

目 录

| | |
|---|----|
| 第一章 引言 | 1 |
| 一、研究意义..... | 1 |
| 二、核心概念..... | 2 |
| 三、理论假说..... | 3 |
| 四、研究框架..... | 4 |
| 第二章 低碳经济研究进展及展望 | 7 |
| 一、碳排放状况及其因素分解研究..... | 7 |
| 二、低碳经济的内涵及其本质研究..... | 9 |
| 三、促进低碳经济发展的财税手段研究..... | 11 |
| 四、促进低碳经济发展的碳权交易手段研究..... | 14 |
| 五、低碳经济研究的可能趋势..... | 16 |
| 第三章 低碳经济视角下我国资源价格与环境财税政策评述 | 22 |
| 一、低碳经济视角下我国现行资源价格政策评述..... | 22 |
| 二、低碳经济视角下我国现行环境财税政策评述..... | 32 |
| 三、低碳经济视角下我国现行资源价格与环境财税政策互动评述..... | 39 |
| 第四章 资源价格及财税政策与低碳经济的内在机理 | 45 |
| 一、资源价格改革促进低碳经济发展的内在机理..... | 45 |
| 二、财税政策创新促进低碳经济发展的内在机理..... | 47 |
| 三、资源价格与税收政策联动促进低碳经济发展的内在机理..... | 71 |
| 第五章 资源价格与低碳经济发展的实证研究 | 77 |
| 一、研究背景..... | 77 |
| 二、方法和数据介绍..... | 79 |
| 三、检验结果..... | 81 |
| 四、对称性分析..... | 87 |
| 五、研究结论..... | 90 |

| | |
|------------------------------------|------------|
| 第六章 碳税政策与低碳经济发展的实证研究 | 94 |
| 一、引言 | 94 |
| 二、中国各省（市、区）CO ₂ 影子价格的估计 | 95 |
| 三、CO ₂ 影子价格的影响因素分析 | 103 |
| 四、低碳技术的经济化 | 109 |
| 五、研究结论 | 112 |
| 第七章 低碳经济视角下国外资源价格和财税政策经验借鉴 | 118 |
| 一、发达国家征收碳税的经验借鉴 | 118 |
| 二、发达国家进行低碳补贴的经验借鉴 | 126 |
| 三、发达国家资源价格促进低碳发展方面的经验借鉴 | 130 |
| 四、发达国家支持低碳技术研发的经验借鉴 | 133 |
| 第八章 促进我国低碳发展的资源价格改革和财税政策设计 | 138 |
| 一、促进我国低碳发展的资源价格改革 | 138 |
| 二、促进我国低碳发展的财税政策设计 | 143 |
| 三、促进我国低碳经济发展的政策设计工具箱 | 154 |
| 第九章 结语 | 161 |
| 一、主要研究结论 | 161 |
| 二、存在的主要不足 | 166 |
| 三、已有成果及后续研究 | 167 |

中国经济改革研究基金会 2010 年招标项目

资源价格及财税体系改革 与低碳经济的发展

浙江理工大学课题组

2011 年 2 月

资助单位：中国经济改革研究基金会

承担单位：浙江理工大学

研究周期：2010年3月-2011年2月

课题组组成：

组长：浙江理工大学副校长沈满洪教授

成员：浙江理工大学副教授魏楚博士

浙江大学经济学院博士研究生吴文博

浙江大学经济学院博士研究生谢慧明

浙江大学经济学院硕士研究生贺震川

浙江理工大学经济管理学院硕士研究生孟艾红

浙江理工大学经济管理学院硕士研究生黄文若

浙江理工大学经济管理学院硕士研究生苏小龙

第一章 引言

本章作为引言，主要简要阐述本课题的研究意义、核心概念、理论假说、研究框架等相关内容。

一、研究意义

温室气体过多排放导致全球气候变暖，全球气候变暖频繁引发气候灾害。这是全球大多数科学家的共识。因此，国际社会在 20 世纪就开始探索温室气体减排事宜，并在 90 年代初见成效：1992 年 6 月，在巴西里约热内卢通过了《联合国气候变化框架公约》，确定了稳定温室气体浓度的长期目标，确定了人类应对气候变化的基本原则；1997 年 12 月，在日本京都签署了《京都议定书》，规定了定量的减排义务，引入三大基于市场的减排机制。此后，大多数国家积极履行自己的职责，温室气体减排呈现向好的趋势。但是，2009 年 12 月在丹麦哥本哈根召开的会议和 2010 年 12 月在墨西哥坎昆召开的会议，均未能就 2012 年以后的减排义务达成有效力的协议。

尽管如此，作为“负责任大国”，虽然中国尚处于工业化中期，中国政府还是在 2009 年哥本哈根会议之前明确提出“到 2020 年单位 GDP 的二氧化碳排放量在 2005 年基础上削减 40-45%”的中期替代目标；从长期来看，中国在 2030-2040 年碳排放将达到峰值（何建坤等，2008；中国科学院可持续发展战略研究组，2009；姜克隽等，2009；丁仲礼等，2009），其后实施碳排放总量削减势在必行。无论是中期碳强度约束还是长期的碳总量减排，发展低碳经济已经成为中国的必然选择，在低碳路线和指标确定的情况下，接下来的重点在于：如何通过有效的市场手段促进低碳目标的实现，以及如何协调低碳经济发展政策与其他宏观目标之间的关系。

本课题的研究意义在于：一方面，在理论上，在低碳经济相关文献综述的基础上，剖析高碳经济的主要根源和低碳经济的本质要求，梳理出资源价格与财税政策的政策效应和传递机理，并通过计量模型进行实证检验。另一方面，在政策上，基于理论构想和实证分析，并在借鉴国外相关实践经验基础上，提出为实现

低碳经济目标与经济增长目标的协调发展，我国资源价格改革和财税改革的时点、力度、实施领域以及配套政策，为我国发展低碳经济提供政策建议。

二、核心概念

为应对气候变暖在未来可能带来的灾难性后果，英国政府在 2003 年发布的能源白皮书——《我们能源的未来：创建低碳经济》。该能源白皮书首次提出“低碳经济”概念。英国政府认为，低碳经济是通过更少的自然资源消耗和更少的环境污染，获得更多的经济产出；低碳经济是创造更高的生活标准和更好的生活质量的途径和机会，也为发展、应用和输出先进技术创造了机会，同时也能创造新的商机和更多的就业机会¹。该定义属于政府报告性质，突出了资源节约、污染减排、生活质量、技术创新和商机等五个关键词。但是，该定义离学理意义上的定义还相去较远。

我国学者庄贵阳较早研究低碳经济问题。他（2007）认为，低碳经济是人文发展水平和碳生产力同时达到一定水平下的经济形态，旨在实现控制温室气体排放的全球共同愿景，其实质是能源效率和清洁能源结构问题，核心是能源技术创新和制度创新，目标是减缓气候变化和促进人类的可持续发展。该定义将低碳经济仅仅聚焦于能源效率不够全面，将人文发展水平纳入低碳经济范畴又过于泛化。

目前国内关于低碳经济的权威定义是冯之浚等（2009）等联合提出的：低碳经济是低碳发展、低碳产业、低碳技术、低碳生活等一类经济形态的总称。低碳经济以低能耗、低排放、低污染为基本特征，以应对碳基能源对于气候变暖影响为基本要求，以实现经济社会的可持续发展为目的。低碳经济的实质在于提升能效技术、节能技术、可再生能源技术和温室气体减排技术，促进产品的低碳开发和维持全球的生态平衡。这是从高碳能源时代向低碳能源时代演化的一种经济发展模式。该定义总体上比较全面，但是存在两个问题：第一，扩大了低碳经济的范围，将低能耗、低排放和低污染等“三低”特征作为低碳经济的特征，导致低碳经济与循环经济、绿色经济的混淆。实际上，低碳经济是以碳为核心的循环利用与减排，侧重于解决气候变暖问题，追求温室气体减排；循环经济追求各种资源以及废弃物的循环利用，侧重于解决资源短缺背景下的资源生产力问题；绿色

¹UK Energy White Paper: Our Energy Future—Creating a Low Carbon Economy. 2003.

经济强调的是经济与生态的协调，侧重于生态效率和经济效率的兼顾。因此，绿色经济的含义最宽泛，其次是循环经济，再次是低碳经济。第二，缩小了低碳经济的范围，将低碳经济混同于低碳能源。二氧化碳等温室气体的“碳源”主要来自于能源领域，但是，又不仅仅局限于能源领域。能源低碳化是低碳经济的重点，但不是全部。

本课题组认为，低碳经济是以二氧化碳为主的温室气体减排为基本特征的经济形态，主要表现为高碳经济低碳化和低碳技术经济化。高碳经济低碳化就是产业经济活动和消费生活方式都要进行碳减排；低碳技术经济化就是低碳技术和低碳产品等成为企业获取最大利润的新契机和居民获取最大效用的新时尚。

三、理论假说

英国著名学者吉登斯（2009）在其所著的《气候变化的政治》一书中指出：现代工业所制造的温室气体的排放正在引起地球的气候变暖，这对于未来而言有着潜在的灾难性后果。全球变暖带来的危险尽管看起来很可怕，但它们在日复一日的生活中不是有形的、直接的、可见的，因此许多人会袖手旁观，不会对它们有任何实际的举动。然而，坐等它们变得有形，变得严重，那时再去临时抱佛脚，定然是太迟了。

吉登斯悖论的经济学含义是，二氧化碳的排放不造成当地、当时的污染，但却因为积累在大气层里，导致全球气候变化，产生负外部性，当负外部性严重到极端的情形就变成一种全球性的“公共负产品”；而实行碳减排，就不是一种对当地、对当时产生影响的一种行为，而是一种对全球、对人类产生影响的行为，产生正外部性，当正外部性严重到极端的情形就变成一种全球性的“公共正产品”。

吉登斯悖论的根本原因在于发展高碳经济的私人成本与社会成本的不一致、发展低碳经济的私人收益与社会收益的不一致。碳排放的负外部性，导致产出过度，高于社会最优产出；公共负产品导致“公地的悲剧”。碳减排的正外部性，导致产出不足，低于社会最优产出；公共正产品导致“搭便车心理”。

基于对吉登斯悖论的分析，本课题提出了“两分法”假设。假设市场上的所有资源只有“两种资源”：一是高碳资源，这种资源的利用会导致过多二氧化碳等温室气体的排放；二是低碳资源，这种资源的利用可以减缓二氧化碳等温室气

体的排放。假设市场上的所有产品只有“两种产品”：一是高碳产品，这种产品的使用会导致过多二氧化碳等温室气体的排放；二是低碳产品，这种产品的使用可以减缓二氧化碳等温室气体的排放。

根据“两分法”假设，提出下列理论假说：如果外部成本和外部收益未纳入成本—收益的核算范畴，那么，高碳资源的价格低于市场均衡水平，致使高碳资源过度使用；低碳资源的价格高于市场均衡水平，致使低碳资源使用不足；高碳产品的价格低于市场均衡价格，致使高碳产品的过度使用；低碳产品的价格高于市场均衡价格，致使低碳产品利用不足。因此，合乎逻辑的推理便是：对高碳资源征收碳税→提高高碳资源的使用成本→遏制高碳资源的使用→实现低碳经济的目的；对低碳资源给予补贴→降低低碳资源的使用成本→激励低碳资源的使用→实现低碳经济的目的；对高碳产品征收碳税→提高高碳产品的使用成本→遏制高碳产品的消费→实现低碳经济的目的；对低碳产品给予补贴→降低低碳产品的使用成本→激励低碳产品的消费→实现低碳经济的目的。

与资源和产品的“两分法”相对应，其他方面也可以进行“两分法”：高碳生产和低碳生产，高碳消费和低碳消费，高碳能源和低碳能源，高碳交通和低碳交通，高碳建筑和低碳建筑等，见表 1-1。其理论假说类似于上述阐述，这里不再赘述。

表 1-1 高碳经济与低碳经济的两分法及其举例

| 项目 | 高碳经济 | 低碳经济 |
|----|--------------------|-------------------|
| 资源 | 高碳资源，如煤炭、石油资源 | 低碳能源，如风能、太阳能资源 |
| 产品 | 高碳产品，如节能灯 | 低碳产品，如白炽灯 |
| 生产 | 高碳生产，如使用化肥、农药的农业生产 | 低碳生产，如资源循环利用的绿色生产 |
| 消费 | 高碳消费，如奢侈型消费、铺张型消费 | 低碳消费，如适度型消费、节约型消费 |
| 能源 | 高碳能源，如化石能源 | 低碳能源，如可再生能源 |
| 交通 | 高碳交通，如化石能源汽车 | 低碳交通，如电瓶车 |
| 建筑 | 高碳建筑，如玻璃幕墙建筑 | 低碳建筑，如陕北窑洞 |

四、研究框架

本课题研究的基本思路与框架如图 1-1 所示。据此，课题报告除了第一章引言外，主要包括下列七个部分：

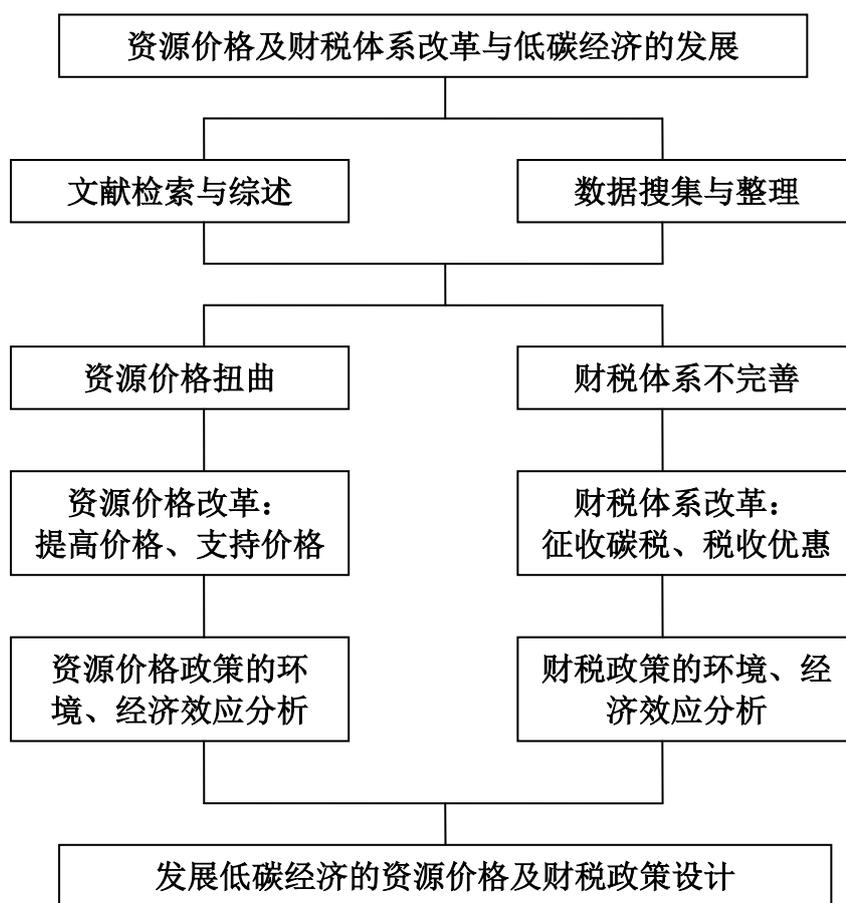


图 1-1 研究思路与总体框架

一是“低碳经济文献综述”。通过对已有低碳经济文献的综述，了解低碳经济的研究现状、存在的问题及可能的研究趋势，据此确定本课题的研究重点。

二是“低碳经济政策评述”。从低碳经济的角度审视我国自然资源的定价及财税政策的制定所存在的问题，从而使得政策建议具有现实针对性。

三是“低碳经济内在机理”。按照“两分法”假设，从理论上揭示高碳经济和低碳经济的本质，以及采取不同的资源价格和财税政策可能带来的政策效应。

四是“低碳经济实证研究（一）”。以石油资源为例，通过计量分析揭示石油价格与低碳经济之间的内在关系，以检验理论假说。

五是“低碳经济实证研究（二）”。通过方向性距离函数模型计算了我国分省二氧化碳影子价格，从而实证检验其环境经济效应。

六是“低碳经济经验借鉴”。以欧盟和美国等发达国家为例，总结介绍发达国家促进低碳发展的财税政策和资源价格政策方面的做法、特点及其经验。

七是“低碳发展政策设计”。通过现状政策评析、理论实证研究和国外的经验借鉴，提出了促进低碳经济发展的资源价格和财税政策的工具箱及其实施策略。

最后是报告的结束语，就主要研究结论、存在的问题及后续研究等内容进行简要阐述。

参考文献

[1]丁仲礼、段晓男、葛全胜等：2050年大气CO₂浓度控制：各国排放权计算，中国科学D辑：地球科学，2009年第39卷第8期

[2]中国科学院可持续发展战略研究组：2009中国可持续发展战略报告——探索中国特色的低碳道路，北京：科学出版社，2009年

[3]何建坤、张希良、李政等：CO₂减排情景下中国能源发展若干问题，科技导报，2008年第26卷第2期

[4]姜克隽、胡秀莲、庄幸等：中国2050年低碳情景和低碳发展之路，中外能源，2009年第6期

[5]庄贵阳：《低碳经济：气候变化背景下的中国发展之路》，北京：气象出版社，2007年

[6]冯之浚，金涌，牛文元等：《关于推行低碳经济促进科学发展的若干思考》，《广西节能》2009年第3期

[7]吉登斯，《气候变化的政治》，社会科学文献出版社，2009年12月

第二章 低碳经济研究进展及展望

低碳经济是全球经济发展的大趋势。低碳经济研究呈现出越来越热的趋势，呈现出起点高、来势猛、需求旺的特点。为了及时总结已有成果，节约文献阅读时间，展望未来研究趋势，本章主要选择近二十年来低碳经济研究的代表性文献进行简要综述。

一、碳排放状况及其因素分解研究

工业革命以来人类因为大量使用化石燃料而向大气层中排入包括二氧化碳、甲烷等在内的大量温室气体，导致阿伦尼乌斯 1896 年预测的“大气中二氧化碳浓度升高将带来的全球气候变化”已成为不争的事实。根据 IPCC 在 2007 年 11 月发布的第四次评估报告的结果显示：从 1906 年到 2005 年的 100 年时间里，全球地表平均温度上升了 0.74℃；2005 年全球大气二氧化碳当量浓度高达 379ppm(百万分之一)，为 65 万年以来最高。进一步地，IPCC 认为全球气温温度升高的阈值在 2℃，为了达到这一目标，必须要将全球大气二氧化碳当量浓度控制在 450ppm(百万分之一)^[1]。然而目前的全球大气二氧化碳当量浓度已经达到 460 ppm(百万分之一)¹，可知全球气候变暖仍在持续。因此，气候变暖问题并非是伪命题。

既然气候变暖已是公认的事实，那么厘清造成气候变暖的原因则是顺理成章的事情。尽管有少数科学家如美国学者 S·弗雷德·辛格和丹尼斯·T·艾沃利（2008）在其所著的《全球变暖——毫无来由的恐慌》中提到，地球变暖只是地球气候的正常演化过程^[2]。这种观点也得到了北京大学钱维宏教授等人的支持²，但是绝大部分自然科学家都支持联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）第四次评估报告中所得出的结论：人类活动是造成全球气候变暖的主要原因的可能性高达 90%^[1]。

而在人类的各种活动中，尽管包括温室气体、气溶胶、土地利用、城市化等在内的人为因素都会导致气候变暖，但越来越多的学者研究认为，气候变暖主要

¹ 丁仲礼：科学与公平是气候变化谈判的基础，见 <http://blog.qq.com/qzone/925941348/1280024702.htm>

² 胡浩，北大钱维宏：人类活动导致全球变暖并非定论，人民日报（海外版），2010 年 1 月 11 日。

是源于人类活动排放出大量的 CO_2 、 CH_4 等温室气体，而其中排放 CO_2 所造成的温室效应又占到总体效应的 50%^{[3]12}。根据 IEA 提供的数据显示，从 1989 年至 2007 年，世界碳排放从 185.25 亿吨二氧化碳上升至 299.14 亿吨二氧化碳，在不到 20 年的时间内，上升幅度为 61.5%。而从更长的时间维度来看，工业革命以来的人类碳排放一直在增加，如果不加限制任其发展，碳排放将会继续增加而不会自动减少。

综上所述，碳排放对于理解气候变化问题至关重要，因而国内外的学者都把研究重心聚焦于碳排放方面，主要通过因素分解方式考察影响碳排放的各种因素及各自贡献的大小。此外，有些学者还单独从经济增长、经济结构演变和出口贸易等方面研究这些因素对碳排放的影响。

就碳排放的因素分解方式而言，目前比较常见的是三种方法：IPAT 方程、Kaya 等式和 LMDI 方法。Ehrlich (1970) 首次提出 IPAT 方程，其具体表达式为 $I = P \times A \times T$ ， I 代表环境影响， P 代表人口， A 代表富裕程度， T 代表技术水平，根据 IPAT 方程，影响碳排放的因素包括人口、人均 GDP 和碳排放强度^[4]。Kaya yoichi (1989) 在 IPCC 的一次研讨会正式提出 Kaya 等式，其具体表达式为 $CO_2 = \frac{CO_2}{PE} \times \frac{PE}{GDP} \times \frac{GDP}{POP} \times POP$ ， CO_2 代表经济中的碳排放量， PE 代表一次能源消费量， GDP 代表经济产出， POP 代表人口，根据 Kaya 等式，碳排放可以分解为能源的碳排放系数、 GDP 的能源强度、人均 GDP 和人口 4 个因素的乘积^[5]。与 IPAT 方程相比，Kaya 等式对碳排放强度做了进一步的分解，Kaya 等式本身也可以做进一步分解包含更多的影响因素。LMDI 方法使用“乘积分解”和“加和分解”两种分解方式，将碳排放分解为排放因子、能源结构、能源强度、产业结构、经济产出和人口规模 6 个因素的乘积^{[6]2074}。

根据上述三种方法，我国学者对碳排放尤其是中国自身的碳排放问题做了重点研究。刘扬、陈劲锋 (2009) 基于 IPAT 方程对经济增长与碳排放间关系进行了理论分析，发现碳排放随经济增长的变化，依次遵循碳排放强度、人均碳排放和碳排放总量三个倒 U 型曲线高峰规律^[7]。朱勤、彭希哲、陆志明、吴开亚 (2009) 基于扩展的 Kaya 恒等式并应用 LMDI 分解方法对能源消费碳排放进行因素分解，结果显示对于中国 1980—2007 年的能源消费碳排放而言，经济产出是影响碳排放的最重要因素^[6]。徐国泉、刘则渊、姜照华 (2006) 根据 LMDI 方法对 1995—2004

年间中国的碳排放做了分解,结果显示经济发展对中国人均碳排放的贡献率呈指数增长,而能源效率和能源结构对抑制中国人均碳排放的贡献率都呈倒“U”形状^[8]。

除上述文献外,徐玉高、郭元、吴宗鑫(1999)用计量方法对中国、日本、美国的时间序列数据和1990年的全球截面数据进行分析,说明人均碳排放与人均GDP之间不存在Kuznets曲线所描述的关系^[9]。王中英、王礼茂(2006)通过计量方法证明碳排放与经济增长之间存在显著的相关性^[10]。张雷(2003)根据对发达国家、中国以及印度两个发展中国家的对比研究,表明经济结构和能源消费结构的多元化演进最终促进国家发展完成从高碳燃料为主到低碳燃料为主的转变^[11]。刘慧、成升魁、张雷(2002)综述了国内外有关能源消费量、能源消费结构、经济发展阶段、经济结构和经济发展速度等因素对碳排放影响的研究进展^[12]。宁学敏(2009)基于协整理论和误差修正模型对中国1988~2007年碳排放量和商品出口之间的关系进行研究,发现碳排放与对外出口贸易之间具有长期均衡关系,并且两者之间存在双向因果关系,出口的短期变动也同样对碳排放量存在正向影响^[13]。

从上述文献可以看出,人类传统的发展模式属于高碳经济,而高碳经济导致了气候变化的严重后果。所以,要解决气候问题,需要改变以往的发展模式,必须要转向与之对应的发展模式—低碳经济。

二、低碳经济的内涵及其本质研究

尽管关于低碳经济的内涵众说纷纭,但综合起来主要有以下几种。

英国政府在2003年发布的能源白皮书—《我们能源的未来:创建低碳经济》中首次提出低碳经济的口号。在能源白皮书中,英国政府认为,低碳经济是通过更少的自然资源消耗和更少的环境污染,获得更多的经济产出;低碳经济是创造更高的生活标准和更好的生活质量的途径和机会,也为发展、应用和输出先进技术创造了机会,同时也能创造新的商机和更多的就业机会^[14]。该定义属于政府报告性质,突出了资源节约、污染减排、生活质量、技术创新和企业商机等五个关键词。但是,该定义离学理意义上的定义还相去较远。

庄贵阳(2007)认为,低碳经济是人文发展水平和碳生产力(单位碳排放的经济产出)同时达到一定水平下的经济形态,旨在实现控制温室气体排放的全球

共同愿景，其实质是能源效率和清洁能源结构问题，核心是能源技术创新和制度创新，目标是减缓气候变化和促进人类的可持续发展^[15]。该定义存在放大缩小两个问题：一方面，将人文发展水平等并非属于低碳经济范畴的内容包容近来，导致概念的放大；另一方面，将低碳经济仅仅聚焦于能源效率，将低碳经济学缩小成低碳能源。

