



城市居民碳能力： 成熟度测度、驱动机理 及引导政策

陈红 魏佳/著



科学出版社

城市居民碳能力：成熟度测度、 驱动机理及引导政策

陈红 魏佳 著



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是作者在长期的能源与环境行为管理理论和实践研究中形成的系统性的创新成果。本书首先从能力的产生机制及演化过程出发,界定了城市居民碳能力的概念内涵,构建并验证了其进阶式多维结构模型。进一步基于能力成熟度演化视角,构建了城市居民碳能力成熟度测度模型,并开发了相应的测度方法。运用质性研究方法构建了城市居民碳能力驱动机理理论模型,结合我国东部地区的调查数据,探究了城市居民碳能力的多层驱动因素及作用机理。进一步地,基于加权小世界网络构建了碳辨识能力扩散模型,仿真分析了不同外部环境变化情形下的碳辨识能力的动态扩散规律。最后基于实证和仿真研究结果设计了城市居民碳能力“进阶循环式”引导政策。本书关于碳能力的相关研究是对碳能力理论研究的重要突破,为碳能力成熟度测评提供了全新的理论模型参考和方法论支持,为能源与环境行为管理的相关研究提供了崭新的研究视角、路径和方法,同时也为相关政策制定者提供借鉴。

本书适合从事能源与环境行为管理学科领域的研究人员、管理人员及大专院校师生参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

城市居民碳能力:成熟度测度、驱动机理及引导政策/陈红,魏佳著. —北京:科学出版社,2017.12

ISBN 978-7-03-056074-2

I. ①城… II. ①陈… ②魏… III. ①城市-碳-储量-研究 IV. ①X21

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第314751号

责任编辑:魏如萍 朱 晔/责任校对:孙婷婷

责任印制:吴兆东/封面设计:无极书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京虎彩文化传播有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年12月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2017年12月第一次印刷 印张:20

字数:405 000

定价:138.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

低碳减排作为我国的一项基本国策，已成为全社会的共识。随着居民生活水平的提高，相对于生产侧的减排，消费侧减排的重要性日益凸显。特别是我国东部地区，人口密集、经济发展水平高，居民能源消费产生的碳排放量居高不下。如何衡量居民自身的低碳减排能力、挖掘其减排潜力成为低碳经济领域亟需探究的重要议题。如何建设并提升居民的碳能力（carbon capability, CC），通过居民自主低碳生活方式的转变来促进人类发展的飞跃也成为政府和社会面临的一个新挑战。

本书遵循“实践-理论-实践”的循环思想主线，从实践问题中提炼并验证新理论思想，同时又用新理论思想来指导实践。具体来讲，针对现实低碳实践中出现的在价值观、判断、选择和坚持层面的割裂问题，本书从能力的产生机制及演化过程出发，界定了城市居民碳能力（carbon capability of urban residents）的概念内涵，构建并验证了其进阶式的五维结构模型，提出并区分了碳能力门槛水平、可塑水平、有效水平、成熟水平和领袖水平的层级内涵。进一步基于能力成熟度演化视角，构建了城市居民碳能力成熟度进阶模型，并开发了碳能力成熟度测度标准和测度流程。运用质性研究方法筛选了城市居民碳能力的关键驱动因素，进而构建了城市居民碳能力驱动机理理论模型。在此基础上，开发并检验了城市居民碳能力测量量表，并基于我国东部地区的调查数据，分析了我国城市居民碳能力的现状、成熟度及差异特征，深入探究了城市居民碳能力驱动因素的作用机制。进一步地，基于加权小世界网络构建个体之间的碳辨识能力扩散模型，对城市居民碳能力的关键能力环节进行仿真分析。最后提出了城市居民碳能力“进阶循环式”引导政策，为全面提升城市居民碳能力提供借鉴。现将本书主要内容及结论总结为以下几方面。

第一，城市居民碳能力概念界定、结构验证及成熟度测度。从能力的产生机制及演化过程出发，本书将城市居民碳能力界定为从建立低碳价值理念，掌握低碳辨识技能，能明智做出低碳选择，到采取有效低碳行动并能产生低碳影响力的一种全过程的进阶式能力集合。进一步构建并验证了其进阶式五维结构模型，五个维度由“认知层”到“执行层”再到“贡献层”依次是碳价值观（carbon values, CV）、碳辨识能力（carbon identification capability, CIC）、碳选择能力（carbon choice capability, CCC）、碳行动能力（carbon action capability, CAC）和碳影响能力（carbon

influence capability, CINC)。基于能力成熟度演化视角构建了碳能力成熟度模型，区分了由初始级、成长级、规范级、集成级和优化级构成的五级碳能力成熟度，并开发了碳能力成熟度测度体系。通过对城市居民碳能力的现状及成熟度分析发现，碳价值观到碳影响呈现“多层缺口”现象，城市居民碳辨识能力和碳影响能力是阻碍碳能力提升的主要瓶颈环节。城市居民的碳能力成熟度从初始级到优化级呈现明显的“金字塔型”逐级递减趋势，高达 71.7%的居民属于初始级，提高碳辨识能力是促进碳能力成熟度提升的当务之急。

