。由于以煤为主的能源消费结构在短期内难以改变,目前通过能源结构调整降低工业碳排放量的空间不大。工业结构对工业碳排放量的增长起到了推进作用,但是推动力度不大。进一步分析发现,高碳排放行业占工业总产值的份额呈下降趋势,工业结构正在朝着低碳发展方向缓慢转变,实现工业绿色低碳转型的目标可期。

通过对碳排放约束下中国工业经济绩效进行分析,认为工业经济绩效在研究期间有所改善,而且存在进一步提升的空间。提出加强技术创新,推进传统工业结构调整与转型,实施地区差异化的减排政策,运用市场化手段推进节能减排等政策措施,加快工业绿色低碳转型步伐。

由于水平有限,本书中如有不足之处,欢迎读者批评指正。

著者

2016年12月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景与意义	1
1.2 研究的内容与方法	10
1.3 结构安排与研究技术路线图	11
1.4 主要创新点	13
第 2 章 文献综述	14
2.1 纳入资源环境因素的经济增长理论综述	14
2.2 碳排放与经济增长的关系	17
2.3 经济绩效研究综述	24
2.4 考虑碳排放的经济绩效度量	26
第 3 章 相关理论、方法与数据	38
3.1 相关理论概述	38
3.2 评价经济绩效的全要素生产率方法	45
3.3 省级工业面板数据构造	51
3.4 进一步研究的逻辑框架	61
第 4 章 中国工业经济绩效指标分析与碳排放驱动因素研究	65
4.1 工业发展与碳排放状况分析	65
4.2 工业经济绩效指标分析	75
4.3 工业碳排放驱动因素研究	80
4.4 本章小结	91
第 5 章 中国工业经济绩效分析:基于碳排放绩效的视角	93
5.1 引言	93
5.2 碳排放绩效静态指数与动态 Malmquist 指数	94

5.3	工业碳排放绩效分析	97
5.4	工业碳排放绩效影响因素实证分析	104
5.5	本章小结	110
第 6 章	工业经济绩效与潜在碳排放:基于共同前沿的全要素生产率分析	112
6.1	引言	112
6.2	基于共同前沿的 MML 生产率指数构建	114
6.3	MML 生产率指数及技术差距分析	120
6.4	工业潜在碳排放分析	135
6.5	本章小结	144
第 7 章	结构效应对中国工业碳排放变化的影响	146
7.1	问题的提出	146
7.2	文献综述	147
7.3	模型构建与数据说明	149
7.4	模型结果分析	152
7.5	本章小结	159
第 8 章	主要结论、政策启示与研究展望	161
8.1	主要研究结论	161
8.2	政策启示	164
8.3	研究展望	167
参考文献	169
后记	180

第 1 章 绪 论

1.1 研究背景与研究意义

1.1.1 研究背景

自从工业革命以来,生产力获得了巨大的进步,人类的生产和生活方式发生了革命性的变化,利用资源的方式和程度也有了根本性转变。在工业革命以前,人们主要利用动物和植物来进行生产活动,而以大机器生产为特征的工业革命使得人类开始大规模地利用新的能源和资源。煤炭、石油和天然气等能源资源和铁矿石等矿产资源被大量开发利用。现在,全球 90% 以上的能源消耗来自化石燃料,矿产资源已经成为维持经济发展的基础要素。与此同时,人类对水资源、草场、森林等可再生资源的利用程度也在不断加深。伴随着自然资源的深度开发与利用,人类社会的物质财富不断增加,已经从维持基本生存的阶段跨入了追求生活质量的新阶段。然而,这种发展与享受建立在对自然与环境破坏的基础之上。人类从自然界开发越来越多的资源,同时将生产过程中的污染物排放到环境中去,造成了资源枯竭、生态环境恶化等严重问题。早在 20 世纪 70 年代,以“罗马俱乐部”为代表的学者就从人口、资源和环境问题的不同角度对人类的发展问题进行了探索和研究,对发展所带来的环境与资源问题提出了警告,虽然其所持的观点有点悲观,但是也促使越来越多的人开始思考发展与环境问题。时至今日,资源与环境问题已经威胁到人类社会的生存与发展,成为国际社会必须共同面对的挑战。