冯之浚、金涌、牛文元、徐锭明（2009）等联合提出：低碳经济是低碳发展、低碳产业、低碳技术、低碳生活等一类经济形态的总称。低碳经济以低能耗、低排放、低污染为基本特征，以应对碳基能源对于气候变暖影响为基本要求，以实现经济社会的可持续发展为目的。低碳经济的实质在于提升能效技术、节能技术、可再生能源技术和温室气体减排技术，促进产品的低碳开发和维持全球的生态平衡。这是从高碳能源时代向低碳能源时代演化的一种经济发展模式^[16]。该定义总体上比较全面，但是存在两个问题：一是扩大了低碳经济的范围，将“三低”特征作为低碳经济的特征，导致低碳经济与循环经济的混淆；二是缩小了低碳经济的范围，将低碳经济混同于低碳能源。

我们认为，低碳经济是以二氧化碳为主的温室气体减排为基本特征的经济形态，主要表现为经济低碳化和低碳经济化。经济低碳化就是产业经济活动和消费生活方式都要进行碳减排；低碳经济化就是低碳技术和低碳产品等成为企业获取利润的新契机和居民获得效用的新时尚。

关于低碳经济的经济学本质，则需要回归到环境经济学最核心的概念—外部性。马歇尔最早提出外部经济概念^[17]。庇古将外部性理论系统化并使之成为新古典经济学的重要组成部分^[18]。科斯则另辟蹊径，对外部性内部化提出了市场解决的途径^[19]，该理论进而成为新制度经济学的重要内容。

碳排放的经济学本质是外部性问题。由于温室气体的排放属于私人行为，但由此造成气候变暖的后果却由所有人共同分担，因而存在一定的外部成本，而这部分成本却没有纳入到私人决策中，碳排放就是属于边际社会成本高于边际私人成本的负外部性现象。

碳减排的经济学本质也是外部性问题。一部分人减排温室气体所带来的好处却由所有人共同分享，因而存在一定的外部收益，这部分收益并没有体现在私人减排的收益中。碳减排就是属于边际社会收益高于边际私人收益的正外部性现

象。

如何消除外部性？福利经济学之父庇古认为，当存在负外部性时，应向外部性的制造者征税，单位税额就是边际外部成本；当存在正外部性时，应向外部性的生产者补贴，单位补贴就是边际外部收益。如此即可以实现外部性内部化，碳税的理论依据即源于此。新制度经济学的奠基人科斯则认为，在产权得到明晰并且交易费用足够低的前提下，自愿协商和市场交易同样能够实现外部性的内部化。遵循这一思路，Dales（1968）提出通过“污染权”的界定解决外部性问题的思想^[20]。

碳排放和碳减排虽然都是外部性问题，但是与一般外部性问题相比，其特殊性在于全球性的空间范围和代际之间的外部性。因此，出现了“吉登斯悖论”（2009）：现代工业所制造的温室气体的排放正在引起全球的气候变暖，这对于未来而言有着潜在的灾难性后果。然而全球变暖带来的危险尽管看起来很可怕，但它们在日复一日的生活中是如此地不显眼而使得许多人袖手旁观，然而，一旦它们变得显著，那时再去临时抱佛脚，定然是太迟了^[21]。显然，吉登斯悖论的根源就在于国际外部性和代际外部性同时并存，这也是碳减排国际合作进展如此艰难的原因所在。

三、促进低碳经济发展的财税手段研究

促进低碳发展的重要手段是碳税政策。碳税是依据所用化石燃料含碳量来征税，其征税目的一般为减少温室气体排放。经济学家关于碳税制度的争论主要围绕“双重红利”（Double dividend）假说展开。双重红利的首创者是 Pearce（1991）。为了减少碳税制度在政治上的反对，在对碳税的分析中正式提出了“双重红利”概念。双重红利是指：一方面，环境税通过环境质量改善提供“绿色红利”（Green dividend）；另一方面，环境税通过收入返还来消减具有扭曲效应的税收负担，不仅减少了税制的效率损失，甚至还提高了就业水平，由此带来了“蓝色红利”（Blue dividend）。Pearce 指出，用碳税来替换扭曲性税收，不仅约束了对环境损害的经济活动，也使得税制的效率损失进一步降低，因而会间接导致社会福利的增加，这样一种收入中性的改革可能在改善环境质量的同时获得第二份红利（即通常所称的收入循环效应），这样，碳税的实施就会产生“双重红利”^[22]。此后，大量文献围绕“双重红利”的存在性及其大小展开研究，包

括碳税的环境效应、碳税的经济效应、碳税对收入分配的影响、碳税对贸易的影响等。Jorgensen et al. (1992) 系统分析了碳税的经济福利, 指出碳税可以将外部性内部化^[23]。Hoe1 (1993) 指出建立依据各国碳排量按比例缴纳碳税给国际组织的国际性碳税协议可以弥补国际气候协议无法在各国间有效配置碳排放空间的不足^[24]。Goulder (1995) 则分析了当碳税同现有税种存在交叉的前提下碳税的成本^[25]。Baranzini et al. (2000) 通过对征收碳税后对市场竞争、分配和环境影响的研究说明, 如果对碳税税制以及财政收益使用的设计适当, 则可以抵消碳税带来的负面影响^[26]。

从上述文献中可以看到, 最早关于碳税的分析一般都是基于碳税的福利成本考量, 此后碳税的分析更趋于定量化, 也更多聚焦于碳税对经济整体、收入分配等方面的影响。征收碳税对宏观经济以及其它因素的精确影响到底为多大, 目前国际上一般采取模型模拟的方法进行研究, 尤其是可计算一般均衡模型 (CGE Model) 更是对这方面的研究贡献良多。Jager (1995) 分析指出, 在降低现有税负的前提下, 一项税收中性¹的碳税政策将使导致减缓全球气候变化的净福利为正。如果在模型中只是单独考虑税收的效率和加入减缓气候变化所带来的福利, 那么最优碳减排率分别是 37% 和 40%^[27]。Ekins (1996) 着重从减少化石燃料的使用所带来的次要福利出发计算合理的碳税², 他的计算显示次要福利大体上总是高于碳减排带来的主要福利^[28]。Kamat et al. (1999) 通过建立包含 32 部门的可计算一般均衡模型研究美国 SRB 区域的碳税征收效应³, 结果显示, 在 SRB 区域将碳税设置为 16.96 美元/吨对总体经济几乎没有负面影响, 但是对于能源产业的负面影响是巨大的^[29]。Speck (1999) 着重研究了碳税和能源税的公平效应^[30]。Nakata et al. (1999) 通过构造一个日本能源的局部均衡模型来研究征收碳税和能源税将导致日本能源系统到 2040 年为止的变化情况^[31]。Jaeger (2002) 根据气候变化影响生产率模型显示, 次优的碳税将比边际社会损失高出 53%, 而比边际私人损失高出 73%^[32]。Parry (2003) 指出碳税或者可交易的碳排放许可证将由于增加产品价格和降低居民的实际工资而导致劳动力供给的减少^[33]。

¹ 税收中性指在增加碳税的同时降低其它税负如减免低收入家庭的税收。

² 次要福利指由减少化石燃料的使用所带来的化石燃料使用的减少导致污染排放的降低, 主要福利是指所直接带来的温室气体排放减少。

³ SRB 区域覆盖美国宾夕法尼亚、纽约和马里兰 3 个州 64 个县, 该区域比较适合研究开放经济前提下, 征收碳税所带来的经济影响。

Bruvoll et al. (2004) 评价了挪威从 1991 年开始执行的气候变化政策，并通过分解实际观测到的碳排放以及运用一般均衡模型来模仿碳税的具体效应^[34]。Floros et al. (2005) 通过研究希腊两位数的制造业部门的能源需求，构建出一个两阶超越对数的成本函数理论模型，将其应用于 1982-1998 年的时间序列数据，认为电力同固体燃料之间，资本、能源和劳动力之间存在替代性^[35]。Jennifer (2006) 着重研究了通过构造动态不规则一般可计算均衡模型来度量征收碳税来减少温室气体平排放所带来的辅助收益，一种类型的辅助收益是由于当地污染排放减少而导致人们健康状况的改善^[36]。Callan et al. (2009) 研究了爱尔兰征收碳税并通过收益返还所导致的收入分配效应^[37]。

考虑到中国碳排放问题的严重性和紧迫程度，征收碳税会对中国宏观经济产生怎样的影响是目前研究的重点。由于目前碳税在中国征收仍然处在规划阶段，因此这些文献基本采用模型模拟和情景预测的方法，CGE 模型在其中也发挥了较大的作用，当然也有部分学者独立创建模型研究此类问题。

部分学者认为征收碳税不会对中国宏观经济造成太大影响。中国气候变化国别研究组 (2000) 采用 ERI-SGM 模型预测，通过设定分别为 100 元/吨和 200 元/吨的不同税率进行分析，结果显示征收碳税对于经济没有显著负面影响^[38]。贺菊煌等 (2002) 利用 CGE 模型分析后认为，碳税对 GDP 影响很小并将导致石油和煤炭价格上升，能源消耗减少，就业分布发生转移^[39]。朱永彬、刘晓、王铮 (2010) 从产品供给角度分析，通过征收税率为 20-100 元/吨的碳税不仅不会降低社会总产品的供给，反而使其略有增加^[40]。

但是，更多的学者认为碳税政策对经济影响显著。魏涛远 (2002) 通过碳税对 1995-2020 年中国的能源需求进行预测，结果表明短期内经济下降严重，同时碳排放量降低，长期内则效果不断弱化^[41]。ZhongXiang Zhang (2000) 运用动态 CGE 模型模拟了二氧化碳减排 20% 和 30% 情景下的碳税水平和各种经济效应^[42]。贺菊煌、沈可挺、徐嵩龄 (2002) 利用静态 CGE 模型及 1997 的投入产出表来考察征收碳税对中国 CO₂ 减排的效果和对国民经济的影响^[43]。魏涛远、格罗姆斯洛德 (2002) 利用 CNAGE 模型——一个基于新古典经济理论的准动态可计算一般均衡 (CGE) 模型，分别从短期和长期分析经济和环境的变动情况^[44]。曹静 (2009) 基于 2005 年的社会核算矩阵对中国近期实施碳税政策进行系统的动态 CGE 模型分

析,通过一系列的假设分别从碳税返还给消费者、碳税对其他税种的替代两方面考察从 2010 开征碳税到 2015 年的综合效果^[45]。苏明、傅志华等(2009)利用 2005 年的投入产出表建立 CGE 模型,设定了 6 个短期碳税税率和 5 个长期碳税税率,分别对各个宏观指标进行了分析^[46]。朱永彬、刘晓、王铮(2010)利用 CGE 模型和 2007 年的投入产出表,通过设定 3 种碳税水平和 2 种征收形式,即构建 6 种情景进行模拟和分析^[47]。高鹏飞、陈文颖(2002)则应用 MARKEL-MARCO 模型进行预测,结果显示:征收碳税将导致较大的 GDP 损失,但存在减排效果最佳的碳税税率^[48]。Wenying Chen(2005)用 MARKAL-MACRO 分析了碳税所带来的碳减排的经济成本^[49]。王金南、严刚、姜克隽、刘兰翠、杨金田、葛察忠(2009)采用国家发展和改革委员会能源研究所自主开发的中国能源政策综合评价模型-能源经济模型(IPAC-SGM 模型)模拟了不同碳税方案对中国国民经济、能源节约和 CO₂排放的影响^[50]。QiaoMei Liang、Ying Fan、YiMing Wei(2007)运用 CGE 模型及 2002 投入产出表构建中国碳税政策的分析体系,比较不同税率安排下对宏观经济的影响^[51]。

四、促进低碳经济发展的碳权交易手段研究

促进低碳经济发展的另一个重要的手段是“Cap-and-Trade”^[52](Burtraw et al. 2005),即碳排放配额与交易,其重点在于初始排放权的分配。碳交易手段涉及两个层面的问题:一是全球初始碳排放权的国际分配及其交易;二是各国初始碳排放权的确定、分配及其交易。从目前来看,前者要达成国际共识尚需时日;后者则取决于各国的政策取向。

现有的文献大多围绕温室气体排放权分配的公平、公正及效率原则进行讨论^[53](Chichilnisky et al. 1993)。一些著名的分配方案,如英国全球公共资源研究所(Global Commons Institute)在 1990 年提出的“紧缩趋同”方案,该方案以目前人均排放水平为起点,设想不同国家人均排放目标在未来如 2050 年趋同至某一水平后,所有国家再一起减少排放从而将温室气体浓度稳定在一个可接受水平上^[54](潘家华等,2009);在 1997 年《京都议定书》谈判中巴西推出的《关于气候变化框架公约议定书的几个设想要点》(简称“巴西案文”)中,提出“温室气体有效排放”概念,对附件 I 国家设定相对减排义务标准,如果在承诺期内不能完成则用其超标排放的罚金设立“清洁发展基金”,用于支持适应和减缓气

候变化的项目^[55]（祁悦等，2009）；瑞典斯德哥尔摩环境研究所（SEI）提出的“温室发展权框架”中，认为只有富人才有能力和能力减排，通过设置发展阈值，保障低于发展阈值的穷人的发展需求，根据超过发展阈值的人口总能力（购买力平减的 GDP）和总责任（自 1990-2005 年累计历史排放）两个指标，对全球减排量进行分配^[54]（潘家华等，2009）。上述方案中，尽管也考虑了历史排放问题，但大多基于国别排放指标，忽略了人均公平原则，此外没有考虑处在不同阶段的国家的发展需求，忽略了对未来排放的需求分配，从公平角度仍然存在偏颇^[56]（潘家华等，2009）。Perroni et al.（1993）认为对二氧化碳排放的限制会影响到国际贸易的比较优势模式，依据静态一般均衡模型，说明碳排放权的国际贸易是对能源密集型产品贸易的替代，也会降低碳减排所带来的部门效应^[57]。

我国学者对全球温室气体排放权分配也进行了大量研究，国务院发展研究中心课题组（2009）根据产权理论和外部性理论，提出“国家排放账户”方案，通过明确界定各国历史排放权和未来排放权，给各国建立起“国家排放账户”，根据人均相等的原则分配各国排放权，从而使“共同但有区别的责任”得以明确界定^[58]。潘家华等（2009）则提出了基于人文发展理论的“碳预算方案”^[56]。丁仲礼等（2009）同样基于“人均累计排放指标”思路，对各国在 1900-2005 年的人均累计排放量、应得排放配额以及 2006-2050 年的排放配额进行了测算^[59]。

在全球和地区层面上，已经存在碳交易的实际操作体系和机制。目前世界主要包括欧盟排放贸易体系（EUETS）、芝加哥气候交易所（CCX）、美国的绿色交易所（Green Exchange）、亚洲碳交易所（ACX）和欧洲能源交易所（ECX）等交易体系。在中国也已经开展了初始的碳交易体系建设，但是目前我国还没有出台规范碳交易的相关政策。关于交易机制方面，在 1997 年通过的《京都议定书》为帮助发达国家更好地进行减排，特别制定了三个减排的灵活机制：联合履行（Joint Implementation, JI）、排放额交易（Emissions Trading, ET）和清洁发展机制（Clean Development Mechanism, CDM）。前面两个机制都是在发达国家间展开，而清洁发展机制是在发达国家和发展中国家展开。此外，还有自愿减排市场交易机制。

在上述四个交易机制中，关于 CDM 研究的文献较多，研究方向也往往集中在 CDM 的减排效应和提升发展中国家可持续发展能力上。Emily Boyd 等（2008）认

为 CDM 被认为是解决气候问题的可行方案,结果由于谈判者的利益和取舍而偏离原有轨道而无法实现减排的目标^[60]。Eduard Niesten 等(2002)分析着重关注了 CDM 中的碳汇市场的“漏出效应”^[61]影响^[61]。Schwarze 等(2002)区分了两种漏出效应:活动转移和市场效应^[62]。Adrian Muller(2007)认为从经验上看,由于 CDM 过度的市场化导向导致 CDM 目前并未达到可持续发展目的^[63]。Liu(2008)认为参与 CDM 项目,发展中国家会失去成本低的排放可能性,然而只得到非常小的持续性收益^[64]。Haripriya Gundimeda 等(2009)研究了 CDM 项目的风险和交易成本^[65]。Ram M. Shrestha 等(2007)认为基准线测量方法导致较高的交易成本,这对小规模项目不利^[66]。因此,CDM 还有待于进一步改进。

五、低碳经济研究的可能趋势

低碳经济要从概念走向行动、从目标变成措施,必须深入开展一系列的理论研究。从低碳经济发展的实践看,呈现出下列理论需求:

1. 国际初始碳排放权的界定和分配有待深入研究。既然低碳经济的目标定位于降低温室气体排放,那么温室气体排放权利的划分就至关重要,初始的分配方式直接决定了未来的努力方向。现有的有关排放权的分配包括紧缩趋同、“巴西案文”、温室发展权框架、国家排放账户、碳预算方案等,但是并没有真正解决有关分配权问题。发达国家和发展国家至今还在为碳足迹的流量和存量计算方法而存在分歧,即使发达国家做出让步愿意以存量方式计算,如现有的温室发展权框架分配方案,但以什么时点为计算基期、数据来源是否具有较高可信度以及是否能被各国接受都存在疑问,而一旦前提不同将导致结论存在很大偏差,而且各国国情、地理状况、宗教文化差异如此之大,找到一个为大家所共同接受的方案难度很大。

2. 碳减排政策手段的选择有待深入探讨。中国在哥本哈根气候大会前夕提出“到 2020 年碳排放强度在 2005 年基础上削减 40-45%”的中期替代目标;从长期来看,中国在 2030-2040 年碳排放将达到峰值(何建坤等^[67], 2008;中国科学院可持续发展战略研究组^[68], 2009;姜克隽等^[69], 2009;丁仲礼等^{[59]1021}, 2009),其后实施碳排放总量削减势在必行。根据经典理论,碳减排既可以选择庇古手段——碳税,也可以选择科斯手段——碳市场。这两种手段的优劣至今尚无定论。

¹联合国气候变化框架公约(2001)给漏出效应的定义是:即发生在 CDM 项目边界以外的人类排放的净变化和温室气体蓄水池的移动,并且这一变化是可以归因于某一 CDM 项目,同时也是可以测量的。

樊纲主编的《走向低碳发展：中国与世界》（2010）明显倾向于采用碳税政策^[70]，而国务院发展研究中心课题组的《全球温室气体减排：理论框架和解决方案》（2009）则明确建议采用碳市场制度^[58]。虽然有人试图将以价格为基础的碳税和以数量为基础的排污权交易制度结合起来，形成所谓的复合排放权交易制度（刘小川等，2009）^[71]，但是总体上讲，碳税政策与碳市场制度是替代性的，而不是互补性的。因此，急需理论研究者开动脑筋，选定适合中国国情的碳减排政策。

3. 碳减排的成本收益测算有待深入研究。作为发展中的大国，中国的碳减排不能“不惜一切代价”，而要将发展阶段和经济可承受能力结合考虑。因此，要优化已有经济模型，更加准确地测算碳减排的成本与收益，既不能被动应付，又不能急于求成，要找出最佳的碳减排方案和减排路径。现有的研究是基于“无低碳约束”假设下，采用CGE等模型对碳减排的环境效应、经济冲击、收入分配进行模拟和评价。在现有低碳经济路线和指标确定的前提下，可以以“中期降低碳强度40-45%”为约束条件，综合分析碳减排对经济产出、能源消费、温室气体排放、产业结构调整、收入分配等的宏观影响。

4. 碳减排与中国工业化、城市化的匹配问题研究有待展开。发达国家是在基本完成工业化后才开始探索碳减排问题的，而中国目前仍处于工业化中期。由于工业化、城市化是中国经济增长的两条主线，也是推动能源消费及温室气体排放的主因，因此在研究实现低碳经济目标的同时，也必须考察相关的经济政策对工业化、城市化进程的影响，在政策设计时，也必须考虑低碳经济目标与工业化、城市化目标间的协调关系。

5. 碳减排与中国能源市场定价机制改革之间的关联。根据第一部分的文献可知，能源消费对于中国的碳排放起着至关重要的作用，那么中国的能源定价机制对中国的碳排放理应存在影响。随着中国能源市场化进程的推进，其对碳排放之间的影响应当逐渐显现出来。因此，碳减排与中国能源市场定价机制之间的关联就需要众多研究者进行深入研究。

参考文献

[1] Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC).*Climate Change 2007: The Physical Science Basis*,New York:Cambridge University Press,2007, pp. 996.

[2][美]S 弗雷德 辛格、丹尼斯 T 艾沃利：《全球变暖—毫无来由的恐慌》，林文鹏、王

臣立译, 上海: 上海科学技术文献出版社, 2008 年。

[3] 傅桦: 全球气候变暖的成因与影响, 《首都师范大学学报(自然科学版)》2007 年第 28 卷第 6 期, 第 11-15 页。

[4] P. R. Ehrlich & A. H. Ehrlich, *Population, resources, environment: issues in human ecology*, San Francisco: Freeman, 1970.

[5] Kaya yoichi, *Impact of Carbon Dioxide Emission on GNP Growth: Interpretation of Proposed Scenarios*. Paris: Presentation to the Energy and Industry Subgroup, Response Strategies Working Group, IPCC, 1989.

[6] 朱勤, 彭希哲, 陆志明等: 《中国能源消费碳排放变化的因素分解及实证分析》, 《资源科学》2009 年第 31 卷第 12 期, 第 2072-2079 页。

[7] 刘扬, 陈劲锋: 《基于 IPAT 方程的典型发达国家经济增长与碳排放关系研究》, 《生态经济》2009 年第 11 期, 第 28-30 页。

[8] 徐国泉, 刘则渊, 姜照华: 《中国碳排放的因素分解模型及实证分析: 1995-2004》, 《中国人口、资源与环境》2006 年第 16 卷第 6 期, 第 158-161 页。

[9] 徐玉高, 郭元, 吴宗鑫: 《经济发展、碳排放和经济演化》, 《环境科学进展》1999 年第 7 卷第 2 期, 第 54-64 页。

[10] 王中英, 王礼茂: 《中国经济增长对碳排放的影响分析》, 《安全与环境学报》2006 年第 6 卷第 5 期, 第 88-91 页。

[11] 张雷: 《经济发展对碳排放的影响》, 《地理学报》2003 年第 58 卷第 4 期, 第 629-637 页。

[12] 刘慧, 成升魁, 张雷: 《人类经济活动影响碳排放的国际研究动态》, 《地理科学进展》2002 年第 21 卷第 5 期, 第 420 页-429 页。

[13] 宁学敏: 《我国碳排放与出口贸易的相关关系研究》, 《生态经济》2009 年第 11 期, 第 51-54 页。

[14] UK Energy White Paper: *Our Energy Future--Creating a Low Carbon Economy*. 2003.

[15] 庄贵阳: 《低碳经济: 气候变化背景下的中国发展之路》, 北京: 气象出版社, 2007 年。

[16] 冯之浚, 金涌, 牛文元, 徐锭明: 《关于推行低碳经济促进科学发展的若干思考》, 《广西节能》2009 年第 3 期, 第 24-26 页。

[17] A. Marshall, *Principle of Economics*, London : The Mcmillan Company, 1890.

[18] A. Pigou, *The Economics of Welfare*, London : The Mcmillan Company, 1920.

[19] R. H. Coase, " The Problem of Social Cost, " *The Journal of Law and Economics*, 1960.

[20] J. H. Dales, *Pollution, Property and Prices*, Toronto: University of Toronto Press, 1968.

[21] [英]吉登斯: 《气候变化的政治》, 曹荣湘译, 北京: 社会科学文献出版社, 2009 年 12 月。

[22] D. Pearce, " The Role of Carbon Taxes in Adjusting to Global Warming, " *The Economic Journal*, Vol.101, No. 407(July, 1991), pp. 938-948.

[23] Jorgensen, D.W., Slesnick, D.T., Wilcoxon, P.J., Carbon Taxes and Economic Welfare[J], *Brookings Papers on Economic Activity. Microeconomics*, Vol. 1992 (1992), pp. 393-454.