第二，城市居民碳能力驱动机理的质性研究及量化检验。基于质性研究理清了城市居民碳能力的核心驱动因素及作用机制，构建了碳能力驱动机理理论模型。进一步运用结构方程模型对城市居民碳能力驱动机理理论模型进行了实证检验。结果表明，舒适偏好（preferences of comfort, PC）、生态理智性（eco-neuroticism, EN）和生态责任心（eco-conscientiousness, EC）、组织碳价值观（organizational low-carbon values, OLV）、组织低碳氛围（organizational low-carbon climate, OLC）、社会消费文化（social consumer culture, SCC）及社会规范（social norms, SN）完全通过效用体验感知（utility experience perception, UEP）作用于碳能力，而生态宜人性（eco-agreeableness, EA）和生态开放性（eco-openness, EO）部分通过效用体验感知作用于碳能力，部分直接作用于碳能力，且中介效应的显著性要高于直接效应；除了行为实施成本（behavior implement cost, BIC）之外，其余情境因素[如个人经济成本（personal economic cost, PEC）、习惯转化成本（habit conversion cost, HCC）、产品技术成熟度（technology maturity, TM）、产品易获得性（feasible access, FA）、基础设施完备性（completeness of public infrastructure, CPI）、政策普及程度（popularization and effect of policy, PEP）和政策执行效度（execution and validity of policy, EVP）]对效用体验感知作用于碳能力的路径呈现出显著的调节作用，且只有个人经济成本和习惯转化成本（habit conversion cost, HCC）的调节作用为负向；年龄、学历、婚姻状况、家庭月收入、组织性质、职务层级对碳能力也存在显著影响。

第三，城市居民碳能力关键能力环节仿真分析。综合考虑“广播型”和“易货型”两种能力扩散机制，运用加权小世界理论构建个体间的非正式碳辨识能力扩散模型，借助 Matlab 仿真平台对模型进行仿真分析，研究网络中外界情境因素干预下和个人碳交易市场调节下的碳辨识能力扩散规律。研究表明：无论是“随机关系强度”网络还是“强关系”网络，以知识优先策略来确定能力扩散过程中的发送方，能够为网络带来更高的能力增长率，且短期内网络的均衡性最好，随着“碳辨识能力差”优势的逐渐消亡，强度优先扩散模式下网络的均衡性最优；无论是外界情境因素综合作用还是单独作用，碳辨识能力扩散效率均会明显上升；在“弱关系”网络中，尽管以知识优先和强度优先确定发送方时，网络中节点的

能力增长率差距甚微,但强度优先下的网络均衡性明显优于知识优先模式;相比于“强关系”网络,“弱关系”网络受到外界情境因素的干预影响时,能够产生更多的能力增量;引入个人碳交易市场机制后,网络中能力的增长速度明显提升,均衡性整体上优于无碳市场交易机制下的网络;网络中“易货型”节点所占比例越多,网络中的“广播型”节点越少,网络中碳辨识能力扩散的效率越高,但同时也会伴随着网络均衡性变差的风险。

第四,以积极效用体验感知为核心的城市居民碳能力“进阶循环式”提升策略研究。从城市居民碳能力自身建设、驱动因素重点引导、情境因素积极干预和效用体验感知积极强化四个方面出发,以系统性的视角构建了城市居民碳能力“进阶循环式”提升策略体系,进一步通过能力水平、效果显著性、实施困难度、成效凸显期和成本支出五项指标对各项策略进行了综合评估,提出了引导策略选择矩阵的方案。

