

区域经济重点学科系列丛书

QuYu JingJi ZhongDian XueKe XiLie CongShu

气候变化背景下 碳生产率研究

——理论、方法与实证

◆ 张丽峰 / 著

QiHou BianHua BeiJingXia
Tan ShengChanLv YanJiu
LiLun FangFa Yu ShiZheng



经济科学出版社
Economic Science Press

教育部人文社会科学研究规划基金项目（项目编号：12YJA790010）

区域经济重点学科系列丛书

东北大学秦皇岛分校教材（专著）项目基金

气候变化背景下碳生产率研究

——理论、方法与实证

张丽峰 著



经济科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

气候变化背景下碳生产率研究: 理论、方法与实证 / 张丽峰著. —北京: 经济科学出版社, 2012. 8

ISBN 978 - 7 - 5141 - 2006 - 6

I. ①气… II. ①张… III. ①节能 - 研究 - 中国
IV. ①TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 123739 号

责任编辑: 段 钢

责任校对: 郑淑艳

版式设计: 代小卫

责任印制: 邱 天

气候变化背景下碳生产率研究

——理论、方法与实证

张丽峰 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

总编部电话: 88191217 发行部电话: 88191537

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

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

北京密兴印刷有限公司印装

710 × 1000 16 开 14.25 印张 250000 字

2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 2006 - 6 定价: 35.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 88191502)

(版权所有 翻印必究)

区域经济重点学科系列丛书

QuYu JingJi ZhongDian XueKe XiLie CongShu

主编：陈 凯

编委：（以姓氏笔画为序）

王艳霞 史红亮 田静毅 刘玉川 初钊鹏

张 伟 张丽峰 张志宇 张晓飞 李 刚

周立斌 庞卫宏 郑 畅 贾卫萍 曹 勇

区域经济重点学科系列丛书简介

改革开放以来，我国打开了对外封闭的大门，大踏步地走向与世界经济、社会、文化融合之路，逐步树立了文明大国的良好形象。随着经济快速发展及对外贸易、文化交往和学术交流的不断深入，我国城乡、各区域，以及国际一体化逐步提高。同时，城乡和各区域间差异也在逐渐增加，各种国际贸易摩擦、异域文化思想冲突和不同学术观点争辩的现象日益增多。如何正确把握当今世界各种成分、多元文化和不同学术流派相互竞争、互相汲取融合的境遇，缩小城乡和区域间差异，促进其一体化进程，成为我们亟待解决的问题。为此区域经济系列丛书精心设计，从三方面努力完成这一重大课题。

一、区域经济理论融合创新

区域经济理论创新不是寻找一种新理论取代旧理论，而是以一种包容性更大的理论方法体系将旧理论方法兼容升级。陈凯撰写的《中国区域经济理论》和《城乡资源整合论》将现有区域经济管理科学放在包容性更大的新理论体系中，该理论体系将中国传统经济管理理论、马克思主义管理理论和现代西方经济管理理论融会贯通。在新创立的区域经济管理科学原理中，正确地显示经济社会协调发展规律，准确地衡量所有的要素、结构和发展模式的性质与数量差异及其变动原因，适时地将原理体现在实际操作方式上。采取旧理论系统梳理——新理论体系创立——原理实证条理化的研究方案。以《易传》的理论方法为框架，融合各种原理和方法。宏观经济分析从模式到结构再到要素，微观经济分析从要素到结构再到模式。研究定位以道统阴阳平衡机制为主线，演绎和实证相结合，在现代经济学基础上，推导演化区域生产、消费、贸易、分配、货币、财政、金融、投资、股票、证券、期货、保险、价格、利率、汇率、税率、企业治理、制度与政策等均衡法则。

二、区域经济实证研究

任何理论都是在人类经济社会发展推动下自身矛盾思变创新中产生和形成的。区域经济理论发展的前提是区域经济实践。区域经济实证分析既是区域经济

理论发展的基础,也是区域经济实践的指导。

“珠三角”、“长三角”和“京津冀”区域是中国最具发展潜力的都市圈,但“京津冀”区域经济发展绩效和理论研究明显落后,而且京津两大核心城市与周边地区在发展上相互脱节,彼此间的空间联系松散,一体化更显不足。刘玉川的《京津冀区域经济一体化研究》填补了“京津冀”区域经济一体化研究的某些缺憾。