[24] Michael Hoel, Harmonization of Carbon Taxes in International Climate

Agreements, *Environmental and Resource Economics*, Vol. 3, No. 3(1993), pp. 221-231

[25] Lawrence H. Goulder, Effects of Carbon Taxes in an Economy with Prior Tax Distortions: An Intertemporal General Equilibrium Analysis, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 29, 1995, pp. 271-297

[26] Andrea Baranzini, Jos éGoldemberg and Stefan Speck, A future of carbon tax, *Ecological Economics*, Vol. 32, No. 3(March 2000), pp. 395-412

[27] William K. Jaeger, The welfare cost of a global carbon tax when tax revenues are recycled, *Resource and Energy Economics*, Vol. 17 (1995), pp. 47-67

[28] Paul Ekins and Stefan Speck, Competitiveness and Exemptions From Environmental Taxes in Europe, *Environmental and Resource Economics*, Vol. 13, No. 4 (1999), pp. 369-396

[29] Rajnish Kamat, Adam Rose, David Abler, The impact of a carbon tax on the Susquehanna River Basin economy, *Energy Economics*, Vol. 21(1999), pp. 363-384

[30] Stefan Speck, Energy and carbon taxes and their distributional implications, *Energy Policy*, Vol. 27 (1999), pp. 659-667

[31] Toshihiko Nakata, Alan Lamont, Analysis of the impacts of carbon taxes on energy systems in Japan, *Energy Policy*, Vol. 29 (2001), pp. 159-166

[32] Jaeger, W.K., Optimal Environmental Taxation from Society's Perspective, *Land Economics*, Vol. 78, No. 3 (Aug., 2002), pp. 354-367

[33] Ian W. H. Parry, Fiscal Interactions and The Case for Carbon Taxes Over Grandfathered Carbon Permits, *Oxford Review Of Economic Policy*, Vol 19, No. 3 (2003), pp. 385-399

[34] Annegrete Bruvoll, Bodil Merethe Larsen, Greenhouse gas emissions in Norway: do carbon taxes work? *Energy Policy*, Vol. 32 (2004), pp. 493-505

[35] Nikolaos Floros and Andriana Vlachou, Energy demand and energy-related CO₂ emissions in Greek manufacturing: Assessing the impact of a carbon tax, *Energy Economics*, Vol. 27, No. 3 (2005), pp. 387-413.

[36] Jennifer C. LI, A multi-period analysis of a carbon tax including local health feedback: an application to Thailand, *Environment and Development Economics*, Vol. 11 (2006), pp. 317-342

[37] Tim Callan, Sean Lyons, Susan Scott, Richard S.J. Tol, Stefano Verde, The distributional implications of a carbon tax in Ireland, *Energy Policy*, Vol. 37 (2009), pp. 407-412

[38] 中国气候变化国别研究组：中国气候变化国别研究，北京：清华大学出版社，2000年。

[39] 贺菊煌, 沈可挺, 徐嵩龄：碳税和二氧化碳减排的 CGE 模型，数量经济技术经济研究，2002 年第 10 期，第 39-47 页。

[40] 朱永彬, 刘晓, 王铮：《碳税政策的减排效果及其对我国经济的影响分析》，《中国软科学》2010 年第 4 期，第 1-9 页。

[41] 魏涛远, 格罗姆斯洛德：征收碳税对中国经济与温室气体排放的影响，世界政治与经济，2002 年第 8 期，第 47-49 页。

[42] Zhong Xiang & Zhang Can, "China afford to commit itself an emissions cap? An economic and political analysis", *Energy Economics*, No. 22(2000), pp. 587-614.

[43] 贺菊煌, 沈可挺, 徐嵩龄:《碳税与二氧化碳减排的 CGE 模型》,《数量经济技术经济研究》2002 第 10 期, 第 39-47 页。

[44] 魏涛远, 格罗姆斯洛德:《征收碳税对中国经济与温室气体排放的影响》,《世界经济与政治》2002 年第 8 期, 第 47-49 页。

[45] 曹静:《走低碳发展之路中国碳税政策的设计及模型分析》,《金融研究》2009 年第 12 期, 第 19-29 页。

[46] 苏明, 傅志华, 许文等:《我国开征碳税的效果预测和影响评价》,《经济研究参考》2009 年第 72 期, 第 24-28 页。

[47] 朱永彬, 刘晓, 王铮:《碳税政策的减排效果及其对我国经济的影响分析》,《中国软科学》2010 年第 4 期, 第 1-9 页。

[48] 高鹏飞, 陈文颖, 碳税与碳排放: 清华大学学报(自然科学版), 2002 年第 42 卷第 10 期, 第 1335-1338 页。

[49] Chen Wenyong, "The costs of mitigating carbon emissions in China: findings from China MARKAL-MACRO modeling", *Energy Policy*, No.33(2005), pp.885-896.

[50] 王金南, 严刚, 姜克隽等:《应对气候变化的中国碳税政策研究》,《中国环境科学》2009 年 29(1), 第 101-105 页。

[51] Liang Qiaomei, Fan Ying & Wei Yiming, "Carbon taxation policy in China: How to protect energy-and trade-intensive sectors", *Journal of Policy Modeling*, No.29(2007), pp.311-333.

[52] D. Burtraw, K. Palmer & D. Kahn, " Allocation of CO₂ Emission Allowances in the Regional Greenhouse Gas Cap-and-Trade Program , " Resources for the Future , 2005. <http://www.rff.org/Documents/RFF-DP-05-25.pdf>

[53] G. Chichilnisky, G. Heal & D. Starrett, " International Emission Permits: Equity and Efficiency, " Discussion Paper No. 686(1993) .

[54] 潘家华, 陈迎:《碳预算方案: 一个公平、可持续的国际气候制度框架》,《中国社会科学》2009 年第 5 期, 第 83-98 页。

[55] 祁悦, 谢高地:《碳排放空间分配及其对中国区域功能的影响》,《资源科学》2009 年第 4 期, 第 590-597 页。

[56] 潘家华, 陈迎, 李晨曦:《碳预算方案的国际机制研究》, 北京: 经济科学出版社, 2009 年。

[57] C. Perroni & T. F. Rutherford, " International Trade in Carbon Emission Rights and Basic Materials: General Equilibrium Calculations for 2020, " *The Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 95, No. 3(1993), pp. 257-278

[58] 国务院发展研究中心课题组:《全球温室气体减排: 理论框架和解决方案》,《经济研究》2009 年第 3 期, 第 4-13 页。

[59] 丁仲礼, 段晓男, 葛全胜等:《2050 年大气 CO₂ 浓度控制: 各国排放权计算》,《中国科学 D 辑: 地球科学》2009 年第 8 期, 第 1009-1027 页。

[60] Emily Boyd , Esteve Corbera & Manuel Estrada, " UNFCCC negotiations (pre-Kyoto to COP-9): what the process says about the politics of CDM-sinks, " *Int*

Environ Agreements, No.8 (2008), pp.95 - 112

[61] Eduard Niesten, Peter C. Frumhoff, Michelle Manion & Jared J. Hardner, " Designing a carbon market that protects forests in developing countries, " *The Royal Society*, Vol. 360, 2002, pp.1875-1888

[62] Schwarze, R., Niles, J. O. & Olander, " Understanding and managing leakage in forest-based greenhouse-gas-mitigation projects. *Philosophical Transactions, " Mathematical, Physical and Engineering Sciences* , Vol. 360, 2002, pp.1685-1703

[63] Adrian Muller, " How to make the clean development mechanism sustainable—The potential of rent extraction, " *Energy Policy*, Vol. 35, 2007, pp. 3203-3212.

[64] Xuemei Liu, " Rent extraction with a type-by-type scheme: An instrument to incorporate sustainable development into the CDM, " *Energy Policy*, Vol. 36, 2008, pp. 1873-1878

[65] Haripriya Gundimeda and Yan Guo, " Undertaking Emission Reduction Projects Prototype Carbon Fund and Clean Development Mechanism, " *Economic and Political Weekly*, Vol. 38, 2003, pp. 4331-4337

[66] Ram M. Shrestha and A.M.A.K. Abeygunawardana, " Small-scale CDM projects in a competitive electricity industry: How good is a simplified baseline methodology, " *Energy Policy*, Vol. 35, 2007, pp.3717-3728

[67] 何建坤, 张希良, 李政等:《CO₂减排情景下中国能源发展若干问题》,《科技导报》2008年第2期,第90-92页。

[68] 中国科学院可持续发展战略研究组:《2009中国可持续发展战略报告——探索中国特色的低碳道路》,北京:科学出版社,2009年。

[69] 姜克隽, 胡秀莲, 庄幸等:《中国2050年低碳情景和低碳发展之路》,《中外能源》2009年第6期,第1-7页。

[70] 樊纲主编:《走向低碳经济:中国与世界——中国经济学家的建议》,北京:中国经济出版社,2010年1月。

[71] 刘小川, 汪曾涛:《二氧化碳减排政策比较及我国的优化选择》,《上海财经大学学报》2009年第4期,第73-80页。

第三章 低碳经济视角下我国资源价格与环境财税政策评述

随着全球气候变化的日益加剧，各国纷纷采取价格手段和财税手段鼓励低碳经济的发展。而中国现行的资源价格和财税政策却呈现高碳特征。从低碳经济视角下评析我国资源价格和财税政策有助于通过政策的优化进而实现低碳发展。

一、低碳经济视角下我国现行资源价格政策评述

(一) 我国现行资源价格政策概述

1. 我国现行资源价格的理论构成及其实践

在劳动价值论的指导下，我国的资源价格长期来由劳动投入所决定的。因为价值是凝结在商品中的一般人类劳动，而价格是价值的具体体现。由此导致资源价格无法反映资源的稀缺性程度。如果假如用 P 表示资源价格，用 L 表示资源开采的劳动价值，那么，(3-1) 式成立：

$$P=L \quad (3-1)$$

在市场经济条件下，资源进入社会再生产过程是以明确资源所有权以及所有权与使用权的分离为前提的。在我国自然资源归国有的产权制度框架下，资源价格的一部分是其产权收益的资本化，即资源所有者年预期收益的现值之和；另一部分是单位资源开发过程中所投入的劳动价值。假如用 P 表示资源价格，用 L 表示资源开采的劳动价值，用 C 表示资源产权收益的资本化，则 C =资源所有者年预期收益 / 利息率。那么，资源价格的构成由 (3-2) 式(谢高地、邵波，2005) 表示：

$$P=L+C \quad (3-2)$$

式 (3-2) 没有考虑资源开采的外部性问题。由于矿产资源等不可再生资源的过度开采会给当代人和资源产出地带来的环境损害，即资源的开采具有代内外部成本。这个部分可以用 G_d 表示。另外，资源开采会造成代际外部成本问题，即损害后代人的资源环境需要，这个部分用 G_m 表示。这样，资源的价格构成就由 (3-3) 式表示：

$$P = L + C + G_d + G_m \quad (3-3)$$

市场化改革以来，我国政府也在不断探索资源价格的改革，具体表现为费、税、补贴等几种形式，如：1992年5月20日施行的林地补偿费绿化费，1994年1月1日施行的资源税，1994年4月1日起施行的矿产资源补偿费，1997年10月1日起施行植物新品种保护费，1993年03月19日海洋废弃物倾倒费，1988年6月10日河道采砂管理费，2003年7月1日起施行的排污费，2004年8月9日施行的阳泉煤矿采矿权有偿使用费，2004年8月28日施行的征地补偿费，2006年1月1日施行的船舶垃圾处理费，2006年3月26日起施行的石油特别收益金，2006的4月15日起施行的水资源费，从2007年1月1日起新征建设用地有偿使用费，2007年3月10日山西省的煤炭可持续发展基金，2008年1月1日贵州的煤矿矿山环境治理恢复保证金，2010年2月22日施行的山西煤矿转产发展资金。

从资源价格的构成看，我国资源价格改革需要经历两次转型：第一次是从只考虑资源开采的劳动价值（L）向同时考虑资源开采的劳动价值（L）和产权价值（C）的转型；第二次是从只考虑资源开采的劳动价值（L）和产权价值（C）向同时考虑资源开采的劳动价值（L）、产权价值（C）、资源开采的代内外部成本（ G_d ）以及资源开采的代际成本（ G_m ）的转型。第一次转型自从市场化改革以来就在持续开展，但是，还不彻底，资源开采的产权价值的实现程度严重不足；第二次转型正在进行，但是，资源开采的代内外部成本（ G_d ）的实现程度严重不足，资源开采的代际外部成本（ G_m ）基本尚未考虑。

2. 我国现行资源价格的定价机制

资源价格包括土地、水、电、煤炭、石油、天然气、太阳能、风能、潮汐能、核能、林木等各种资源的价格。这里选取水、电、煤炭、石油和天然气价格进行简要介绍。

（1）现行水定价机制

《水利工程供水价格管理办法》¹规定：水利工程供水价格由供水生产成本、费用、利润和税金构成。农业用水价格按补偿供水生产成本、费用的原则核定，不计利润和税金。非农业用水价格在补偿供水生产成本、费用和依法计税的基础上，按供水净资产计提利润，利润率按国内商业银行长期贷款利率加2至3个百

¹ 国家发展和改革委员会与水利部：水利工程供水价格管理办法，2003年。

分点确定。关于水利工程供水，《办法》第十三条还规定，水利工程供水应逐步推行基本水价和计量水价相结合的两部制水价。基本水价按补偿供水直接工资、管理费用和 50%的折旧费、修理费的原则核定。计量水价按补偿基本水价以外的水资源费、材料费等其他成本、费用以及计入规定利润和税金的原则核定。水资源费征收标准由省、自治区、直辖市人民政府价格主管部门会同同级财政部门、水行政主管部门制定，报本级人民政府批准，并报国务院价格主管部门、财政部门和水行政主管部门备案。其中，由流域管理机构审批取水的中央直属和跨省、自治区、直辖市水利工程的水资源费征收标准，由国务院价格主管部门会同国务院财政部门、水行政主管部门制定。由此可见当前的水价未能充分反映水资源费和污染治理成本。

(2) 现行电力定价机制

电价，是指电力生产企业的上网电价、电网间的互供电价和电网销售电价，它应当合理补偿成本，合理确定收益，依法计入税金。跨省、自治区、直辖市电网和省级电网内的上网电价，由电力生产企业和电网经营企业协商提出方案，报国务院物价行政主管部门核准。独立电网内的上网电价，由电力生产企业和电网经营企业协商提出方案，报有管理权的物价行政主管部门核准。地方投资的电力生产企业所生产的电力，属于在省内各地区形成独立电网的或者自发自用的，其电价可以由省、自治区、直辖市人民政府管理。跨省、自治区、直辖市电网和独立电网之间、省级电网和独立电网之间的互供电价，由双方协商提出方案，报国务院物价行政主管部门或者其授权的部门核准。独立电网与独立电网之间的互供电价，由双方协商提出方案，报有管理权的物价行政主管部门核准。跨省、自治区、直辖市电网和省级电网的销售电价，由电网经营企业提出方案，报国务院物价行政主管部门或者其授权的部门核准。独立电网的销售电价，由电网经营企业提出方案，报有管理权的物价行政主管部门核准。国家实行分类电价和分时电价。分类标准和分时办法由国务院确定。对同一电网内的同一电压等级、同一用电类别的用户，执行相同的电价标准。用户用电增容收费标准，由国务院物价行政主管部门会同国务院电力管理部门制定。任何单位不得超越电价管理权限制定电价。供电企业不得擅自变更电价。由此可见，电价并不是通过市场供求关系自发形成的，而是由物价行政主管部门和电力管理部门决定或核定的。

(3) 现行煤炭定价机制

煤炭价格主要由成本、费、税、利等几部分构成。资源使用税、资源使用费、铁路运输费、铁路桥运输基金、点装费等诸多非煤因素对煤炭市场交易价格产生重要的影响。国家发改委放手 2010 年度的煤炭衔接会，是电煤迈向市场化的关键一步，但这并不必然带来煤炭价格的完全市场化。“市场煤”、“计划电”以及由政府主导和推动的煤企重组，以非市场化的手段实现兼并重组，使得煤炭市场化不完全，煤炭价格在一定程度上依然由政府控制。

(4) 现行石油定价机制

国家发改委根据新加坡、纽约和鹿特丹等三地市场价格的变动情况来确定调整国内的成品油价格，当三地成品油加权平均价格变动幅度超过 8%时，即调整国内成品油的价格。在此机制下，成品油经营企业可根据市场情况在不超过最高零售价格、最高批发价格或最高供应价格的前提下，自主确定或由供销双方协商确定具体价格。原油价格由企业参照国际市场价格自主制定。中石化和中石油之间互供原油价格由购销双方按国产陆上原油运达炼厂的成本与国际市场进口原油到厂成本相当的原则协商确定。中石化、中石油供给方炼厂的原油价格参照两个集团公司之间互供价格制定。中海油总公司及其他企业生产的原油价格参照国际市场价格由企业自主制定。

(5) 现行天然气定价机制

从生产环节看,天然气成本由三部分组成: 生产成本、运输成本和配送成本。天然气价格由成本、利润、税金组成。现行政策规定县级以上地方人民政府价格主管部门确定和调整管道燃气销售价格，应当征求管道燃气用户、管道燃气经营者和有关方面的意见。

3. 我国现行资源价格的扭曲

我国资源价格总体上尚未完全反映资源本身的价值和稀缺程度。以水资源为例，水资源价格与价值严重背离，导致水资源短缺与浪费局面并存。我国绝大部分地区农业生产仍然处于大水漫灌的状况。全国平均每立方米水的 GDP 产出只有世界平均水平的 1/5。农业灌溉用水有效利用系数为 0.4~0.5，而发达国家为 0.7~0.8；单方水的粮食产量不足 1 公斤，发达国家已达 1.6~1.8 公斤；工业用水重复利用率只在 60%左右，发达国家已达 85%；许多城市输配水管网和用水

器具的漏失率高达 20%以上，发达国家在 10%以下。¹

根据式（3-3）可以清楚地看出，资源价格低于市场均衡价格，主要源于三个方面：

第一，资源产权收益的实行按程度严重不足。虽然我国资源开采已经实施有偿使用制度，但资源所有者的主体模糊和缺失，其价格仅仅具有象征意义，有些特殊的资源如排污权、碳权等的使用基本还是零价格。

第二，代内环境外部成本补偿不足。煤炭、石油等矿产资源的开发，往往面临当地居民的拆迁、资源开采中的环境污染、资源使用中的环境污染的负外部性问题。外部性的内部化主要有管制手段、庇古手段和科斯手段（沈满洪，2001）等。我国在政策实施中存在的问题是：管制手段面临政府失灵，庇古手段政策执行不到位，科斯手段不敢放手使用。由此导致外部性内部化的程度很低，与此对应的是二氧化碳等废气的过度排放。

第三，代际环境外部成本尚属空白。虽然可持续发展战略的提出已经 20 多年，但是资源开发中所出现的代际外部性问题始终尚无良策予以解决。

过低的资源价格造成了资源的过度使用、过度消耗，并导致开发利用效率低和资源贸易损失等现象，使得二氧化碳等温室气体的过量排放，严重制约了资源行业的可持续发展。

（二）我国资源价格扭曲导致经济高碳发展

1. 高碳资源价格偏低致使高碳资源使用过量

我国的煤炭、石油、天然气等高碳资源价格与其理论价格相比明显偏低。高碳资源价格偏低造成对高碳资源的过度使用，使得经济发展高碳化趋势越来越严重。

我国还正处于工业化中期，经济社会发展对能源的依赖度极高。同时，我国的能源资源禀赋优势为煤炭。在这种能源结构下，我国经济快速增长不可避免地依赖煤炭。在国内主要耗煤产业中，火电、钢铁和水泥是三大巨头。2008 年这三大行业耗煤合计占比达到 79%，其中火电、钢铁和水泥分别占煤炭消费量的 50%、17%和 12%。见图 3-1。

¹晓丰：我国节约用水的现状、措施和发展趋势，2005。

<http://bbs.h2o-china.com/viewthread.php?tid=107505&page=1&authorid=93714>。

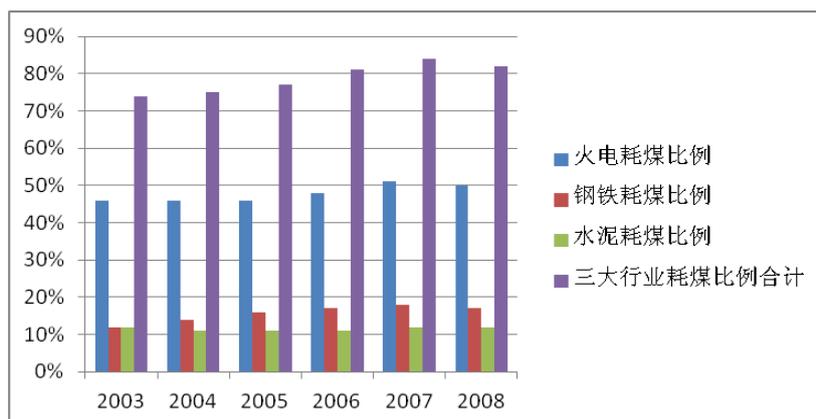


图 3-1 我国火电、钢铁和水泥三大行业耗煤占比¹

在我国，热力电站大约消耗我国原煤年产量的 70% 以上。电煤由国家指导定价，电煤价格低于其市场均衡价格，造成电厂对煤炭的过量需求。同时由于电价低于市场均衡价格，致使居民无节制地用电甚至浪费性用电和奢侈型用电盛行，2004 前后全国各地陆续出现的拉闸限电的现象就是一个明证。而煤炭等化石能源又是碳排放量最高的资源，属于高碳资源。表 3-1 是各种化石能源燃料的碳排放系数表，从中可以看出煤炭的碳排放系数在能源资源中是最高的。

表 3-1 各种化石能源燃料的碳排放量系数

| 燃料别 | IPCC 2006 年 CO ₂ 排放系数 | |
|------------|----------------------------------|-----------------------|
| | CO ₂ 排放系数 | 单位 |
| 原煤 | 94, 600 | kgCO ₂ /TJ |
| 焦煤 | 94, 600 | kgCO ₂ /TJ |
| 原油 | 73, 300 | kgCO ₂ /TJ |
| 柴油 | 74, 100 | kgCO ₂ /TJ |
| 液化石油气(LPG) | 63, 100 | kgCO ₂ /TJ |
| 天然气 | 56, 100 | kgCO ₂ /TJ |
| 炼油气 | 57, 600 | kgCO ₂ /TJ |
| 炼焦炉气 | 44, 400 | kgCO ₂ /TJ |

资料来源：据政府间气候变化专门委员会（2006）：《2006 IPCC 国家温室气体清单指南》整理所得。

总之，资源禀赋优势和过低资源价格导致煤炭资源等高碳资源的过度使用，高碳资源的过度使用导致经济发展高碳化趋势日益严重。

2. 低碳资源及低碳产品定价过高

(1) 低碳资源价格过高导致低碳资源的使用缺乏激励

¹资料来源：佚名，四大行业耗煤量占比 82%，2009 年，

<http://news.gaogong123.com/asdisp-5de57a0b8d448baf-4506035.html>。

以能源为例，低碳能源资源包括天然气、非常规天然气资源（煤层气、页岩气、致密砂岩气等）和各种新能源亦即可再生资源，如风能、太阳能、地热能、海洋能、生物质能等可再生资源经转化或加工后的电力或洁净燃料。作为低碳资源的风能和太阳能，由于开发技术的限制，其利用成本相当高，使其供求均衡价格比高碳资源的均衡价格高出很多，造成对低碳资源的使用激励不足的局面。

据悉，风力发电成本是火力发电成本的一倍。风力发电成本主要由风电项目投资成本、运行维护成本和其他成本，其中，风电项目投资成本中的固定资产投资成本，约占总投资的85%以上。此外，风电发展还受自然条件和市场风险的双重制约。这些原因导致风电的价格是火电价格的一倍左右。目前风电价格为每千瓦/时0.51~0.61元，而火力发电的不完全成本为每千瓦/时0.2~0.3元。¹由于风电的不稳定性、输送距离远以及价格偏高使得风电的利用缺乏激励。

太阳能发电成本更是远高于煤电成本。首先，太阳能发电装置每瓦的平均成本在70元以上，考虑到一户普通家庭最起码需要5个千瓦，投资在35万元左右。其次，缺少政府的鼓励措施。欧美发达国家大都采取措施鼓励居民安装太阳能发电系统，比如部分赠款、无息贷款等，并以高出普通电价几倍的价格购买居民家中多余的太阳能电量。例如德国的居民家中并网发电，自用电是0.1欧元/度，而卖出的电价是0.5欧元/度。此外，发达国家还以法律的形式促进太阳能产业的发展，如美国早在1978年就颁布了有关可再生能源的法律，以色列在20世纪80年代为太阳能热水器立法，规定凡新建住宅必须按技术规范安装太阳能热水器，从而使以色列的太阳能热水器普及率迅速达到了85%。而我国2009年补贴标准具体为：对于建材型、构件型光电建筑一体化项目，补贴标准不超过20元/瓦；对于与屋顶、墙面结合安装型光电建筑一体化项目，补贴标准不超过15元/瓦²。这是针对企业的补助，而对于消费者这一群体的补助还缺乏类似的规定。

（2）低碳产品消费成本高导致低碳产品使用缺乏激励

低碳产品除了具有节能减排、降低能耗等功能外，产品本身从选材、设计、制造、运输及回收等方面也处处体现出低碳特征，因此其成本明显上升，价格自然也较高。专家认为，设计力量缺乏、技术含量高、安装成本高、维护投入以及

¹国家发展改革委：《关于完善风力发电上网电价政策的通知》，2009年。

²中华人民共和国财政部办公厅，中华人民共和国住房和城乡建设部办公厅：《关于印发太阳能光电建筑应用示范项目申报指南的通知》，2009年。

推广费用高等，是低碳产品价格偏高的原因。例如，利用吊顶辐射板为家中供热制冷的技术在国内少见。这类产品的技术含量和前期研发成本很高，所以售价就很难降低；水盆与马桶一体化的节水产品，对房屋建筑结构的要求比较严格，如安装这类产品需要做一些建筑结构上的调整，加之设计与技术成本，使该类产品价格高昂；许多优质的室内机电系统，本身花费并不高，100多平方米的房间可能只需要几千元，但其安装及后期维护费用高到往往使普通消费者难以承受的程度。由于低碳产品的消费成本过于昂贵，导致低碳消费严重受阻。