本书的创新点主要体现在以下四个方面:①从能力的产生机制及演化过程出发,界定了城市居民碳能力的概念内涵,构建并验证了其进阶式多维结构模型,发现了碳能力的多层缺口现象,提出并区分了碳能力的门槛水平、可塑水平、有效水平、成熟水平和领袖水平的层级内涵,是对碳能力理论研究的重要突破,为低碳行为研究提供了崭新的研究视角;②基于能力成熟度演化视角,构建了城市居民碳能力成熟度进阶模型,区分了由初始级、成长级、规范级、集成级和优化级构成的五级碳能力成熟度,进一步开发并检验了碳能力成熟度测度标准和测度流程,发现了城市居民碳能力成熟度的“金字塔型”分布特征,为碳能力成熟度测评提供了全新的理论模型参考和方法论支持;③理清了城市居民碳能力的核心驱动因素及作用机制,发现、界定并验证了生态人格(ecological personality, EP)的概念结构,进一步构建并验证了城市居民碳能力驱动机理综合理论模型,为剖析碳能力的驱动机理提供了全新的视角、模型、路径和方法,为居民低碳行为研究领域提供了新的借鉴;④综合考虑“广播型”和“易货型”两种能力扩散机制,运用加权小世界网络构建了碳能力关键能力环节(碳辨识能力)扩散模型,借助 Matlab 仿真平台,仿真了随机关系网络、强关系网络、弱关系网络中碳辨识能力的扩散趋势,重点区分了外界情境因素和个人碳交易市场两类干预机制下的碳辨识能力扩散规律,为碳能力扩散研究提供了崭新的研究思路和方法论基础。

本书的研究工作得到了国家自然科学基金面上项目(71473247、71603255)、江苏高校哲学社会科学优秀创新团队(2017ZSTD031)、江苏省第五期“333 高层次人才培养工程”第二层次中青年领军人才项目(2016)、江苏省研究生教育教学改革研究与实践课题(JGZZ16_078)、中国博士后科学基金面上项目(2017M620459)、中国矿业大学优秀创新团队-卓越团队(2015ZY003)、中国矿业大学“十三五”

品牌专业建设工程项目（2017）等资助，特此向支持和关心作者研究工作的所有单位和个人表示衷心的感谢。书中有部分内容参考了有关单位或个人的研究成果，均已在参考文献中列出，在此一并致谢。

由于时间仓促，作者水平有限，书中不妥之处在所难免，请广大读者批评指正。

陈红 魏佳

2017年7月

目 录

第一章 导论	1
第一节 研究背景	1
第二节 本书的切入点及研究框架	5
第二章 能力及碳能力相关研究	9
第一节 能力相关研究	9
第二节 碳能力相关研究	17
第三章 城市居民碳能力概念结构及成熟度模型	25
第一节 城市居民碳能力结构构建基础	25
第二节 城市居民碳能力的产生机制及概念结构	27
第三节 城市居民碳能力成熟度模型及测度方法	30
第四章 城市居民碳能力驱动机理理论模型构建	37
第一节 基于质性分析的城市居民碳能力驱动因素选择与界定	37
第二节 城市居民碳能力驱动机理理论模型阐释与假设提出	55
第五章 城市居民碳能力相关研究量表的开发与数据收集	73
第一节 研究量表的设计与开发	73
第二节 正式调研与样本情况	87
第三节 正式量表的检验	90
第六章 城市居民碳能力的成熟度测度及驱动机理分析	100
第一节 城市居民碳能力的成熟度测度及差异性特征	100
第二节 城市居民碳能力各驱动因素的现状分析	128
第三节 城市居民碳能力与各驱动因素的相关性分析	139
第四节 效用体验感知的中介效应分析及假设检验	146
第五节 碳能力作用于效用体验感知的效应分析及假设检验	180
第六节 情境因素的调节效应分析及假设检验	181
第七节 城市居民碳能力驱动机理理论模型修正	203
第七章 城市居民碳能力关键能力环节（碳辨识能力）的扩散与仿真	206
第一节 基于知识扩散的个体碳辨识能力扩散研究	207
第二节 情境干预下的碳辨识能力扩散建模与仿真	208
第三节 个人碳交易市场机制下的碳辨识能力扩散建模与仿真	236

第八章 促进我国城市居民碳能力提升的政策建议	244
第一节 我国现行低碳引导政策梳理	244
第二节 城市居民碳能力“进阶循环式”提升政策建议	249
第三节 本书的研究展望	259
参考文献	260
附录	275
附录 1 受访者资料及访谈记录	275
附录 2 城市居民碳能力初始调查问卷	279
附录 3 城市居民碳能力成熟度判断代码	291
附录 4 实证分析相关代码	296
附录 5 城市居民碳辨识能力扩散仿真代码（示例）	308

