

南昌航空大学学术文库



中国省域物流行业的 碳排放特征 与减排政策研究

周叶 曾珏 / 著

非
外
借

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

南昌航空大学学术文库

国家自然科学基金项目 (71563030)

南昌航空大学科研成果专项资助基金资助出版

中国省域物流行业的碳排放 特征与减排政策研究

周 叶 曾 珏 著

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

中国省域物流行业的碳排放特征与减排政策研究/周叶, 曾珏著.
—北京: 经济科学出版社, 2018. 11

ISBN 978 - 7 - 5141 - 9971 - 0

I. ①中… II. ①周…②曾… III. ①物资配送 - 二氧化碳 -
排气 - 政策 - 研究 - 中国 IV. ①F259.23②X511

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 260535 号

责任编辑: 刘 丽 周建林

责任校对: 刘 昕

版式设计: 齐 杰

责任印制: 王世伟

中国省域物流行业的碳排放特征与减排政策研究

周 叶 曾 珏 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: 010 - 88191217 发行部电话: 010 - 88191522

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

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

天猫网店: 经济科学出版社旗舰店

网址: [http://jjkxcs. tmall. com](http://jjkxcs.tmall.com)

北京季蜂印刷有限公司印装

710×1000 16 开 17.75 印张 312000

2018 年 11 月第 1 版 2018 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 9971 - 0 定价: 40.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 010 - 88191510)

(版权所有 侵权必究 打击盗版 举报热线: 010 - 88191661)

QQ: 2242791300 营销中心电话: 010 - 88191537

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



中国在 2009 年签订了《哥本哈根协议》，中国政府承诺到 2020 年将碳排放强度在 2005 年的水平上降低 40% ~ 50%，由于物流行业是能源消耗的主要行业之一，基于此本书对中国物流行业的碳排放进行研究。对其进行研究可以从多个角度出发，本书从碳排放因素分解、超效率数据包络分析、演化模型和政策仿真等方法出发，主要包括以下内容。

(1) 以《中国统计年鉴》数据为基础，选取《中国能源统计年鉴》中交通运输、仓储和邮政业的能源消耗统计数据代表我国物流业的能源消耗统计数据，运用普通最小二乘法和地理加权回归分析影响物流 CO₂ 排放量的周转货物量、物流行业人均国内生产总值 (Gross Domestic Product, GDP) 和物流能源消耗强度这三个影响因素，从全国和省域的角度分析影响因素的差异。

(2) 基于超效率数据包络分析方法，在数据包络分析 (Data Envelopment Analysis, DEA) 投入和产出指标的确定上，采用五要素投入 (资本、劳动、能源、二氧化碳排放量、二氧化硫排放量) 和两要素产出 (年总产值和年物流周转量) 模型，对我国各省域物流行业的生态效率进行评价。

(3) 运用多元统计方法深入地探索不同生态效率省域物流行业碳排放特征，传统的 EKC (Environmental Kuznets Curve, 环境库兹涅茨曲线) 为二次回归模型，而三次回归模型较二次更全面灵活，因此本书选择三次回归模型来检验单位周转货物 CO₂ 排放量与物流行业单位周转货物的 GDP 两者之间的关系。

(4) 运用演化博弈理论建立了碳税政策下政府与物流企业的两方演化博弈模型,并用系统动力学方法对演化博弈过程进行模型仿真。结果表明,政府碳监管的奖惩、碳税率的定价、政府监管成本、政府监管的初始概率等因素对物流企业的碳减排效率起到关键性的作用。

(5) 运用雅可比矩阵分析了碳交易政策下政府和物流企业的演化博弈稳定策略,使用 MATLAB 对系统的行为影响因素进行分析,讨论了物流企业进入碳交易平台和不进入碳交易平台这两种情形。结果表明,调控政府对物流企业的低碳补贴,政府低碳执政获得的收益,政府对物流企业征收的超额排放罚款,物流企业进入碳交易平台的费用,政府对物流企业超额排放仍然不进入碳交易平台的罚款这些参数对整个演化博弈系统的演化路径都产生了较大的影响。

对中国省域物流行业的碳排放特征和政策的研究,需要应用多种研究方法从多维角度展开。本书首先采用 IPCC 清单法对碳排放量进行核算,再应用超效率数据包络分析法、多元统计方法、地理加权回归和系统动力学等研究方法,系统地分析中国各省域物流行业碳排放的特征、生态效率、空间差异、碳排放政策等问题;并针对物流行业的碳排放现状,结合现阶段国内外物流行业的碳减排政策,提出了现阶段中国物流行业的碳减排政策。本书有助于读者了解和熟悉我国物流行业各省域物流行业碳排放的时空特征,进一步探索我国省域物流行业碳排放的规律,为碳减排政策的制定和实施提供科学依据。