（三）我国资源价格扭曲的根源分析

1. 我国的资源禀赋结构不理想

国的资源禀赋特点使得煤炭价格相对于石油和天然气便宜很多，价格偏低致使煤炭过度使用，而煤炭又是所有能源中最高碳的。表 3-2 显示煤炭在我国能源生产中所占的比重。从中可见，我国 2008 年一次能源中原煤占 81%，原油占 11.3%，天然气占 4.3%，其他各类能源占 3.0%。很明显，我国清洁能源和低碳资源的生产量在能源总生产量中占比显著偏小。清洁能源和低碳资源的生产过少也导致资源价格的扭曲，阻碍低碳发展。因此，我国资源禀赋结构决定了我国经济高碳的显著特点。

表 3-2 我国一次能源生产量结构

| 年份 | 电热当量计算法 | | | | | | |
|--------|--------------------|----------------|------|---------|-------|-----|-----|
| | 一次能源生产量 (万吨标准煤) | 占能源生产总量的比重 (%) | | | | | |
| | | 原煤 | 原油 | 天然 气 | 水电、核电 | | |
| 其他能源发电 | 水电 | | | | 核电 | | |
| 2000 | 128743 | 76.8 | 18.1 | 2.8 | 2.3 | 2.1 | 0.2 |
| 2001 | 136223 | 77.2 | 17.2 | 3.0 | 2.7 | 2.5 | 0.2 |
| 2002 | 142829 | 77.5 | 16.7 | 3.0 | 2.7 | 2.5 | 0.2 |
| 2003 | 164011 | 79.9 | 14.8 | 2.8 | 2.5 | 2.2 | 0.3 |
| 2004 | 187268 | 81.0 | 13.4 | 2.9 | 2.7 | 2.3 | 0.3 |
| 2005 | 205860 | 81.5 | 12.6 | 3.2 | 2.7 | 2.4 | 0.3 |
| 2006 | 220895 | 81.8 | 12.0 | 3.5 | 2.8 | 2.4 | 0.3 |
| 2007 | 234956 | 81.8 | 11.3 | 3.9 | 2.9 | 2.5 | 0.3 |
| 2008 | 247010 | 81.0 | 11.3 | 4.3 | 3.4 | 2.9 | 0.3 |

数据来源：《中国能源统计年鉴 2009》，中国统计出版社，2010 年出版，P3-1。

2. 我国快速工业化对资源的迅猛需求

工业生产是人为改变物质形态进行加工制造的过程，大量采用自然资源作为

工业原料和利用能源提供工业动力是工业生产的重要特点。由表 3-3 中 2003 年~2008 年的数据可以看出在我国能源消耗中，工业消耗的能源一直占能源总消耗的 70%以上，且稳定在 71%~72%的水平。

据《中国省域经济综合竞争力发展报告(2008~2009)》(李建平、李闽榕、高燕京, 2010), 上海、北京已处于后工业化阶段, 天津、广东已处于工业化后期后半阶段, 浙江、江苏、山东已处于工业化后期前半阶段, 辽宁、福建处于工业化中期后半阶段, 山西、内蒙古等 10 省份处于工业化中期前半阶段, 河南、湖南等 10 省份处于工业化初期后半阶段, 贵州处于工业化初期前半阶段, 西藏尚处于前工业化阶段。由此可知我国大部分省份还没有完成工业化, 还处于工业化快速发展的阶段。工业的发展依赖大量的资源, 加上城市化的发展和人民生活水平的提高, 在今后一段时间内, 我国对能源的需求仍将处于高增长期。工业化的阶段性特征又决定了我国经济的高碳特征。

表 3-3 分行业能源消费总量(单位: 万吨标准煤)

| 行 业 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 消 费 总 量 | 183792 | 213456 | 235997 | 258676 | 280508 | 291448 |
| 农、林、牧、渔、水利业 | 4955 | 5697 | 6071 | 6331 | 6228 | 6013 |
| 工业 | 131168 | 152507 | 168724 | 184946 | 200531 | 209302 |
| 建筑业 | 2721 | 3115 | 3403 | 3761 | 4128 | 3813 |
| 交通运输、仓储和邮政业 | 14116 | 16642 | 18391 | 20284 | 21959 | 22917 |
| 批发、零售业和住宿、餐饮业 | 3915 | 4484 | 4848 | 5314 | 5689 | 5734 |
| 其他行业 | 7153 | 8243 | 9255 | 10276 | 11158 | 11771 |
| 生活消费 | 19765 | 22768 | 25305 | 27765 | 30814 | 31898 |
| 工业占比 | 0. 7137 | 0. 7145 | 0. 7149 | 0. 7150 | 0. 7149 | 0. 7181 |

数据来源: 《中国能源统计年鉴 2009》, 中国统计出版社, 2010 年出版,P4-28。

3.我国要素市场改革相对滞后

资源要素市场化改革是我国由计划经济体制向市场经济体制转轨过程中的薄弱环节, 其市场化程度远低于一般商品市场。国资委管辖的 126 家央企涵盖的全部是产业上游主要的基础性行业: 航天军工、信息技术、石油石化、电力煤炭、汽车、机械、钢铁、有色、航运、地产、烟草等。在 2009 年国务院出台的十项产业振兴计划中, 央企几乎全部涉及到, 同时, 4 万亿的中央投资计划几乎全部

投入到国企。这种投资计划对民营资本的挤出效应是十分明显的。央企自身大规模的扩张和对资源的垄断，不仅没有形成规模效应，还造成了严重的资源浪费。由此看出，反映市场供求关系、资源稀缺程度、环境损害成本的生产要素和资源价格形成机制还不完善，因此必须改变过去单纯依靠行政手段配置资源要素的方式，推进资源要素市场化改革，逐步建立用竞争性方式获得资源要素的配置机制和反映资源稀缺程度的资源要素价格形成机制。

与要素市场的市场化改革滞后相对应，我国资源开发领域存在进入壁垒。我国资源开发是由特定部门许可批准的：部分资源的开采由国务院地质矿产主管部门审批登记，部分是由省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门审批登记，还有部分是经国务院指定的机关审查同意后，由国务院地质矿产主管部门登记。国务院规定由指定的单位统一收购的矿产品，任何其他单位或者个人不得收购；开采者不得向非指定单位销售。

资源垄断与进入壁垒阻碍了资源开采的市场化，给政府自身留下了“设租”寻利的机会。资源开发的央企垄断导致资源开发使用效率的损失，助长了我国经济的高碳化。

4. 对资源环境外部性缺少有效的管制办法

比较（3-2）和（3-3）式可知，（3-2）式没有考虑资源开采时的代内外部成本（ G_d ）和代际外部成本（ G_m ）。出现这种情况的原因在于，在资源价值的构成中，无论是代内外部成本 G_d 还是代际外部成本 G_m ，都很难通过市场机制自发地实现，都需要完善资源环境税费制度及征收机制来使这些外部成本内部化。而在中国的制度设计中，这方面的管制却严重缺失。原因主要是两个方面：一是技术性障碍，特别是外部性的量化存在困难。关于资源环境外部性的量化方法主要来源于市场价值法、替代市场法和想象市场法等。虽然这三种方法在一定程度上解决了部分外部性的量化问题，但由于现实环境的复杂性、环境受损主体和补偿主体的难以界定以及损失的难以衡量，比如温室气体对具体的每个人的损失影响很难精确量化，使得外部性的量化存在困难。二是制度性障碍，尤其是资源环境产权的界定等存在困难。科斯定理指出解决外部性问题的前提是明晰的产权，而明晰产权本身就很难做到或者成本高昂。它不仅要求对各种权利做出明确的规定而且还要求已做出规定的权利具有排他性和可转让性。环境是公共物

品，具有非排他性和非竞争性，无法将这种产权界定给私人，只能建立公共产权，公共产权内部的外部性问题显然无法通过科斯定理来解决。当然，随着环境容量稀缺性程度的不断加剧，环境产权界定所可能获得的收益终将超过其成本，届时开放性产权转向封闭性产权将会水到渠成。

二、低碳经济视角下我国现行环境财税政策评述

（一）我国现行环境财税政策概述

1. 收入角度

我国与环境相关的收入方面的财税政策主要包括排污费、污染处理费(污水处理费和垃圾处理费)、水资源费、矿区使用费、土地使用费(或场地占用费)、消费税、车船使用税、城市维护建设税、资源税、城镇土地使用税、耕地占用税以及其他促进环保的税收措施等。

2003年1月，国务院颁布了《排污费征收使用管理条例》（国务院令第369号），此条例构筑了以总量控制为原则、以环境标准为法律界限的新的排污收费框架体系；实现了由超标收费向总量收费转变、由单一浓度收费向浓度与总量相结合的收费转变、由单因子收费向多因子收费转变、由低收费标准向补偿治理成本的目标收费转变；确立了排污费的“收支两条线”的原则；在加大环保执法力度、规范执法行为、构建强有力的监督、保障体系、突出政务公开等方面也做了明确规定。车船使用税一般是在缴纳机动车强制保险时由保险机构代为征收。机动车只有缴纳了交强险后才可以注册登记，才可以挂牌，所以受惠于交强险的强制性，我国的车船使用税征收比较顺利。其他税种如资源税、城市建设维护税、城镇土地使用税、耕地占用税以及消费税等，由于有具体的税则和专门的征收机构和具体的惩罚条例，实施效果良好。

2. 支出角度

支出方面的环境财税政策主要包括生态环境补偿费、矿产资源补偿费、矿山企业安全费用、增值税、关税和企业所得税等。

因生态建设与环境保护存在外部性问题，所以建立生态环境补偿机制必不可少。但是环境补偿主体难以明确，补偿标准难以核定，我国的生态环境补偿费的实施情况及实施效果除了生态公益林生态补偿机制实施比较顺利外，其他方面的补偿并没有达到预期效果。矿山安全法规定，矿山企业必须从矿产品销售额中按

照国家规定提取安全技术措施专项费用。安全技术措施专项费用必须全部用于改善矿山安全生产条件，不得挪作他用。但此规定并没有得到有效的执行，并没有强制性地增加企业成本。关于矿产资源补偿费，多数国家、多数矿产资源权利金费率都保持在 2%~8% 之间，我国根据不同矿产资源，按销售收入的 0.5%~4% 征收；石油、天然气、煤炭等重要能源补偿费只有 1%¹，而国外石油天然气矿产资源补偿费征收率一般为 10%~16%，美国矿产资源远比中国丰富，其石油、天然气、煤炭(露天矿)权利金²费也高达 12.5%，澳大利亚、马来西亚为 10%。显然，我国的矿产资源补偿费费率偏低。

(二) 我国高碳环境财税政策助长高碳发展

1. 对高碳资源、高碳生产和高碳产品的征税不力

(1) 对高碳资源征税过低

在资源税中，对原油、煤炭等高碳资源征收的税费过少，导致对这些高碳资源的过度开采和使用。现行税法规定，对开采的天然原油征税，税额为 8~30 元/吨，人造石油不征税；对原煤征税，税额为 0.3~8 元/吨，洗煤、选煤和其他煤制品不征税。

每吨 30 元的税额与每吨 3771 元³的价格相比，很难约束石油开采商的开采行为。对人造原油免税也不符合低碳减排的目标。人造原油⁴可以缓解资源紧张的局势，同时它亦属于高碳资源，对其免税不能有效抑制人们对石油的消费。

(2) 对高碳生产征税过低

增值税中对油气田企业提供的生产性服务设置的税率为 17%。此外，国务院还批准对某些油气田企业采用 5% 的征收率征收增值税。同时规定从 2009 年 1 月 1 日起，对成品油生产企业在生产成品油过程中，作为燃料、动力及原料消耗掉的自产成品油，免征消费税。油气田企业是高碳生产企业，其税率应高于一般商品生产的税率，但我国现行税法却与此相悖，处处体现了对油气田企业的照顾。

企业所得税、城镇土地使用税和耕地占用税等也没有对高碳生产企业按高税

¹国务院令 150 号《矿产资源补偿费征收管理规定》。

²权利金是指矿业权人向油气资源所有权人因开采矿产资源而支付的赔偿，在国内称为资源补偿费。

³按照世界平均比重的原油来计算，公认的换算为：1 吨原油=7.35 桶（每桶为 42 美制加仑）或粗略计算按照：1 吨原油=1174 升。2010 年 9 月 24 日的汇率为 1\$=6.7¥，油价采用 2010 年 9 月 24 日大庆油田的价格 76.56 美元/桶。

⁴人造石油：从煤或油页岩等中提炼出的液态碳氢化合物，与天然石油具有相同或相似的成分。

率进行征税，而只是与一般生产型企业税率一致。这样就激励高碳企业继续从事高碳生产。

(3) 对高碳产品征税过低

世界发达国家已经普遍实施燃油税。如美国 2008 年第一季度各州汽油的燃油税平均税率为每美国加仑¹0.286 美元，加上每美国加仑 0.184 美元的联邦税，合计每美国加仑汽油税额为 0.47 美元，或者每升 0.124 美元，相当于对汽油征收 30% 的燃油税。其他国家税率如下：加拿大 33%，俄罗斯 70%，英国 80%，日本 120%，法国 300%，德国 360%。从汽油零售价格看，比利时、法国、德国、意大利、荷兰和英国等国的汽油零售价格中，燃油税所占比重分别为 61.8%、63.8%、67.6%、60.3%、65.4% 和 63.9%。我国周边国家和地区燃油税税负大体为 40% 左右，属于中等水平，如日本、韩国、印度、新加坡、俄罗斯、中国香港和澳门的汽油零售价格中燃油税所占比重分别为 41%、31.5%、52.1%、26.1%、44.2% 和 39.3%。目前我国成品油零售价格中包含的间接税主要有增值税、消费税、城市维护建设税和具有税收性质的教育费附加。综合计算，上述税费在汽油、柴油零售价格中所占比重分别为 19.7% 和 17.8%²。对于车船，我国实行的车船税基本上是按照净重或自重征收定额税的，没有考虑对排碳量高的车船的惩罚性税收；税率只有 10% 的车辆购置税不能有效抑制对碳排放量高的汽车的购买。

2. 对低碳资源、低碳生产和低碳产品补贴不足

(1) 对低碳资源补贴过低

再生能源法规定，电网企业依照本法第十九条规定确定的上网电价收购可再生能源电量所发生的费用，高于按照常规能源发电平均上网电价计算所发生费用之间的差额，附加在销售电价中分摊。此条款虽然保证了再生资源发电企业的成本，但并未给予他们一定的利润空间，这样将不利于刺激他们的生产积极性。加拿大为鼓励可再生能源技术的发展，联邦政府采用了一定的财政（税收）补贴政策。如可对热力和电力生产用的可再生能源投资业提供一次性财政补贴，或加速设备折旧等；对采用可再生能源的运输业，可以免除乙醇燃料销售的联邦消费税等。

¹ 1 美国加仑= 0.003785411784 立方米。

² 佚名（2008）：《成品油价税费改革若干问题问答》，
<http://www.chinatax.gov.cn/n8136506/n8136548/n8136623/8712588.html>。

天然气是清洁能源，同时也是低碳资源，应适用更低的税率，但增值税中没考虑天然气的环境效益，对其征收的税率为 13%。太阳能属于新能源，各国对太阳能的补助力度远比中国大。意大利有关计划规定，对私人安装太阳能设备，政府最高将给予 75% 的资助；私人太阳能设备所发电力超过自己消耗的部分可以出售给公共电力部门。以色列的太阳能研究经费三分之一来自政府，同时政府规定新建房屋必须配备太阳能热水器，否则不予使用。

(2) 对低碳生产补贴过低

低碳生产的补贴主要涉及增值税优惠和企业所得税优惠。

涉及环境保护的增值税的目的在于通过优惠政策来鼓励资源的综合利用、促进废旧物资回收、鼓励清洁能源和环保产品的生产、鼓励环境基础设施的建设。我国的增值税税收优惠状况见表 3-4。

涉及低碳发展的企业所得税的减免政策如下：

一是企业利用“三废”免税政策。规定企业利用废水、废气、废渣等废弃物为主要原料进行生产的，可在 5 年内减征或者免征所得税(财税[1994]1 号)，具体包括：①企业在原设计规定的产品以外，综合利用本企业生产过程中产生的，在《资源综合利用目录》内的资源作主要原料生产的产品的所得，自生产经营之日起，免征所得税 5 年；②企业利用本企业外的大宗煤矸石、炉渣、粉煤灰作主要原料，生产建材产品的所得，自生产经营之日起，免征所得税 5 年；③为处理利用其他企业废弃的，在《资源综合利用目录》内的资源而新办的企业，经主管税务机关批准后，可减征或者免征所得税 1 年。

二是淘汰消耗臭氧层生产线企业所获得的“议定书”多边基金的赠款免税政策。为顺利履行“议定书”淘汰消耗臭氧层物质的义务和要求，促进我国环境保护事业的发展，凡经国家环保部通过招标确定需要淘汰消耗臭氧层生产线企业所获得的“议定书”多边基金的赠款，经国家税务总局批准，可视为有指定用途的基金，免于征收企业所得税(国税函[2000]228 号)。

三是对专门生产当前国家鼓励发展的环保产业设备(产品)的免税政策。规定对专门生产《当前国家鼓励发展的环保产业设备(产品)目录》所包含的设备(产品)的企业(分厂、车间)，在符合独立核算、能独立计算盈亏的条件下，其年度净收入在 30 万元(含 30 万元)以下的，暂免征收企业所得税，超过 30 万元的部

分，依法缴纳企业所得税(国经贸资源[2000]159号、国经贸资源[2002]23号)。

四是对国家鼓励发展的环保产业设备实行投资抵免、加速折旧政策。规定企业技术改造项目凡使用《当前国家鼓励发展的环保产业设备(产品)目录》(第一批)中的国产设备，按照财政部、国家税务总局《关于印发〈技术改造国产设备投资抵免企业所得税暂行办法〉的通知》(财税字[1999]290号)的规定，享受投资抵免企业所得税的优惠政策，并可实行加速折旧办法。

表 3-4 增值税税则中的税收优惠表

| 政策目的 | 优惠方式 | 优惠项目 | 政策依据 |
|----------------|------|--|--------------|
| 鼓励资源综合利用 | 免征 | (1) 企业利用废液(渣)生产的黄金、白银 | 财税字[1995]44号 |
| | | (2) 在生产原料中掺有不少于30%的煤矸石、石煤、粉煤灰、烧锅炉的锅底渣(不包括高锅水渣)的建材产品(包括商品混凝土) | 财税字[1995]44号 |
| | 减半征收 | (3) 以煤矸石、石煤、油母页岩(用量占发电燃料的比重必须达到60%以上)生产的电力 | 财税[2008]156号 |
| | 即征即退 | (4) 利用城市垃圾(重量占发电燃料的比重不低于80%)生产的电力 | 财税[2008]156号 |
| | | (5) 利用煤炭开采过程中伴生的废弃油母页岩生产加工的页油岩及其他产品 | 财税[2001]19号 |
| | | (6) 生产原料中掺有不少于30%的废旧沥青混凝土生产的再生沥青混凝土 | 财税[2001]198号 |
| | | (7) 在生产原料中掺有不少于30%的煤矸石、石煤、粉煤灰、烧锅炉的锅底渣(不包括高锅水渣)及其他废渣生产的水泥(包括水泥熟料) | 财税[2001]198号 |
| | | (8) 对生产原料中粉煤灰和其他废渣掺兑量在30%以上的水泥熟料 | 国税[2004]25号 |
| | | (9) 燃煤电厂烟气脱硫副产品,包括:二水硫酸钙含量不低于85%的石膏、浓度不低于15%的硫酸、总氮含量不低于18%的硫酸铵 | 国税[2004]25号 |
| | 先征后退 | (10) 对煤层抽采企业的增值税一般纳税人抽采销售煤层气实行增值税先征后退政策 | 财税[2007]16号 |
| 促进废旧物资回收 | 免征 | (1) 废旧回收经营单位销售其收购的废旧物资 | 财税[2001]78号 |
| | 抵扣 | (2) 增值税一般纳税人的生产企业购入废旧物资可按普通发票上注明的金额的10%计算抵扣进项税额 | 财税[2001]78号 |
| 鼓励清洁能源和环保产品的生产 | 减半征收 | (1) 利用风力生产的电力 | 财税[2008]156号 |
| | | (2) 列入《享受税收优惠政策新型墙体材料目录》的新型墙体材料产品 | 财税[2004]25号 |
| 鼓励环境基础设施建设 | 免征 | (1) 各级政府及主管部门委托自来水厂随水费收取的污水处理费 | 财税[2001]97号 |

五是公益性捐赠扣除。自2004年1月1日起,对企事业单位、社会团体和个人等社会力量,通过中华环境保护基金会用于公益救济性的捐赠,准予在缴纳

企业所得税和个人所得税前扣除(财税[2004]172号)。个人所得税纳税人捐赠额不超过应纳税所得额 30%的部分,允许在税前扣除(国税函[2003]762号)。

六是对从事污水、垃圾处理业务的外商投资企业,可以认定为生产性外商投资企业,享受“两免三减半”优惠(国税函[2003]388号)。

七是外国企业为科学研究、开发能源、发展交通事业、农林牧生产以及开发重要技术提供专有技术所取得的特许权使用费,可以按百分之十的税率征收所得税,其中技术先进或者条件优惠的,可以免征所得税。其中与环保有关的可以享受优惠的技术:①改良土壤、草地,开发荒山,以及充分利用自然资源的技术;②培育动植物新品种和生产高效低毒农药的技术;③对农、林、牧、渔业进行科学生产管理,保持生态平衡,增强抗御自然灾害能力等方面的技术;④在节约能源和防治环境污染方面提供的专有技术;⑤煤的液化、气化及综合利用技术。

从增值税和企业所得税的具体税则中可以看出,我国目前对低碳生产的补贴种类不少,但是,有的政策力度不足,有的政策存在空白,还无法有效激励企业主动从事低碳生产。

(3) 对低碳产品补贴过低

在车辆购置税中,对于小排量的汽车所给予的优惠补贴直到 2009 年和 2010 年时才可以享受到,并且优惠税率也很低:2009 年为 5%,2010 年为 7.5%。车船税中,没有关于小排量车船的优惠条款。关于新能源汽车在购买时的补贴,我国的补贴也低于发达国家的补贴。在我国,新能源汽车比传统能源汽车售价高出 20%以上,而对于新能源汽车的补贴却不到其价格的 20%。国外各国新能源汽车的补贴对比见表 3-5,各国的补贴率都高于 20%。

(三) 我国高碳环境财税政策的根源分析

1. 低碳财税政策取向不明确

现行与环境相关的财税政策主要体现在节能降耗、可再生能源、废弃回收物资、科技创新等领域,主要是针对环境污染问题的,大多没有针对温室气体排放,缺少专门以减少温室气体的排放为目的的税收。

关于能源消费,国家规定较低的电价使居民用电无度,课题组在 2010 年 7 月份对杭州市区的调研结果显示,某些居民户一个月的电费竟高达 900 元,而电价却只有每度 0.5 元。这种“低电价、高消耗”的做法,与低碳经济的目标相去

甚远。关于汽车消费，国家近两年一直在宣扬拉动内需，促进消费，鼓励居民增加对汽车的消费，汽车是碳排放的“主力军”，这样又导致碳排放的增加，走向低碳发展的反面。

表 3-5 各国新能源汽车补贴对比

| 国家 | 补贴政策 |
|-----|---|
| 中国 | 按动力电池容量确定补贴 3000 元人民币/千瓦时，插电式混合动力车每辆最高 5 万元，纯电动乘用车每辆最高 6 万元。混合动力汽车被列为节能汽车，每辆 3000 元标准一次性补贴。 |
| 美国 | 购买混合动力汽车的人每辆最高 3400 美元抵税额(已停止)，给予购买插电式电动车的人每辆车 7500 美元抵税额。 |
| 日本 | 2009 年，税制改革法案指出根据环保车性质和指标，汽车购置税和汽车重量税可以全免、减免 75%或 50%。 |
| 英国 | 购买纯电动汽车免除年度流通税，2010 年 4 月 1 日起，针对纯电动轿车，免除前 5 年的企业车辆税，针对纯电动货车，免除前 5 年的货车收益费；2011 年起，购买纯电动汽车和插电式混合动力汽车可以获得车辆价格 25%最高 5000 英镑补贴。 |
| 法国 | 购买 CO ₂ 排放不超过 60 克/公里的电动汽车最高可获得 5000 欧元的补助金。购买 CO ₂ 排放不超过 135 克/公里的混合动力汽车可获得 2000 欧元补助。 |
| 西班牙 | 购买 CO ₂ 排放不超过 60 克/公里的电动汽车最高可获得 5000 欧元的补助金。购买 CO ₂ 排放不超过 135 克/公里的混合动力汽车可获得 2000 欧元补助。 |