第一章 导 论

第一节 研究背景

一、低碳减排是我国的一项基本国策

环境问题已成为 21 世纪全球共同面对的一个严重问题,尤其是伴随能源消费产生的 CO₂ 排放问题^[1-4]。从《联合国气候变化框架公约》的达成到《京都议定书》的签署,政府间气候变化专门委员会^[5]不断推动全球各国参与低碳减排^[6]。与大多数经济现象一样,CO₂ 减排的边际成本也是上升的,这使得后续并没有签署具有法律意义的条款^[7]。特别是欧洲碳交易体系等碳交易市场的出现更是使减排成本变为现实的经济利益^[8]。这就意味着,全球 CO₂ 减排问题正在寻找更加切实可行的途径,CO₂ 减排潜力亟需从全方位深入挖掘。就我国而言,一次能源消费总量及其产生的 CO₂ 排放量正随着国内生产总值(gross domestic product, GDP)一起飞速增长,CO₂ 排放量早在 2006 年便超过美国,居世界第一位^[9]。同时,我国的 CO₂ 排放比例也由 20 世纪 90 年代初的全球 10.57%增长到 2014 年的 27.5%^[10]。在这种情况下,我国需要承担 CO₂ 排放控制责任是毋庸置疑的。

低碳减排作为我国的一项基本国策,已成为全社会的共识。《“十二五”节能减排全民行动实施方案》中明确指出^[11],政府机构和家庭社区支持低碳减排,缓解我国所面临的能源环境压力。《“十三五”节能减排综合工作方案》进一步强调要动员全社会参与节能减排^[12]。如何有效地控制碳排放量,不仅涉及 CO₂ 减排目标的达成度,更是关乎整个社会的经济发展及人类的可持续发展,也是全民生活质量的迫切要求。

那么,如何在发展经济的同时降低碳排放,是我国目前面临的严峻挑战。为了迎接这一挑战,国务院于 2009 年 11 月设定了一个低碳减排目标,即到 2020 年单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 40%~45%^[13]。2016 年 1 月,国家发展和改革委员会明确提出计划于 2017 年启动全国碳排放交易体系^[14]。这意味着,我国在促进 CO₂ 减排、缓解温室效应方面开始探索切实可行的崭新的路径。由此,如何从多方位全面实现这一减排目标,就成为亟需解决的重要问题。

二、居民的生活能源消费日益增长，消费侧的碳减排刻不容缓

事实上，从国际碳减排的发展趋势来看，为了减少二氧化碳排放，欧美等发达国家和地区的能源管理已由传统的生产侧管理转向消费侧管理。这主要是由于随着经济社会的发展，居民能耗的增长速度开始超过工业能耗，居民能耗占总能耗的比例都维持在 20% 以上^[15-17]。美国 80% 以上的能源消耗和碳排放源自消费者需求，而且居民通过家庭和旅行所排放的 CO₂ 排放总量占比高达 41%^[18]。特别地，有研究指出居民生活消费（直接或间接）产生的 CO₂ 量占到全球 CO₂ 排放量总量的 72%^[19]。除了生活用能，交通能耗产生的 CO₂ 排放量也日益增多，据国际能源署最新数据显示，2012 年交通部门燃料燃烧排放的 CO₂ 量占全球燃料燃烧 CO₂ 排放量的 22.6%，成为第二大 CO₂ 排放源^[20, 21]。

从我国的实际情况来看，尽管长期以来，CO₂ 排放主要来自工业化的高速发展，但是近年来，居民生活能源消费及由此产生的碳排放量大幅增加^[22, 23]。如图 1-1 所示，1990~2014 年，我国人均能源消费呈现较为明显的上升趋势。作为世界上最大的发展中国家，我国正处于快速工业化和城市化的发展阶段，随着经济的持续增长和居民生活水平的不断改善和提高，居民生活用能的结构也在不断改善，居家电器、小汽车等能耗型产品的拥有量和使用量都将不断增加，这些都将无法避免地带来居民生活能源消耗增加，并使其排放的 CO₂ 量不断增长。