本书适合从事物流管理、区域经济、生态环境等方面研究的高校和科研机构的研究人员,以及政府管理部门和物流企业等相关人员阅读与参考。

本书的出版得到了国家自然科学基金项目(71563030)和南昌航空大学科研成果专项资助基金的资助,它建立在许多学者的研究成果基础之上,在此一并表示衷心的感谢!另外,还要感谢张孟晓、杨洁、唐恩斌和郭玲俊等研究生对本书出版所作出的贡献;同时,还要特别感谢经济科学出版社的刘丽编辑在本书的立项、编写、出版等过程中的辛勤付出!



由于对中国省域物流行业碳排放的研究, 需要结合环境科学、管理科学、经济学、社会学、系统科学等学科的交叉研究。本书只是初步研究了中国省域物流行业碳排放的特征和碳减排政策的问题, 还有大量内容需要深入挖掘和研究, 由于学识有限, 本书难免存在不足与疏漏, 恳请广大读者批评指正!

第1章 绪论	1
1.1 研究背景与意义	1
1.1.1 温室气体排放被认为是全球气候变暖的元凶	1
1.1.2 国际社会积极推进温室气体减排和中国的践行	2
1.1.3 物流行业是中国实现碳减排目标的关键领域之一	4
1.2 研究现状述评	5
1.2.1 碳排放核算研究	5
1.2.2 碳排放政策研究	12
1.2.3 物流行业碳排放相关研究	16
1.2.4 简要述评	22
1.3 研究方法、内容与思路	22
1.3.1 研究方法	22
1.3.2 研究内容	24
1.3.3 研究思路	25
第2章 省域物流行业能源消耗概况与分析	27
2.1 东部省域能源消耗	28
2.2 中部省域能源消耗	38
2.3 西部省域能源消耗	46
2.4 研究结论	58
第3章 省域物流行业碳排放量的核算	62
3.1 碳排放核算方法的选择	62

3.1.1	主要的碳排放核算方法	62
3.1.2	物流业碳排放测算方法选择	64
3.2	东部省域碳排放量的核算	67
3.3	中部省域碳排放量的核算	76
3.4	西部省域碳排放量的核算	83
3.5	研究结论	94
第4章	基于 SE-DEA 的省域物流行业生态效率研究	99
4.1	研究方法与模型构建	100
4.1.1	研究方法	100
4.1.2	模型构建	100
4.2	指标选取与数据来源	101
4.3	实证分析	103
4.3.1	生态效率分析	103
4.3.2	生态效率的前沿面分析	104
4.4	研究结论	108
第5章	基于 EKC 的省域物流行业碳排放特征研究	111
5.1	研究方法与模型构建	113
5.1.1	研究方法	113
5.1.2	模型构建	113
5.2	指标选取与数据来源	114
5.3	实证分析	115
5.3.1	东部省域	115
5.3.2	中部省域	127
5.3.3	西部省域	136
5.4	研究结论与启示	150
第6章	基于 GWR 模型的省域物流行业碳排放空间差异分析	152
6.1	研究方法与模型构建	154
6.1.1	研究方法	154



6.1.2 模型构建	156
6.2 数据来源	157
6.3 实证分析	157
6.4 研究结论	163
第7章 物流行业的碳减排政策分析	165
7.1 国家和地方发布的碳减排政策	165
7.1.1 发达国家碳减排政策	165
7.1.2 中国碳减排政策	169
7.2 碳惩罚政策	176
7.2.1 碳惩罚政策的研究现状	176
7.2.2 碳惩罚政策的理论分析	177
7.2.3 碳惩罚政策的实践运用	178
7.3 碳税政策	179
7.3.1 碳税政策的研究现状	179
7.3.2 碳税政策的理论分析	180
7.3.3 碳税政策的实践运用	181
7.4 碳交易政策	182
7.4.1 碳交易政策的研究现状	182
7.4.2 碳交易政策的理论分析	183
7.4.3 碳交易政策的实践运用	184
7.5 研究结论	186
第8章 碳税政策下物流企业的碳减排行为分析	188
8.1 研究方法与模型构建	188
8.1.1 研究方法	188
8.1.2 模型的假设与构建	190
8.2 主体演化博弈稳定性分析	194
8.3 基于SD的演化博弈稳定性和影响因素分析	197
8.4 研究结论	204