资料来源：【补贴起锚】表列各国新能源汽车补贴对比，

<http://www.p5w.net/stock/hkstock/ggzx/201006/t3010113.htm>。

2.环境财税政策体系不健全

在促进经济低碳化方面，我国主要倚重财政支出政策，而现行的财政体系没有完整的环境保护财政支出科目，环境保护公共支出总量也明显不足。虽然在能效投资、新能源开发等方面有一些财政支持与鼓励政策，但对高能耗、高排放行为仍缺少必要的约束手段，其表现之一就是缺少相应的税收调控工具。碳税、能源税、环境税等能够使环境成本内部化的税种在我国十分欠缺甚至存在空白。因此，必须尽快建立、健全符合中国实际的低碳财税政策体系，以促进“高投入、高能耗、高排放、低效益”经济增长方式向“低投入、低能耗、低排放、高效益”经济增长方式的转型。

3.环境财税政策实施不得力

我国环境管理中存在的一个突出问题是，中央和地方政府环境事权和财权不明确，部门之间缺乏合作与协调机制。环保部门与金融部门没有建立环境信息通报制度，没能将企业环境违法信息纳入人民银行的企业征信系统。专业性的节能

减排监测、审核等保证国家节能减排财政资金的使用效率的中介机构也没有建立。公安部门、环保部门、地方人民政府等权力交错，使得环保工作难以顺利进行。

公共部门、政府部门和私人在环境保护中的利益关系不清晰。在环境保护、减少温室气体排放方面，利益关系不明确的话，就会使利益各方产生“搭便车”的心理。公共部门、政府部门和私人相互寄希望于对方，最终是任何一方都没管理环境，环境问题进一步恶化。

我国没有制定专门的关于环境财税政策实施的法律，使得环境财税政策的实施缺少强有力的法律支撑。

三、低碳经济视角下我国现行资源价格与环境财税政策互动评述

（一）资源价格和财税政策的内在关联性

价格是市场经济最重要的经济杠杆，而税收与价格有着不可分割的关系。价格的变动必然要对税收产生影响。国民经济各部门的税收状况都由各部门商品的价格水平决定。资源价格政策和环境财税政策之间的关系亦是如此。

税收收入是一定量的货币收入，它是在一定的价格体系下形成的，价格的变动是引起税收收入增减的重要因素。在其他条件不变的情况下，价格升高，商品销售收入额增加或劳务营业额增大，从而使对商品的课税增加。

税收通常是商品价格的一部分（增值税除外，增值税属于价外税）。税收的变动也会影响价格的变动。根据征税方式的不同可以将税收分为从量税和从价税两种：

首先看从量税的价格影响。设 P_D 为消费者的需求价格， P_S 为生产厂商的供给价格， t 为国家对每单位商品征收的税收，则从量税方式下 P_D 、 P_S 、 t 三者之间的关系为 $P_D = P_S + t$ 。由此公式可以看出，税收 t 是需求价格 P_D 的一部分。

其次看从价税的价格影响。设 P_D 为消费者的需求价格， P_S 为生产厂商的供给价格， μ 代表国家对每一单位商品价格所征收的税额，则从价税方式下， $P_D = P_S(1 + \mu)$ 。可见税收 μ 亦是需求价格 P_D 的一部分。

可见，无论采取从量税还是采取从价税，税收都会直接影响资源价格。

（二）资源价格和环境财税政策组合使用的可能结果

资源价格定价机制可以分为政府定价机制和市场定价机制。政府定价机制就

是自然资源的价格依然由政府进行管制式决定，管制价格往往偏离市场均衡价格，要么高于市场均衡价格，要么低于市场均衡价格，在资源领域往往是低于市场均衡价格。市场定价机制就是由市场供求关系决定自然资源的价格，其价格往往是显示资源稀缺程度的均衡价格。环境财税政策可以分为弱的环境财税政策和强的环境财税政策。弱的环境财税政策又可细化为税额、税率低的政策以及优惠、补贴少的政策；强的环境财税政策亦可细化为税额、税率高的政策以及优惠、补贴多的政策。不同的资源价格定价机制和不同的环境财税政策可以形成不同的政策组合，从而使经济增长方式和碳排放结果呈现不同的特点，见表 3-6。

表 3-6 资源定价机制与环境财税政策的政策矩阵¹

| 环境财税政策 \ 资源价格政策 | | 政府定价机制 ² | 市场定价机制 |
|-----------------|--------|------------------------|------------------------|
| | | (偏离均衡价格尤其是低价) | (均衡价格) |
| 弱的环境 财税政策 | 税额、税率低 | 高度排放，高速增长 | 中度排放，低速增长 中度排放，中速增长 |
| | 补贴、优惠少 | 高度排放，高速增长 | 高度排放，低速增长 低度排放，低速增长 |
| 强的环境 财税政策 | 税额、税率高 | 中度排放，中速增长 中度排放，低速增长 | 低度排放，高速增长 |
| | 补贴、优惠多 | 低度排放，中速增长 中度排放，中速增长 | 低度排放，高速增长 |

1. 弱的环境财税政策与政府定价机制的组合

(1) 弱的税收政策与政府定价机制的组合

对高碳产品和高碳资源征税，税额、税率低会使企业利用高碳产品和高碳资源的成本增加有限，从而对它们的消费就会增多，使 CO₂ 的排放增加；对高碳生产征税过低不能有效控制生产过程中 CO₂ 的排放。如果此时政府对高碳资源价格进行管制，那么高碳资源低价会降低企业的生产成本，诱导他们过度利用高碳资源。高碳资源的过度使用使碳排放加剧的同时又使经济得到快速发展。从总体上看，这样的政策组合使经济增长方式呈现“高度排放、高速增长”的特点。中国自改革开放以来总体上是执行这样的政策组合。1994 年施行的新资源税规定，国家对煤炭按 0.3~5 元 / 吨的标准征收资源税。对煤炭征收低额资源税以及政府对煤炭价格的管制使经济快速增长，同时，环境污染及碳排放严重，见表

¹ 在此政策矩阵中，征税针对的是高碳资源和高碳产品，优惠和补贴是针对低碳资源和低碳产品的。

² 政府对资源的管制价格一般为资源的最高售价，这个售价低于资源的市场价格。

3-7。从表 3-7 可以看出，在煤炭价格偏低的情况下，煤炭的消费量不断增加，GDP 也不断增长，CO₂ 的排放量也不断增加。

表 3-7 我国 2000-2007 年各年煤炭价格、GDP、CO₂ 排放

| 年份 | | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|---|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 煤 价 | 元/t | 140.19 | 150.99 | 167.88 | 170.74 | 253 | 270 | 281 | 304 |
| | 美元/t | 16.95 | 20.65 | 30.59 | 20.65 | 30.59 | 32.65 | 33.98 | 36.76 |
| 煤炭消费量 (万吨) | | 141091 | 144528 | 152283 | 180587 | 207561 | 231851 | 2550656 | 272746 |
| GDP (亿元) | | 108.4 | 108.3 | 109.1 | 110.0 | 110.1 | 111.3 | 112.7 | 114.2 |
| CO ₂ 排放 (亿标准 m ³) | | 60,045.6 | 53,974.4 | 56,026.2 | 56,363.3 | 64,013.7 | 65,376.8 | 67,926.9 | 71,645.9 |

注：煤价为车板平均价，不含运输费用。按照1美元=8.27 元人民币（2007 年前的汇率）进行换算。资料

来源：2000~2002 年煤价数据来源于《煤炭信息周刊》，2003 年第20 期；2002~2007 年煤价数据来

源于邹逸桥，关于我国电煤供应形势的分析，《电力煤炭》第55 期；煤炭消费量数据来自于《中国能源统

计年鉴2009》；GDP数据来自于《中国统计年鉴2010》；CO₂排放数据来自于世界银行网站。

（2）弱的补贴政策与政府定价机制的组合

对低碳资源、低碳产品和低碳生产的优惠和补贴少，不利于清洁能源等低碳资源的利用和低碳产业的发展，间接鼓励了高碳产品和高碳资源的消费以及高碳生产工艺的实施，导致温室气体的大量排放。对低碳资源和低碳产品的补贴低，加之低碳资源和低碳产品的价格偏低，使企业的利润空间被压缩，利润低造成企业缺乏使用低碳资源和生产低碳产品的动机，他们转而使用高碳资源和高碳的生产工艺，高碳资源的大量使用推动经济快速发展同时大量排放温室气体。这样，经济增长方式同样呈现出“高度排放、高速增长”的特点。

2. 弱的环境财税政策与市场定价机制的组合

（1）弱的税收政策与市场定价机制的组合

如前所述，对高碳产品和高碳资源征税，税额、税率低使企业利用高碳产品和高碳资源的成本变小，从而对它们的消费就会增多，使 CO₂ 和其他污染物的排放增加；对高碳生产征税低不能有效控制生产过程中的碳排放。如果此时资源的价格由市场决定，即资源价格提高，则资源价格的提高会使企业和消费者减少对高碳资源的消费。对经济增长的影响如何取决于低碳经济的培育。如果高碳增

长方式被遏制，低碳增长方式尚未形成，经济增长趋缓，总体上来看，经济呈现出“中度排放、低速增长”的特点。如果高碳增长方式被遏制，低碳增长方式成为新的模式，相当程度上低碳增长替代了高碳增长，经济呈现出“中度排放、中速增长”的特点。低碳产业是低碳发展的关键。而低碳产业又是由低碳消费决定的。因此，引导低碳消费促进低碳生产，是消费决定生产的基本命题。

(2) 弱的补贴政策与市场定价机制组合

对低碳资源、低碳产品和低碳生产的优惠和补贴力度小，会使企业的低碳投资不足，低碳资源和低碳产品供应不足。这样由市场决定的低碳资源及产品的价格就会偏高。根据供求关系，过高的价格会遏制消费者对低碳产品的有效需求。对于高碳资源和高碳产品，由供求关系决定的市场均衡价格往往高于政府管制价格。市场出清的价格高于原来的限制价格，因此，对高碳产品的消费也构成约束。根据供求关系，过高的价格会遏制消费者的高碳产品的有效需求。可见，在弱的补贴政策和市场定价机制的组合下，经济增长速度会趋缓。

碳排放到底如何呢？这取决于市场定价机制的政策效应。如果市场定价机制使得对低碳产品的约束大于对高碳产品的约束，那么，就呈现出“高度排放、低速增长”的特点。如果市场定价机制使得对低碳产品的约束小于对高碳产品的约束，那么，就呈现出“中度排放、低速增长”的特点。

3. 强的环境财税政策与政府定价机制的组合

(1) 强的税收政策与政府定价机制组合

对高碳资源、高碳产品和高碳的生产工艺征收的税额或税率力度大，会使企业的碳排放成本大大提高，为了获得更多的利润，企业将减少碳排放；消费者对高碳资源和高碳产品的消费也将由于强有力的碳税手段而减少，从而使 CO₂ 和其他污染物的排放减少。但是，由于高碳资源定价仍然低于市场均衡价格，在一定程度上又助长了高碳资源的使用。因此，碳排放呈现出“中度排放”的特征。

那么，经济增长的结果如何呢？这取决于资源价格变动对资源消费量的影响与税率或税额变动对资源消费量的影响的大小。如果资源价格变动对消费量的影响大于税收政策变动对资源消费量的影响，也就是说，如果政府制定的高碳资源及高碳产品的价格偏低，则企业和消费者对高碳资源及高碳产品的消费仍然较大，从而促进经济快速增长。这时，经济增长方式表现出“中度排放，中速增长”

特征。如果资源价格变动对消费量的影响小于税收政策变动对资源消费量的影响，也就是说低碳税收政策发挥主导性作用，那么，就会大大遏制高碳资源和高碳产品的使用，从而遏制经济增长。这时，经济增长方式表现出“中度排放，低速增长”特征。

(2) 强的补贴政策与政府定价机制的组合

对低碳资源、低碳产品和低碳生产的优惠和补贴力度大，企业生产的低碳资源和低碳产品就会增加，低碳生产工艺也会被广泛采用。这样，碳排放强度就会减轻。在国家政策的鼓励下，对高碳资源和高碳产品的使用部分被低碳资源和低碳产品所取代，政府管制下的低碳资源和低碳产品价格偏低，会促使企业和消费者增加对低碳资源和低碳产品的消费，从而推动经济的快速增长。但是，价格机制的扭曲又会阻碍经济增长。因此，“中速增长”是这种政策组合的基本特征。

那么碳排放的状况如何呢？这取决于补贴手段对消费量的影响与管制价格对消费量的影响的大小。如果低碳补贴的政策效应大于管制价格的政策效应，那么，经济增长方式就表现为“低度排放，中速增长”特征。如果低碳补贴的政策效应小于管制价格的政策效应，那么，经济增长方式就表现为“中度排放，中速增长”特征。

4. 强的环境财税政策与市场定价机制的组合

(1) 强的税收政策与市场定价机制的组合

对高碳资源、高碳产品和高碳生产工艺征收的税额或税率力度大，会使企业的碳排放成本大大提高，为了获得更多的利润，企业将减少碳排放；消费者对高碳资源和高碳产品的消费也因碳税政策而减少，从而使CO₂和其他污染物的排放减少。如果此时高碳产品和高碳资源的价格是由市场决定的，则两者的价格就会比政府管制下的价格高出很多。市场机制的作用，一方面促进了各种资源配置的优化，使得经济高速增长；另一方面，抑制企业和消费者对高碳资源和高碳产品有效需求，从而遏制碳排放。因此，经济增长方式呈现出“低度排放，高速增长”的特征。

(2) 强的补贴政策与市场定价机制的组合

对低碳资源、低碳产品和低碳生产的优惠和补贴力度大，会使低碳经济替代高碳经济，经济呈现低碳特点。同时如果政府此时放弃对资源的管制定价权，使

资源的价格改由市场决定。那么，市场机制这只“看不见得手”会使得经济高速增长。这时，经济增长方式呈现出“低度排放，高速增长”的特征。

通过上述分析，就十分清楚：中国低碳化之路的目标模式是“低碳排放，高速增长”，而要实现这一目标的政策手段是“强的环境财税政策与市场定价机制的组合”。而目前中国的发展模式总体上仍属于“高碳排放，高速增长”，与此对应的政策基本上处于“弱的环境财税政策”与部分“政府定价机制”的结合。资源价格改革与财税政策体系改革的最佳路径是直接从不理想的非目标均衡模式“高碳排放，高速增长”转向理想的目标均衡模式“低碳排放，高速增长”。当然，在政策实施中，可能还会出现“弱的环境财税政策”与“市场定价机制”的结合或“强的环境财税政策”与“政府定价机制”的结合。但是，改革的进程必须认准目标模式，据此就要继续推进市场化改革和低碳化财税政策创新。

参考文献

[1]谢高地, 邵波, 论我国自然资源价格形成机制的重构, 学习与探索, 2005年第6期。

[2]沈满洪, 环境经济手段研究, 中国环境科学出版社, 2001年。

[3]李建平, 李闽榕, 高燕京, 中国省域经济综合竞争力发展报告(2008~2009)》, 社会科学文献出版社, 2010年。

第四章 资源价格及财税政策与低碳经济的内在机理

本章按照“两种资源（高碳资源和低碳资源）、两种产品（高碳产品和低碳产品）”假设，运用静态分析和比较静态分析的方法分别就资源价格促进低碳经济发展和财税政策促进低碳经济发展的内在机理进行研究，多数情况采用局部均衡方法，对财税政策的分析则采用一般均衡方法。

一、资源价格改革促进低碳经济发展的内在机理

（一）资源价格上升促进低碳经济发展的内在机理

由于计划经济的体制惯性，我国政府对资源价格的管制使得资源的价格不能反映资源本身的稀缺性，资源价格往往只反映了资源开发成本，没有全面覆盖环境破坏成本和安全生产成本，由此资源价格往往低于市场均衡价格水平。据此，政府应该放松对高碳资源价格的管制，与国际资源价格接轨，这样才会使资源价格回归正常，促进低碳经济的发展。

1. 资源价格上升对生产者的影响

资源相对于厂商来说是投入品，可以通过分析要素市场来解释资源价格上升对生产者影响的问题。

厂商可以分为完全竞争厂商和不完全竞争厂商¹。本章以完全竞争厂商为分析对象，把同时处于完全竞争产品市场和完全竞争要素市场中的厂商称为完全竞争厂商。资源价格上升对不完全竞争厂商的影响的分析过程与完全竞争厂商类似，得到的结果也类似，所以这里就不再赘述。

根据微观经济学理论²，完全竞争厂商使用要素的原则是使用该要素的“边

¹ 参考高鸿业主编《微观经济学》第四版（中国人民大学出版社，2007）中对厂商的分类。不完全竞争厂商分三类：一是在产品市场上完全竞争，在要素市场不完全竞争；二是在要素市场完全竞争，在产品市场不完全竞争；三是在产品市场和要素市场都不完全竞争。

² 参见高鸿业主编《微观经济学》第四版（中国人民大学出版社，2007）第262页到273页。

际收益”等于“边际成本”。“边际收益”即边际产品价值 VMP，它是边际产品 MP 与产品的市场价格的乘积，也就是 $VMP=MP \times P$ ，它表示厂商增加使用一个单位要素所增加的收益。“边际成本”即增加一单位市场要素所增加的成本。在完全竞争市场，它就是单位要素的市场价格。因此完全竞争厂商的使用要素原则为 $VMP=MP \times P=P'$ （ P' 表示要素市场价格）。

由以上的分析可以进一步得知边际产品价值 VMP 曲线即厂商面临的要素需求曲线。见图 4-1，如果高碳资源价格从 P_0' 上升到 P_1' ，则厂商对资源的需求从 q_0 下降到了 q_1 。

接下来看看行业对高碳资源价格上升的反应。要素市场的行业需求曲线并不是所有的厂商的需求曲线的简单加总。因为单个完全竞争厂商的要素需求曲线等于边际产品价值曲线是有条件的——假设其他厂商不进行调整，否者厂商的需求曲线将脱离边际产品价值曲线。

当高碳资源价格从 P_0' 上升到 P_1' 时，所有厂商对高碳资源的需求下降，从而导致产品产出减少而导致产品的价格 P 从 P_0 上升到 P_1 ，产品价格的变化导致需求曲线由原来的 D_0 变为 D_1 ，从而使得厂商对高碳资源的需求点从 A 点变为 B 点。如此反复可以得到所有厂商都调整的情况下单个厂商对高碳资源的需求曲线为 D ，高碳资源价格从 P_0' 上升到 P_1' 时，需求数量从 Q_0 下降到 Q_1 ，行业的需求曲线就是各个厂商调整后的需求曲线的加总，需求数量也是呈现下降的趋势，从而导致低碳。

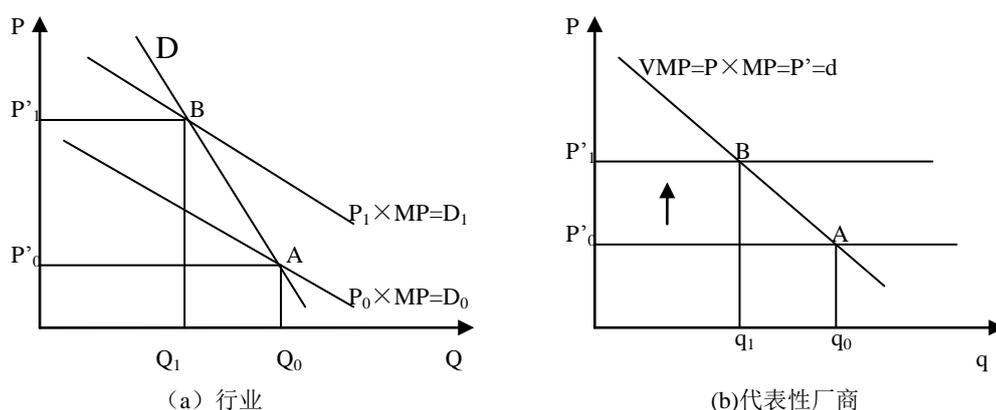


图 4-1 高碳资源价格上升对生产者的影响

2.资源价格上升对消费者的影响

生产者在生产过程中要消耗大量的资源，同样消费者在日常活动中也要消耗

大量的资源，例如各类能源，所以可以从产品市场角度来分析资源价格上升对消费者的影响。在消费者的收入和其他商品价格不变的条件下，如图 4-2 所示，在资源价格上升以前，消费者的预算线为 AB_0 ，它与无差异曲线的切点为 a 点，此时消费者消费 q_0 数量的高碳资源，剩余的收入用在了其他商品上，此时对应的行业的高碳资源均衡需求量为 Q_0 。对高碳资源放松管制导致了价格的上升，因此消费者的预算线由 AB_0 变为 AB_1 ，它与无差异曲线的切点为 b 点，此时消费者消费 q_1 数量的高碳资源（此时不考虑高碳资源是吉芬商品），对应的行业的高碳资源的均衡数量由原来的 Q_0 下降到 Q_1 ，因此资源价格上升使得消费者对高碳资源数量的需求下降而导致低碳。

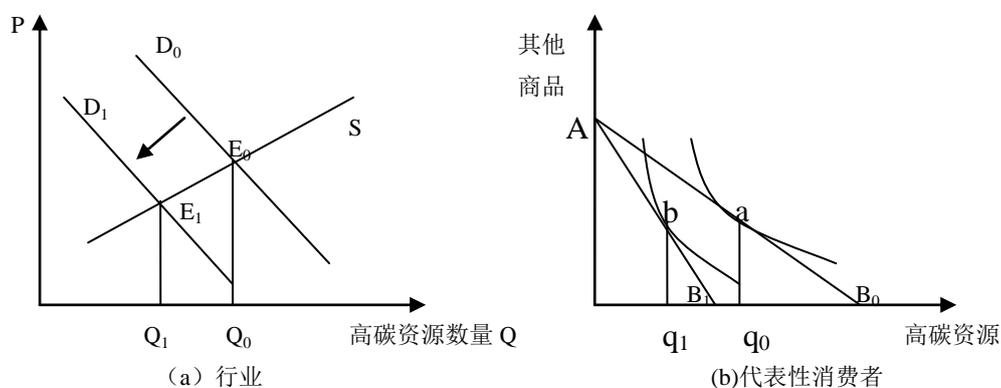


图 4-2 资源价格上升对消费者的影响

（二）资源价格补贴促进低碳经济发展的内在机理

与高碳资源相反，对于那些使用低碳资源的生产者与消费者，政府给予相应的价格补贴，以促进低碳资源的消费和低碳技术的应用。

1. 价格补贴对生产者的影响

低碳资源的价格补贴对生产者的影响与资源价格上升对生产者影响的分析过程十分相似，见图 4-1 (b)，对单位低碳资源价格补贴对厂商来说就等同于单位低碳资源价格下降，当价格从 P_1' 下降到 P_0' 时，厂商对低碳资源的需求从 q_1 上升到了 q_0 ，从行业来看则需求量从 Q_1 上升到了 Q_0 。所以对低碳资源的价格补贴会激励厂商对低碳资源的使用，从而达到低碳的目的。

2. 价格补贴对消费者的影响

同样的，对消费者来说，低碳资源的价格补贴就等同于其价格下降，见图 4-2，消费者的预算线从 AB_1 变为 AB_0 ，对低碳资源的需求也从 q_1 上升到了 q_0 ，

从行业来看，需求量从 Q_1 上升到了 Q_0 。所以对低碳资源的价格补贴会激励消费者对低碳资源的使用，从而达到低碳的目的。

二、财税政策创新促进低碳经济发展的内在机理

从理论的完备性角度来说，如果要分析财税政策对发展低碳经济的影响，必须要完整考虑对生产者和消费者征税的情形，即分别对生产者和消费者以及同时对生产者和消费者征税的情形。下面将以一般均衡模型的方式选择其中几种方式进行详细说明。如前所述，资源价格政策的核心是放开价格管制，而价格管制并非市场行为，所以一般均衡模型中的完全竞争假设自动排除价格管制政策，因此本模型无法分析价格管制政策影响，即此模型只能用于分析财税政策的影响。

（一）模型说明

本章要从理论上说明资源价格和财税政策对低碳经济发展能够起到促进作用，就必须说明在资源价格和财税政策实行前后经济发展方向确实转向了低碳方向，因此需要比较的就是政策实行前后的两种发展方向是否存在不同，即是否有效降低碳排放量。以下将是模型的基本假定说明。

假定市场中存在两种基本资源，即高碳资源和低碳资源，同时也存在两类产品，即高碳产品和低碳产品，两种产品分别由两类代表性企业来生产，即高碳企业生产高碳产品，低碳企业生产低碳产品。

高碳资源和低碳资源分别被两类主体所拥有。不妨设高碳资源主体和低碳资源所拥有高碳资源和低碳资源的禀赋分别为 E_H 和 E_L ，两主体都是通过提供各自所拥有的资源给生产企业获得相应的回报，并通过消费高碳产品和低碳产品获得效用最大化。因此根据以上基本描述，不妨作出以下合理假设：

首先对效用函数进行说明：

高碳资源拥有者效用函数为： $u_1(x_1, y_1) = x_1^{a_1} y_1^{1-a_1}$ ，其中 x_1, y_1 分别是他对高碳产品和低碳产品的消费量；

低碳资源拥有者效用函数为： $u_2(x_2, y_2) = x_2^{a_2} y_2^{1-a_2}$ ，其中 x_2, y_2 分别是他对高碳产品和低碳产品的消费量；

