

韩春蕾 著



低碳经济 与居民健康

LOW CARBON ECONOMY
AND RESIDENTS' HEALTH

 中国统计出版社
China Statistics Press

韩春蕾 著



低碳经济 与居民健康

LOW CARBON ECONOMY
AND RESIDENTS' HEALTH

 中国统计出版社
China Statistics Press

图书在版编目(CIP)数据

低碳经济与居民健康 / 韩春蕾著. — 北京 : 中国统计出版社, 2017.11

ISBN 978-7-5037-8367-8

I. ①低… II. ①韩… III. ①低碳经济—影响—居民—健康—研究—中国 IV. ①R195

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 241055 号

低碳经济与居民健康

作 者/韩春蕾

责任编辑/徐 颖

封面设计/桑 雨 李雪燕

出版发行/中国统计出版社

通信地址/北京市丰台区西三环南路甲 6 号 邮政编码/100073

电 话/邮购(010)63376909 书店(010)68783171

网 址/<http://www.zgtjcbbs.com/>

印 刷/河北鑫兆源印刷有限公司

经 销/新华书店

开 本/710mm×1000mm 1/16

字 数/200 千字

印 张/11.75

版 别/2017 年 11 月第 1 版

版 次/2017 年 11 月第 1 次印刷

定 价/39.00 元

版权所有。未经许可,本书的任何部分不得以任何方式在世界任何地区以任何文字翻印、拷贝、仿制或转载。
如有印装差错,由本社发行部调换。

序

欣闻韩春蕾同志的专著《低碳经济与居民健康》即将付梓,作为她的导师,深深被其对学术孜孜以求的执着和勇攀高峰的追求所感动,故主动请缨,为其作序。

众所周知,随着全球经济的增长,环境问题也在加剧,人类的健康甚至生存和发展均受到一定的威胁。低碳经济作为世界经济发展的最新趋势之一,自2009年哥本哈根会议召开以来,受到了国际社会的一致关注。而中国2010年超越日本成为世界第二大经济体的同时,也成为世界温室气体排放大国和环境污染大国,可见发展低碳经济、改善居民健康进而实现经济、环境、健康等可持续发展对我们国家尤为迫切和重要。

本书创造性的将低碳经济与居民健康作为研究的主题,理论方面探讨了低碳经济对居民健康的影响机制,实证方面从定量分析的角度说明发展低碳经济对居民健康的重要影响;接下来首次构建了“经济—环境—健康”协调发展的多目标规划模型,从而在经济、环境与健康协调发展的基础上提出系统化的低碳经济的发展模式。其研究结果和结论建议可为政府制定社会可持续发展的多目标决策提供服务 and 参考,具有很强的现实意义和借鉴价值。

《低碳经济与居民健康》一书是韩春蕾同志对其博士学位论文研究成果的丰富和发展,全书立意新颖、理论可信、结构严谨、观点鲜明、数据丰富、结论不乏启发性和可行性,是一部在理论上和实践上都有一定参考价值的学术专著。当然,经济、环境、健康问题是一个复杂的系统工程,一书难免疏忽遗漏,难以穷尽所有,还有好多问题有待深入的挖掘和探索。希望韩春蕾同志能够在

这一领域继续思考,争取更多更新的研究成果。

欣闻该书即将由中国统计出版社出版,我很乐意向大家推荐这本书。希望相关领域的读者会从中得到有益的启示,希望这本书能够为我国的低碳经济发展和居民健康改善的理论和实践有所裨益。

是为序。

王新军

2017年7月于山东大学

前 言

粗放的经济增长方式为我们带来经济增长的同时带来了环境的恶化,雾霾、酸雨、气候变暖等环境问题的频繁出现给人类的健康带来了损害,也给人类的生产和发展带来了威胁。因此,如何在保持经济增长的同时,有效的保护环境和保障居民健康是每个国家政府所亟待解决的重要问题。2010 年中国超越日本成为世界第二大经济体的同时,也成为世界温室气体排放大国和环境污染大国。可见发展低碳经济、改善居民健康进而实现经济、环境、健康等可持续发展对我们国家尤为迫切和重要。那么发展低碳经济将给居民健康带来怎样的影响,这个问题的回答将有助于我们更加明确的认识到发展低碳经济的重要性,也有助于我们找准低碳经济该遵循怎样的发展模式。本书的研究可为我国低碳经济发展实践提供导向性的理论指导,也为政府部门制定相应的经济、环境、健康的相关政策和措施提供参考依据,具有较强的理论意义和现实意义。