第 9 章 碳交易政策下物流企业的碳减排行为分析	205
9.1 模型的假设与构建	205
9.1.1 模型的假设	205
9.1.2 政府与物流企业演化博弈模型的构建	208
9.2 主体演化博弈稳定性分析	211
9.2.1 物流企业进入碳交易平台下的演化博弈分析	211
9.2.2 物流企业不进入碳交易平台下的演化博弈分析	215
9.3 基于 MATLAB 的数值实验	218
9.3.1 物流企业进入碳交易平台的数值仿真	218
9.3.2 物流企业不进入碳交易平台的数值仿真	224
9.4 研究结论	227
 第 10 章 基于系统动力学的碳减排政策设计：以区域农产品 冷链物流为例	231
10.1 模型的假设与构建	231
10.1.1 概念介绍	232
10.1.2 建模目的与假设	235
10.1.3 模型分析与构建	236
10.1.4 方程和参数变量说明	239
10.2 模型的检验与仿真	241
10.2.1 模型检验与情景设计	241
10.2.2 模型仿真分析	243
10.3 研究结论	249
 第 11 章 研究结论与展望	251
11.1 主要结论	251
11.2 研究不足与展望	252
11.3 物流行业低碳政策实施的建议	254
 参考文献	257

第 1 章

绪 论

1.1 研究背景与意义

1.1.1 温室气体排放被认为是全球气候变暖的元凶

1820 年之前，没有人问过地球是如何获取热量的这一问题，而让 - 巴普蒂斯特 - 约瑟夫·傅里叶 (Fourier, Jean Baptiste Joseph, 1768—1830 年，法国数学家与物理学家) 1820 年回到法国后，将大部分时间用于对热传递的研究，并在 1824 年发表了论文《地球及其表层空间温度概述》。他得出的结论是：尽管地球确实将大量的热量反射回太空，但大气层还是拦下了其中的一部分并将其重新反射回地球表面。他将此比作一个巨大的钟形容器，顶端由云和气体构成，能够保留足够的热量，使得生命的存在成为可能。其实只因为地球红外线在向太空的辐射过程中被地球周围大气层中的某些气体或化合物吸收才最终导致全球温度普遍上升，所以这些气体的功用和温室玻璃有异曲同工之妙，都是只允许太阳光进，而阻止其反射，进而实现保温、升温作用，因此被称为温室气体。其中既包括大气层中原来就有的水蒸气、二氧化碳、氮的各种氧化物，也包括近几十年来人类活动排放的氯氟甲烷 (CH_2ClF)、氢氟化物、全氟化物 (PFCs)、硫氟化物 (SF_6)、氯氟化物 (CFCs) 等。

进入工业社会以来,由于人类大规模开发利用自然资源,导致生态恶化、资源枯竭和全球气候变暖。气候变化及其影响是多尺度、全方位、多层次的,正面和负面影响并存,但负面影响更受关注。全球变暖对许多地区的自然生态系统已经产生了影响,如气候异常、海平面升高、冰川退缩、冻土融化、河(湖)冰迟冻与早融、中高纬生长季节延长、动植物分布范围向极区和高海拔区延伸、某些动植物数量减少、一些植物开花期提前等。例如,中国的天山山脉处于内陆高海拔地区,雪线明显上移。美国、欧洲等地区湿度较大,人工温室气体加速水汽对流反而造成极端的低温和高温天气,从而引发地球生态环境的恶化。由此可见,气候变暖对人类的影响日益显著,应对气候变暖刻不容缓。

瑞典物理化学家 Arrhenius 在 1896 年就提出化石燃料将会增加大气中二氧化碳的浓度,从而导致全球变暖。但当时并未引起人们的重视,直到 20 世纪 50 年代后期,科学界才开始注意并研究全球气候变化与温室气体的关系。联合国政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)自 1990 年以来定期对气候变化的现状进行了五次评估,这五次评估报告用事实证明了全球气候变暖的现象,并且指出人为活动对全球气候变化的影响。2001 年第三次评估报告,对未来 100 年气候变化进行预测,认为气候变暖是毋庸置疑的。2014 第五次评估报告中,进一步确认了气候变暖的事实,并基于新的科学观测、更为完善的归因分析和气候系统模式模拟结果,进一步证实人类活动与全球气候变暖之间存在着因果关系。越来越多的研究表明:全球性气候变暖是气候周期性波动和人类活动引起温室效应共同作用的结果,温室气体排放是全球气候变暖的主要因素。而在各种温室气体中,二氧化碳是人工来源中最重要的一种,占总量的三分之二以上,不仅所占比重较大,而且存活时间较长,在大气中的寿命为 50~200 年,二氧化碳气体具有吸热和隔热的功能,在大气中二氧化碳的增多会形成一种无形的玻璃罩,使得太阳辐射到地球上的热量无法向外层空间扩散,从而引起全球气候变暖。由于温室效应加强所带来的全球变暖的各种影响的持续性、不可逆转性,国际社会已将气候变化列为全球十大环境问题之首,同时减缓气候变暖、减少二氧化碳等温室气体排放量也被列入议程。