全球气候变暖是世界各国所面临的较为复杂的环境问题之一。人类活动向自然界排放的温室气体自工业革命以后急剧增加,是导致近百年来全球气候变暖的主要原因,这一点已经被科学研究所证实。联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)在 2007 年 11 月发布的第四次研究报告中指出,在 1906—2005 年这 100 年间,全球平均地表温度上升了 0.74°C ,且最近 50 年温度的上升速度是过去 100 年温度上升速度的 2 倍,全球气温明显上升。该报告还预测,如果不采取应对措施,到 20 世纪末,全球平均气温将上升 $1.1\sim 6.4^{\circ}\text{C}$,使海平面上升 $0.2\sim 0.6\text{ m}$ 。联合国政府间气候变化专门委员会的第四次研究报告还指出,全球气温变化有 90% 可能性是由人类活动所产生的大量温室气体造成的。在全部温室气体排放中,二氧化碳排放对全球气温变化影响最大,其排放量占全部温室气体排放量的 70% 以

上。二氧化碳排放主要来自人类对化石能源的依赖,化石能源燃烧所排放的二氧化碳占到了全部温室气体排放的 56.6%(IPCC,2007)。科学研究表明,地球生态系统二氧化碳的自净能力每年只有 30×10^8 t,全球每年有超过 200×10^8 t 的碳排放量残留在大气层中,是引起气候变暖的主要因素(庄贵阳,2007)。因此,控制大气中的二氧化碳浓度,是减缓气候变暖的必然选择。2014 年 11 月,联合国政府间气候变化专门委员会在哥本哈根发布了被誉为有史以来最全面、最权威的气候变化第五次评估报告。该报告进一步证实了世界各地都在发生气候变化这一事实。大气和海洋已经变暖,海平面上升与海水酸化的速度均比预期更快,世界各大洲都已观测到这些现象。而且报告更加肯定地指出,人为因素已经成为 20 世纪中期以来观测到的气候变暖的主要原因,其可能性在 95% 以上,进一步确认了人类活动与气候变化之间存在因果关系。联合国政府间气候变化专门委员会还明确指出,为了将全球温度上升控制在 2°C 以内并将成本限制在可控的范围内,到 21 世纪末全球碳排放量应减至零。报告还首次设定了严格的碳预算。然而数据显示,目前世界各国的碳排放量总和已经超过碳预算总量的 $2/3$ 。以目前的排放速度,世界将在未来 30 年内用尽碳预算余额。为避免气候危机,联合国政府间气候变化专门委员会呼吁各国政府尽快淘汰化石燃料,向可再生能源转型,尽快使碳排放量达到峰值。由此可见,实现化石能源替代是减缓碳排放量增加速度、遏制气温上升的现实选择。

在全球气候变暖的趋势下,中国也无法避免气候变化的影响,气温、降水、海平面在近百年来出现了明显变化。根据中国政府 2014 年发布的《第三次气候变化国家评估报告》,1909—2011 年,中国陆地区域平均升温 $0.9 \sim 1.5^{\circ}\text{C}$,近 15 年是 100 年以来气温最高的时期。近百年来中国平均降水量未见显著趋势性变化,但区域分布差异明显,其中西部干旱、半干旱地区近 30 年来降水持续增加。中国沿海海平面在 1980—2012 年上升速率为平均每年 2.9 mm,这一数据高于全球平均速率。20 世纪 70 年代至 21 世纪初,中国冰川面积缩小约 10.1%,冻土面积减少约 18.6%。报告预测,中国未来的气候变暖趋势将进一步加剧,仍将持续增温、降水变多、海平面上升的趋势。到 21 世纪末,全国平均气温可能升高 $1.3 \sim 5.0^{\circ}\text{C}$,相比之下,高于全球平均气温 $1 \sim 3.7^{\circ}\text{C}$ 的升温水平。全国降水平均增幅为 $2\% \sim 5\%$,北方降水可能增加幅度较大,为 $5\% \sim 15\%$,华南地区降水变化不显著。中国海平面将比 20 世纪高出 $0.4 \sim 0.6$ m。由于中国处于典型的季风气候区,气候变暖加剧了气候变化的复杂性,使本身脆弱的生态环境更易遭受气候变化的不利影响,对我国的水资源安全、粮食安全以及生态安全造成威胁,使人民群众面临的健康风险加剧。