本书在前人研究的基础上,综合环境经济学、卫生经济学、公共经济学和计量经济学等理论学科,采用规范经济学和实证经济学、宏观经济学和微观经济学、定性研究和定量研究相结合的研究方法,首先探讨了发展低碳经济带来的健康影响,进一步研究两者的协调现状及优化策略,在此基础上提出低碳经济的发展模式。主要回答了以下几个问题:低碳经济和居民健康之间的关系是什么(What)? 为什么低碳经济和居民健康存在这样的关系(Why)? 低碳经济对居民健康的影响程度有多大(How)? 目前的低碳经济与健康的关系怎么样(How)? 是否协调? 低碳经济该遵循什么样的发展模式以更好地促进健康(What)? 为此,本书进行了如下的分析:

首先,在充分分析了低碳经济和健康的内涵的基础上,采用了广义低碳经济和广义健康的定义,采用 LOWA 算子法筛选指标,分别构建低碳经济评价指标体系和居民健康评价指标体系;利用结合因子分析法和层次分析法的组合赋权法对各指标进行赋权;采取我国 2000—2013 年相应的指标数据得到低

碳经济综合指数和居民健康综合指数作为我国低碳经济和居民健康现状的代表。紧接着利用协整模型、误差修正模型和 Granger 因果检验分析了我国低碳经济和居民健康的关系。

第二,低碳经济对健康影响的机制理论分析,分别从作用机制、路径分析、以及理论模型三个方面进行阐述:(1)从经济因子、环境因子和生活方式三种途径解释了低碳经济影响健康的作用机制;(2)分别从温室气体及其他气体污染物来源的主要渠道,即电力行业、家庭能源、交通运输、食品和农业生产等四个领域对低碳经济影响健康做路径分析;(3)通过对现有健康生产函数的梳理,在 Grossman(1972)创建的健康生产函数的基础上,构建了柯布一道格拉斯形式的微观和宏观健康生产函数作为实证分析的模型基础。

第三,低碳经济的居民健康效应分析。将低碳经济分解为经济因子、环境因子、生活方式三个方面考察其对居民健康的影响效应。首先,从低碳经济的经济因子和环境因子两个角度,分别选取国家层面的面板数据、城市层面的时间序列数据分析了低碳经济对居民健康的宏观效应和微观效应,综合考虑环境污染、经济增长对居民健康的影响。其次,生活方式对健康的影响由于数据难于获取,无法体现在健康效应模型中,故使用自制的《低碳生活与健康关系》调查问卷进行抽样调查。

第四,研究低碳经济与健康的关系是否协调或“经济—环境—健康”三系统的协调状态的问题。首先利用模糊隶属函数协调度法测算“经济—环境—健康”三系统的协调状态;其次进行“经济—环境—健康”系统协调发展的多目标优化,对计算值和目标值进行比较分析。

本书研究发现:2000 年以来我国低碳经济发展水平和健康水平均呈现上升趋势,两者间存在协整关系即长期稳定关系,同时存在短期波动;低碳经济对健康存在促进作用,但要经过一定的滞后期才能显现出来。低碳经济通过经济因子、环境因子和生活方式等方面影响健康。不管选取怎样的代表性指标,也不管选取何种层面的数据,低碳经济的宏微观居民健康效应研究均发现经济的增长和良好的环境有利于健康的改善,同时低碳生活方式能够促进社区居民健康状况的改善。关于低碳经济和健康的协调状态,2000—2013 年间我国的经济、环境、健康协调情况虽然得到改善,但仍处于“弱协调”阶段,尚没有形成可持续发展所必需的协调的系统关系,距离“优质协调”状态还有很长的距离。多目标优化结果显示,产业结构、碳排放、绿化水平等指标是影响“经

济—环境—健康”系统协调的关键指标。

最后,低碳经济发展模式应该建立在“经济—环境—健康”三系统协调发展的基础上,是“经济—环境—健康”三维一体的多目标复合系统和有机整体,不能单纯从经济角度或环境角度等单方面决策。因此,本书从系统论的角度提出低碳经济的发展模式,即综合经济保障系统、环境保障系统、社会保障系统和制度保障系统的系统化的低碳经济发展模式。要统筹规划,综合决策,兼顾经济增长、环境保护和健康促进,从而实现可持续发展。