1.1.2 国际社会积极推进温室气体减排和中国的践行

1962 年蕾切尔·卡逊发表的作品《寂静的春天》(*Silent Spring*)引发了美

国以至于全世界的环境保护事业，拉开了环保运动的序幕。1972 年联合国大会设置了环境规划署以统筹国际环境问题，1983 年联合国成立了世界发展委员会，1995 年又成立了世界可持续发展工商理事会，以推进环保运动。1992 年，在巴西里约热内卢举行的联合国环境与发展大会通过了《联合国气候变化框架公约》（以下简称《公约》），正式确认了全球正在变暖。《公约》于 1994 年生效，其最终目标是“将大气中温室气体的浓度稳定在防止气候系统受到危险的人为干扰的水平上”。《公约》是世界上第一个为全面控制二氧化碳等温室气体的排放，应对全球气候变化给人类经济和社会带来不利影响的国际公约，也是国际社会在解决全球气候变化问题方面进行国际合作的一个基本框架。《公约》确定了“共同但有区别的责任”原则，为气候变化国际谈判制定了总体框架，得到了全球绝大多数国家的支持。据联合国的有关资料，截至 2009 年 12 月 4 日，已有 192 个国家批准了《公约》，这些国家被称为《公约》缔约方。此外，欧盟作为一个整体也是《公约》的一个缔约方。1997 年，《公约》第三次缔约方大会在日本京都举行。会议通过了《京都议定书》（以下简称《议定书》），为 37 个发达国家及欧盟设立了强制性减排温室气体目标。截至 2009 年 12 月 4 日，已有 184 个《公约》缔约方签署议定书。议定书对 2008—2012 年第一承诺期发达国家的减排目标作出了具体规定，但没有规定 2012—2020 年第二承诺期发达国家的减排目标。议定书建立了旨在减排的 3 个灵活合作机制，允许发达国家通过碳交易市场等灵活完成减排任务，而发展中国家可以获得相关技术和资金。

根据《公约》和《议定书》的有关规定，中国作为发展中国家，没有义务减少或限制碳排放量。具体是由发达国家提供项目所需的资金和技术，通过项目所实现的核证减排量来履行发达国家所承诺的减少本国温室气体排放量的义务^[1]。而中国作为一个负责任的发展中国家，中国对能源和气候变化问题上给予高度重视，并作出了不懈的努力。2009 年 12 月，在哥本哈根举行的《联合国气候变化框架公约》第 15 次缔约方会议上签订的《哥本哈根协议》就发达国家实行强制减排及发展中国家采取自主减缓行动做出了安排，在此次会议上，我国政府承诺到 2020 年将碳排放强度在 2005 年水平上降低 40% ~ 45%；2010 年 12 月，在墨西哥坎昆召开的联合国气候大会上，发达国家和发展中国家在碳减排问题上虽未能达成共识，但中国代表团在会上提出，不管谈判进展如何，中国自己要在国内采取行动，到 2020 年完成碳强度减排 40% ~

45%的目标。为此,2009年中国政府宣布了控制温室气体排放的量化行动目标。2014年5月,国务院办公厅印发了《2014—2015年节能减排低碳发展行动方案》,进一步硬化了节能减排降碳指标、量化任务、强化措施,对节能减排降碳工作提出了具体要求。2014年11月12日,在北京APEC会议举办期间,中国和美国达成了《中美气候变化联合声明》,中国承诺在2030年左右二氧化碳排放达到峰值且将努力早日达峰,并计划到2030年非化石能源占一次能源消费比重提高到20%左右。这是我国2009年12月,在哥本哈根世界气候大会上,宣布2020年单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降40%~45%的目标之后,对世界的又一庄严承诺。能源与气候变化已经成为中央政府对各级地方政府考核的关键性指标^[2]。

