

我国碳排放强度空间计量分析 及减排路径探索

Study on Spatial measurement of
carbon emission intensity in China and
emission reduction path

张翠菊 © 著

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

重庆工商大学国民经济增长与可持续发展研究团队资助

我国碳排放强度空间计量分析及减排路径探索

Study on Spatial measurement of
carbon emission intensity in China and
emission reduction path



张翠菊◎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

我国碳排放强度空间计量分析及减排路径探索/
张翠菊著. —北京: 经济科学出版社, 2018. 7

ISBN 978 - 7 - 5141 - 9568 - 2

I. ①我… II. ①张… III. ①二氧化碳 - 废气排放量 -
污染控制管理 - 研究 - 中国 IV. ①X510. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 172906 号

责任编辑: 谭志军 李 军

责任印制: 王世伟

我国碳排放强度空间计量分析及减排路径探索

张翠菊 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)

电子邮箱: [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://jjkxcbs. tmall. com](http://jjkxcbs.tmall.com)

固安华明印业有限公司印装

710 × 1000 16 开 15 印张 250000 字

2018 年 7 月第 1 版 2018 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 9568 - 2 定价: 48.00 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 举报电话: 010 - 88191586)

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

前言

从 18 世纪 60 年代的西方工业革命开始,人类便步入了工业化时代。煤、石油和天然气等化石燃料从此成为人类生产和生活的主要能源。由于化石燃料在使用过程中释放出大量的二氧化碳,引起了全球碳循环过程的非对称性发展(排放多,吸收少),从而导致气候日益变暖。世界气象组织在其 2007 年发布的《全球大气观测中的温室气体状态》中指出,截至 2007 年,全球二氧化碳浓度较之人类工业革命之前增加了约 37%;其中,1996~2005 年二氧化碳的年均增长高于 1960~2005 年的年均增长 0.36 倍。伴随着二氧化碳浓度的不断增长,全球气温也呈现出急剧上涨的趋势。联合国政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)在其第四次评估报告中明确地指出,全球平均地表气温在过去的 100 年(1906~2005 年)里升高了 0.56~0.92 摄氏度,在未来的 100 年里可能还会升高 1.04~5.48 摄氏度;尤其是进入 20 世纪后半叶,全球气温明显上升,气温升温率在过去的 50 年(1956~2005 年)几乎是 1906~2005 年的两倍。为了应对全球气候变暖,减少二氧化碳排放,推动国际政府间达成节能减排的共识国际组织先后举办了多个国际温室气体减排会议。

1972 年 6 月 12 日,联合国“人类环境大会”在斯德哥尔摩召开,这次会议揭开了全球国家联合起来共同面对气候变化的序幕。与会国承诺致力于全球环境的保护,取得了七点共同看法,并制定了环境保护的二十六项原则。随着全球工业化、城市化进程的加快,气候变暖趋势进一步增强,世界生态环境整体进一步退化,如何合理地协调生态环境保护与社会经济发展始终是摆在人类面前无法解决的难题。为此在 1992 年 6 月 4 日的联合国国际环境与发展大会上,与会国共同签订通过了关