全球气候变暖会加速冰川和积雪的融化速度,引起海平面上升和水资源分布失衡;造成极端灾害性气候事件频发,使自然灾害的影响程度加深;加剧疾病传播,威胁经济社会发展和人体健康。全球气候变暖所带来的严重生态环境灾害,威胁

着人类的生存与发展。为防止气候变化造成灾难性的后果,科学研究认为,必须将未来全球气温升高幅度控制在 2°C 以内,为了实现这一目标,必须对温室气体排放进行控制。联合国政府间气候变化专门委员会第五次报告显示,到2050年,全球二氧化碳年排放量需在1990年水平上降低 $14\%\sim 96\%$,到2100年前,全球碳排放量应减至零水平以下。如果对气候变化不采取行动,根据斯特恩报告所做的估计,到22世纪初,全球因气候变化产生的损失每年会达到国内生产总值的 $5\%\sim 10\%$ 。然而,从经济学角度看,气候环境属于公共物品,具有非竞争性和非排他性,需要世界各国达成共识,全球一起行动,才能实现减排目标,避免二氧化碳排放过量引发的气候危机。

为了协调国家之间的碳减排行动,共同应对气候变化,《联合国气候变化框架公约》于1992年在巴西里约热内卢举行的联合国环境与发展大会(地球首脑会议)上获得通过。这是国际社会在应对全球气候变暖问题上进行国际合作的基本框架,也是世界上第一个为全面控制二氧化碳等温室气体排放而缔结的国际公约。为了公平分担减排义务,考虑到历史排放问题,公约确立了“共同而有区别的责任”原则,并根据不同国家经济社会发展程度将参加国分为工业化国家、发达国家和发展中国家三类,要求不同类型的国家承担不同的减排义务。《联合国气候变化框架公约》缔结以后,从1995年开始每年召开一次缔约方大会。第三次缔约方大会于1997年在日本京都召开,在签署的《京都议定书》中,规定了2012年以前工业化国家减排温室气体的种类、减排时间表和额度,标志着国际社会开始共同进行温室气体减排行动。此后,在《联合国气候变化框架公约》和《京都议定书》框架下,各国就减排国际合作原则、减排责任与机制、碳排放权分配等问题进行了一系列的谈判与博弈,在不断发现和解决具体问题,不断妥协和寻求利益共识的过程中,取得了一些重要的谈判成果,使应对气候变化的国际合作不断深入。2007年,在巴厘岛召开的联合国气候变化大会上,与会缔约国通过了旨在加强应对气候变化问题谈判的“巴厘路线图”,并设定了谈判议程。“巴厘路线图”为全球迈向低碳经济起到了积极的作用,是人类应对气候变化、迈向低碳经济的一座里程碑。2009年,被世界各国给予高度重视的《联合国气候变化框架公约》暨《京都议定书》缔约方会议在丹麦首都哥本哈根召开,就《京都议定书》一期承诺到期后的后续方案进行商讨,以期就2012—2020年的全球减排行动签署新的协议。虽然由于与会各国对各自所承担的减排义务存在巨大的分歧,会议取得的成果有限,但是哥本哈根会议维护了公约和议定书确立的基本谈判原则,提出了发达国家和发展中国家减排承诺和行动要求,为后续的减排谈判奠定了基础。在2011年的南非德班会议上,与会代表通过决议,同意设立“德班平台”,推动各国在2015年谈成一个适用于所有国家的新协议;决定启动绿色气候基金;确定《京都议定书》第二期承诺从2013年开始实施;发达国家同意继续做出有法律约束力的减排承诺。2012年的多哈会议,与会缔约