1.1.3 物流行业是中国实现碳减排目标的关键领域之一

近年来,受到经济全球化和网络经济的影响,物流产业进入了飞速发展时期。2000年,世界全年物流行业规模为3.6万亿美元,与世界旅游业总收入基本相当。2016年中国社会物流总额更是达到了229.7万亿元,而2007年只有75.23万亿元,2007—2016年的十年间,中国社会物流总额增加了154.47万亿元,增长了2倍之多。物流行业作为国民经济的动脉系统,它连接经济的各个部门并使之成为一个有机的整体,其发展程度成为衡量一个国家现代化程度和综合国力的重要标志之一。

物流行业是我国能源消耗的主要行业之一,尤其是对成品油的消耗,稳居各行业首位,全国90%以上的汽油和60%以上的柴油均被物流业所消耗。2004—2016年,我国物流业的能源消耗量一直呈现上升趋势,由2004年的14783.26万吨增长到2016年的39307.32万吨,增长了近2倍之多。物流业是我国能源消耗增长最快的行业之一,其平均年增长率接近8%,远远高于同时期我国能源消费总量5.71%的年平均增长率。IPCC 2007的评估报告显示,如果保持当前的能源消耗方式,物流业的能源消耗量将以每年约2%的速度增长,到2030年将比现在高出80%^[3]。中国是能源消费大国,同样也是碳排放大国,受到全球气候变暖的压力,中国面临的减排压力也越来越严峻。物流业同时也是我国二氧化碳排放的主要来源之一,二氧化碳排放量占了全国碳排放总量的18.9%。物流业还是我国二氧化碳排放增长速度最快的行业之一,据

统计,中国二氧化碳排放量从2003年的23521.6万吨增加到了2012年的65029.44万吨,增长迅猛。2017年中国二氧化碳排放量占全球总量的近26%,中国的二氧化碳排放量已超过之前二氧化碳排放量最大的美国,成为全球二氧化碳排放量第一大国。因此,物流行业的碳减排直接关系到中国能否顺利实现碳减排的目标。

1.2 研究现状述评

本节将对碳排放和物流碳排放的相关研究成果和研究进展进行归纳、总结和述评。第一部分是关于碳排放核算研究文献综述,其中包括碳排放核算方法和碳排放影响因素分析;第二部分是关于碳排放政策方面的文献综述,主要包括碳税和碳交易方面政策;第三部分是关于物流行业碳排放相关研究综述,具体包括物流业能源消耗研究、物流业碳排放研究和物流业碳减排政策的研究。

1.2.1 碳排放核算研究

碳排放核算是低碳发展相关研究的现实基础。国内外专家学者对碳排放核算的相关研究主要包括碳排放量核算方法选择和碳排放因子的分解分析,其中碳排放核算是核心所在。

1. 碳排放量核算方法

国内外的碳排放核算体系从分析主题来说,可以分为两部分:一部分是基于国家或区域的核算;另外一部分是基于产品、企业,以及某个项目的核算。事实上,基于国家或区域的核算就是通常大家熟知的IPCC清单法,是由世界气象组织(World Meteorological Organization, WMO)和联合国环境署(United Nations Environment Programme, UNEP)在1988年共同建立的政府间气候变化专门委员会,对联合国和WMO的所有成员方开放,目前已有195个成员方,定期为决策者提供气候变化科学基础知识、气候变化影响与未来风险、适应与减缓方案的评估报告,尝试从科学与政治两个角度推进碳排放领域的研究与实践,以达到各国政府合作减少碳排放的目的。1994年IPCC公布了《国家温室

气体清单指南》(以下简称《指南》)^[4]。《指南》中采集的数据有两种,即活动数据和排放系数,某一活动的碳排放量是用其活动数据乘以相对应的排放系数计算得到的,并且《指南》中提供了各种不同排放系数的默认值^[5]。这种核算方法是当前被广泛认可的最具权威性的核算碳排放的方法。

基于产品与企业的核算方法又被称为碳足迹核算。对某一产品,核算其碳排放,是对该产品整个生命周期内涉及的碳排放进行核算,其中由英国标准协会、英国碳信托有限公司和英国环境、食品与农村事务部联合制定的 PAS 2050 标准,是目前最完整的公共可用规范。基于企业的碳核算公认的方法指南是《温室气体协议:企业核算和报告准则》简称为“企业核算 GHG 协议”(Greenhouse Gases, GHG);基于项目的核算通常所指的是清洁发展机制(Clean and Development Mechanisms, CDM),也就是发达国家通过 CDM 能够从发展中国家实施的减排或碳吸收项目中取得经过验证的减排量(Carbon Emission Reduction, CER)^[6]。对比两种核算方法体系各有优势,现有研究中,往往是根据不同的研究对象综合运用不同的核算方法。我国国内碳排放量数据尚缺乏正式的官方统计。现有研究中的碳排放数据都是通过估算得到的,且根据不同的研究对象主要采用国际上主流的两种核算体系。下面介绍国内外运用这两种核算体系所做的研究。