于气候变化的《联合国气候变化框架公约》，提出了发展中国家和发达国家在应对气候变化方面承担着共同但有区别的责任。1997年12月，联合国《气候变化框架公约》第三次缔约方会议在日本京都召开，《京都议定书》在此次会议上通过，议定书规定了对发达国家具有法律约束力的碳减排量化指标，要求发达国家缔约方在2008~2012年的二氧化碳等温室气体排放量比1990年减少5.2%。2006年，英国经济学家尼古拉斯·斯特恩主持完成《斯特恩报告》，较为权威地展示了由温室气体引发的全球变暖将造成的严重后果。IPCC也在第四次评估报告《2007年气候变化报告》中，作出一个合理估计：至22世纪，全球温度将上升1.8~4.1摄氏度。虽然看似幅度不大，但是这个幅度要快于过去1万年间所发生的变化。全球变暖将带来一系列严重的问题，包括海平面上升、极端天气频发等。这不仅会影响到人类正常的生产生活，甚至威胁到整个人类的生存。因此，温室气体的减排尤其是碳减排势在必行。然而，人类仍然需要经济发展，而这对于发展中国家来说尤为重要。2015年由联合国粮农组织（Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO）发布的报告显示，全球饥饿人口数量为7.95亿。这意味着，全世界每9个人中就有1个人面临生存危机。而中国等国家的发展经验显示，经济增长是解决饥饿问题的不二法则。所以，为追求碳减排而大幅放缓经济增长速度将造成贫困问题的持续存在。而如果为发展生产，产生大量碳排放，则将对后代子孙的生存环境带来损害，影响其福利水平。因此，一个由碳排放引起的跨期碳排放分配问题就产生了。2009年12月，联合国《气候变化框架公约》第十五次缔约方会议在丹麦哥本哈根召开，192个国家的环境部长与政府领导人参加了此次会议。会议就当前全球气候变化的形式，提出了针对性的解决方案，并通过了《哥本哈根协议》，再次申明发达国家和发展中国家在应对碳减排方面“共同但有区别的责任”这一原则，并在减排核心问题（如减排计划、资金和技术等方面）上基本达成了一致。2015年11~12月，法国巴黎世界气候大会（联合国《气候变化框架公约》第二十一次缔约方会议）顺利召开，会议讨论关于气候变化的全球协议，目的在于减少温室气体排放，避免气候变化带来一系列不可预知的威胁。会议缔结了应对气候变化的《巴黎协议》，对碳减排的具体行动和资金保障等方面作了比较全面的盘点，弥合了目标与实际气候行动之间的差距。

协议还提出各缔约国应共同努力，未来的长期目标是将全球平均气温增幅控制在低于 2 摄氏度的水平，并努力向 1.5 摄氏度温控目标靠近，从而降低气候变化带来的风险。

自 1978 年改革开放以来中国经济迅速发展，国内生产总值（Gross Domestic Product，GDP）以每年约 10% 的增速一跃成为世界第二。随着我国经济的持续增长，快速工业化与城市化拉动的能源消耗长期处于高位增长态势，导致二氧化碳排放迅速增长，由此引发国际社会对我国碳排放的高度关注。根据国际能源机构的统计数据，2007 年我国已超过美国成为世界上第一大二氧化碳排放国。国际能源机构在其 2010 年发布的《世界能源展望》中指出，未来（2008 ~ 2035 年）我国的能源消费将会增加 75%，到 2035 年能源消费增长将是世界能源消费增长的两倍。作为世界第一大碳排放国和第二大经济体，虽然我国的国际影响力在不断的增强，但是高碳排放也成为国际社会和舆论界关注的焦点甚至是批评的对象。在国际气候变化谈判会议中，部分西方发达国家甚至提出我国应承担与他们同样的减排义务，一些发展中国家，尤其是部分岛屿国家，感受到自身受到气候变暖的威胁，也发出了强烈要求中国减排的声音。当前，我国的经济结构仍然以高能耗、高碳排放产业为主。依据国家统计局统计资料，我国重工业比重已由 1990 年的 50.6% 上升到 2008 年的 65.1%。产业结构重型化导致能源的高消耗和碳的高排放。此外，我国能源利用效率低下，大部分能源在开采、加工、储藏、运输以及终端利用过程中损失和浪费了。与其他国家相比，我国每创造 1 美元的国内生产总值，消耗的煤、石油和天然气等能源是美国的 4 倍以上，是印度的 1.5 倍。对于我国而言，如果经济发展继续建立在高能耗、高碳排的发展模式上，那么现有的能源仅能支持经济发展 20 年左右，环境污染和能源供应压力将成为制约我国未来社会经济发展的重要瓶颈。

为了应对全球气候变化以及社会经济发展中日益凸显的能源约束和环境恶化问题，我国政府采取了一系列的碳减排措施。我国政府在“十一五”规划中提出要在 2010 年实现单位 GDP 能耗相比于 2005 年降低 20% 的目标。2008 年 10 月，我国政府发布了《中国应对气候变化的政策与行动》白皮书，白皮书作为我国应对气候变化的纲领性文件，全面阐述了减缓气候变化的政策与措施。我国政府在“十二五”规划中同