本书的创新之处在于从居民健康的视角研究低碳经济的发展问题,首次构建了“经济—环境—健康”系统协调发展的多目标规划模型,在“经济—环境—健康”协调发展和多目标优化的基础上提出系统化的低碳经济发展模式,丰富了低碳经济发展的理论体系;理论机制分析可为研究低碳经济对居民健康的影响提供理论基础;研究方法方面低碳经济和健康综合评价指标体系的构建可得到比单一指标或综合评价模型更为稳健的结果;组合赋权法的使用有效避免了客观赋权法和主观赋权法的缺陷;实证分析方面改变空气污染急性健康效应和慢性健康效应的传统思路,从宏观效应和微观效应的角度系统地分析了低碳经济发展的居民健康效应,丰富了低碳经济健康效应定量分析的内容,改善了定性研究占主导的局面。多层面多类型数据分析的稳健性结果弥补了单一数据导致的片面结论。

感谢我的博士生导师山东大学王新军教授对本书的指导并为本书作序,感谢山东大学的任燕燕教授、陈强教授、于殿江副教授、乔岳副教授以及济南大学朱孔来教授、山东省社科院周勇教授的点拨;感谢烟台市某三级甲等医院给提供的呼吸系统疾病的数据资料以及烟台市莱山区统计局提供的数据支持;感谢我的博士同学兼好友王永军、邓丽娜、李力春、聂左玲、宋琪、吕冠珠、赵红、王娜、吴建华以及舍友张志英等的鼓励;感谢同为统计学兼数量经济学专业的弟弟韩坤提供的模型支持;感谢我的学生冯聪蕊、于晓阳、赵丽、赵梦迪、纪奕、张旋等提供的数据库处理和图形文字校对工作。同时,本书的出版也得到了山东省社会科学规划项目(13DJJJ24)、全国统计科学研究一般项目(2014LY116)、山东省医药卫生体制改革研究项目(YG201523)、2017年山东省高等学校科研发展计划项目(J17RA083)的经费支持,最后还要感谢中国统计出版社同仁的辛勤工作。

由于本人的水平有限,书中错误和疏漏在所难免,恳请读者批评指正。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的及意义	4
1.3 研究方法与技术路线	6
1.4 研究内容	7
1.5 创新之处	9
第 2 章 文献综述	10
2.1 低碳经济评价	10
2.2 健康评价	15
2.3 健康的影响因素	19
2.4 低碳经济影响健康的相关研究	24
2.5 低碳经济发展模式	29
2.6 多目标协调发展问题	30
2.7 文献评述	33
第 3 章 相关理论	37
3.1 相关概念界定	37
3.2 理论基础	44
第 4 章 低碳经济与居民健康的关系研究	50
4.1 低碳经济评价指标体系	50
4.2 健康评价指标体系	68
4.3 低碳经济与健康的协整关系研究	74
4.4 本章小结	80

第 5 章 低碳经济影响健康的机制理论分析	82
5.1 低碳经济影响健康的机制分析	82
5.2 低碳经济影响健康的路径分析	93
5.3 理论模型	96
第 6 章 低碳经济的健康效应分析	100
6.1 低碳经济的宏观健康效应分析	100
6.2 低碳经济的微观健康效应分析	119
6.3 低碳生活方式的健康效应分析	127
6.4 本章小结	135
第 7 章 低碳经济与健康协调发展优化及提升策略	137
7.1 经济、环境、健康(EEH)系统协调度分析	138
7.2 EEH 系统协调发展的多目标优化	143
7.3 原因分析	148
7.4 政策建议	151
7.5 本章小结	156
第 8 章 研究结论、不足及展望	157
8.1 研究结论	157
8.2 不足之处和研究展望	159
附表 不同收入国家温室气体来源及与健康的关系	161
参考文献	162

第 1 章

绪 论

1.1 研究背景

1.1.1 粗放的经济增长方式带来的环境恶化

传统的工业社会使用在碳氢化合物(煤、石油、天然气等)为原料,把人类悄然带到了“高碳经济”体系,由此产生了火电、钢铁等“高碳工业”;此外由于支撑现代农业发展的化肥和农药都是以化石能源为基础的,从而产生了“高碳农业”。“高碳经济”一方面带来了经济发展和物质财富;另一方面,二氧化碳排放量的增长诱发的全球气候变暖已经成为不争的事实,极大地影响到人类生存和发展。图 1-1 显示了自从工业革命后,大气中 CO_2 含量的走势。可见,1950 年以后大气 CO_2 含量急速增长。