刘竹等(2011)参照 IPCC 温室气体排放清单编制方法,将能源消费碳排放核算方法分为 3 种核算方式:①基于能源平衡表的能源消费碳排放核算;②基于一次能源消费量的能源消费碳排放核算;③基于终端能源消费量的能源消费碳排放核算,并分别根据 3 种能源消费核算方法构建城市能源消费碳排放核算体系。以北京市为案例对比不同方法的能源消费碳排放核算结果^[7]。孙建卫等(2010)基于 IPCC 温室气体清单方法,对 1995—2005 年中国各行业的相关统计数据的碳排放进行了核算,发现工业部门对碳排放总量和碳排放强度的变化起决定作用,因此工业部门是实现碳减排的关键^[8]。Peter 等(2016)使用 IPCC 清单法与 GHG 的排放量估算施肥和土壤碳的变化对农产品碳足迹领域进行了核算^[9]。李肖如等(2016)系统梳理了 IPCC 及我国国家和地方层面(上海市、天津市)的钢铁行业碳核算方法,分析了方法特点、核算边界及排放因子的选择,并进行了实例分析^[10]。王海鲲等(2011)将城市温室气体排放源分成工业能源、交通能源、居民生活能源、商业能源、工业过程和废物 6 个单元,建立了一套针对城市的温室气体排放核算方法体系,并以无锡市为

例,对我国城市碳排放特征进行了分析^[11]。沈杨等(2017)建立了基于生命周期的酒店业碳排放核算框架和低碳指标,并以宁波市为案例城市,对其3种类型的酒店进行碳排放核算和低碳指标的分析^[12]。史祎馨(2014)利用PAS 2050 规范,构建了适用于第三方物流服务公司的物流业务碳足迹模型和测算方法^[13]。Sen(2013)构建了钢铁工业生命周期的GHG碳排放核算模型,认为与生命周期分析相关的碳排放核算对于实现碳减排具有重要意义^[14]。冯文艳等(2014)以印染企业产品碳足迹核算为例,采用产品碳足迹生命周期评价(Life Cycle Assessment, LCA)法分析纺织服装产品工业碳足迹核算中分配的原因^[15]。Liptow & Janssen(2018)以生命周期理论为基础,使用最近提出的气候影响评估方法对生物基础产品进行评估,讨论不同生命周期过程当中的碳排放^[16]。

总体来看,国外学者对碳排放的核算更多地偏向于产品和企业的核算,并且重视核算体系与标准的研究;而国内学者关于碳排放核算的研究大多基于国家、区域或产业的核算,这是因为国内的研究大部分是基于现有的国家和相关机构发布的二手统计资料,而对于企业或者产品碳核算过程中的第一手数据资料则相对比较难以收集,所以导致国内针对具体产品、企业的碳排放核算研究较少。

2. 碳排放的影响因素测算方法

碳排放的影响因素研究对后续碳减排的研究有着至关重要的作用,本书给出了当前中国碳排放量影响因素的主流测算方法和主要的研究结果,对各类研究方法进行梳理和归纳。

(1) 情景分析法。情景分析法在低碳城市的政策制定和发展战略研究领域被广泛应用,发挥了重要的预测分析工具作用。以情景分析法为基础的研究多基于人为设定不同情景及相应参数的方式开展预测,根据经济、社会、能源利用等的历史发展规律及未来政策导向、发展走势等设定情景分析的相关条件,探讨低碳城市发展可能的能源需求和碳排放状况,最后根据预测的多种可能给出相应的改善环境管理的计划行动。余艳春(2007)^[17]和娄伟(2012)^[18]将情景分析法应用到交通规划和能源规划中。朱婧(2016)等基于河北省全域的数据资料和实地调查,核算了河北省下辖11个地级市能源活动引起的碳排放,分析了2005—2013年碳排放的时空演化规律,以情景分析方法为基础,预测了河北省2030年的碳排放状况^[19]。情景分析法研究的实质是构建了一套