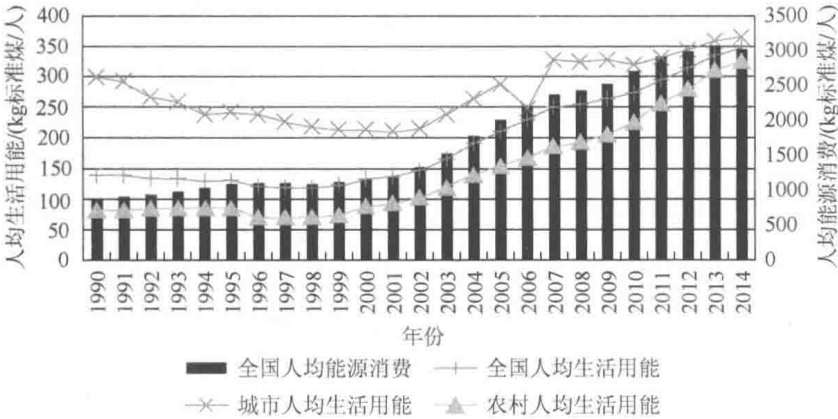


图 1-1 我国居民人均能源消费情况（1990~2014 年）

资料来源：中国能源统计年鉴 2015

特别地，通过城乡对比，不难看出城市居民和农村居民的人均能源消费量差距加大，主要表现为农村远低于城市居民，差距最大时高达 3.5 倍^[24]，就 2014 年

的数据来看,城市居民和农村居民的人均能源消费比重为 1.21:1。如果考虑间接能耗,我国城市居民能源消耗量约占全国能源消费总量的 20%^[25]。由此可见,城市居民能源消费量占据整体生活能源消费量的主要地位。随着城市化率的不断提高,城市居民生活能源消费及其产生的二氧化碳排放量将日趋增长、不容忽视。而且,城市居民作为工业品终端消费的主力,其是否具有低碳化的价值取向在很大程度上会影响工业企业对自身产品及理念的设计和和生产。因此,在可预见的未来,城市居民能源消费将逐渐成为我国未来 CO₂ 排放的主要增长来源,消费侧的低碳减排刻不容缓。

三、消费侧的碳减排有赖于城市居民碳能力的提升

学者和政策制定者已经意识到,城市能源消费引起的 CO₂ 排放量的增长已开始不断抵消技术进步和产业升级等因素带来的减排效应,只针对工业生产领域的减排措施并不能实现有效减排^[26,27]。如何挖掘居民消费所蕴含的低碳减排潜力成为低碳经济领域的重要议题。居民作为除政府、企业之外的第三大减排责任主体,他们是否拥有减少碳排放的动机和能力是现阶段需要高度关注和深入发掘的领域。

虽然有学者提出“碳能力”的概念,并探索其测量维度^[28-30],指出碳能力是指“个体能够对低碳做出明智的判断并采取有效低碳行为的能力”,侧重于考察个体的知识、决策(decision making)、个体行为及集体行为能力。不可否认,对低碳行为的明确判断和有效实施是碳能力的核心能力要素,但不容忽视的是,低碳行为能力并不能完全等同于碳能力本身。正如能力研究的经典理论——冰山理论所述,能力并不仅限于知识和技能等隶属于海平面以上的浅层次的部分,价值理念、动机等潜伏在海平面以下的深层次部分更是区分个体能力差异的关键所在^[31,32]。类比到城市居民碳能力,知识、技能、行为等容易观察的要素就是碳能力的外显特征,而根植于居民内心的低碳价值观念、动机等“潜伏在海平面以下”的要素则是更有助于真正认识、评价和提升低碳减排能力的核心要素。然而,现有的研究很少关注到这一点,大量研究仍然集中于研究居民的低碳行为能力本身,旨在从普及知识、经济补贴、政府监管等方面来引导居民的低碳行为,但是收效有限。显然,相比自上而下的监管,居民拥有低碳价值理念、自主自发地低碳才是促进低碳社会的根本^[33]。由此可见,相比低碳行为引导因素,低碳减排更依赖于城市居民内在碳能力的提升。

四、城市居民碳能力及其驱动机理的研究有助于碳减排政策的制定

低碳发展离不开公众参与,目前已有许多国家和学者开始关注个体行为与 CO₂ 排放的关系,如德国、法国、英国、瑞士、挪威和美国等,且大多数学者认

为改变居民个体的出行行为可以有效减少二氧化碳的排放^[34-36]。我国相关政府部门也大力倡导居民低碳减排,并做了大量的宣传工作。例如,2013年6月6日,国家应对气候变化战略研究和国际合作中心召开媒体发布会,确定2013年6月17日为首个“全国低碳日”^[37]。自2013年起,每年都举办全国节能周和全国低碳日活动^[38],2015年的低碳活动日主题为“低碳城市,宜居可持续”^[39]。为响应低碳日活动,许多城市和团体组织围绕“低碳”主题也已开展诸多相关活动^[40]。但从这些活动的后期效果来看,目前对于低碳行为的宣传和引导,多呈现“口号化”特点,并没有将低碳理念转变为居民的自觉行动和主动选择,更没有把低碳理念贯穿到居民生活的每一天,从而实现低碳行为的常态化。