样提出,目标到2015年将单位GDP能源强度降低16%,二氧化碳排放强度也将降低17%。此外,在2009年的哥本哈根气候峰会上,我国政府承诺进一步降低碳排放强度,明确规定了到2020年单位GDP二氧化碳排放量比2005年下降40%~45%这一目标,并将其作为国民经济和社会发展中长期规划中的一个重要的约束性指标。2015年11月,在巴黎气候峰会上,我国政府重申了其节能减排的决心,并承诺尽早在2030年左右实现二氧化碳排放达到峰值,目标到2030年实现单位GDP二氧化碳排放相比于2005年降低60%~65%。我国在碳减排方面的积极行动与决心,不仅有助于树立我国在国际上负责任的大国形象,更加有利于国际社会在应对气候变化问题上的协调一致。与此同时,我国作为世界上最大的发展中国家,主动作出节能减排承诺,这样做不仅可以督促一些发达国家尽快履行相应的碳减排义务,还可以刺激相关技术部门积极研发低碳技术和减排手段。对于我国自身社会经济发展而言,借助碳减排契机,转变以资源依托性的经济发展模式,尽快实现产业结构的优化升级,走上绿色低碳经济发展道路。因此,我国政府当前提出的到2030年单位GDP二氧化碳排放量比2005年下降60%~65%这一目标不论对我国的国际影响力,还是对我国实现绿色低碳经济的发展都具有重要的意义。实现这一宏伟的碳减排目标不仅有赖于全国层面的社会经济以及产业结构的实质性转型,更有赖于国家以及区域各个层面节能减排的具体行动。我国幅员辽阔,不同区域的人口规模、经济发展水平、产业结构以及能源结构都存在很大的差异。因此,为实现减排目标,中国必须充分考虑碳排放的空间分布特征,针对性地出台相应的产业和能源政策,才能公平有效地以较低的社会经济成本实现减排目标。

本书的顺利出版衷心感谢重庆工商大学长江上游经济研究中心以及国民经济增长与可持续发展研究团队的出版基金资助及学校科研处等相关部门和领导的大力支持!

张翠菊

2018年5月11日

目 录

第1章 绪论	1
1.1 研究背景及研究意义	1
1.2 研究内容与方法	4
1.3 研究框架	6
1.4 主要贡献与创新	8
1.5 本章评论	9
第2章 碳排放强度相关理论及研究进展	13
2.1 碳排放强度相关理论	13
2.2 碳排放强度相关数据估算	22
2.3 碳排放强度相关研究进展	31
2.4 本章评述	38
第3章 低碳经济相关理论及减排路径探索	40
3.1 低碳经济基本概念	40
3.2 低碳经济发展国际公约形成	52
3.3 中国碳减排政策提出及进展	53
3.4 碳库兹涅茨曲线研究	56
3.5 低碳经济政策实施路径研究	63
3.6 技术进步减排路径研究	64
3.7 能源结构调整低碳路径研究	69
3.8 市场机制低碳路径研究	71
3.9 本章评述	86

第4章 碳排放区域特征及空间计量应用	89
4.1 空间计量经济学理论	89
4.2 碳排放及碳排放强度区域特征研究	96
4.3 碳排放强度差异及收敛性文献综述	98
4.4 基于空间视角的碳排放研究	101
4.5 本章评述	102
第5章 国外发达国家减排政策经验分析及借鉴	104
5.1 美国减排政策分析及经验借鉴	104
5.2 欧盟减排政策分析及经验借鉴	110
5.3 日本的碳减排政策及经验借鉴	118
5.4 本章评述	122
第6章 基于时间序列数据的中国碳排放强度影响因素协整分析	123
6.1 碳排放强度估算	124
6.2 中国碳排放强度及相关变量统计分析	125
6.3 数据与模型	132
6.4 中国碳排放强度影响因素协整分析结果	134
6.5 本章评述	137
第7章 中国省域碳排放强度空间分布特征分析	138
7.1 中国碳排放强度区域分布比较分析	138
7.2 空间分布统计方法	143
7.3 中国省域碳排放强度空间分布特征	146
7.4 本章评述	154
第8章 基于空间效应的中国区域碳排放强度收敛分析	155
8.1 研究基础	155
8.2 模型构建与变量说明	157
8.3 中国区域碳排放强度收敛性结果分析	160
8.4 本章评述	169