方就应对气候变化的长期合作行动达成了一揽子协议,结束了“巴厘路线图”谈判进程,“德班平台”谈判进程取得进展,各国做出积极努力,以期在 2015 年达成一项新的全球协议。

在应对气候变化的挑战中,各个国家逐步认识到,解决温室气体排放的根本办法在于实现经济增长与碳排放的脱钩,建立并发展低碳经济模式。自工业化以来,人类经济活动能力增强,化石能源得以广泛应用,使以二氧化碳为主的温室气体排放量剧增,直接导致近百年来全球气温快速上升,这一点已经成为国际社会的共识。随着世界人口规模的扩大和经济的不断增长,人类对化石能源的依赖程度不断加深。根据《BP 世界能源统计年鉴 2011》提供的数据,2010 年世界一次能源消费量为 $12\ 002.4 \times 10^6$ 吨标准油,其中煤炭、石油和天然气的消费量分别为 $3\ 555.8 \times 10^6$ 吨标准油、 $4\ 028.1 \times 10^6$ 吨标准油和 $2\ 858.1 \times 10^6$ 吨标准油,占全部能源消费量的比例高达 87%,而核能、水电、风能和生物能等可再生能源在全球能源消费结构中的比例依然不高。对化石能源的依赖使人类社会正面临着能源枯竭的危机。从目前探明的储量来看,按照现在的能源消费方式,煤炭、石油和天然气 3 种化石能源的可维持开采年数分别为 155 年、46 年和 65 年。另外,化石能源的大量使用也带来了雾霾、酸雨等危害和大气中二氧化碳浓度上升所导致的气候变化等一系列的环境问题。低碳经济作为一种新的经济、技术和社会体系,能够在保持经济发展的前提下实现能源节约,减少温室气体排放。因此,转变生产和生活方式,发展低碳经济,是气候变化背景下实现可持续发展的有效途径。

低碳经济的概念最早是由英国在 2003 年发布的能源白皮书《我们能源的未来:创建低碳经济》中提出来的。在白皮书中,英国着眼于降低对化石能源的依赖和减少温室气体的排放,提出了将实现低碳经济作为其能源战略的首要目标。随后,其他主要发达国家公布了各自的有关低碳经济的发展法规。德国在 2004 年开始实施《碳排放权交易法》,规范了排放权的管理,奠定了排放权交易在德国的法律地位;2007 年开始实施《生物燃料油比例法》,规定生物燃料在总燃料中所占的比例在 2015 年要达到 8%。欧盟在 2006 年公布了《欧洲可持续、竞争和安全的能源战略》绿皮书,呼吁欧盟各国政府对能源发展问题予以重视;在同时发布的《欧盟能源战略报告》中,提出了欧盟整体上达到安全低碳的能源结构的最低要求。日本在 2006 年公布了《新国家能源战略》,提出了未来能源的新目标,即 2030 年能源效率比 2006 年提高 30%。2008 年,日本在提出的新的防止全球变暖对策“福田蓝图”中,提出将充分利用能源和环境方面的技术,把日本打造成世界上第一个“低碳社会”。美国 2008 年公布了《能源自主与安全法》,规定到 2020 年美国汽车工业必须使汽车油耗比 2008 年降低 40%。