由此可见,实现居民自主低碳任重而道远。正如从物物交换到货币流通是人类经济发展的一次飞跃,居民高碳生活向自主低碳生活的转变也将成为人类发展的另一次飞跃。那么,如何评估并提升居民的低碳能力,进而促进此次飞跃,正在成为政府和社会面临的一个新挑战。尽管政府已经从各个层面开始出台法律、法规、标准来促进低碳减排,但多数集中于工业减排。相较于发达国家,我国目前对于居民低碳行为的宣传和引导还缺少系统化的长效激励机制和创新性的制度设计,居民的低碳行为并没有得到有效、常态化的引导。另外,从居民个体角度来说,其低碳的自愿性还远远不够,而隐藏在非低碳行为背后的碳能力障碍问题值得深入探讨。

基于上述背景,构建基于碳能力建设和提升的低碳减排政策,对引导我国城市居民低碳减排具有重要的现实意义,而我国城市居民是否具有低碳减排的能力?如果有,碳能力究竟是如何产生和发展的?其碳能力有何特征?其驱动因素有哪些?如果没有,那么建设和提升居民碳能力的哪些途径是有效的?有效途径的作用机制是怎样的?对这些问题的解决有助于挖掘城市居民碳能力的产生过程和演化机理,掌握城市居民碳能力的特征,挖掘其低碳减排潜力,理清城市居民碳能力发展和演化的驱动因素体系,筛选出核心驱动因素,把握关键驱动因素的作用机制,从而能够制定出更加符合地区实际情况且更有效的居民低碳引导政策体系。

五、如何引导我国东部地区城市居民建设和提升碳能力尤为重要

我国区域自然地理条件、经济、社会、科技、人口和文化的空间差异显著,根据国家统计局2011年6月13日的划分办法,为科学反映我国不同区域的社会经济发展状况,将我国的经济区域划分为东部、中部、东北和西部四大经济地区。东部包括北京、天津、河北、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南等省份,是经济比较发达的地带。目前各地区的总体差异依然存在^[41],区域能源消费强度与经济增长之间的关系^[42,43]、生活能源消费结构及碳排放、人均生活用能^[44]存

在明显空间差异^[45,46]。东部是我国城市分布最密集的地带,城市地理分布区域跨度较广,占地面积约为全国的 9.5%,但分布了 30.56%的城市,东部 10 个省份人口占全国总人口的 38.21%,GDP 远高于中西部地区,占全国 GDP 的 54.34%^①。此外,单从私人汽车拥有量而言,东部地区 10 个省市的私人汽车拥有量占全国私人汽车拥有量的 50%以上,且近年仍以 20%左右的年增长率持续增长^[47],交通碳排放量远高于其他地区。与此同时,整个东部地区是我国雾霾非常严重的区域,特别是京津冀地区,PM_{2.5} 指数常年居高不下^[48]。

总体来看,东部地区人口密集,经济发展水平高,无论是工业导致的碳排放还是居民其能源消费产生的 CO₂ 排放量均居高不下,低碳减排势在必行。因此,如何引导东部地区城市居民建设和提升碳能力更具现实意义。综上所述,本书将研究对象界定为我国东部地区城市居民的碳能力。

第二节 本书的切入点及研究框架

一、本书的切入点

本书旨在对城市居民碳能力的概念结构、成熟度测度方法及驱动机理进行深入探究,以期构建能够促进城市居民碳能力持续提升的政策建议。从前面的分析可知,引导东部地区城市居民建设和提升碳能力更具现实意义,因此选取东部地区城市居民为主要研究对象。

本书首先在回顾能力的内涵和结构相关文献资料的基础上,对我国城市居民碳能力的内涵进行清晰界定并阐述其结构内涵,进一步基于能力成熟度模型构建城市居民碳能力成熟度模型及成熟度测度标准和测度流程。基于质性研究,探究城市居民碳能力的核心驱动因素,构建城市居民碳能力的驱动机理综合理论模型。结合文献研究,开发城市居民碳能力及其驱动因素研究量表,选取东部地区城市居民为主要研究对象,进一步进行大样本调查。基于调研数据,分析我国东部地区城市居民碳能力的现状、成熟度及差异性特征。运用结构方程模型,对城市居民碳能力驱动机理综合理论模型进行实证检验。进一步地,综合评价我国东部地区城市居民碳能力的成熟度水平,判断碳能力的关键成长阶段,基于加权小世界网络构建个体之间的能力扩散模型,探讨在不同外部情境干预下的碳能力的动态变化规律,进而揭示碳能力成熟度由初始级到成长级的跃迁规律。最后,根据质性分析、量化检验及仿真分析的研究结论,在梳理现有低碳引导政策的基础上,提出促进我国城市居民碳能力建设和提升的政策建议。