第9章 中国省域碳排放强度影响因素及其空间溢出性	171
9.1 研究假设	171
9.2 模型构建与变量选取	173
9.3 总样本估计结果分析	177
9.4 分阶段样本结果分析	184
9.5 本章评述	192
第10章 基于碳排放强度空间视角的我国减排路径及对策分析	195
10.1 主要结论	195
10.2 基于碳排放强度空间视角的我国减排政策建议	199
10.3 我国碳减排路径及政策保障措施	201
10.4 研究展望	214
附录 1997~2013年局部指数通过显著性检验的 省市及其类型情况	216
参考文献	219

第 1 章

绪 论

1.1 研究背景及研究意义

1.1.1 研究背景

气候变暖已成为全球面临的最严重的环境问题。气候变暖对人类生存和发展会产生巨大的威胁,首先全球气温升高使得冰川融合并导致海平面上升、旱涝等自然灾害,还会引发传染性疾病等严重的负面影响。因此,国际社会不断采取措施应对全球变暖问题,控制温室气体排放,尤其控制二氧化碳气体的排放。1990年,国际政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)发布的《第一次评估报告》首次确认了有关气候问题的科学基础,并影响了后续国际气候公约的形成。1992年,在巴西里约热内卢举行的联合国环境大会上发布了《联合国气候变化框架公约》(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC),该公约为第一个以全面控制二氧化碳等温室气体排放、应对气候变暖问题为主旨的国际公约。公约制定了相应的法律体系,并规定了各国的基本权利及义务,旨在通过国际合作,“公平且有区别”的解决全球关注的气候问题。框架中提出发达国家应承担更多减排责任,对发展国家以资金和技术支持,保证其完成提供温室气体源与温室气体汇的国家清单的义务。框架指出目前发展中国家不承担法律约束力的限控义务。1997年,在日本召开的全球气候大会上,通过了报告《京都议定书》进一步表明了全球各国共同合作完成节能减排的决心,大会上各国达成了各自二氧化碳的减排任务和时间,并提出了通过国际排放贸易机制、联合履行机制和清洁发展机制三方面实现温室气体减排的目标。2007年,在印度尼西亚巴厘岛召开了气候

大会并制定通过了“巴厘路线图”，就当下全球气候问题解决的关键点展开讨论，并最终形成了具有法律约束力的协议。

1997年通过的《京都议定书》规定中国在第一个承诺期内无须承担减排义务，但随着中国人口和经济规模迅速发展，二氧化碳排放总量不断攀升，中国面临的来自国际社会的压力越来越大。国际能源署（IEA，2009）统计数据中指出，2007年中国二氧化碳排放量已超过美国，成为全球第一大二氧化碳排放国。中国碳排放量的增长趋势受到国际社会越来越多的关注，要求我国承担更多减排责任的声音也越来越强烈。在此背景下，中国政府于2009年11月首次提出具体温室气体减排目标，即到2020年，我国单位国内生产总值（GDP）二氧化碳排放量（碳强度）比2005年下降40%~45%，并将约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划中，并在2009年12月的哥本哈根会议上又重申了这一重大减排战略目标，成为第一个将减排目标量化为具体指标的国家（陈诗一，2011）。2014年，国务院办公厅发布的《2014~2015年节能减排低碳行动方案》，进一步明确了降低单位能耗、二氧化碳排放量以及其他主要污染物排放量的具体约束性目标。在节能减排政策的推动下，近年来我国通过技术改革、清洁能源补贴等手段，使得我国的单位能耗水平显著降低，带动了单位GDP能耗水平持续下降，2015年5月发改委发布的《关于加快推进生态文明建设的意见》中提到2014年全国单位GDP能耗同比下降4.8%，超额完成了年度的目标。然而，与世界先进水平相比我国仍然存在很大的差距，从能耗指标来看，我国单位GDP能耗约为世界平均水平的2倍，不仅高于美国、日本等发达国家，甚至还高于巴西、墨西哥等发展中国家。