需要说明的是，两类资源拥有者所具有的效用函数类似，都是基本的 C-D 效用函数，该效用函数具有良好的性质，在后面的方程组将得到说明。

参数需要满足的性质为： $1 > \alpha_1, \alpha_2 > 0$ 。为满足计算方便性，不妨假设 $\alpha_1 = \alpha_2$ ，这样可以省去一个参数，参数相同的含义代表市场中不同消费主体的偏好一致。

然后对生产函数进行说明：

市场中存在两类主体，自然也就存在两类生产函数。为简化计算起见，和效用函数一致，这里生产函数也采取 C-D 生产函数。C-D 生产函数的好处就在于在市场完全竞争的前提下该函数一次齐次性的性质可以自动保证经济利润为 0，因而也就不需要考虑企业主体的问题。因为如果利润不为 0，则需要考虑利润分配问题，而利润分配问题自然就与企业主体相关，加入企业主体并无深化结论的作用，然而会加大模型的分析难度。本着模型简化的原则，故此选取 C-D 生产函数。

高碳产品生产函数为： $Q_1 = E_{H1}^{\alpha_1} E_{L1}^{1-\alpha_1}$ ；

低碳产品生产函数为： $Q_2 = E_{H2}^{\alpha_2} E_{L2}^{1-\alpha_2}$ ；

Q_1, Q_2 分别代表高碳产品的产量、低碳产品的产量， E_{H1}, E_{H2} 代表投入到高碳产品和低碳产品生产中的高碳资源数量， E_{L1}, E_{L2} 则代表投入到高碳产品和低碳产品生产中的低碳资源数量，即高碳产品和低碳产品的生产都需要投入高碳资源和低碳资源。与一般生产函数不同的是，不考虑劳动和资本两种生产要素，因为该模型中是否考虑劳动和资本对结论没有影响，然而却会增加许多不必要的参数和方程，对于结论并无深化的作用，却会导致分析过程复杂化，因此不考虑资本和劳动两种生产要素。

考虑到高碳产品和低碳产品生产的不同性质，高碳产品生产技术应该是高碳资源密集型，低碳产品生产技术应该是低碳资源密集型，或者更确切地说，高碳产品生产中高碳资源对低碳资源的比值应该大于低碳产品生产中高碳资源对低碳资源的比值。因此，参数应满足的性质是： $1 > \alpha_1 > 1/2 > \alpha_2 > 0$ ，为简化计算的需要，不妨设 $\alpha_2 = 1 - \alpha_1$ ，这样既不违背基本事实，也会因为省去一个参数而大大方便计算。

根据上述基本假设以及结合一般均衡的基本条件可知，必然存在下列四组方程：

1.消费者效用最大化方程

$$\text{高碳资源拥有者: } p_1 x_1 = a_1 R_H I \quad (4-1)$$

$$p_2 y_1 = (1 - a_1) R_H I \quad (4-2)$$

$$\text{低碳资源拥有者: } p_1 x_2 = a_1 R_L I \quad (4-3)$$

$$p_2 y_2 = (1 - a_1) R_L I \quad (4-4)$$

其中 p_1, p_2, R_1, R_2 分别是高碳产品、低碳产品、高碳资源和低碳资源的价格。其它参数的含义如前所述。C-D 效用函数的优点在于消费者花在不同商品的费用由效用函数中各商品消费量的指数所决定。

2.生产者利润最大化方程

$$\text{高碳产品企业: } \frac{R_1}{p_1} = \alpha_1 \cdot \frac{Q_1}{E_{H1}} \quad (4-5)$$

$$\frac{R_2}{p_1} = (1 - \alpha_1) \cdot \frac{Q_1}{E_{L1}} \quad (4-6)$$

$$\text{低碳产品企业: } \frac{R_1}{p_2} = (1 - \alpha_1) \cdot \frac{Q_2}{E_{H2}} \quad (4-7)$$

$$\frac{R_2}{p_2} = \alpha_1 \cdot \frac{Q_2}{E_{L2}} \quad (4-8)$$

(4-5)到(4-8)各等式中参数的含义如前所述，在此不再详述。C-D 生产函数的优点在于企业收益的分配完全依照生产函数中不同生产要素的指数进行。

3.产品市场供求均衡方程

$$\text{高碳产品市场供求均衡: } x_1 + x_2 = Q \quad (4-9)$$

$$\text{低碳产品市场供求均衡: } y_1 + y_2 = Q \quad (4-10)$$

$$\text{收入均衡: } R_1 E_H + R_2 E_L = p_1 Q_1 + p_2 Q_2 \quad (4-11)$$

$$Q_1 = E_{H1}^{\alpha_1} E_{L1}^{1-\alpha_1} \quad (4-12)$$

$$Q_2 = E_{H2}^{\alpha_1} E_{L2}^{1-\alpha_1} \quad (4-13)$$

4.生产要素供求均衡方程

$$E_H = E_{H1} + E_{H2} \quad (4-14)$$

$$E_L = E_{L1} + E_{L2} \quad (4-15)$$

以上总共有 15 个方程，总共需要解出包括 p_1 ， p_2 ， Q_1 ， Q_2 ， R_1 ， R_2 ， E_{H1} ， E_{H2} ， E_{L1} ， E_{L2} ， x_1 ， x_2 ， y_1 和 y_2 在内的 14 个变量。从表面上看，方程个数多于未知数个数，似乎存在无解的可能。但根据瓦尔拉斯法则可知，实际独立的方程仅有 13 个，方程(4-9)、(4-10)和(4-11)实际是一个方程，将前面的方程(4-1)、(4-2)、(4-3)、(4-4)、(4-5)、(4-6)、(4-7)和(4-8)结合起来，如果再加上方程(4-9)，则方程(4-10)和(4-11)是显然成立的，因此独立的方程仅有 13 个。于是出现方程个数少于未知数的情形，可能会出现无解情形。由于对于一般均衡而言，最重要的变量是产品的相对价格，不妨设 $p_1=1$ ，则需要解的未知数只有 13 个，因此一般情形下存在解。然而，对于本模型而言，由于主要考察的是高碳产品和低碳产品的价格和数量，即 p_1 ， p_2 ， Q_1 ， Q_2 ，因此方程的结果就不列出所有未知数的解，毕竟各个未知数的解析式解过于复杂，全部列出既没有必要也失之繁琐。

在 Maple 12 软件的操作下，上述模型的 p_1 ， p_2 ， Q_1 ， Q_2 的解中 Q_1 ， Q_2 的解非常复杂和冗长，造成模型结果过于冗长的原因是参数过多，无法达到利用模型简化分析的本意。因此考虑将符号参数直接改为数值，可以大大简化结果的分析过程，而且只要参数设置的数值满足前面基本模型的要求，就可以达到事半功倍的效果。根据上面对参数设置的要求，首先不妨选取 $a_1 = a_2 = 1/2$ ，这代表两个消费者对于低碳产品和高碳产品一视同仁，在两种产品上花费相同，其次不妨设 $\alpha_2 = 1 - \alpha_1 = 1/3$ ，同时设定高碳资源禀赋和低碳资源禀赋均为 50，即 $E_H = E_L = 50$ ，这样可以大大简化计算，方便后面的分析。

如果按照上述说明的参数设置，则给定参数数值情形下的 p_1 ， p_2 ， Q_1 ， Q_2 的解为：

$$p_1 = 1,$$

$$p_2 = 1,$$

$$Q_1 = Q_2 = \frac{50}{3} \times 2^{\frac{2}{3}}$$

可以看出在给定参数情形下，方程的解较为简单。接下来将考虑加入税收以及补贴后的情形，并进行比较静态均衡分析以得出结果。为方便后面计算的考虑，以后的计算依然考虑采用数值运算取代符号运算，以简化分析情形，基本参数 $a_1, a_2, \alpha_1, \alpha_2$ 的数值选取同此处保持相同。

上述结果仅仅是在不考虑任何税收和补贴情形下所作出的一般均衡的标准模型。然而高碳产品由于其含碳量较高导致其排出的二氧化碳等温室气体较多而造成温室效应，因而需要消除其由此导致的负外部性，而低碳产品则由于其含碳量低可以削减乃至抵消高碳产品所导致的环境负外部性，存在对环境的正外部性作用。出于发展低碳经济的考虑，因此需要对这两种产品分别进行不同的处理。

由于低碳经济的目的就是要降低碳排放量，因此需要降低含碳量较高的产品消费量即高碳产品的消费量即产量，而高碳产品含碳量高主要来自其所使用的高碳资源含碳量较高。因此如果要消除高碳产品的负外部性，可以考虑对高碳资源使用征税，通过提高生产成本降低高碳资源使用量，当然也可以直接对高碳产品的消费价格征税，以提高消费者的使用价格进而降低消费量。

当然，根据偏好假设，消费者在高碳产品和低碳产品之间的消费存在一定的替代性，因此也可以通过增加对低碳产品的消费量来间接降低高碳产品的消费量。而增加低碳产品消费量的方式不外乎对低碳产品价格进行补贴或对低碳资源的使用进行补贴，前者可以降低消费者的使用价格，后者可以降低生产者的使用成本尤其是低碳生产者的使用成本，从理论上来说，两种政策都有助于通过影响消费者和生产者的自主选择从而降低企业的高碳产品生产量，进而降低对环境的外部性影响。

因此，接下来的分析则是要在上述模型的基础再加入税收和补贴变量，考虑到模型闭合性的要求，即如果对高碳产品征税，则需要考虑税收的使用情形，在这里为简化分析，不妨假设政府在征收税收完毕后，又将税收返还给经济主体，由于经济存在两个主体，不妨设高碳资源拥有者和低碳资源拥有者所占返还收入的比例分别为 β 和 $(1-\beta)$ ，对参数的要求需要 $0 \leq \beta \leq 1$ 的条件，即每个主体最好的情形是拿到全部税收收入，最坏的情形是拿到的税收收入为 0，不可能出现大

于税收收入或者还要倒贴的情形。这里的假设暗示政府保持中立的立场，政府没有自身的私人利益，因此收入征收完毕后又需要将全部税收收入返还给经济主体。按照上述假设，如果考虑补贴情形，则也需要考虑补贴收入的来源问题，因此和税收情形采取一致的分析方法，既然高碳资源拥有者和低碳资源拥有者所占返还收入的比例分别为 β 和 $(1-\beta)$ ，那么对低碳产品补贴时高碳资源拥有者和低碳资源拥有者所拿出的补贴比例也应该为 β 和 $(1-\beta)$ ，这样有助于简化分析。因此按照上述思路，分别分析对高碳产品征税和低碳产品补贴以及两者结合时市场均衡情况。

(二) 情形 1——对高碳产品征税

假设政府对高碳产品征收从量税，即每单位产品征收 t_1 的税额，参数 t_1 需要满足大于 0 的条件，由于在征税情形下，消费者购买高碳产品所支付的价格和高碳产品生产者实际拿到的价格存在 t_1 的差距，因此将 p_1 定义为消费者为每单位高碳产品支付的价格，则高碳产品生产者在考虑利润最大化时高碳产品价格应该为 $(p_1 - t_1)$ 。

同前面的分析方法一致，也是考虑包括消费者效用最大化、生产者利润最大化、产品市场供求均衡和要素市场供求均衡在内的四组方程：

1. 消费者效用最大化方程

$$\text{高碳资源拥有者: } p_1 x_1 = \frac{1}{2} (R_1 \times 50 + \beta t_1 Q_1) \quad (4-16)$$

$$p_2 y_1 = \frac{1}{2} (R_2 \times 50 + \beta t_1 Q_1) \quad (4-17)$$

$$\text{低碳资源拥有者: } p_1 x_2 = \frac{1}{2} (R_2 \times 50 + (1-\beta)t_1 Q_1) \quad (4-18)$$

$$p_2 y_2 = \frac{1}{2} (R_1 \times 50 + (1-\beta)t_1 Q_1) \quad (4-19)$$

其中 p_1, p_2, R_1, R_2 分别是高碳产品、低碳产品、高碳资源和低碳资源的价格。其它参数的含义如前所述。这些方程之所以与前面不征税情形的模型方程有所不同，除去 a_1, a_2, E_H 和 E_L 的数值已经带入之外，还因为此时消费者收入来源中多了对高碳产品征税而返还的部分，因而使得方程(4-16)到(4-19)的右边多出了 $\beta t_1 Q_1$ 和 $(1-\beta)t_1 Q_1$ 的部分。

2.生产者利润最大化方程

$$\text{高碳产品企业: } \frac{R_1}{p_1 - t_1} = \frac{2}{3} \cdot \frac{Q_1}{E_{H1}} \quad (4-20)$$

$$\frac{R_2}{p_1 - t_1} = \frac{1}{3} \cdot \frac{Q_1}{E_{L1}} \quad (4-21)$$

$$\text{低碳产品企业: } \frac{R_1}{p_2} = \frac{1}{3} \cdot \frac{Q_2}{E_{H2}} \quad (4-22)$$

$$\frac{R_2}{p_2} = \frac{2}{3} \cdot \frac{Q_2}{E_{L2}} \quad (4-23)$$

方程(4-20)和(4-21)同没有征税和补贴情形时存在差别,主要是由于高碳企业在生产高碳产品时,需要为高碳产品支付 t_1 的税额。尽管消费者为高碳产品所支付的价格依然为 p_1 ,但高碳产品生产者实际获得的回报仅为 $(p_1 - t_1)$,因此该生产者在做利润最大化决策时,所考虑的高碳产品价格不是 p_1 ,而应该是 $(p_1 - t_1)$,这也是方程(4-20)和(4-21)左边分式中分母不再是 p_1 ,而是 $(p_1 - t_1)$ 的原因。

3.产品市场供求均衡方程

$$\text{高碳产品市场供求均衡: } x_1 + x_2 = Q \quad (4-24)$$

$$\text{低碳产品市场供求均衡: } y_1 + y_2 = Q \quad (4-25)$$

$$\text{收入均衡: } R_1 E_H + R_2 E_L = (p_1 - t_1) Q_1 + p_2 Q_2 \quad (4-26)$$

需要注意的是,方程(4-26)同前面不考虑税收情形时已经有所变化,对于两个主体而言,此时的收入已经不再只包括高碳资源和低碳资源价格所带来的回报,还应该包含税收的返还,当然也可以认为企业销售收入扣除税收后才是付给两主体的报酬。

$$Q_1 = E_{H1}^{\frac{2}{3}} E_{L1}^{\frac{1}{3}} \quad (4-27)$$

$$Q_2 = E_{H2}^{\frac{1}{3}} E_{L2}^{\frac{2}{3}} \quad (4-28)$$

4.生产要素供求均衡方程

$$50 = E_{H1} + E_{H2} \quad (4-29)$$

$$50 = E_{L1} + E_{L2} \quad (4-30)$$

同前面一样，15 个方程可以简化为 13 个方程，只能解出相对价格，因此设 $p_1=1$ ，解出其余包括 p_2 ， Q_1 ， Q_2 ， R_1 ， R_2 ， E_{H1} ， E_{H2} ， E_{L1} ， E_{L2} ， x_1 ， x_2 ， y_1 和 y_2 在内的 13 个变量。重点是关注 p_2 ， Q_1 ， Q_2 这三个变量的解。并同前文不考虑税收的情形进行比较静态均衡分析。

经过 Maple12 软件的运算，结果如下：

$$p_2 = \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{6}t_1 \right)^{\frac{1}{3}} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3}t_1 \right)^{-\frac{4}{3}} \left(\frac{1}{2} - \frac{5}{6}t_1 + \frac{2}{3}t_1^2 \right)$$

$$Q_1 = 50 \times 2^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{1-t_1}{3-2t_1} \right)^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{1-t_1}{3-t_1} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$Q_2 = 50 \times 2^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{1}{3-2t_1} \right)^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{1}{3-t_1} \right)^{\frac{1}{3}}$$

以上结果均是对参数设定数值之后计算得到的结果，尽管表达式比较繁琐，但还是可以显著发现： Q_1 ， Q_2 与 β 无关，即税收返还的分配比例与产品产量无关。

这一结论比较出人意料，但考虑模型假设中两个主体偏好一致，即税收返还比例不论如何都将导致两个消费者主体在两种产品上的花费增加程度一致，即增加的程度保持相同，因此税收返还比例不会影响到产品产量。如果两个消费者的偏好并非一致，则很有可能出现返还比例影响到产品产量的情形。

鉴于不考虑征税情形的 p_2 ， Q_1 ， Q_2 只是考虑征税情形的特殊结论，即 $t_1=0$ 时的特殊结果³。因此通过对 t_1 求偏导即可知 p_2 ， Q_1 和 Q_2 随着 t_1 变动而变动的方向。经过计算， p_2 ， Q_1 和 Q_2 对 t_1 求偏导的结果如下：

$$\frac{dp_2}{dt_1} = p_2 \times \left(\frac{-\frac{1}{18}}{\frac{1}{2} - \frac{1}{6}t_1} - \frac{4}{3} \times \frac{\frac{1}{3}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3}t_1} + \frac{\frac{4}{3}t_1 - \frac{5}{6}}{\frac{1}{2} - \frac{5}{6}t_1 + \frac{2}{3}t_1^2} \right)$$

³ 只需将 $t_1=0$ 带入前面的 p_2 ， Q_1 和 Q_2 表达式，即可知此时的 p_2 ， Q_1 和 Q_2 计算所得到的数值同前面不考虑税收情形时完全一致

$$\frac{dQ_1}{dt_1} = Q_1 \times \left(-\frac{1}{1-t_1} - \frac{2}{3} \times \frac{1}{3-2t_1} - \frac{1}{3} \times \frac{1}{3-t_1} \right) < 0$$

$$\frac{dQ_2}{dt_1} = Q_2 \times \left(\frac{\frac{4}{3}}{3-2t_1} + \frac{\frac{1}{3}}{3-t_1} \right) > 0$$

由于假设 $p_1=1$ ，因此 t_1 不可能小于 0，由 Q_1 和 Q_2 对 t_1 求偏导的结果显然可以看出，随着 t_1 增大， Q_1 将会下降，而 Q_2 将会增加，即对高碳产品征税将会降低高碳产品的产量而同时提高低碳产品的产量，这也是理论所预期的结果。毕竟对高碳产品征税一方面提高了高碳企业生产高碳产品的成本并进而降低了高碳企业生产高碳产品的利润，因而高碳企业会减少高碳产品产量，这样会导致该企业所使用的高碳资源和低碳资源的使用量下降，而反过来由于高碳企业降低使用高碳资源和低碳资源，因此多余的高碳资源和低碳资源会流入到低碳产品生产过程中，因而增加了低碳产品的产量。这点从高碳资源和低碳资源在两类企业中的分布即可以看出：

$$E_{H1} = \frac{100(1-t_1)}{3-2t_1}, \frac{dE_{H1}}{dt_1} = \frac{-100}{(3-2t_1)^2} < 0$$

$$E_{H2} = \frac{50}{3-2t_1}, \frac{dE_{H2}}{dt_1} = \frac{100}{(3-2t_1)^2} > 0$$

$$E_{L1} = \frac{50(1-t_1)}{3-t_1}, \frac{dE_{L1}}{dt_1} = \frac{-100}{(3-t_1)^2} < 0$$

$$E_{L2} = \frac{100}{3-t_1}, \frac{dE_{L2}}{dt_1} = \frac{100}{(3-t_1)^2} > 0$$

可以看出，对高碳产品征税将使得高碳企业使用的高碳资源和低碳资源数量均下降，同时低碳企业所使用的高碳资源和低碳资源数量均增加，因此高碳产品数量下降，而低碳产品数量增加。同时出现一个有趣的现象是 E_{H1} 和 E_{H2} 、 E_{L1} 和 E_{L2} 对 t_1 征税的反应是刚好相反，而且导数之和恰好为 0。这主要是源于模型中高碳资源和低碳资源禀赋固定不变的假定。

然而低碳产品的数量增加并不一定导致低碳产品价格下降，毕竟对高碳产品征收的税负将转移到消费者，基于消费者的偏好，当收入增加时，消费者将会增加需求。因此，供给和需求的双重增加将导致价格未必呈现下降。所以也就出现

上述 p_2 对于 t_1 求偏导没有明确的方向的结果。尽管在该式括号中前两项显然小于 0，而第三项如果要小于 0，则需要 t_1 满足 $t_1 < 5/8$ 的条件。当然对于分析而言，这也已经足够了。毕竟高碳产品价格 p_1 设定为 1，税率 t_1 则不大可能出现 $5/8$ 的情形，也就是税率不大可能超过 62.5%，因此第三项也会小于 0。总体而言， p_2 也会随着 t_1 的增加而下降，这主要是由于对高碳产品的征税导致高碳产品收益下降，进而使得资源流向低碳产品生产，因而导致低碳产品生产增加并进而降低低碳产品价格，即最终供给增加的作用大于需求增加的作用，因而导致价格下降。

从以上分析可以看出，对高碳产品征税会降低高碳产品的产量并同时增加低碳产品的产量，即征税可以达到降低高碳产品产量的目的，因而降低碳排放量。

从社会福利的分析角度可以看到对高碳产品征税的全面影响，具体如下：

征税手段的效果是使高碳资源和高碳产品的消费数量下降，实现经济效率与环境效果的统一。但是征税手段对不同的经济主体的经济效果是不同的。如图 4-3 所示⁴。

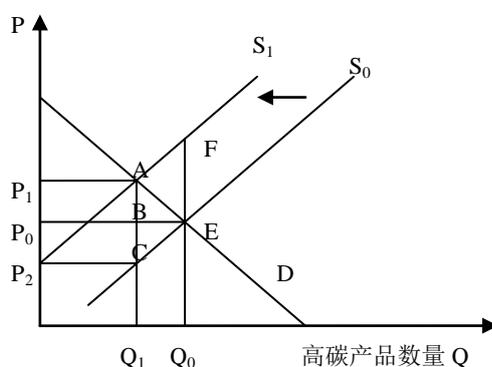


图 4-3 征税手段的效应分析

(1) 征税对生产者的影响。征税以前生产者剩余是价格线 $P=P_0$ 以下、供给曲线 S_0 以上的那部分三角形面积来表示。征税以后导致生产者剩余的增量为梯形面积 P_0P_2CB 的减少。

(2) 征税对消费者的影响。征税以前消费者剩余是价格线 $P=P_0$ 以上、需求曲线 D 以下的那部分三角形面积来表示。征税以后导致消费者剩余的增量为梯形面积 P_1P_0BA 的减少。至于征税在消费者和生产者之间的分担取决于供给曲线

⁴ 参见沈满洪著，环境经济手段研究，中国环境科学出版社，2001。

和需求曲线的价格弹性相对大小。

(3) 征税对政府的影响。通过征税，政府从中获得了税收——碳税，为矩形 P_1P_2CA 的面积。

(4) 征税对社会的环境影响。征税的税率是根据每减少一单位的产出就可以带来的环境收益来计算的。由于征税使得高碳产品数量从 Q_0 下降到 Q_1 ，所以环境收益为菱形 $ACEF$ 的面积。

(5) 征税对整个社会的净收益。上述四个方面的影响总和就是征税对整个社会的净收益，即：-梯形 P_0P_2CB -梯形 P_1P_0BA +矩形 P_1P_2CA +菱形 $ACEF$ =三角形 ACE ，所以三角形 AEC 的面积是征税后所带来的整个社会的净收益。这也说明了对产生负外部性的产品征税与一般的征税活动所带来的效应是不同的，它不会带来无谓的损失，相反对整个社会的福利是有促进作用的。

5. 征税的利弊分析

(1) 征税的益处。由前面的模型分析可知，对高碳产品征税的环境效益——降低高碳企业对高碳资源和消费者对高碳产品的需求以及生产，有利于实现节能减排的目标，抑制过多的温室气体排放。经济效益——通过征税提高了厂商生产高碳产品的成本，从而为了降低生产成本，厂商致力于开发低碳产品和低碳技术，征税提高了消费者购买高碳产品的价格，为了实现效用最大化，会转而购买低碳产品。因此征税能够促进环保、节能型技术创新，带动高科技产业增长，实现一定的经济发展效果。社会效益——开征碳税一方面会给整个社会带来净收益，另一方面有利于缓解环境问题引发的社会矛盾。

(2) 征税的弊端。生产者——虽然对负外部性行为征税可以给整个社会带来净收益，但是对生产者来说征税后面临着成本上升、利润下降的压力，所以在短期内不利于企业的发展。消费者——征税使得高碳产品的价格上升，短期内又无法找到替代的商品，在收入不变的情况下，消费者的效用可能会下降，生活质量也可能会下降。

(三) 情形 2——对低碳产品补贴

如果政府选择通过对低碳产品补贴的方式来增加低碳产品产量并同时降低高碳产品产量，那么分析方式同前面一致，也是通过构造一般均衡方程的方式解出各参数的解，通过分析补贴的变动对 p_2 ， Q_1 和 Q_2 的影响来分析均衡结果。

同前面税收分析方式一致，考虑到模型闭合性的要求，对低碳产品补贴的费用来源依然需要在模型内部解决，因此不妨假定通过对高碳资源拥有者和低碳资源拥有者征收所得税的方式来解决补贴费用的来源问题。考虑到上述说明，不妨假设补贴为从量补贴性质，且每单位低碳产品补贴为 t_2 ，则由于在补贴情形下，消费者购买低碳产品所支付的价格和低碳产品生产者实际拿到的价格存在 t_2 的差距，因此将 p_2 定义为消费者为每单位低碳产品支付的价格，则低碳产品生产者利润最大化时所考虑的低碳产品价格应该为 $(p_2 + t_2)$ 。需要说明的是，依然需要列出包括效用最大化、利润最大化、产品市场和要素市场供求均衡的四组方程。