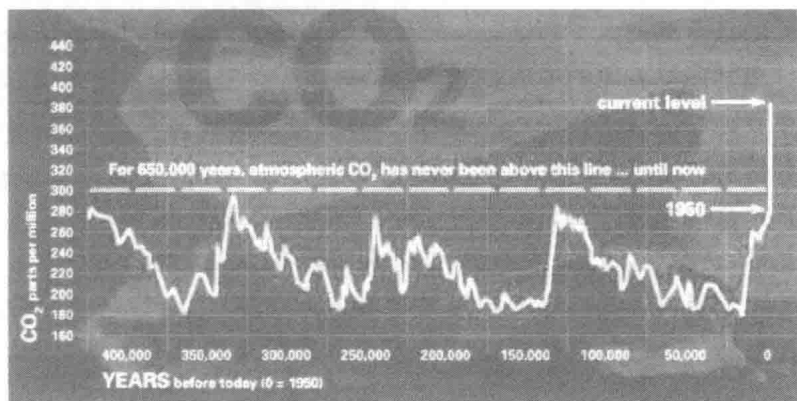


图 1-1 大气 CO_2 含量走势图^[1]

1.1.2 全球气候变暖、环境恶化对人类健康的影响

世界卫生组织(WHO)指出,影响人的健康与长寿的决定因素可以归为三类,其中个人生活方式(身心卫生、饮食结构等)约占60%,环境、社会因素约占25%,遗传因素约占15%^[2]。可见,良好的环境状况对人类健康的作用是举足轻重的,然而高碳的生产模式和生活方式给人类的健康带来了危害。

首先,全球变暖将直接危害人类健康,将使人类健康困扰变得更加频繁、普遍,某些传染病(疟疾、霍乱、登革热等)由热带地区传播到较冷的地区,导致发病率和死亡率增加^[3]。2009年12月5日美国媒体刊登的研究成果认为,“地球发烧”可能导致人类“过敏加重、肾结石增加、肺部感染以及消化系统、神经系统、肝脏和皮肤疾病”等,给人类的健康造成巨大的危机^①。

其次,其他气体污染物如SO₂,颗粒物(粉尘、烟雾、PM₁₀、PM_{2.5}),NO_x,CO等的排放所形成的空气污染可以导致呼吸道疾病,致畸甚至致癌,从而降低人类的期望寿命和生存质量。更为严重的是,各气体污染物同时存在容易产生协同效应,使得危害成倍增加。2013年以来的持续大规模雾霾污染涉及全国17个省市自治区的6亿人口,防霾行动已经成为全民行动。《美国国家科学院院刊》的相关研究指出,华北地区的雾霾天气使得北方居民平均减寿5.5年^②。因此,前国务院总理温家宝曾说,“要推进节能减排,建设生态文明,用行动让人民看到希望。”

1.1.3 人们对健康重要性的日益关注

长期以来,主流经济学家对健康的关注远不及经济增长^[1,4]。而经济学最初所关注的最重要的人类福祉——健康被经济研究者忽略了^[2]。从经济学角度分析健康之所以重要的原因:宏观方面,健康作为一种人力资本可以提高劳动生产率^[5];微观方面,Grossman认为健康既是消费品又是投资品,可以带来消费者直接效用的增加或收入能力的提高^[6,7]。

随着社会的发展,人们越来越认识到健康的重要性,健康是保障人类其他能力的基础,是劳动生产力的基础,也是人力资本的两大基石之一^[8]。社会经济的可持续发展离不开良好的国民健康素质做保障;同时经济社会的发展不仅体现在GDP的增加,更体现在以健康为本质的人的自身发展,而让人们生

① http://wenku.baidu.com/link?url=1YQ0Yz4vrZc4O3cxaXnJNbIwRGv_DknxLYdUf5RHZ-o_I0cVs76WdskB-Gn0YGCrU9EgkDW9slSwMj7_APyRx_W5zUDo4KM3VFJd1NW5mRK

② http://fashion.ifeng.com/a/20151208/40140487_0.shtml

活得更健康、更幸福也是发展经济的最终目的^[9]。全面建设小康社会的目标将国民健康指标作为评价社会发展进步的重要指标以及和谐可持续发展的基本参数,充分体现了“以人为本”的新型发展战略^①。近年来不少国家的发展战略也由经济第一转向为健康第一,健康在经济建设和社会发展中的重要作用可见一斑^[10]。