在气候变化的背景下,低碳经济首先是作为应对能源危机和环境问题的重要举措而提出来的。但是随着国际经济格局的变化,特别是 2008 年国际金融危机以

后,世界各国普遍认识到,清洁能源和低碳技术将成为世界进入新的经济周期的带动力量,推动世界经济的再一次繁荣。以清洁能源和低碳技术为代表的低碳经济将引发新一轮的产业革命,并将引导人类社会从工业文明向生态文明迈进。正因为如此,世界各国在金融危机以后推出的经济刺激计划中,都把培育新兴产业作为摆脱经济危机的着力点,低碳产业在金融危机背景下迎来了投资的增长,为未来的突破发展打下了基础。最早提出“低碳经济”概念的英国在2009年发布了《低碳转型计划》和《英国可再生能源战略》,确立了能源战略的转向,提出到2020年,将投资300亿英镑支持可再生能源的发展,推动用可再生能源替代传统能源。同时,积极支持绿色制造和绿色技术的研发,以确保英国在碳捕获和清洁能源等新技术领域处于领先地位。美国在2009年出台的投资总额为7879亿美元的《美国复苏与再投资法案》中,将新能源作为摆脱危机的重要战略性产业,提出在未来10年投资1500亿美元用于支持清洁能源的研发和推广。随后,在同一年,美国又通过了《清洁能源与安全法案》,明确提出了温室气体减排量和减排时间表,设计了排放的交易制度。同时该法案还包括了使用清洁能源和实施节能技术的激励措施。该法案的通过为美国低碳产业的发展打开了市场空间,提供了政策支持。同样,2009年,日本政府在《应对危机对策》中也把电动汽车、太阳能和节能家电作为发展方向,促进本国低碳产业的发展。金融危机后世界各国纷纷在新能源等低碳产业领域加大政策支持和投资的力度,努力抢占未来经济和产业发展的战略制高点,以期引领未来全球经济的发展。绿色低碳发展是未来全球经济发展的必然趋势,也是未来产业和科技竞争的新领域。

改革开放以后,1979年到2012年中国经济以平均每年9.8%的速度增长,经过30多年的发展,经济总量在2010年超过日本,位列世界第二。中国经济的发展取得了举世瞩目的成就,然而经济长期粗放发展所累积的深层次矛盾逐渐显现,传统的经济增长方式已经走到尽头,不可能再持续下去。一方面,资源和环境的制约不断加剧。我国的能源消费总量从1980年的 6×10^8 吨标准煤增长至2010年的 32.5×10^8 吨标准煤。能源消费量占世界一次能源消费比例从1980年的6.3%上升至2010年的20%,已经超过美国,成为世界第一大能源消费国。从资源消费看,2010年钢铁消费量达到 6.27×10^8 t,占全球钢铁消费总量的40%;铁矿石进口量增长至2010年的 6.18×10^8 t,占全球铁矿石贸易量的55.9%。截至2010年,中国石油、铁、铜的对外依存度分别为54.2%,64.7%和74.6%,超过了50%的安全红线^①。从2009年起,中国开始成为煤炭净进口国。能源资源的高消耗和对外依存

① 于孟林,需建立重要矿产资源储备体系,中国能源报,2011-11-07。

度的不断提高,使得我国的能源资源安全面临严峻的挑战,经济发展面临的风险和不确定性越来越大。能源资源的大量开发使用也造成了生态环境的日益恶化。2007年,我国成为世界第一大碳排放国家,二氧化碳排放量开始超过美国。2011年我国的二氧化碳排放总量达到 85×10^8 t,占全球二氧化碳排放总量的26.9%,二氧化碳排放增量占世界总增量的70%以上。二氧化碳排放量的巨大规模和快速增长趋势使得中国在国际气候谈判中受到广泛关注并承受越来越大的减排压力。另外,虽然中国二氧化硫排放从2007年开始逐步下降,但是2010年的排放量仍然达到 $2\ 185.1 \times 10^4$ t,单位国内生产总值的二氧化硫排放量远高于发达国家,是美国的6倍、德国的26.4倍、日本的68.7倍。目前,我国1/3的国土已经被酸雨污染,水资源短缺、雾霾天气已经成为全社会关注的热点。经济发展面临的生态环境压力越来越大。另一方面,经济低成本扩张的要素条件不再具备。以中国为代表的世界新兴经济体对能源、资源消耗的不断增长,使得主要矿产资源品的国际市场价格不断升高。数据资料显示,2000—2010年石油、铁矿石和铜的国际市场价格分别上涨了1.8倍、4.8倍和3.2倍。劳动力的供需形势也发生了变化,据测算,我国劳动年龄人口已于2016年达到峰值,之后将逐渐减少。近年来,工人工资的持续上涨,沿海地区用工难问题的显现,意味着“人口红利”已经进入拐点期。土地供给日趋紧张。经过30多年的发展,沿海地区工业用地已经非常紧张,土地资源的稀缺日趋明显。2010年主要城市工业用地的价格平均为每平方米629元,与2005年相比上涨了27.8%,这一土地价格高于越南、泰国等周边国家^①。综合来看,我国经济发展的低成本优势削弱,比较优势不断弱化。总之,现阶段,依靠投资和大量要素投入推动经济增长的粗放发展模式已经不可持续,转变经济发展方式刻不容缓。