① 数据来自国家统计局官方网站 2015 年数据,作者根据需要进行了计算整理。

二、本书的研究意义

（一）理论意义

城市居民低碳减排势在必行，而现有的研究多关注于城市居民低碳消费行为本身，忽视了根植于城市居民内在的价值、动机和能力，因此本书深入剖析能力的产生机制，从能力演化的全过程视角出发，剖析低碳行为能力的内涵和外延，定义城市居民碳能力的进阶式概念，进一步阐释影响城市居民低碳减排的深层动机和能力，这是对能源行为领域相关研究的拓展和丰富。

通过对城市居民碳能力驱动机理的研究，对于丰富城市居民碳能力理论及如何更好地发挥驱动因素的调控作用，引导微观主体低碳减排行为有重要的理论和现实意义，可促进行为经济学、行为心理学、计算机科学等多学科的交叉应用，是对居民低碳消费行为相关领域研究视角的重要拓展。

（二）实践意义

1) 国家政策层面

随着工业化、城镇化进程加快和消费结构升级，我国能源需求呈刚性增长，节能减排工作难度不断加大。“十三五”规划已明确地提出节能减排的目标，本书的研究结论和政策建议具有很强的实践性，对于制定和优化低碳减排政策具有重要参考价值，也可为城市居民碳能力常态化提供可行路径。

2) 经济和环保层面

无论从宏观经济发展层面还是在微观经济发展层面，低碳减排都是增强我国竞争力、促进可持续发展的必要举措。就我国发展的实际情况而言，城市居民作为终端消费的主力，其低碳消费趋向和能力水平将会倒逼工业生产。同时，工业生产流通领域的生产者和决策者也是生活能源的消费者。对城市居民碳能力的研究结论更有助于识别居民的低碳减排潜力和能力障碍，进而有助于促进居民在进行消费决策时兼顾经济发展和环境保护。

3) 社会促进层面

快速的经济增长对生活质量改善的作用不容置疑，但与此同时，我们也应该正视经济飞速发展带来的负面影响，这种负面影响更多地体现在生态环境质量方面。本书从提升城市居民碳能力的角度，促进低碳减排，营造优质的环境质量，促进城市居民整体低碳价值理念的改观，提升城市居民的幸福感和生活质量。

总之，本书的研究结论最终有助于推动我国城市居民碳能力的建设和保持，

促进居民低碳生活方式的培养,促进低碳社会发展,具有较广泛的应用前景。

三、本书的研究方法与研究框架

(一) 研究方法

本书聚焦于我国东部城市居民,从碳能力的产生及演化过程出发,借鉴已有研究成果,综合运用行为经济学、行为心理学、质性研究方法、多元统计分析方法、结构方程模型、加权小世界网络等多学科的理论与方法进行研究,在研究过程中科学地选择研究方法,使其更好地服务于研究内容和研究对象。

(1) 在理论分析及推演的基础上,综合运用制度经济学、行为经济学、社会学、消费心理学等多学科知识,延展能力的现有理论边界,清晰界定城市居民碳能力的概念内涵,构建城市居民碳能力进阶式结构模型。

(2) 在搜集和阅读相关文献并进行多次专家访谈的基础上,充分结合我国城市社会、经济、文化的情况和特点,设计我国城市居民碳能力测量量表并进行多次修正,然后通过网络和实地两种方式发放量表,收集相关数据,评价我国东部地区城市居民的碳能力现状及差异性特征,同样的方法应用到城市居民碳能力驱动因素量表的开发和修正。

(3) 运用质性分析方法,通过多次访谈并结合现有文献,筛选出城市居民碳能力的驱动因素,清晰界定各驱动因素的概念内涵,并构建城市居民碳能力驱动机理理论模型和研究假设。