1.1.4 中国碳排放现状及政府发展低碳经济的努力

(一)碳排放现状

中国于2006年超越美国成为全球最大的碳排放国。据世界银行数据显示,我国2013年的人均GDP为6992美元,位居中等偏上国家行列;但CO₂排放量和PM_{2.5}排放量分别为90.195亿吨和54.356ug/m³,均为世界首位。过度排放使中国成为“众矢之的”,荷兰环境评估署的二氧化碳排放报告将中国列为世界上最大的排放国,约占全球总排放量的24%(其中美国21%,欧盟12%,印度8%,俄罗斯6%)^[3]。NASA(美国国家航空局)证明近10年来中国大陆、印度和中东等污染增加,而美国与欧洲可见显著改善^②。

由NASA的Goddard太空飞行中心的Nickolay Krotkov在线出版的Atmospheric and Chemistry Physics Discussions一文指出,尽管中国的SO₂水平仍然是世界上最高的,但2008年奥运会以来的减排政策和“十二五”以来的环保战略和中国经济的放缓导致2012—2014年期间SO₂排放减少了50%。且2007年以来,东部地区的SO₂明显下降,然而华北平原、四川盆地等地区的SO₂浓度格外高。^③

(二)中国政府发展低碳经济的努力

不少发达国家将低碳经济作为未来的发展方向,在这样的大背景下,我国政府也积极开展低碳经济的行动,成立了国家应对气候变化领导小组。《中华人民共和国环境保护法》将“环境保护”作为国家的基本国策。到2020年,中国要“成为对外更加开放、更加具有亲和力、为人类文明作出更大贡献的国家”。《2009年中国可持续发展战略报告》指出,到2020年中国单位GDP碳排放量要比2005年降低45%~50%。2012年温家宝在“斯德哥尔摩+40可持续发展伙伴论坛”上指出“绝不靠牺牲人民健康换取经济增长”,2014年习近平

① 吴圣明,张心明,周旭毓.全面建设小康社会的健康素质指标体系与实现策略的研究,中国卫生经济学会第五批招标课题,2003年9月20日。

② <http://www.qzcns.com/2015/1216/425336.html>

③ <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=87154&src=iotdrss>

提出“经济发展新常态”,均强调了低碳经济的重要性。作为全球最大的发展中国家,中国在全球减少碳排放、发展低碳经济的责任和任务责任重大。

《世界是平的》作者托马斯·弗里德曼提出了“绿猫”发展的概念,认为“无论黑猫白猫,如果不是绿猫健康环保,即使抓住老鼠也不是好猫。”可以认为,中国的绿色现代化道路是一种经济增长与温室气体排放同期下降乃至脱钩的绿色创新发展模式,与 1750 年英国工业革命以来的传统的发展模式迥然不同^[3]。低碳经济被认为是 21 世纪的经济、社会和环境革命,影响力远远超过以往的工业革命^[11]。

综上,经济发展的目的是人类生存和生活质量的提高,而不仅是物质的丰裕或 GDP 的增长。《人类环境宣言》中有一句话:世间一切事物中,人是第一宝贵的。经济发展的同时有效保护环境,促进人类健康的改善,最终可实现人的发展^[12]。因此,本书将“低碳经济与居民健康”作为研究的主题,以期从定量分析的角度说明发展低碳经济对居民健康的重要影响,从而在经济、环境与健康协调发展的基础上提出系统化的低碳经济的发展模式,为政府制定社会可持续发展的多目标决策提供服务和参考。

1.2 研究目的及意义

1.2.1 研究目的

本书在充分解读低碳经济和居民健康内涵的基础上,构建相应的低碳经济评价指标体系和居民健康评价指标体系作为低碳经济和居民健康的代表;在收集相关数据的基础上,试图回答以下几个问题:

(一)低碳经济和居民健康之间的关系是什么?(What)