经济发展方式转变的实质就是避免走高消耗、高污染的发展道路,探寻一条低消耗、低排放的经济可持续发展道路。发展低碳经济既能保持经济的发展,又能破解资源和环境的约束,将环境保护寓于经济发展之中,是实现经济可持续发展的必然选择。低碳核心技术和低碳经济发展能力既是一个国家核心竞争能力的体现,也是国际博弈与竞争的焦点。面对气候变化的挑战与经济发展转型的压力,中国政府已经认识到绿色低碳发展是经济转型的必然选择。发展低碳经济的构想是2006年在中国发布的第一部《气候变化国家评估报告》中首次提出来的。随后,胡锦涛同志在2007年召开的亚洲太平洋经济合作组织(APEC)第15次领导会议上

^① 2010年全国主要城市地价状况分析报告, http://www.mlr.gov.cn/tdsc/djxx/djtc/201105/t20110503_849405.htm。

明确提出“发展低碳经济”。同年,中国政府发布了《可再生能源中长期规划》,提出积极推进可再生能源新技术的产业化发展。在2009年的联合国气候变化峰会上,胡锦涛宣布,中国将把应对气候变化纳入经济社会发展规划,并将积极发展循环经济和低碳经济,推广和研发气候友好技术。很快,中国政府就对外公布了2020年单位国内生产总值二氧化碳排放量比2005年下降40%~45%的碳减排目标。“十二五”规划提出了能源消耗和碳排放约束性指标,并在培育和发展新兴产业、走绿色低碳发展道路方面做了重要的部署。2012年,国务院又专门出台了《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》,进一步明确了到2020年战略性新兴产业的发展目标。在党的十八大报告中,突出强调了生态文明建设理念,要求在未来发展中着力推进绿色、循环、低碳发展。中国走低碳绿色发展道路既顺应国际发展潮流,也是自身经济转型的内在要求,更是在低碳时代实现大国崛起梦想的战略选择。

1.1.2 研究意义

改革开放以来,中国进入了快速工业化时期。这一时期工业发展迅速,取得了巨大的成就,成为中国经济持续高速增长的关键支撑力量。1978年改革开放以来,中国工业增加值平均年增长11.6%。2012年,工业增加值达到23.5万亿元,占国内生产总值的45.3%。2010年,中国制造业增加值占全球比例已经达到19.8%,超过美国,中国成为世界制造业第一大国(王鹏,2012)。工业的整体素质和国际竞争力不断增强,工业竞争力几乎是中国经济中可以同发达国家相比试的唯一强有力“法宝”(金碚,2009)。虽然中国的工业发展取得了巨大成就,但是,必须看到,工业的发展也付出了巨大的资源和环境代价。2013年全国能源消费量达到 37.5×10^8 吨标准煤,占世界总能耗比例超过20%,工业的能源消耗占全国一次能源消耗的比例达到了73%,而且仍处于上升趋势。工业二氧化碳排放达到 91.23×10^8 t,占全国碳排放总量的82.3%。根据陈诗一(2009)的研究,改革开放以来,占全国40.1%的工业生产值的取得却消耗了全国67.89%的能源,排放出占全国排放总量83.08%的二氧化碳,具有明显高能耗、高污染的粗放式增长特点。在气候变暖和经济转型的背景下,工业的粗放发展模式是难以持续的,必须尽快实现发展方式的转变。

工业是国民经济的主体,是能源消耗和二氧化碳排放的主要产业,也是实现经济发展方式转型的主战场。目前,以高能耗、高排放为特征的重化工业在工业总产值中的比例仍超过60%,而且中国的工业化和城镇化尚未完成,正处于快速发展的重要阶段,未来的能源需求和碳排放仍将处于高位。面对日益趋紧的资源与环