我国是钢铁生产和消费大国,1978~2008年间我国粗钢产量年均增长率9.7%。中国钢铁产量的迅速增长伴随着极高的能源消耗。2005~2008年,钢铁业能源消费量分别为3.69、4.24、4.78、5.15亿吨标煤,分别占据当年工业能源消费量的24.6%、25.8%、25.1%、26.1%。研究钢铁行业能源效率问题对我国整体能源效率的提高具有现实意义。史红亮和陈凯的《中国钢铁业能源效率研究》是对能效研究领域的深化和补充。通过各种软件包(如Eviews, Deap和Frontier等)的使用,各种具体分解模型、超越对数生产函数模型和向量误差修正模型的应用及检验,得出了一些有意义的结论。

区域品牌的深入研究对我国地区老字号品牌的复兴和地区经济产业集群化发展有重要的现实意义。现有的国内外区域品牌研究主要从国家、城市、区域和产业集群四个层次展开。研究的内容主要集中于区域品牌结构、区域品牌模型、区域品牌管理战略和沟通策略。张晓飞的《区域品牌营销管理——基于中华老字号品牌的研究》将区域品牌的研究角度转向目标市场和消费者,结合中国现状,重点关注中华老字号品牌的产业化复兴和老字号品牌的网络传播机制,特别聚焦于老字号区域品牌的网络传播以及老字号品牌的保护与开发。把中华老字号品牌面临的现实问题与网络传播理论密切结合,在研究中综合利用数据挖掘、网络实验和问卷调查等方法,得出能解决“老”问题的“新”理论。

在此丛书系列中,每本书都进行了不同程度的实证分析,可圈可点,相信读者看后会有耳目一新之感。

三、区域经济发展新动向

低碳经济是区域经济发展新方向。区域低碳经济研究是系列丛书的重点内容。

2009年我国政府承诺减少碳排放目标,到2020年单位GDP二氧化碳排放量比2005年减少40%~45%,考虑到我国目前的经济发展水平,减排应是在保证经济增长前提下的减排,而不是绝对量的减少,因此,这个目标的实现依赖于经济增长和碳排放两个方面,而在具体执行过程中,各个地区、各个产业是具体的载体,碳生产率把经济增长和碳排放很好地结合在一起,加强对碳生产率的研究

究,对于我国2020年碳排放目标的实现与分解,对于各地区经济增长方式的根本转变、产业结构的优化升级以及“两型”社会的构建具有重要的现实意义。张丽峰的《气候变化背景下碳生产率研究》以经济增长理论、资源与环境经济学、能源经济学、计量经济学和区域经济学的学科理论为基础,从单要素和全要素两个方面,从理论上运用统计指标方法、参数和非参数方法对碳生产率进行了测度,从区域和产业方面进行了实证分析和比较,最后提出了减排对策。该书的研究思路、方法和结论不仅为具体的决策部门(国家发改委等)提供了决策的思路、方法和依据,同时也为其他类似问题的研究提供了借鉴和参考。

李刚的《区域低碳经济评价理论、方法及应用》,一是对区域低碳经济进行了分析,并在此基础上构建了区域低碳经济评价指标体系;二是就低碳经济评价方法进行了研究,构建了基于Gi主观赋权的低碳经济综合评价模型、基于熵权法的客观赋权的低碳经济综合评价模型、基于循环修正思路的低碳综合评价模型;三是根据上述模型以秦皇岛市为例进行低碳经济的实证研究,并根据评价结果给出相应的政策和建议。

陈凯的《能源环境政策理论基础》从区域整体角度研究了低碳经济发展问题。指出能源与环境是区域经济可持续发展和社会安全和谐的前提。能源与环境政策则是其正常运行的基本保证。该书系统地介绍了能源环境安全与可持续和谐发展的条件及运行操作要领。详细分解了能源环境政策理论基础中的替代和外部性内在化等基本原理、模型和评价指标体系。

区域经济重点学科系列丛书传承发展中国传统学术,吸收消化马克思主义区域经济理论和现代西方区域经济理论,在融会贯通三大理论体系的基础上,注重区域经济实证研究,突出区域经济发展新方向,建立中国大国区域经济理论。虽然距完整的中国大国区域经济理论体系相差甚远,但我们已经起步,纵有千难万险,我们披荆斩棘,在所不辞。恳请广大读者对丛书多提宝贵意见,我们会虚心接受并不断修改完善。