环境恶化和空气污染对健康的负面影响是巨大的,众多学者也分别从不同的角度进行了描述和分析。低碳经济是在保证环境质量的基础上对经济的发展,即实现了社会发展与环境保护的双赢状态。而在健康众多的影响因素中,除了遗传等先天因素外,经济因素和环境因素均是重要的影响因素。那么经济发展了,环境质量提高了,会对健康带来什么影响或者说低碳经济和居民健康之间究竟存在什么样的关系。本书拟从全国层面上选取相应数据,在得到的低碳经济综合评价指数和居民健康综合评价指数的基础上,验证和测算低碳经济和居民健康之间是否存在长期稳定关系—协整关系。从而说明,长期而言发展低碳经济将对健康产生有利影响,也为下文的研究奠定基础。

(二)为什么低碳经济和居民健康存在这样的关系?(Why)

即低碳经济对健康影响的机制及理论分析,分别从作用机制、路径分析、以及理论模型三个方面进行阐述。主要回答以下三个问题:第一,低碳经济影响健康的机制是什么?第二,发展低碳经济是通过何种渠道如何影响健康的?第三,这些机制和渠道如何体现在低碳经济影响健康的理论模型中?

(三)低碳经济对居民健康的影响程度有多大?(How)

在对低碳经济对健康影响的机制和理论分析的基础上,进一步研究低碳经济对健康的影响效应有多大。分别从经济因子、环境因子、生活方式三个角度分析发展低碳经济对健康的影响效应的大小。首先,从宏观角度和微观角度选取相应的健康指标、经济指标和环境指标以考察低碳经济对居民健康的宏观效应和微观效应。其次,生活方式对健康的影响通过调查问卷的形式单独予以考察。

(四)目前的低碳经济与健康的关系怎么样?是否协调?(How)

低碳经济与健康的关系是否协调的问题即“经济—环境—健康”三系统的协调发展现状的问题。社会可持续发展的决策恰是一个综合经济、环境、健康的多目标协调发展的过程。本书利用模糊隶属函数协调度法测算我国“经济—环境—健康”三系统以及系统两两之间的协调状态,并对系统的协调发展进行多目标规划模型分析,寻找计算值和目标值的差距,并进行原因分析。

(五)低碳经济该遵循什么样的发展模式?(What)

低碳经济发展不仅是经济问题,也涉及到环境问题,更与人的健康紧密相关。因此,低碳经济的发展模式应该建立在“经济—环境—健康”三系统协调发展的基础上,这也是社会发展应该遵循的多目标决策。因此,本书拟从系统论的角度而不是单纯的某个领域提出低碳经济的发展模式,即既能实现经济的增长,又能体现环境友好和人(健康)的发展的模式。

1.2.2 研究意义

(一)理论意义

(1)丰富了低碳经济发展的理论体系。在综合可持续发展理论、人的发展理论和系统论的基础上,提出综合“经济—环境—健康”协调发展的系统化低碳经济发展模式,从而弥补了单一领域发展低碳经济的片面性;将健康纳入发展决策系统也弥补了目前低碳经济发展研究中的“人的发展”的缺失。

(2)进行低碳经济影响健康的理论机制分析,认为低碳经济的发展可以通过经济因子、环境因子和生活方式等途径直接或间接影响健康,从而为研究低

碳经济发展对健康的影响提供理论基础。

(二)现实意义

(1)在对低碳经济和居民健康的协整关系进行研究的基础上,进一步对低碳经济的健康效应进行定量测定。不仅说明发展低碳经济对居民健康存在正向影响而且量化了影响的程度,也从居民健康的角度验证了发展低碳经济的重要性。

(2)系统化的低碳经济发展模式提倡政府进行社会发展决策应该从“经济—环境—健康”协调发展的多目标决策的角度出发,为我国低碳经济发展实践提供导向性的理论指导,也为政府部门制定相应的经济、环境、健康的相关政策和措施提供参考依据。

1.3 研究方法与技术路线

1.3.1 研究方法

本书运用卫生经济学、环境经济学、公共经济学和计量经济学等相关学科的理论知识,采用规范和实证,宏观和微观,定量分析和定性分析相结合的方法探讨了发展低碳经济带来的健康效应。具体方法如下:

(1)采用 LOWA 算子法构建低碳经济评价指标体系和健康评价指标体系;采用综合因子分析和层次分析法的组合赋权法确定各指标的权重。在构建的低碳经济综合指数和健康综合指数的基础上,利用协整模型、误差修正模型、Granger 因果检验法等分别检验了两者的长期关系、短期关系和因果关系。