目前我国仍然处于中高速发展的工业化和城市化阶段，经济的稳定发展需要消耗大量的能源，加之我国能源利用技术和效率普遍低于发达国家，导致了我国二氧化碳排放不断攀升。2014年，我国能源消耗总量达42.6亿吨标准煤，占世界能源消耗总量1/5。目前我国碳排放政策实施中面临几个问题：第一，煤炭消费比重过高，由于我国能源禀赋特点表现为“煤多、油少、气不足”，导致了目前过高的能源消费结构，而且在未来很长的一段时间内都无法改变，煤炭的碳含量较其他化石能源要高很多，单位燃烧煤炭排放的二氧化碳达天然气的两倍，目前我国二氧化碳排放中有85%都是煤炭排放造成的。所以，如何提高清洁能

源的使用,降低煤炭在能源消费结构的比重是降低碳排放的关键问题。第二,开发、研究和推广新能源的技术水平有待提高。由于我国对低碳能源技术等研究起步较晚、欠缺积累,对低碳减排的支持力度尚显不足,不过我国对低碳技术研究越来越重视,现已将“973计划”“863计划”等科技支撑计划中纳入了发展低碳能源技术以及二氧化碳收集储存技术、研发技术等,当技术手段和水平达到一定的积累后,将对碳减排发挥出应有的贡献,但目前的积累还未达到效应发挥的“门槛”。另外,重视国外发达国家经验的引进也是目前我国低碳技术研发的有效手段。第三,由于我国在全球贸易中充当了“世界工厂”的角色,使得我国生产的贸易产品以劳动密集型或资源密集型为主,碳排放较高。

1.1.2 问题提出与研究意义

综上所述,国际及国内社会对于气候问题、碳排放等环境问题给予广泛的关注。对于我国的现状来说,虽然从总体来看能源强度在逐步减少,能源的总体效率逐步得到提高,但从总体来看我国能源效率与发达国家还存在相当大的差距。我国仍处于经济发展和城市化的较快发展时期,如何有效提高能源效率,实现碳减排目标是我国目前面临的重大挑战。本书研究的重点在于考察我国碳排放强度影响因素、收敛性以及溢出性等关键问题,旨在掌握我国碳排放强度的变化规律,研究碳排放强度主要影响因素的变化对其的冲击效应,为我国制定相应的节能减排政策提供数据支持和理论依据。

1.1.2.1 理论意义

传统计量研究基于时间是均质的假设的基础展开,未考虑空间维度的问题,这样的理论假设与现实存在一定的距离,往往无法很好地解释碳排放等现实问题,也不能科学地对驱动因素的影响作出判断和预测。本书将立足于地理空间载体,全面考虑碳排放强度影响因素,在考察解释变量直接影响的同时,还检验解释变量通过空间传导机制的作用产生的空间溢出效应的存在性。

1.1.2.2 实践意义

本书旨在研究我国碳排放强度的演变趋势及空间分布特征,分析其

主要影响因素变化对碳排放强度的冲击效应。我国区域经济发展和资源禀赋的不均衡性决定了我国碳排放存在显著的省际和区域差异。为实现减排目标,需要识别碳排放强度的空间分布特征,分析其主要影响因素对碳排放强度作用机理和贡献程度以及存在的溢出效应,从而为中央以及地方政府制定差异化碳减排政策提供科学依据。

1.2 研究内容与方法

1.2.1 研究内容

在对以往碳排放问题相关概念、理论模型和实证研究相关文献梳理的基础上,探讨了中国碳排放强度影响因素、收敛性及溢出性等问题。基于不同的研究重点,本书在模型中分别纳入了经济发展水平、产业结构、技术进步、外商直接投资、对外开放水平、城市化、能源结构、能源禀赋和所有权制度等解释变量,分别从全国、三大区域、省域等视角考察了影响我国碳排放强度的主要因素、省域碳排放强度的空间分布特征、碳排放强度收敛特征、碳排放强度及其影响因素的空间溢出性等问题。本书的研究内容安排如下。