区域经济重点学科系列丛书主编

陳凱

2011.8.15

序

针对气候变化对全球和各国可持续发展带来的挑战，在国际气候制度层面，国际社会达成了《联合国气候变化框架公约》及《京都议定书》等国际法律构架，确认了“共同而有区别责任”的原则，合作应对全球气候变化。在国内政策层面，各国积极展开各种切实可行的减排行动，致力于扭转传统经济体系对于化石能源的高度依赖，加速低碳技术研发和应用，实现可持续发展。

可持续发展和绿色经济要求：任何成功的气候变化行动计划必须支持两方面的目标：稳定大气中的温室气体浓度并保持经济的增长。显然，传统的经济模式已不能实现这两方面的目标，必须走低碳发展的道路。向低碳经济转型的低碳化进程具有两个方面的含义：一是能源消费的碳排放的比重不断下降，即能源结构的清洁化，这取决于资源禀赋，也取决于资金和技术能力；二是单位产出所需要的能源消耗不断下降，即能源利用效率不断提高。从社会经济长期趋势来看，由于技术进步、能源结构优化和采取节能措施，碳生产率也在不断提高。因此，低碳化进程也就是碳生产率不断提高的过程。但是，碳生产率高并不表明必然是一种低碳经济。这是因为，奢侈和浪费性的消费，完全可以抵消碳生产率的改进，使得社会总排放居高不下。一个显然的例子是，发达国家的碳生产率远高于发展中国家，但其排放水平也数倍于发展中国家的人均水平。根据国际能源署（IEA）的统计数据，2009年发达国家中碳生产率水平最高的是瑞士和瑞典，均为6667美元/吨（二氧化碳，2000年美元价格，下同），美国为2174美元/吨，发展中国家的印度为552美元/吨，中国为429美元/吨。值得注意的是，一些非常贫穷的小国，如非洲莫桑比克和加蓬的碳生产

率分别为 3846 美元/吨和 3571 美元/吨，比美国等一些发达国家的碳生产率还高。而当前美国人均二氧化碳排放是 20 吨，欧盟却低于 10 吨，中国在城市化工业化进程中的快速推进，也使得碳排放迅速攀升到 2010 年的人均近 6 吨，印度的人均碳排放为 1.5 吨，孟加拉人均碳排放 0.28 吨，而埃塞俄比亚的人均碳排放只有 0.08 吨。看来作为衡量低碳经济发展状态的指标之一，碳生产率指标比较适合经济发展水平（或人文发展水平）比较接近的国家之间对比。

可见，低碳经济是指在一定碳排放约束下，碳生产率和人文发展均达到一定水平的一种经济形态，旨在实现控制温室气体排放的全球共同愿景。只有这两方面同时达到一定水平时的低排放、低消耗才是低碳经济。碳生产率是单位 CO_2 排放所产出的 GDP，碳生产率的提高意味着用更少的物质和能源消耗产生出更多的社会财富。人文发展意味着在经济能力、健康、教育、生态保护、社会公平等人文尺度上实现经济发展和社会进步。这一概念的特点在于：一方面对于人文发展施加了碳排放的约束；另一方面强调碳排放约束不能损害人文发展目标，其解决途径便是通过技术进步和节能等手段提高碳生产率。低碳经济最为显著的特征是碳的刚性约束，只要碳排放量在规定范围之内，就是低碳的，而且这种“刚性约束”越来越明确。

低碳发展对于不同国家具有不同的含义。作为低碳发展的核心内涵，低碳排放可以是相对意义上的，也可以是绝对意义上的，关键是区分发展阶段和减排义务。经济发展到一定程度，社会财富的累积效应能够在两个方面促进低碳经济的发展：一是知识和技术的积累导致的低碳技术进步；二是对经济资本存量累积的需要大大减小，可以将较多的能源消耗用于服务业，提升国民的消费水平。尽管各国碳排放的驱动因素有所差异，但是就发展阶段而言，不外乎是由消费和生产两种因素决定的。简言之，发达国家主要是后工业化时代的消费型社会所带动的碳排放，而发展中国家主要是生产投资和基础设施投入带动的资本存量累积的碳排放。经济发展阶段是一个国家向低碳经济转型的起点和背景，对于已经实现高人文发展目标的发达国家而言，面对未来日益有限的全球排放空间，应当履行减排义务，在维持高人文