(2)在 Grossman 的健康生产函数的基础上,分别从经济因子和环境因子两大方面选取相应的指标,选取宏观国家层面 31 个省区市的面板数据以及微观城市层面的月度时间序列数据分别从宏观角度和微观角度考查低碳经济的健康效应;方法依次为固定效应模型和动态 GMM 模型以及 2SLS 法。

(3)采用问卷调查法开展低碳生活对居民健康影响的问卷调查,以烟台市城市社区居民为调查对象进行分层随机抽样,共发放 1800 份调查问卷。问卷分析采用统计描述与统计推断相结合的方法。

(4)采用模糊隶属函数协调度法测算“经济—环境—健康”三系统的协调状态;构建“经济—环境—健康”三系统协调发展的非线性多目标规划模型,采用模式搜索算法对模型进行解算,为提出系统化的低碳经济的发展模式奠定基础。

1.3.2 技术路线

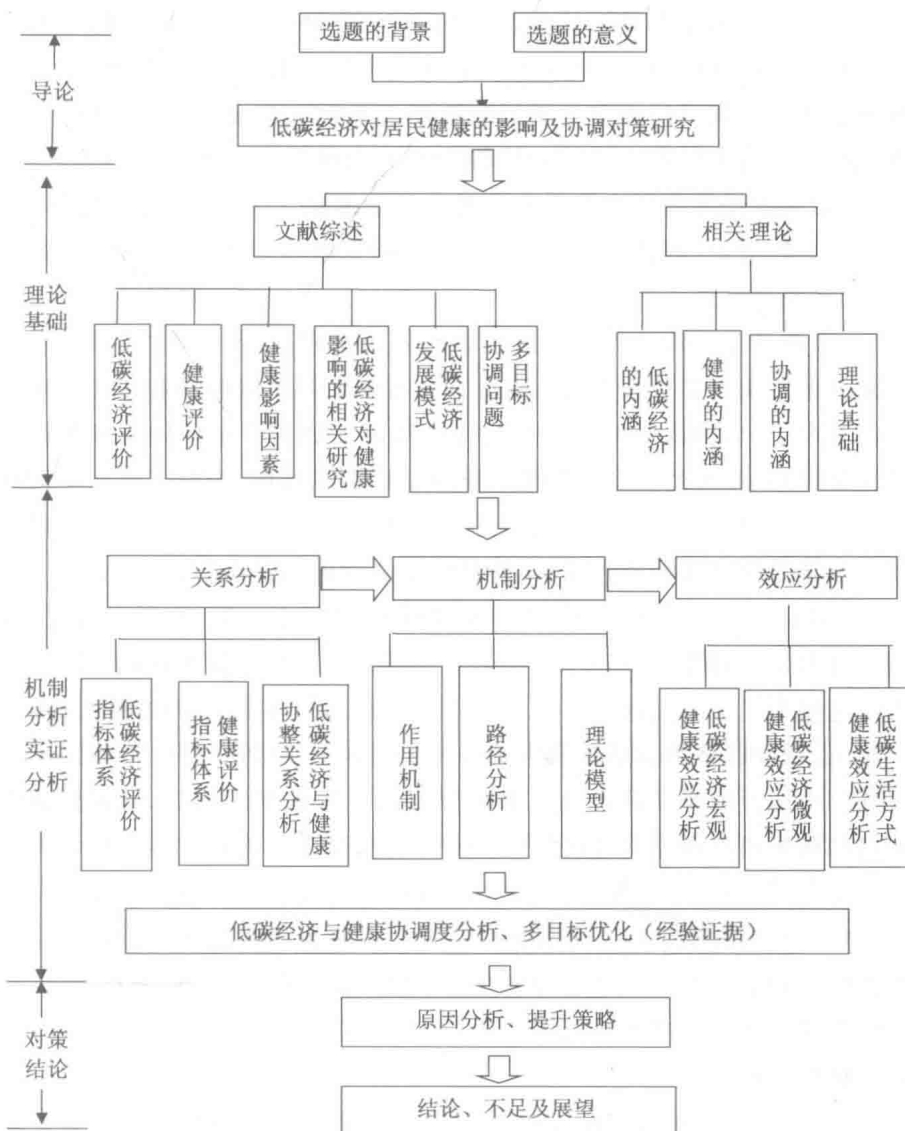


图 1-2 技术路线图

1.4 研究内容

(1) 绪论部分。首先阐述了本书的研究背景,即长期以来的高碳的经济增长方式带来了环境恶化及对人类健康的影响,因此本书将“低碳经济与居民健