(4) 基于所获得的有效数据,运用统计分析手段对城市居民碳能力的现状进行评价,识别碳能力成熟度较低的居民群体,探究其个性特征及能力障碍;运用相关分析和结构方程模型,探索城市居民碳能力的驱动因素及其对碳能力的影响机制;评价不同居民的碳能力成熟度等级,综合考虑“广播型”和“易货型”两种能力扩散机制,运用加权小世界理论构建个体间的非正式碳辨识能力扩散模型,借助 Matlab 仿真平台对模型进行仿真分析,研究网络中外界情境因素干预下和个人碳交易市场调节下的碳辨识能力的扩散规律。

(5) 基于研究结论,运用归纳与演绎等系统科学和思辨研究方法,对我国现行低碳减排引导政策体系进行梳理和分析,为我国城市居民碳能力建设和提升的政策体系提供科学可行的建议。

(二) 研究框架

本书的研究框架如图 1-2 所示。

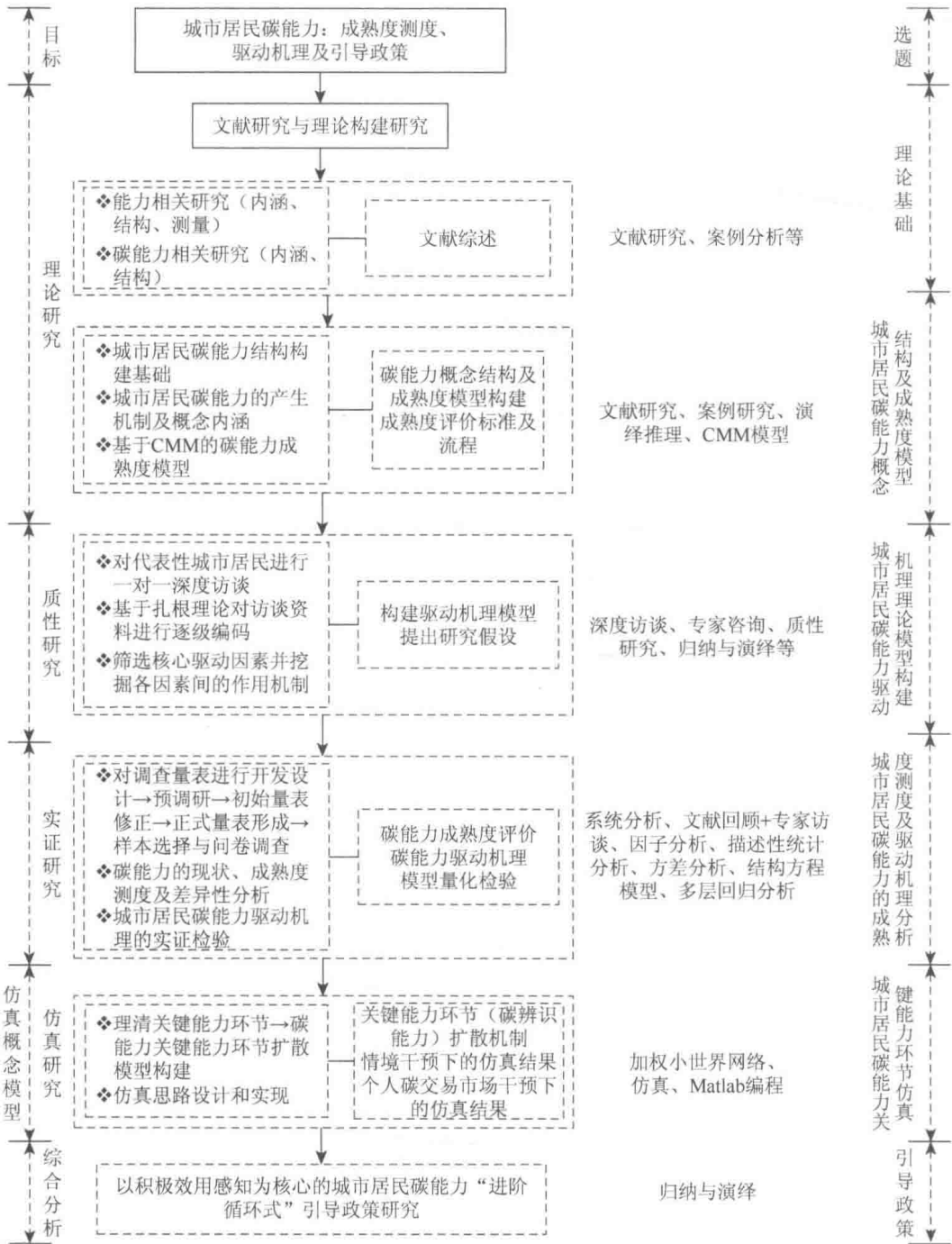


图 1-2 研究框架