境约束,中国政府采取措施积极应对,大力推进工业领域的节能减排工作。在“十一五”期间,规模以上工业企业单位工业增加值能耗累计下降 26%,节能减排任务顺利完成。随后,为了落实“十二五”规划的具体部署,国务院公布了《工业转型升级规划(2011—2015)》,提出了在“十二五”时期的节能减排目标:与“十一五”期末相比,单位工业增加值能耗降低 21%左右,单位工业增加值二氧化碳排放量减少 21%以上。党的十八大报告提出到 2020 年基本实现工业化目标和生态文明建设的总体要求。在资源与环境的约束日益趋紧的情况下,加快推进工业的低碳转型,实现工业转型升级,是工业进一步发展的必然选择。

随着工业化进程的快速推进,工业的碳排放量还将继续增加,中国工业面临的发展与减排的矛盾日益尖锐,如何推进工业的绿色低碳转型,实现发展与减排的双赢,是中国工业发展面临的巨大挑战。中国作为最大的发展中国家,虽然经济发展取得了巨大的成就,但工业化任务还没有完成,发展仍是第一要务。中国工业的低碳转型不能以牺牲经济发展为代价,应该通过促进技术进步与结构调整,提高能源利用效率,提升全要素生产率对工业增长的贡献,走集约化内涵式发展道路,这才是工业低碳转型的关键。因此,本书对处于低碳转型时期中国工业经济绩效的研究将从碳排放绩效和环境全要素生产率两个方面展开,着重探讨技术因素对工业碳排放量变化的影响、工业碳排放绩效及其影响因素、环境全要素生产率水平、地区间技术差距以及工业潜在碳减排量来源等问题。这些问题的研究,对于探索中国工业的低碳转型路径具有重要的理论与现实意义。

1. 理论意义

在研究二氧化碳排放的影响因素时,常用的方法是指数分解法(IDA)和结构分解法(SDA)。指数分解法有多种,尤其以 Laspeyres 指数分解法和平均 Divisia 指数分解法应用最为广泛。在研究二氧化碳排放变化影响因素时,指数分解法通常把二氧化碳排放变化分解成规模效应、结构效应以及密度效应三种因素的贡献。结构分解法是运用投入产出表来构建分解分析框架。运用该方法分析二氧化碳排放变化时,能够将影响因素区分为技术效应、最终需求效应以及间接需求效应,但是该方法对数据的要求较高,在研究中应用较少。虽然指数分解法与结构分解法都能够在一定程度上反映技术因素对碳排放量变化的影响,但不能把技术变化和技术效率变化的影响加以区分,也不能把依附于要素的技术因素分离出来,不能多角度考察技术因素对碳排放量变化的影响。Zhou 和 Ang(2008)提出的生产理论分解方法是在环境生产技术框架下,引入距离函数对碳排放量变化进行分解的方法,可以区分不同方面的技术因素变动对碳排放量变化的影响。在研究时将 Zhou 和 Ang 提出的方法加以扩展,把劳动、资本与能源一起作为投入要素引入生产理

论分解分析框架,可以从多角度考察技术因素对碳排放量变化的影响,具有一定的理论意义。

全要素生产率的度量也可以在考虑碳排放的情况下,从产出的角度来度量。在现有文献中,通常的做法是将碳排放作为约束条件纳入全要素生产率测算,通过环境全要素生产率,考察生产者同时追求最大化产出和最小污染排放的生产状况。将污染排放作为生产过程的副产品——非期望产出来处理,利用传统距离函数或者方向距离函数来测算环境生产率指数是研究中常用的方法。但是在运用这种非参数方法计算环境全要素生产率时,其隐含的假定条件是不同的生产者在相同的技术下进行生产,具有相同的生产前沿。但是由于不同生产者所处的地区或行业不同,进行生产决策的条件差异较大,生产时选择的技术就会有差异,因而具有不同的生产前沿。如果不考虑技术的差异性,运用非参数方法计算生产者的生产效率时,可能会得到有偏的估计结果。O'Donnell 等人(2008)构建了基于数据包络方法的共同前沿方法,可以对具有不同技术的生产者的效率进行分析。Oh 和 Lee (2010)把共同前沿生产函数概念引入全要素生产率的非参数分析中,构建了共同前沿 Malmquist 生产率指数(MMPI)。Chen 和 Yang(2011)在共同前沿框架下对 Malmquist 生产率指数进行分解时采取了不同的思路,可以对技术领导变化进行进一步的分解。本书对 Chen 和 Yang (2011) 的做法加以扩展,在共同前沿框架下对包含非期望产出的 Malmquist - Luenberger(ML 生产率指数)生产率指数进行分解,从而可以对地区的环境全要素生产率和技术差距进行深入分析。