第1章,绪论。从国际、国内社会对环境问题的关注出发,提出研究背景、主要内容和方法,同时提出本书的研究框架、研究目的和意义、主要贡献等基本问题。

第2章,碳排放强度相关理论及研究进展。阐述了碳排放、碳汇、碳源以及碳排放强度等的概念定义,并就碳排放、碳源、人均碳排放、累计碳排放、碳排放强度等的估算进行统计分析,最后对国内外关于碳排放及碳排放强度的相关研究进行综述,主要包括碳排放强度估算、碳排放强度影响因素。

第3章,低碳经济相关理论及减排路径探索。梳理了低碳经济理论、可持续发展理论、环境库次涅茨曲线理论以及环境经济学理论等低碳相关经济理论,并就国际公约以及我国低碳经济政策进行阐述,最后分析了低碳经济的路径方面的综述。

第4章,碳排放区域特征及空间计量应用。对主要沿用的空间计量

经济学方法所涉及的模型、检验方法、权重矩阵以及空间溢出效应的检验估计等问题进行梳理和介绍。并从碳排放区域特征、收敛性及空间计量模型应用等文献研究进行综述。

第5章,国外发达国家减排政策经验分析及借鉴。梳理了美国、欧盟、日本等发达国家发展低碳经济以及执行减排政策及工具,并对中国减排政策工具及路径提出借鉴途径。

第6章,基于时间序列数据的中国碳排放强度影响因素协整分析。根据IPCC提供的方法,估算我国1985~2013年的碳排放以及碳排放强度的数据。在此基础上,利用时间序列数据,通过协整检验方法考察影响中国碳排放强度的重要因素,并构建误差修正模型,从全国角度考察碳排放强度与能源结构、城市化以及经济增长的长期协整关系。

第7章,利用碳排放计算方法估算我国东部、中部和西部三区域以及各省(自治区、直辖市)的碳排放强度,并就我国区域碳排放强度存在的差异及演变趋势进行比较分析。接下来,利用Moran's I指数探讨我国碳排放强度存在的空间相关性以及空间布局特征,为后续利用空间模型进行收敛性和溢出性的研究提供理论支持。进一步,根据全局Moran's I指数、局域Moran's I指数以及莫兰散点图等方法从集聚效应和辐射效应两个方面讨论我国省域碳排放强度空间分布特征。

第8章,基于空间尺度视角,分别构建空间绝对 β 收敛模型、空间条件 β 收敛模型以及空间俱乐部收敛模型,在此基础上考察我国区域碳排放强度的收敛特征。

第9章,运用空间计量模型探讨我国省域碳排放强度影响因素及其溢出性。首先,构建碳排放强度影响因素的空间滞后模型(SLM)、空间误差模型(SEM)以及空间杜宾模型(SDM),检验空间计量模型适合性,在此基础上对碳排放强度影响因素的空间效应进行分析,考察不同变量对省域碳排放强度直接效应、间接效应和总效应的影响和冲击,同时检验影响因素空间溢出性的存在性。

第10章,基于空间计量模型视角的中国低碳经济发展路径及保障措施。汇总梳理主要研究结论,提出我国节能减排的政策建议以及保障措施等,并提出进一步研究的方向和展望。

1.2.2 研究方法

在借鉴国内外研究成果的基础上,基于环境经济学的视角,综合计

量经济学、能源经济学、区域经济学、技术经济学、资源经济学等科学理论和方法,对中国碳排放强度影响因素、收敛性及溢出性等问题进行了深入和系统的研究。研究过程遵循实证分析和规范分析的规则,采用理论与实践结合的方式展开,具体方法主要包括以下几种。

(1) 协整检验方法。在以往研究的基础上,基于 1985 ~ 2013 年中国碳排放强度的时间序列数据,构建了能源结构、城市化、经济增长与碳排放强度的协整方程,并在此基础上考察以上变量对我国碳排放强度的长期协整关系。

(2) 误差修正模型。协整模型导出后,进一步引入误差修正机制,通过验证误差修正模型残差项,检验协整方程结果的科学性及适用性,并据此对碳排放强度的短期调整行为进行分析。

(3) 空间统计分析法。主要运用 Moran's I 指数分析法考察我国碳排放强度是否存在空间相关性,得到肯定回答后,进一步利用局部 Moran's I 指数和莫兰散点图讨论我国省域碳排放强度的空间分布特征。