1. 效用最大化方程

$$\text{高碳资源拥有者: } p_1 x_1 = \frac{1}{2} (R_1 \times 50 - \beta t Q) \quad (4-31)$$

$$p_2 y_1 = \frac{1}{2} (R_2 \times 50 - \beta t Q) \quad (4-32)$$

$$\text{低碳资源拥有者: } p_1 x_2 = \frac{1}{2} (R_2 \times 50 - (1 - \beta) t_2 Q) \quad (4-33)$$

$$p_2 y_2 = \frac{1}{2} (R_2 \times 50 - (1 - \beta) t_2 Q) \quad (4-34)$$

方程(4-31)到(4-34)和没有征税和补贴情形下存在差别，主要是因为资源拥有者在作为消费者进行消费时，其收入不再只是通过提供要素而获得的要素回报，还必须减去因为补贴低碳产品而征收的税收，两者之差才是最终的个人收入。但这部分税收会补贴给低碳产品，但最终还是会通过低碳产品企业而返还给两个资源拥有者，因为低碳产品企业利润自动保证为0。

2. 利润最大化方程

$$\text{高碳产品企业: } \frac{R_1}{p_1} = \frac{2}{3} \frac{Q_1}{E_{H1}} \quad (4-35)$$

$$\frac{R_2}{p_1} = \frac{1}{3} \frac{Q_1}{E_{L1}} \quad (4-36)$$

$$\text{低碳产品企业: } \frac{R_1}{p_2 + t_2} = \frac{1}{3} \frac{Q_2}{E_{H2}} \quad (4-37)$$

$$\frac{R_2}{p_2 + t_2} = \frac{2}{3} \frac{Q_2}{E_{L2}} \quad (4-38)$$

方程(4-37)和(4-38)发生变化的原因在于低碳产品生产企业会得到政府所给予的产品补贴，因此低碳企业在进行利润最大化决策时，低碳产品的回报不仅仅包括消费者支付给企业的 p_2 ，还要加入政府所给予的补贴 t_2 ，因此方程(4-37)和(4-38)左边分式中分母项变为 $(p_2 + t_2)$ 。

3. 产品供求均衡方程

$$\text{高碳产品市场供求均衡: } x_1 + x_2 = Q \quad (4-39)$$

$$\text{低碳产品市场供求均衡: } y_1 + y_2 = Q \quad (4-40)$$

$$\text{收入均衡: } R_1 \times 50 + R_2 \times 50 = p_1 Q_1 + p_2 Q_2 + t_2 Q_2 \quad (4-41)$$

方程(4-41)右边加入 $t_2 * Q_2$ 即对低碳产品补贴总额一项，是由于低碳产品的补贴来源于对消费者的收入征税，因此消费者的收入不仅用于支付产品购买所需要的花费，还需要向政府交纳税收用于补贴低碳产品。

$$Q_1 = E_{H1}^{\frac{2}{3}} E_{L1}^{\frac{1}{3}} \quad (4-42)$$

$$Q_2 = E_{H2}^{\frac{1}{3}} E_{L2}^{\frac{2}{3}} \quad (4-43)$$

4. 生产要素供求均衡方程

$$50 = E_{H1} + E_{H2} \quad (4-44)$$

$$50 = E_{L1} + E_{L2} \quad (4-45)$$

同前面一样，15 个方程可以简化为 13 个方程，只能解出相对价格，因此设 $p_1=1$ ，解出其余包括 p_2 ， Q_1 ， Q_2 ， R_1 ， R_2 ， E_{H1} ， E_{H2} ， E_{L1} ， E_{L2} ， x_1 ， x_2 ， y_1 和 y_2 在内的 13 个变量。重点是关注 p_2 ， Q_1 ， Q_2 这三个变量的解。并同前文不考虑补贴的情形进行比较静态均衡分析。

经过 Maple 12 软件的运算，尽管模型的解依然存在，但是软件无法给出模型解析解的形式，即无法以显函数的形式给出各个变量的解。由于无法给出模型解析解的形式，即无法借助征税情形下求偏导的方法给出变量随补贴率变化的趋

势。因此考虑用数值模拟的结果给出近似解，通过设定不同的补贴率，分析随着补贴幅度的变化，包括 p_2 ， Q_1 ， Q_2 在内的各个变量的变化。当然，鉴于文章篇幅的限制，因此只需要给出 p_2 ， Q_1 和 Q_2 随着补贴率变化的变动趋势，此外，为说明情况，还可以给出生产要素分布的变化情形。

由于数值模拟的方法需要给出所有参数的数值，因此需要对前面模型所有的参数设定数值。考虑到对低碳产品补贴情形下只有补贴率 t_2 和补贴费用来源分配比例 β 未能确定数值，因此需要给出 t_2 和 β 的数值。这其中重点是补贴率 t_2 的变化对 p_2 ， Q_1 和 Q_2 的影响，回顾前面税收返还分配比例 β 的大小并不影响最终的 p_2 ， Q_1 和 Q_2 ，因此也可以预期 β 的大小并不会影响 p_2 ， Q_1 和 Q_2 。基于两个消费主体的偏好一致的假设，该结果也是合理的。

基于上述说明，故选取 t_2 以 0.02 的幅度变化，即考虑补贴率从 0 开始，以 0.02 的幅度增加，一直到 0.14。而 β 则设定为 1/2 和 1/4，这样的话，可以得到 8 组数据，具体情况见表 4-1 和表 4-2。

表 4-1 $\beta=1/2$ 时补贴率变动时 p_2 、 Q_1 、 Q_2 、 E_{H1} 、 E_{H2} 、 E_{L1} 、 E_{L2} 的结果

| t_2 | p_2 | Q_1 | Q_2 | E_{H1} | E_{H2} | E_{L1} | E_{L2} |
|-------|-------|--------|--------|----------|----------|----------|----------|
| 0 | 1 | 26.463 | 26.463 | 33.333 | 16.667 | 16.7 | 33.3 |
| 0.02 | 0.982 | 26.220 | 26.694 | 33.109 | 16.891 | 16.443 | 33.557 |
| 0.04 | 0.965 | 25.978 | 26.934 | 32.879 | 17.121 | 16.218 | 33.782 |
| 0.06 | 0.947 | 25.733 | 27.178 | 32.644 | 17.356 | 15.991 | 34.009 |
| 0.08 | 0.929 | 25.484 | 27.425 | 32.403 | 17.597 | 15.762 | 34.238 |
| 0.10 | 0.912 | 25.230 | 27.676 | 32.157 | 17.843 | 15.531 | 34.469 |
| 0.12 | 0.894 | 24.972 | 28.931 | 31.906 | 18.094 | 15.298 | 34.702 |
| 0.14 | 0.877 | 24.710 | 28.189 | 31.648 | 18.352 | 15.063 | 34.937 |

表 4-2 $\beta=1/4$ 时补贴率变动时 p_2 、 Q_1 、 Q_2 、 E_{H1} 、 E_{H2} 、 E_{L1} 、 E_{L2} 的结果

| t_2 | p_2 | Q_1 | Q_2 | E_{H1} | E_{H2} | E_{L1} | E_{L2} |
|-------|-------|--------|--------|----------|----------|----------|----------|
| 0 | 1 | 26.463 | 26.463 | 33.333 | 16.667 | 16.7 | 33.3 |
| 0.02 | 0.982 | 26.220 | 26.694 | 33.109 | 16.891 | 16.443 | 33.557 |
| 0.04 | 0.965 | 25.978 | 26.934 | 32.879 | 17.121 | 16.218 | 33.782 |

| | | | | | | | |
|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0.06 | 0.947 | 25.733 | 27.178 | 32.644 | 17.356 | 15.991 | 34.009 |
| 0.08 | 0.929 | 25.484 | 27.425 | 32.403 | 17.597 | 15.762 | 34.238 |
| 0.10 | 0.912 | 25.230 | 27.676 | 32.157 | 17.843 | 15.531 | 34.469 |
| 0.12 | 0.894 | 24.972 | 28.931 | 31.906 | 18.094 | 15.298 | 34.702 |
| 0.14 | 0.877 | 24.710 | 28.189 | 31.648 | 18.352 | 15.063 | 34.937 |

附注：计算结果都是精确到小数点后三位，此外当 $t_2=0$ 时， Q_1 和 Q_2 的数值同前面计算的结果一致，前面

的表达式是用 $Q_1=Q_2=\frac{50}{3}\times 2^{\frac{2}{3}}$ 给出，此处是将精确结果给出，以便于比较。

从表 4-1 中可以看出，随着补贴率的增加， p_2 ， Q_1 和 Q_2 分别表现出下降、下降和增加的趋势。即对低碳产品补贴率的提高可以降低低碳产品的价格和高碳产品的产量，同时导致低碳产品的增加。即对低碳产品的补贴有助于降低高碳产品的产量，并进而达到降低碳排放的目的。而分析 p_2 ， Q_1 和 Q_2 的变化原因，同前面对高碳产品征税完全一致，对低碳产品的补贴也会导致高碳资源和低碳资源流向低碳企业，进而导致高碳产品产量减少和低碳产品产量增加。这点从后四列数据得到印证。

从表 4-2 可以看出，尽管此时 β 的取值同表 4-1 不同，但是计算结果完全一致，说明 β 的取值并不会影响到最终的 p_2 ， Q_1 和 Q_2 。

表 4-1 和表 4-2 的结果都说明随着补贴率的提高，高碳产品产量将下降而低碳产品产量将上升，从而达到降低碳排放实现低碳经济的目的。从经济学理论的角度出发，出现该结论的原因主要是对低碳产品的补贴将有助于降低低碳产品的相对价格，因而使得低碳产品的消费将增加，而高碳产品的消费将减少，并进而导致低碳产品的产量增加，最终实现低碳经济的目的。

从社会福利的角度更能看清楚补贴手段的影响。补贴手段的效应分析类似于征税手段，政府对产生正外部性或者负外部性减少的厂商给予的补贴等于外部收益的数量即 (P_1-P_2) ，这一补贴对不同的经济主体的影响效果是不同的。具体见图 4-4。

(1) 补贴对生产者的影响。补贴以前生产者剩余是价格线 $P=P_0$ 以下、供给曲线 S_0 以上的那部分三角形面积来表示。补贴以后导致生产者剩余的增量为梯形面积 P_0P_2EA 。

平下降。当然，长期来看，消费者获得收入返还将会维持效用水平不变，加之环境改善，消费者获得正的福利改进。

（四）情形 3——对高碳资源征税的情形

从高碳产品和低碳产品的生产函数中可以看出，两种产品生产中所使用的高碳资源和低碳资源的比重存在差异。正是这种差异导致了两种产品最终单位碳排放量的不同，因此考虑对高碳资源征收资源税，希望通过资源税的方式来降低高碳企业对高碳资源的使用量进而降低高碳产品的产量最终达到降低碳排放量实现低碳经济的目的。

如果要对高碳资源征收资源税，不妨将税率设定为 τ_1 ，即以从量税的形式对每单位高碳资源的使用征收 τ_1 ，由于低碳产品和高碳产品的生产都需要高碳资源，因此征收也一视同仁，即只要使用高碳资源都必须征收 τ_1 的资源税。在一般均衡模型中，完全竞争的条件使得无法对高碳产品和低碳产品中所使用的高碳资源征收差别税率，这点对结果有非常大的影响。同前面的情形一样，如要征税必须要在模型范围内解决税收的返还分配问题，为此选择同情形 1 和情形 2 一致，税收返还的比例仍然设定为 β 和 $(1-\beta)$ ，则市场达到均衡时四组方程如下。

1. 效用最大化方程

$$\text{高碳资源拥有者: } p_1 x_1 = \frac{1}{2} (R_1 \times 50 + \beta \tau_1 \times 50) \quad (4-46)$$

$$p_2 y_1 = \frac{1}{2} (R_1 \times 50 + \beta \tau_1 \times 50) \quad (4-47)$$

$$\text{低碳资源拥有者: } p_1 x_2 = \frac{1}{2} (R_2 \times 50 + (1-\beta) \tau_1 \times 50) \quad (4-48)$$

$$p_2 y_2 = \frac{1}{2} (R_2 \times 50 + (1-\beta) \tau_1 \times 50) \quad (4-49)$$

方程(4-46)到(4-49)发生改变的原因是因为资源拥有者的收入来源除去要素回报外，还有来自税收返还分配所得到的收入。

2. 利润最大化方程

$$\text{高碳产品企业: } \frac{R_1 + \tau_1}{p_1} = \frac{2}{3} \frac{Q_1}{E_{H1}} \quad (4-50)$$

$$\frac{R_2}{p_1} = \frac{1}{3} \frac{Q_1}{E_{L1}} \quad (4-51)$$

$$\text{低碳产品企业: } \frac{R_1 + \tau_1}{p_2} = \frac{1}{3} \frac{Q_2}{E_{H2}} \quad (4-52)$$

$$\frac{R_2}{p_2} = \frac{2}{3} \frac{Q_2}{E_{L2}} \quad (4-53)$$

方程(4-50)和(4-52)发生变动的原因在于对高碳资源使用征税导致企业在做利润最大化决策时,使用高碳资源时成本不仅包括高碳资源价格 R_1 ,还包括税率 τ_1 ,因此(4-50)和(4-52)方程左边分式中分子不再仅仅是 R_1 ,而是 R_1 与 τ_1 之和。

3.产品供求均衡方程

$$\text{高碳产品市场供求均衡 } x_1 + x_2 = Q \quad (4-54)$$

$$\text{低碳产品市场供求均衡 } y_1 + y_2 = Q_2 \quad (4-55)$$

$$\text{收入均衡 } R_1 \times 50 + R_2 \times 50 - p_1 \times 50 - p_1 Q_1 - p_2 \quad (4-56)$$

$$Q_1 = E_{H1}^{\frac{2}{3}} E_{L1}^{\frac{1}{3}} \quad (4-57)$$

$$Q_2 = E_{H2}^{\frac{1}{3}} E_{L2}^{\frac{2}{3}} \quad (4-58)$$

方程(4-56)发生变动的原因在于生产者的收入除去支付要素价格,还要支付高碳资源使用税。因此方程左边加上了征税总额,即税率 τ_1 乘以高碳资源禀赋 50。

4.生产要素供求均衡方程

$$50 = E_{H1} + E_{H2} \quad (4-59)$$

$$50 = E_{L1} + E_{L2} \quad (4-60)$$

列出上述 15 个方程后,自然就可以解出所有的变量。当然,由于独立方程的个数仅有 13 个,需要解出的变量却有 14 个,因此需要设定 $p_1=1$ 。将上述方程带入软件运算,结果如下:

$$p_1=1,$$

$$p_2=1,$$

$$Q_1 = Q_2 = \frac{50}{3} \times 2^{\frac{2}{3}}$$

将上述结果同没有征税和补贴的情形相比较可以发现，结果没有区别。也就是对高碳资源征税不会对低碳产品的相对价格以及低碳产品和高碳产品的数量产生影响。这与之前的预期相违背，对高碳资源征收使用税的目的是为了有效降低高碳企业对高碳资源的使用量，从而降低高碳产品的产量。然而，模型的结果却显示对高碳资源征税不会对高碳产品的产量产生任何影响，因而与之前的预期不符。

模型的结果之所以与预期不相符合，主要是源于模型本身的假设所造成。在模型中，存在以下 3 个假定保证模型结果与预期不相符合：

(1)高碳资源的禀赋被设定为固定不变的量，全部高碳资源必须投入使用；

(2)低碳产品和高碳产品的生产都需要使用高碳资源，尽管比重不同；

(3)完全竞争的条件保证生产高碳产品和低碳产品使用高碳资源时征收的资源税率必须保持一致，即保证了高碳企业和低碳企业使用高碳资源所付出的单位成本无差异。

以上三个假设保证高碳资源必须要全部分配，即高碳产品和低碳产品所使用的高碳资源量一定，如果在这个过程中高碳产品和低碳产品的相对价格发生变动，则会由于资源回报差异的缘故导致高碳资源流向相对价格较高的产品。然而结果显示，两种产品的相对价格同没有征税和补贴情形完全一致，即不会发生高碳资源的流动，那么自然高碳产品和低碳产品产量保持不变。而且从模型中高碳资源价格的结果更加可以证实这一点：

$$\text{不考虑征税和补贴情形下，高碳资源价格 } R_1 = \frac{1}{3} \times \frac{1}{\left(\frac{1}{4}\right)^{\frac{1}{3}}};$$

$$\text{而考虑对高碳资源征税 } \tau_1 \text{ 的情形下，高碳资源价格 } R_1 = \frac{1}{3} \times \frac{1}{\left(\frac{1}{4}\right)^{\frac{1}{3}}} - \tau_1。$$

从以上结果可以看出，对于两个企业而言，在加上对高碳资源征收的使用税 τ_1 后，使用高碳资源的成本同没有征税和补贴情形下的成本没有差异，因此两个企业选择使用的高碳资源数量不会改变。同时，由于提供高碳资源在两种产品获

得的回报一致，高碳资源拥有者也没有必要改变自己的供给决策，不需要增加低碳产品生产中的高碳资源使用量而同时降低高碳产品生产中的高碳资源使用量，因为他不会因为通过这样的要素供给调整而获得利润增加。因此企业不会改变自己购买生产要素的决策，而高碳资源拥有者也不会改变自己的供给决策，最终双方都选择保持同没有征税和补贴情形下一致的需求和供给决策。因此低碳产品和高碳产品的产量也不会发生改变，也就是模型结果所显示的。

然而在现实生活中，不大可能出现于上述三个假设完全一致的情形，尤其在中国更是如此。

首先资源禀赋并非为固定，即便固定也不需要所有资源全部投入使用，即无法达到“零失业”的理想情况。因此，很难出现对资源征税而不影响资源使用量的情形。事实上，如果回顾第一部分资源价格政策就可以很清楚这点。在第一部分中，当放开高碳资源价格后，高碳资源价格上升，从而使得企业和行业对高碳资源使用量都出现下降，因而导致低碳经济。

其次，在中国同质资源在不同产品生产中所获得回报并不一致，尤其是高碳资源如煤炭等、石油等，由于中国的要素市场距离市场化还有较大距离，即广泛存在同种要素不同回报的情形，加上对同种资源征税的税率很难保持相同。因此很难出现模型当中征税也不影响最终产量的结论。

进一步地，在现实生活中广泛存在资源价格与市场价格背离的情形，如中国的大型国企在西北地区开采资源所支付的费用远远达不到市场价格的水平。因此在现实生活中可以通过对高碳资源征税可以提供较为有效的市场信号，从而降低高碳产品的产量进而达到低碳经济，即该政策依然有效。当然，在这里模型本身的假设与现实不符合也导致模型对此无能为力，但这并不是说模型本身结果存在问题，而是因为模型本身所设定的假设与现实存在距离所导致。

（五）情形 4——对低碳资源进行补贴

与对高碳资源征税的情形相反，由于低碳资源可以有效降低碳排放量，因此增加使用低碳资源而同时降低使用高碳资源也会导致碳排放量的下降并进而实现低碳经济。所以可以考虑对低碳资源进行补贴，从而引导企业增加使用低碳资源而同时降低使用高碳资源也可能实现低碳经济。

如果要考虑对低碳资源实现补贴，出于模型闭合性的要求，自然就要考虑补

贴的费用来源，因此还是选择同前面模型一致的分析方式，假定补贴费用来自对各个资源主体征税的结果，而征税比例依然为 β 和 $(1-\beta)$ ，补贴率为 τ_2 ，则市场均衡时，需要满足的四组方程如下。

1. 效用最大化方程

$$\text{高碳资源拥有者: } p_1 x_1 = \frac{1}{2} (R_1 \times 50 - \beta \tau_2 \times 50) \quad (4-61)$$

$$p_2 y_1 = \frac{1}{2} (R_1 \times 50 - \beta \tau_2 \times 50) \quad (4-62)$$

$$\text{低碳资源拥有者: } p_1 x_2 = \frac{1}{2} (R_2 \times 50 - (1-\beta) \tau_2 \times 50) \quad (4-63)$$

$$p_2 y_2 = \frac{1}{2} (R_2 \times 50 - (1-\beta) \tau_2 \times 50) \quad (4-64)$$

方程(4-61)到(4-64)发生改变的原因是因为资源拥有者的收入来源除去要素回报外，还需要缴纳税收用作转移给低碳资源使用的补贴。

2. 利润最大化方程

$$\text{高碳产品企业: } \frac{R_1}{p_1} = \frac{2}{3} \frac{Q_1}{E_{H1}} \quad (4-65)$$

$$\frac{R_2 - \tau_2}{p_1} = \frac{1}{3} \frac{Q_1}{E_{L1}} \quad (4-66)$$

$$\text{低碳产品企业: } \frac{R_1}{p_2} = \frac{1}{3} \frac{Q_2}{E_{H2}} \quad (4-67)$$

$$\frac{R_2 - \tau_2}{p_2} = \frac{2}{3} \frac{Q_2}{E_{L2}} \quad (4-68)$$

方程(4-66)和(4-68)发生变动的原因在于对低碳资源使用补贴导致企业在做利润最大化决策时，使用低碳资源时成本不再完全包括低碳资源价格 R_2 ，还需要扣除补贴 τ_2 ，因此(4-66)和(4-68)方程左边分式中分子不再仅仅是 R_2 ，而是 R_2 与 τ_2 之差。

3. 产品供求均衡方程

$$\text{高碳产品市场供求均衡: } x_1 + x_2 = Q \quad (4-69)$$

$$\text{低碳产品市场供求均衡: } y_1 + y_2 = Q \quad (4-70)$$

收入均衡：
$$R_1 \times 50 + R_2 \times 50 - \tau_2 \times 50 = p_1 Q_1 + p_2 Q_2 \quad (4-71)$$

$$Q_1 = E_{H1}^{\frac{2}{3}} E_{L1}^{\frac{1}{3}} \quad (4-72)$$

$$Q_2 = E_{H2}^{\frac{1}{3}} E_{L2}^{\frac{2}{3}} \quad (4-73)$$

方程(4-71)发生变动的原因在于生产者的收入不仅要支付要素价格，还来自于因为使用低碳资源而得到的补贴，因此方程左边减去了补贴总额，即税率 τ_2 乘以高碳资源禀赋 50。

4. 生产要素供求均衡方程

$$50 = E_{H1} + E_{H2} \quad (4-74)$$

$$50 = E_{L1} + E_{L2} \quad (4-75)$$

列出上述 15 个方程后，自然就可以解出所有的变量。当然，由于独立方程的个数仅有 13 个，需要解出的变量却有 14 个，因此需要设定 $p_1=1$ 。将上述方程带入软件运算，结果如下：

$$p_1=1,$$

$$p_2=1,$$

$$Q_1 = Q_2 = \frac{50}{3} \times 2^{\frac{2}{3}}$$

通过将加入资源补贴后的结果同没有对资源征税和补贴的结果相比，发现两者结果完全一致，与前面对高碳资源征税的结果依然一致，与理论预期相违背。即加入对低碳资源补贴是为了降低高碳产品的产量和提高低碳产品的产量，然而根据模型结果显示，对低碳资源的补贴同对高碳资源的征税一样没有起到任何作用。这似乎与现实相违背，因为对低碳资源的补贴可以降低企业使用低碳资源的成本，从而引导企业使用更多的低碳资源，同时减少对高碳资源的使用量。因此需要解释为什么模型的结果与现实结论相违背。

其实这一结果的出现并非偶然，与之前对高碳资源征税不会减少高碳产品产量的原因相同。模型的结果之所以与预期不相符合，主要是源于模型本身的假设所造成。在模型中，存在以下 3 个假定保证模型结果与预期不相符合：

(1)低碳资源的禀赋被设定为固定不变的量;

(2)低碳产品和高碳产品的生产都需要使用低碳资源, 尽管比重不同;

(3)完全竞争的条件保证生产高碳产品和低碳产品时使用高碳资源时的资源补贴率必须保持一致, 即高碳企业和低碳企业在使用低碳资源时所付出的单位成本相等。

以上三个假设保证低碳资源必须要全部分配, 即高碳产品和低碳产品生产中所使用的低碳资源量一定, 如果在这个过程中高碳产品和低碳产品的相对价格发生变动, 则由于回报差异的缘故会导致低碳资源流向相对价格较高的产品。然而结果显示, 两种产品的相对价格同没有征税和补贴情形完全一致, 即不会发生低碳资源的流动, 那么高碳产品和低碳产品产量自然保持不变。而且从模型中低碳资源价格的结果更加可以证实这一点:

$$\text{不考虑征税和补贴情形下, 高碳资源价格 } R_2 = \frac{1}{3} \times \frac{1}{\left(\frac{1}{4}\right)^{\frac{1}{3}}};$$

$$\text{而考虑对低碳资源补贴 } \tau_2 \text{ 的情形下, 低碳资源价格 } R_2 = \frac{1}{3} \times \frac{1}{\left(\frac{1}{4}\right)^{\frac{1}{3}}} + \tau_2。$$