发展水平的前提下，实现碳排放总量的绝对降低。对于发展中国家而言，人口增长较快，人文发展的基本需求仍未满足，未来排放必然要继续增长。研究发现，人均温室气体排放与人均 GDP 之间存在近似倒“U”型的曲线关系，包括中国在内的广大发展中国家和地区正处于这一曲线的爬坡阶段。因此在经济总量增加的同时促进碳排放的相对下降就可被视为低碳发展。

由于发展阶段、资源禀赋和技术水平所限，中国的经济总量和碳排放仍在攀升中。国际社会应对气候变化的共识，客观上要求世界经济加快速度、加大力度向低碳经济转型。中国需要走向低碳，中国也在努力走向低碳，同时，也要看到，低碳必须经济可行。否则，低碳难以实现，经济可能还要倒退。这就要求我们将低碳与经济统一起来，将发展的收益返还到环境保护和低碳经济建设之中。为了“低碳”而低碳，结果可能适得其反。因而，在认识与行动上，需要正确把握经济与低碳的关系，积极稳定地推进中国经济的低碳化转型。一位外国同仁曾经对我说：“19 世纪是英国人的以煤为燃料的蒸汽机时代，20 世纪是美国人的以石油为燃料的汽车时代，21 世纪是中国人的可再生能源时代。”这实际上也是国际社会对中国的预期。可见，中国摆脱对化石能源的依赖、摒弃传统经济发展模式的重要性、紧迫性以及世界可持续发展的极大影响力。

中国经济向低碳转型不是转不转的问题，而是如何加速的问题。2009 年的哥本哈根会议、2010 年的坎昆会议、2011 年的南非会议，联合国关于全球温室气体减排的国际谈判，似乎是不达目的不罢休。目前，世界经济和地缘政治格局在改变，全球温室气体排放格局也在改变，中国正日益变得树大招风：自 2007 年起，中国成为世界第一排放大国，而且由于美国受金融危机的影响，能源消费和温室气体排放近几年连续负增长，而中国每年以 6%~9% 速度高速增长，全球第一的地位日益凸显。中国人均排放也在 2007 年超过世界平均水平，中国许多城市的人均排放，例如上海已接近人均 10 吨，超过法国、瑞典等许多发达国家的人均水平，与欧盟、日本的人均水平接近。进入 21 世纪以来，中国新增的温室气体排放，要占全球新增量的 40% 左右。中

国的巨额外汇储备、巨量的外贸顺差、航天、高铁等世界先进技术，使得世界对中国的减排预期不断加大。

当然，作为发展中国家，我国经济水平相对较低，发展仍然是第一要务。但在目前的发展阶段，能源结构以煤为主，经济的结构性矛盾仍然突出，增长方式依然粗放，能源资源利用效率较低，能源需求还将继续增长，控制温室气体排放面临巨大压力和特殊困难。因此，相对世界其他国家，中国对低碳经济革命有更为迫切的要求，中国在宏观和微观两个层面上仍有不少问题亟待解决。我们要自觉地统筹国际、国内两个大局，扎扎实实地走出一条既符合中国国情，又适应全球挑战的可持续发展道路。战略上，我国发展低碳经济，不仅仅是为了应对全球气候变化，控制温室气体排放，同时也是可持续发展的需要、能源安全的需要、环境和生态保护的需要。

中国的资源禀赋和发展阶段决定了中国的低碳发展在短期内不可能也不应该是绝对低碳，不可能与尚未起步的最不发达国家那样，处在一个较低的排放水平，也不可能像发达国家那样，维持较高的水平或立即大幅减少温室气体排放。对于发展中的中国，如果将排放的峰值降低了，高水平排放的时间缩短了，就是低碳经济！我国已经做出巨大努力加速低碳转型，并取得显著成效，但转型仍需一个长期过程。我国向国际社会宣布的2020年单位GDP二氧化碳排放量比2005年水平降低40%~45%，非化石能源占一次性能源消费总量的15%，以及森林碳汇目标，是我国低碳增长转型的行动目标。同时我国制定的“十二五”规划，已纳入温室气体减排目标，并分解到各省和主要行业部门，作为约束性指标加以落实。