2. 现实意义

走低碳绿色发展道路是中国应对气候变化的挑战,实现经济发展方式转变的战略选择。工业作为国民经济的主导力量,是经济发展方式转变的主战场。工业的低碳绿色转型是中国工业转型升级的内在要求,也是工业从传统的粗放发展模式向资源节约型、环境友好型转变的必然选择。当前,中国正处于工业化中后期,城镇化发展迅速,重化工业在工业中所占比例居高不下的情况还将持续,实现碳减排的目标,关键在工业。如何实现发展与减排的双赢,是政府决策者和研究者共同关注的问题。

随着工业领域节能减排工作的推进,淘汰落后产能力度的加强,各种先进技术和设备在生产中得到推广与应用,使能源利用水平不断提高,虽然二氧化碳排放总量仍在增加,但是碳排放效率不断改善。首先,运用生产理论分解方法,着重分析技术因素对工业碳排放变化的影响;其次,通过分析各地区全要素碳排放绩效的水平及其影响因素,进一步弄清碳排放绩效变化的推动因素;最后,由于各地区碳排

放绩效存在明显的差异,在共同前沿框架下,分析各地区绿色全要素生产率变化、技术差距以及地区减排潜力。这些问题的研究,对于工业部门探索低碳转型路径,实现绿色发展具有重要的指导意义和参考价值。

1.2 研究的内容与方法

在气候变化与工业低碳转型的背景下,本书主要研究碳排放约束下中国工业经济绩效。首先,在分析中国工业低碳转型的国际、国内背景的基础上,运用构建的省级工业面板数据对工业发展状况及其碳排放变化进行分析,利用相关指标对工业经济绩效进行研究。其次,运用生产理论分解方法测度投入、产出以及技术变化对中国工业碳排放变化的影响。再次,在能源与碳排放约束下,测度工业全要素碳排放绩效,并基于省级面板数据,运用计量经济学方法对工业碳排放绩效的影响因素进行研究。最后,构建基于共同前沿的 Malmquist - Luenberger 生产率指数(MML 生产率指数),并对其重新进行分解,得到考虑碳排放时环境全要素生产率变化的四种影响因素,进而对中国地区工业的环境全要素生产率、技术差距以及潜在碳排放及其来源进行研究。

研究的开展以经济增长理论、可持续发展理论、低碳经济理论、生产理论以及全要素生产率分析理论为基础,从现实的工业低碳转型问题入手,将理论分析与实证研究相结合,定性分析与定量分析相结合,采用分解分析方法、计量经济学分析方法、数据包络分析方法等现代实证研究方法对所研究的问题进行分析。

第一,运用生产理论分解分析方法,将工业碳排放变化的影响因素分解成包括要素投入变动、产出变动以及技术因素变化的 13 种因素的影响,对工业碳排放变化背后的动因进行分析。

第二,运用包含非意愿产出的数据包络分析方法测度中国工业的碳排放绩效。同时,在共同前沿分析框架下运用数据包络方法对 MML 生产率指数进行测度分解,进而分析中国地区工业绿色全要素生产率的变动、技术差距及其碳排放减排潜力。

第三,以省级面板数据为基础,构建计量经济模型,并对构建的模型进行估计与检验,进而对影响工业碳排放绩效的因素进行定量分析。

第四,运用比较分析方法,通过时序内和地区间的对比分析,对全国和地区间工业碳排放变化特征、驱动因素、碳排放绩效、环境全要素生产率和碳排放潜力等进行比较研究。