(4) 普通面板数据分析法。空间计量模型应用之前,需根据普通面板回归估计和检验,并通过无空间效应、时间固定效应、空间固定效应以及双边固定效应四种模型进行对比和分析,并在此基础上选择合适的空间计量模型。

(5) 空间面板模型分析法。为避免模型由于忽略空间因素导致模型估计的偏误,本书引入空间滞后模型 (SLM)、空间误差模型 (SEM) 以及空间杜宾模型 (SDM) 研究碳排放强度的收敛性以及影响因素,并在此基础上,考察不同驱动因素对碳排放强度的溢出效应。

(6) 其他常规研究方法。除了上述主要研究方法外,本书还采用了比较分析法、图标分析法以及统计分析法等研究方法。运用到的统计软件包括 Arcgis10.0、Matlab7.11、SAS9.2.1 等。

1.3 研究框架

本书的研究重点在于考察我国碳排放强度影响因素、收敛性及其空间溢出性等问题。第一,根据 IPCC 的算法,估算了我国及各省域碳排放量及碳排放强度数据,在时间序列数据的基础上,进行协整检验分

析,旨在识别了我国碳排放强度与能源结构、城市化和经济增长之间是否存在长期稳定的协整关系。第二,利用省际面板数据,分析了我国省域碳排放强度的空间分布特征,一方面验证省域碳排放强度的空间相关性,为后文空间计量模型的研究奠定基础;另一方面考察不同省份的空间贡献格局,为政府制定差异性的减排政策提供依据;第三,基于区域碳排放强度存在较大区域差异,进一步回答区域之间是否存在显著的收敛性,空间交互效应在收敛机制的作用如何等问题;第四,通过构建中国省域碳排放强度的空间滞后模型(SLM)、空间误差模型(SEM)以及空间杜宾模型(SDM)考察碳排放强度空间集聚效应,并对各影响因素的空间效应进行分解,以便了解不同变量对碳排放强度的直接效应、间接效应和总效应的影响冲击。第五,就我国碳排放强度的空间分布特点及解释变量的表现等结论,提出实现碳减排目标的相关政策建议。具体而言,本书整体的研究框架如图1-1所示。

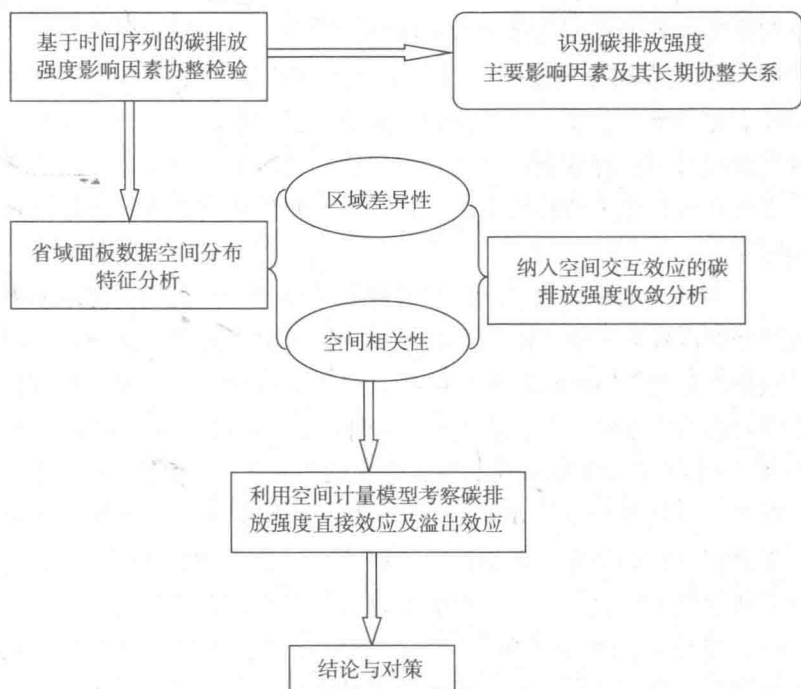


图1-1 本书研究框架