从长远战略上来看，低碳转型不仅是中国面临的挑战，全球低碳发展也是唯一选择。全世界所有国家都在不同程度地发展低碳经济，低碳经济已成为世界经济发展的大趋势，今后的竞争不是传统的劳动力竞争，也不是石油效率的竞争，而是碳生产率的竞争。在这样的国际和国内背景下，亟需对碳生产率进行系统的理论和实证研究，从而更好地指导低碳经济的实践。

然而，国际国内的研究多从政治层面讨论分析单位GDP二氧化碳

排放，而鲜有从经济学层面考察碳生产率这一重要问题。值得欣喜的是，张丽峰博士经过三年多的深入系统研究，完成了《气候变化背景下碳生产率研究——理论、方法与实证》专著，对我国低碳经济研究，是一项重要的学术贡献。该书以碳生产率为研究对象，综合运用多学科的理论与方法，从理论方面全面、系统地论述了碳生产率的测度方法，从区域、产业和国际层面进行了碳生产率及影响因素的实证分析，提出了针对性和可操作性较强的提高碳生产率的对策，同时也为低碳经济评价提供了新的研究思路。全书语言流畅，逻辑严密，论证充分，方法科学，数据资料丰富翔实，实现了理论和实证分析的有机结合，书中的一些研究结论和思考对相关部门的决策和后续研究具有积极的参考价值。本书的出版将会对低碳经济相关理论建设和我国的低碳经济发展起到一定的促进作用。

笔者长期从事低碳城市化、可持续发展、世界经济和能源与气候政策研究，非常高兴看到此书的出版，也非常乐意向读者推荐。

潘家华

2012年6月19日

前 言

全球气候变暖已是不争的事实，过去 50 年观测到的大部分全球平均气温的升高，很可能是由人类活动引起的。并且全球气候变暖将给全球生态环境、经济和社会发展带来灾难性的风险，直接危及人类生存和地球安全。而且气候变化具有全球化特征和历史性根源，不是单纯的气候问题和一般的环境问题，已经发展成为国际社会的一个重要政治议题。适应与减缓气候变化离不开世界各国的共同努力与协作，必须从科学、技术、经济、政治、社会、外交等多个方面做出努力。目前世界各国纷纷采取措施应对气候变化，许多国家已经积极开展减排行动，认识到必须扭转传统经济体系对于化石能源的高度依赖，在低碳排放的前提下实现可持续发展。

中国正处在工业化和城市化的发展进程中，当前的经济增长、能源消费和碳排放带有很强的阶段性特征，能源资源保障、能源安全以及环境容量等问题已严重影响经济社会又好又快的发展。未来一段时期，中国的经济还需要保持一个较高的增长速度，能源需求也会以较高的速度增长，碳排放总量也将相应增加，中国在国际气候谈判中的压力也会越来越大。因此，不论是国内的可持续发展还是应对全球气候变化，中国都必须走绿色、低碳的发展之路。因此，中国政府极为负责地提出了明确的二氧化碳减排目标，决定到 2020 年单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 40% ~ 45%。在当前国际国内形势下，发展以低能耗、低污染、低排放为基础的低碳经济，是落实科学发展观、推进经济可持续发展的必然选择。

发展低碳经济的核心在于提高碳生产率。在全球应对气候变化越来越紧迫的形势下，碳排放空间将成为比劳动、资本、土地等自然资

源更为稀缺的生产要素，大幅度提高碳生产率已成为在可持续发展框架下应对气候变化的关键策略。对于中国而言，坚持在可持续发展的框架下应对气候变化，如何在碳排放总量增加很少或者不增加，甚至减少的情况下，实现经济的稳定增长，关键在于碳生产率的提高。发展低碳经济，大幅度提高碳生产率，是我国协调经济发展与应对气候变化的根本途径，也是我国解决能源资源和国内环境容量瓶颈性约束，保障能源供应安全，实现能源、环境、经济协调和可持续发展的内在需求，是我国实现发展方式根本转变的强大动力。至少到2020年以前，中国的经济还需要保持较高的增长速度，能源需求和碳排放形势将更加严峻，这一时期也将是中国碳生产率发展的关键时期。目前国内关于碳生产率的研究文献较少，全面地、系统地从理论测度方法到实证研究的文献就更少。因此，本书以碳生产率为研究对象，综合运用经济增长理论、能源经济学、环境经济学、产业经济学和数量经济学的理论与方法，从理论方面全面、系统地论述了碳生产率的测度方法，从区域、产业和国际层面进行了碳生产率及影响因素的实证分析，得出了很多有意义的结论，为碳生产率相关对策的提出提供科学依据，使其对策具有更强的针对性和可操作性，同时也为我国低碳经济评价提供新的研究思路。

对于碳生产率的测度方法，单要素和全要素方法各有优缺点，在实际进行碳生产率测度时，如果数据资料齐全，尽量与多种方法配合使用。在实证分析方面，我国碳生产率存在明显的区域差异性，东部地区要好于中西部地区。产业碳生产率水平与产业结构类型吻合，第二产业中的高耗能行业和第三产业中的交通运输仓储业是今后减排的重点行业。与其他一些发达和发展中国家相比，我国碳生产率水平以及增长率均处于较低的水平，碳排放和经济增长处于弱脱钩和扩张负脱钩状态，与发达国家的强脱钩状态还存在差距。导致我国碳生产率低于发达国家的诸因素中，技术上的差距远小于体现发展阶段特征的结构因素。今后我国提高碳生产率应主要从转变经济增长方式、调整产业结构、调整能源消费结构与技术进步等方面着手。

本书是在笔者的博士后出站报告和博士后科学基金报告的基础上

前 言

完成的，得到了合作导师潘家华研究员的悉心指导和帮助，在此表示衷心的感谢！笔者在国内率先在碳生产率的测度和实证方面做了系统、深入的研究，希望本书的一些研究结论和思考对相关部门的决策和后续研究具有一定的参考价值。同时本书可以作为经济学、环境经济学、能源经济学和数量经济学等专业的教学参考书，也可以作为环境管理者及相关人员的参考资料。

本书在写作过程中，参阅了大量的国内外相关文献，借此，向文献的作者表示衷心的感谢。同时由于笔者知识水平有限，书中可能存在错误和不妥之处，敬请专家和读者不吝赐教、指正。

张丽峰

2012年5月18日

目 录

第一章 绪论	1
第一节 研究的背景和意义	1
第二节 国内外研究现状综述	6
第三节 主要研究内容和研究方法	13
第四节 创新与发展	16
第二章 碳生产率相关理论基础	17
第一节 低碳经济相关理论	17
第二节 低碳经济与可持续发展理论	24
第三节 经济增长、能源消费与碳排放的内在关系	25
第四节 碳生产率的经济学背景及其内涵	31
第五节 本章小结	37
第三章 碳生产率测度方法与模型	39
第一节 单要素碳生产率测度方法	39
第二节 全要素碳生产率测度方法	44
第三节 碳生产率影响因素分析主要模型	48
第四节 本章小结	53
第四章 我国能源消费、碳排放和经济增长关系研究	54
第一节 我国经济增长、能源消费与碳排放关系研究	54

第二节	经济增长、能源消费与碳排放	58
第三节	我国产业结构、能源消费与碳排放关系研究	62
第四节	本章小结	67
第五章	单要素区域碳生产率测度与影响因素分析	69
第一节	区域碳排放量的测度与差异性分析	69
第二节	区域碳生产率测度与差异性分析	71
第三节	区域碳生产率指数因素分解	77
第四节	本章小结	81
第六章	全要素区域碳生产率测度与影响因素 分析——DEA 方法	82
第一节	数据的选取与处理	82
第二节	DEA-Malmquist 全要素碳生产率指数测度结果分析	84
第三节	DEA-Malmquist 全要素碳生产率指数收敛性分析	92
第四节	DEA-Malmquist 全要素碳生产率影响因素分析	95
第五节	本章小结	99
第七章	全要素区域碳生产率测度与影响因素 分析——SFA 方法	101
第一节	模型的设定与分析	101
第二节	方差分解法与区域碳生产率影响因素分析	108
第三节	碳生产率测度方法的比较	111
第四节	本章小结	116
第八章	产业碳生产率测度与影响因素分析	118
第一节	产业碳排放量分析	118
第二节	产业碳生产率分析	122
第三节	产业碳排放的脱钩指数分析	128