从以上结果可以看出, 对于两个企业而言, 在加上对低碳资源进行的补贴后, 此时的使用成本为 $(R_2 - \tau_2)$, 低碳资源的使用成本同没有征税和补贴情形下的低碳资源的使用成本没有差异, 因此两个企业选择使用的低碳资源数量不会改变。同时, 由于对两种产品生产提供低碳资源获得的回报一致, 低碳资源拥有者也没有必要改变自己的供给决策, 不需要增加低碳产品生产中的低碳资源使用量而同时降低高碳产品生产中的低碳资源使用量, 因为两者对他而言无差异。这样, 企业不会改变自己雇佣生产要素的决策。同时低碳资源拥有者也不会改变自己的供给决策, 最终双方都选择保持同没有征税和补贴情形下一致的需求和供给决策。因此低碳产品和高碳产品的产量也不会发生改变, 也就是模型结果所显示的。

当然, 在现实生活中, 不大可能同时出现与上述三个假设完全一致的情形。毕竟低碳资源禀赋并非是一个固定的数值, 因此如果对低碳资源实行补贴, 则会出现类似刘易斯二元经济模型中的劳动力无限供给的情形, 即补贴将导致低碳资源使用增加而不会受到低碳资源数量的限制, 因为低碳资源大部分属于可再生资

源，其数量会随着时间推移增加而并非保持不变或者减少，因此会对高碳资源产生替代作用，进而实现低碳经济，即该政策依然有效。因此，模型所预示的结果并不会出现在现实之中。

（六）情形 5——其它情形

在讨论了上述标准情形以及加入税收和补贴的四种情形后，可以看出财税政策对于发展低碳经济的确存在促进作用。然而前面分析的仅仅是税收和补贴单独进行的情形，一般而言，政策设计中都是同时考虑税收和补贴情形，但后面的分析将不再采用上述分析方式，毕竟占据篇幅过大。而且从理论上来说，既然分析清楚了政策单独实施的效果，那么同时进行的情形分析将更为容易。如同在牛顿力学中，每一个单独的力作用结果已经清楚后，再考虑合力的结果将是非常容易的事情。因此，其它情形将不再采用单独列出方程解出结果的方式进行。只需要列出简单的表格即可知大致结果。具体结果见表 4-3。

需要说明的是，表格中所列出的仅仅是政策联合实施时的大致结果，即仅仅只是三个变量的变动方向而已，并不代表所有的结果在数值变动上也保持精确一致，即政策效果在大体方向上保持一致，但是具体影响则不完全相同。但无论如何，最终的结果都是有效降低了碳排放量，实现了低碳经济的目的。

表 4-3 征税和补贴联合实施时的大致结果

| 政策 | 对高碳产品征税 | 对低碳产品补贴 | 对高碳资源征税 | 对低碳资源补贴 |
|---------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 对高碳产品征税 | p_2 下降, Q_1 减少, Q_2 增加 |
| 对低碳产品补贴 | p_2 下降, Q_1 减少, Q_2 增加 |
| 对高碳资源征税 | p_2 下降, Q_1 减少, Q_2 增加 |
| 对低碳资源补贴 | p_2 下降, Q_1 减少, Q_2 增加 |

三、资源价格与税收政策联动促进低碳经济发展的内在机理

如前所述，一般均衡模型只能分析财税政策对发展低碳经济的影响，因此如要分析资源价格政策和财税政策联动对发展低碳经济的影响，就无法采用前面的

一般均衡模型，因此还是回归到分析资源价格政策上的方法——局部均衡分析法，以图表为基本描述工具说明政策影响。

（一）对生产者的影响

对生产者而言，高碳资源和低碳资源是投入品，高碳产品和低碳产品是产出品，所以要分析资源价格与税收政策联动对低碳经济的影响，需要从两个角度来分析。一方面要分析资源价格与税收政策联动对高碳资源和低碳资源需求的影响，进而考虑是否达到低碳的目的，这要从要素市场的角度来分析。另一方面要分析资源价格与税收政策对高碳产品和低碳产品需求的影响，进而考虑是否达到低碳的目的，这要从产品市场的角度来分析。

1. 资源价格与税收政策联动对高碳资源和低碳资源的影响

如前所述，完全竞争厂商使用要素的原则是要素的边际产品价值等于要素的边际成本，即 $VMP=MP \times P=P'$ 。其中 VMP 为该要素的边际产品价值， MP 为该要素的边际产品， P 为产品的收益， P' 为该要素的价格。

资源价格方面，可能由于政府放松对高碳资源的管制而使得高碳资源价格上升，可能由于政府对低碳资源的价格补贴而使得低碳资源价格相对下降。产品方面，可能由于政府对高碳产品征税而使得高碳产品价格上升，可能由于政府对低碳产品补贴而使得低碳产品价格下降。所以可能出现 4 种情况⁶，见图 4—5。以下图表均假设要素的边际产品不变。

情况（a），在放松对高碳资源价格管制、对高碳产品征税之前。按照 $VMP=MP \times P=P'$ 的公式，资源价格为 P_0' 时，厂商对高碳资源的需求为 q_0 。政府放松对高碳资源的价格管制使得资源价格上升，从 P_0' 上升到 P_1' 。政府对高碳产品征税使得产品价格上升，但是厂商的净收益相比于征税前呈现减少趋势，所以对高碳资源的需求曲线由原来的 VMP_0 下降到了 VMP_1 。所以在新的供求均衡点，厂商对高碳资源的需求从原来的 q_0 下降到了 q_1 ，从而达到低碳的目的。

情况（b），与前面的分析类似，原来高碳资源价格为 P_0' ，高碳资源的需求量为 q_0 ，在对高碳资源放松价格管制以及对低碳产品征税补贴后，对高碳资源的需求曲线由原来的 VMP_0 上升到 VMP_1 。在新的均衡点，厂商对高碳资源的需求

⁶ 鉴于如果把对高碳资源、低碳资源和高碳产品、低碳产品的政策组合放到一个模型里面分析比较复杂，本文就考虑 1 个模型中只有两种商品——高碳资源和低碳资源中的一种以及高碳产品和低碳产品中的一种。

求从原来的 q_0 变为 q_1 ，至于 q_1 相对于 q_0 是上升还是下降，这取决于放松价格管制之后高碳资源价格上升的幅度和对低碳产品价格补贴之后厂商的收益上升的幅度。

情况 (c)，原来低碳资源价格为 P_0' ，低碳资源的需求为 q_0 ，在对低碳资源价格补贴和对高碳产品征税之后，对低碳资源的需求曲线由原来的 VMP_0 下降到 VMP_1 ，在新的均衡点，厂商对低碳资源的需求从原来的 q_0 变为 q_1 ，至于 q_1 相对于 q_0 是上升还是下降，这取决于低碳资源价格补贴幅度和对高碳产品征税之后厂商的收益的下降幅度。

情况 (d)，对低碳资源的价格补贴使得低碳资源价格从原来的 P_0' 下降到了 P_1' ，对低碳产品的补贴使得厂商的净收益上升从而使的低碳资源的需求曲线由原来的 VMP_0 上升到了 VMP_1 ，新的均衡点的低碳资源的需求上升到了 q_1 ，这表明厂商更多使用低碳资源，从而到达了低碳的目的。

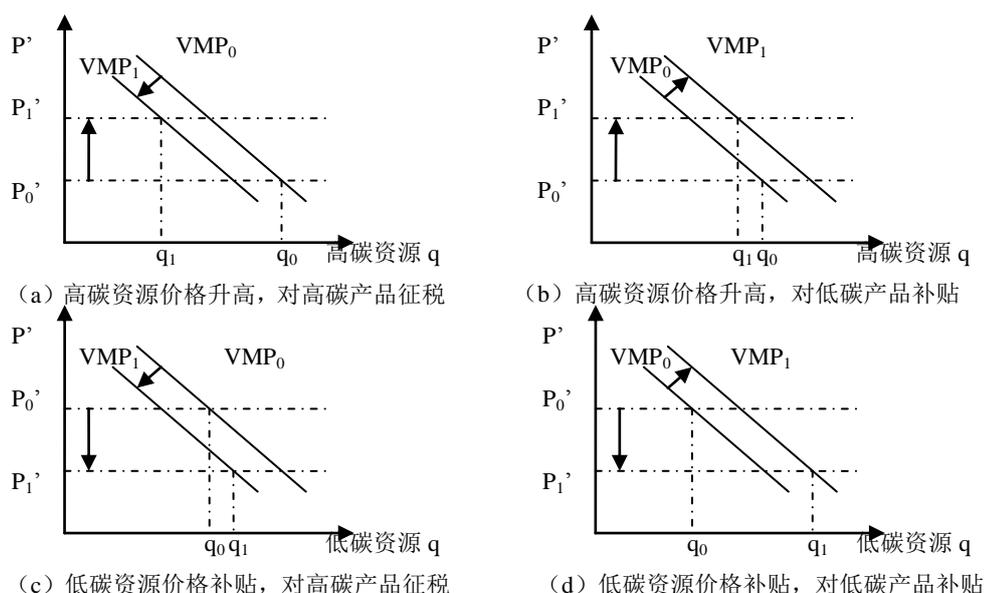


图 4-5 资源价格与税收联动同高碳低碳资源关系

2. 资源价格与税收政策联动对高碳产品和低碳产品的影响

在产品市场，厂商决定生产的原则是产品的边际成本等于产品的边际收益，即 $MC=MR$ 。同前面的分析一样，放松资源价格管制、提供价格补贴以及对高碳产品征税、对低碳产品补贴可能出现 4 种情况，如图 4-6。

情况 (a)，在放松价格管制、对高碳产品征税之前，按照 $MC=MR$ 的原则，厂商生产 q_0 数量的高碳产品。政府放松对高碳产品的价格管制使得高碳资源价格上升从而使的厂商生产的边际成本上升，另一方面，政府对高碳产品征税同样

使得边际成本上升。所以总的效果是厂商生产高碳产品的边际成本从 MC_0 上升到了 MC_1 ，生产的高碳产品的数量从 q_0 下降到了 q_1 ，从而导致了低碳。

情况 (b)，同样，在放松价格管制、对低碳产品补贴以前，厂商生产 q_0 数量的低碳产品。放松价格管制使得资源价格上升从而使得产品的边际成本从 MC_0 上升到了 MC_1 ，对低碳产品的补贴使得产品的边际收益从 MR_0 上升到了 MR_1 ，这时厂商生产 q_1 数量的低碳产品。但是 q_1 是比 q_0 多还是少取决于放松管制之后高碳资源价格上升的幅度和对低碳产品补贴的幅度。

情况 (c)，在对低碳资源价格补贴和对高碳产品征税之前，厂商生产 q_0 数量的低碳产品。对低碳资源的价格补贴会使得厂商的边际成本下降，而对高碳产品的征税会使得厂商的边际成本上升，所以边际成本到底是上升还是下降取决于资源价格补贴的幅度和高碳产品征税的幅度谁大谁小，所以也就无法确定低碳产品的生产数量是上升还是下降。

情况 (d)，在对低碳资源价格补贴和对低碳产品补贴之前，厂商生产 q_0 数量的低碳产品。对低碳资源价格补贴使得产品的边际成本从 MC_0 下降到 MC_1 ，对低碳产品的补贴使得产品的边际收益从 MR_0 上升到 MR_1 ，则生产低碳产品的数量从 q_0 上升到了 q_1 ，从而有利于刺激生产低碳产品，促进低碳经济发展。

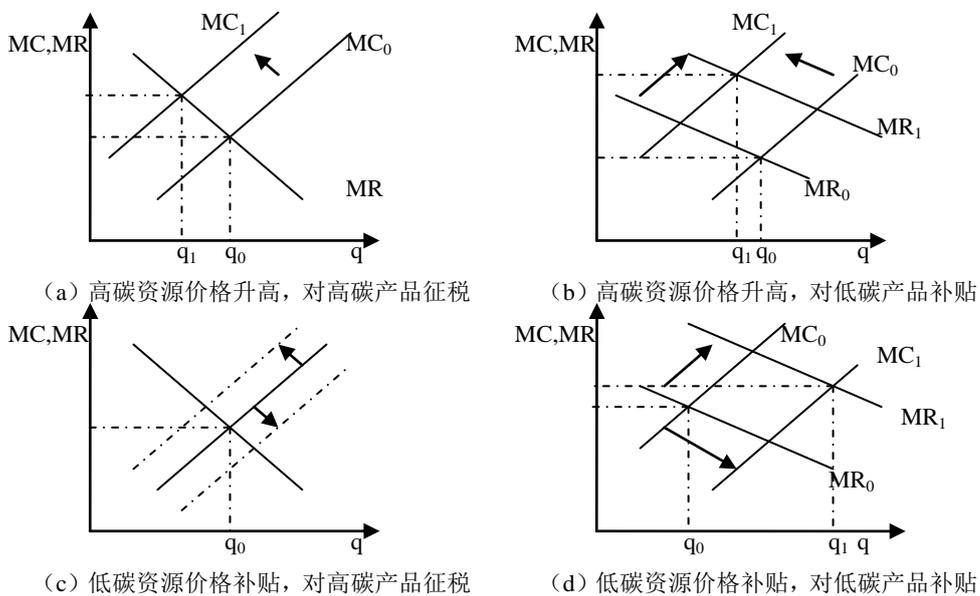


图 4-6 资源价格与税收联动同高碳低碳产品关系

(二) 对消费者的影响

消费者可以消费高碳资源或者低碳资源，同时可以消费高碳产品和低碳产

品，排列组合之后共有 15 种情况，本文分析其中比较简单的几种。假设消费者只选择高碳资源和低碳资源中的一种，高碳产品和低碳产品中的一种，并且在它们上的支出是一定的⁸。则有如下 4 种情况，见图 4-7。

情况 (a)，在对高碳资源和高碳产品征税前，消费者根据效用最大化的原则，消费了 q_0 数量的高碳产品和 q_0' 数量的高碳资源。由于对高碳资源和高碳产品的征税使得它们的价格上升，在收入不变的条件下，消费者的预算线从 a 变为了 b，此时的效用最大点为 e_1 点，消费者消费了 q_1 数量的高碳产品和 q_1' 单位的高碳资源，可以看出对高碳资源和高碳产品同时征税使得消费者减少了对它们的需求，达到了低碳的目的。

情况 (b)，在对高碳资源征税和低碳产品补贴前，消费者消费了 q_0 数量的低碳产品和 q_0' 数量的高碳资源。然后先对高碳资源征税，这使得高碳资源的相对价格上升，消费者的效用最大点从 e_0 变为 e_1 ，此时消费者减少了对高碳资源的需求，而增加了对低碳产品的需求（假设高碳资源和低碳产品不是吉芬商品）。对低碳产品的补贴使得低碳产品的相对价格下降，消费者的效用最大点从 e_1 变为了 e_2 ，此时消费者进一步减少了对低碳产品的需求，而增加了对低碳产品的需求，从而导致了低碳。

情况 (c)，与情况 (b) 的分析类似，对低碳资源的补贴以及对高碳产品的征税使得消费者增加了对低碳资源的需求而减少了对高碳产品的需求，从而导致了低碳。

情况 (d)，与情况 (a) 的分析类似，对低碳资源和低碳产品的补贴使得消费者增加了对它们的需求，有利于低碳经济的发展。

⁸ 消费者可以从高碳产品和低碳产品以及高碳资源和低碳资源四种中任选 1 种、2 种、3 种或者 4 种，但是鉴于本部分要分析资源价格和财税政策联动的政策组合，因此至少要选取其中的 2 种，考虑到如果要分析消费者要消费其中的 3 种或以上的产品，则分析过程比较复杂且会因为政策力度的大小不同而使政策效果难以预料，所以本部分就假设消费者从高碳产品和低碳产品中消费 1 种，高碳资源和低碳资源中消费 1 种。

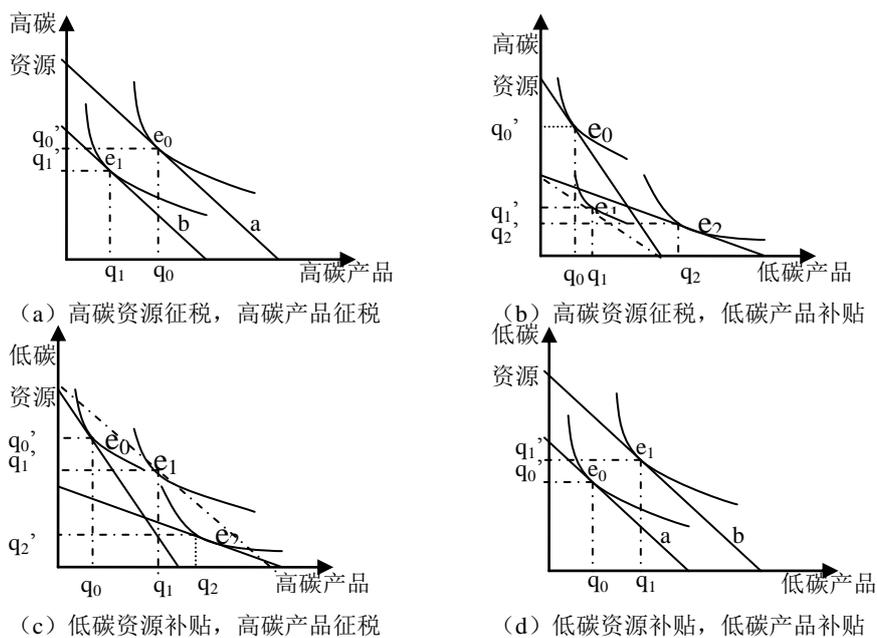


图 4-7 资源价格与税收政策联动同高碳低碳产品关系

参考文献

- [1] 沈满洪. 环境经济手段研究[M]. 中国环境科学出版社, 2001 年
- [2] 庇古. 福利经济学[M]. 华夏出版社, 2007 年
- [3] 平狄克、鲁宾费尔德. 微观经济学[M]. 中国人民大学出版社, 2000 年 9 月第 1 版, 2007 年 2 月第 12 次印刷
- [4] 高鸿业等. 西方经济学(微观部分)[M]. 中国人民大学出版社, 2007 年第四版
- [5] 沈满洪. 庇古税的效应分析[J]. 《浙江社会科学》, 1999 年第 4 期

第五章 资源价格与低碳经济发展的实证研究

有关碳排放问题的研究是目前学界研究的热点，包括碳排放的影响因素、碳排放的分解等内容都已在为数众多的文献中得到了详细研究。不过关于资源价格同碳排放的研究，尤其是针对中国的石油、煤炭等能源价格同碳排放的研究则几乎没有人涉足。这主要是源于中国的能源价格尚未实现市场化，价格因素对能源消费的影响同已经实现市场化的其它商品相比较而言不显著所造成。第四章就资源价格促进低碳经济发展的传递机理进行了理论分析。本章以石油资源为例，实证分析资源价格与低碳经济的内在机理。

一、研究背景

IEA 数据库中有关中国碳排放数据显示，来自煤炭部分的碳排放占了接近 80% 的比重，这主要是源于中国以煤炭为主导的能源禀赋结构所造成。尽管中国石油消费逐年递增，而且 2007 年中国石油进口占石油总消费的比重已经超过

50%¹，但这些都无法改变中国能源消费依然是以煤炭为主导的格局。

虽然中国石油消费受到世界市场影响的程度逐年递增，但是与石油相比较，中国是产煤大国，自给率较高，煤炭市场长期处在管制状态，尽管随着要素市场化进程的推进，煤炭价格已经开始市场化，但电煤价格仍然处在管制状态，因而煤炭价格对煤炭消费尤其是火电消费的调节作用受到一定的限制。因此，从某种意义上说，中国能源消费同能源价格的关联并不高。

然而，随着中国能源市场化改革的进行，能源价格对能源消费的影响逐渐显现。以石油为例，中国石油定价机制在建国后发生了如下的变化：

第一阶段，1949~1981年。由于该阶段中国处在计划经济体制下，因此无论是原油零售还是批发价格都处在中央政府的管制之下，因而也就不存在完整意义上的石油交易市场，价格对消费的影响更加无从谈起。

第二阶段，1981~1998年。随着1978年中国开始以市场化导向为目标的改革，中央政府开始放松对石油的管制，但此时的石油仍然处在双轨制中，离市场化定价仍然相去甚远。

第三阶段，1998~2001年。市场双轨制被放弃，原国家计委出台了《原油成品油价格改革方案》，规定了国内原油、成品油价格按照新加坡市场油价相应确定，中国石油市场从此开始与世界市场接轨。

第四阶段，2001年—现在。定价机制再度发生变化，国内汽、柴油价格与新加坡、鹿特丹、纽约三地市场价格挂钩，当三地市场平均涨跌幅度超过一定程度，由发改委制定公布零售中准价；具体零售价由中石油、中石化集团公司在规定浮动幅度内确定，浮动幅度为上下5%~8%。

从以上的阶段性描述可以看出，定价机制的改变使得中国石油价格同世界市场的联系不断加深，这主要是源于中国石油消费的迅速增加和对进口依赖的程度不断加大，随着时间的推移，这种联系将会越来越紧密。这种紧密联系在图5-1、图5-2中将得到显著说明。

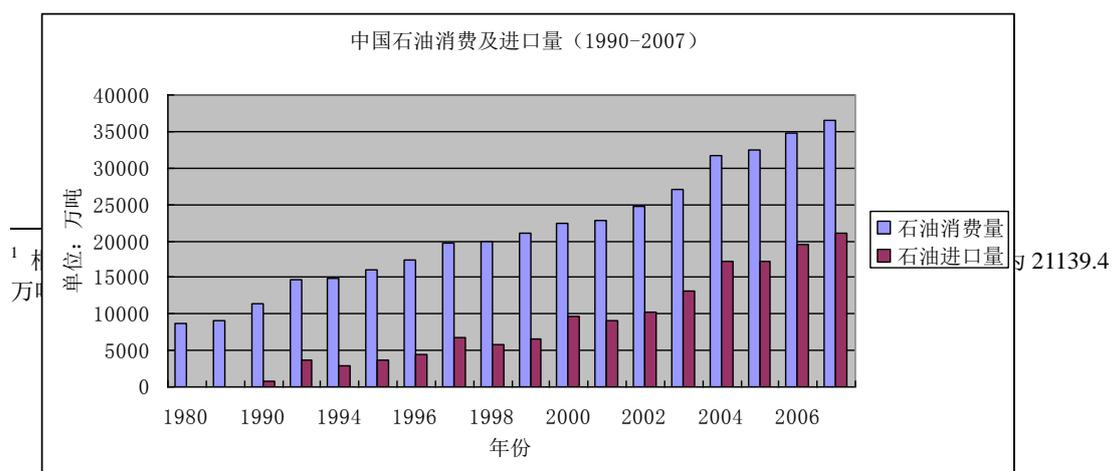


图 5-1 中国石油消费及进口量（1990-2007）

进一步可以想见，石油价格同世界石油市场联系的加深理应使得世界石油价格对中国石油消费产生一定程度的影响。这种影响应当直接反映在石油消费所导致的碳排放上并进而影响到碳排放总量上。而中国的碳排在 1990~2008 年期间呈现快速增长的趋势，似乎与同期的石油消费总量以及进口石油消费量快速增长存在某种关联。那么进一步地分析可知，既然世界石油价格应该会影响到中国的石油进口，自然也就影响到中国的石油消费总量，并进一步影响到中国的碳排放。

然而，前面的猜测仅仅属于理论猜想。这种影响是否存在、如果影响、影响程度多大等，则需要通过实证分析解决。如果实证分析显示石油价格与碳排放之间存在内在关联，那么为了达到在 2020 年碳排放强度降低以及在未来可能进行的总体减排的目标，可以采取资源价格调整的方式。

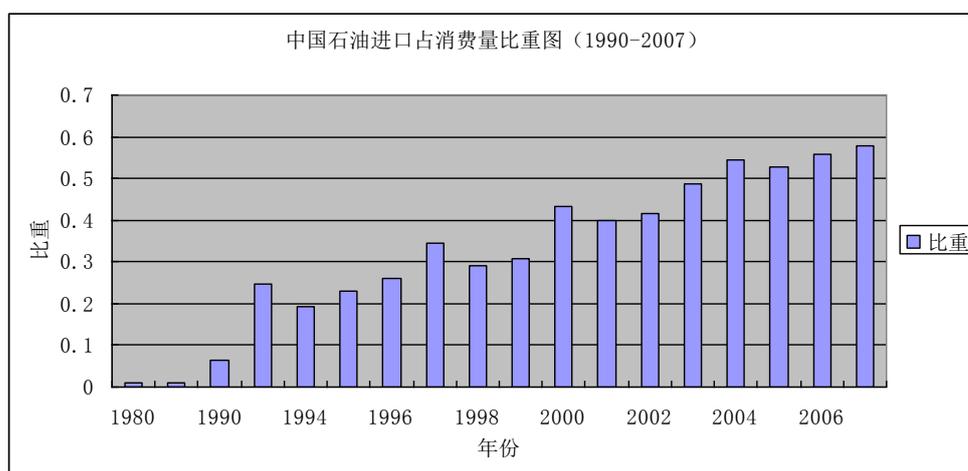


图 5-2 中国石油进口比重图（1990-2007）

本章研究了世界石油价格同中国碳排放之间的联系，采用了 1983~2008 年的年度数据，使用了向量自回归（VAR）方法。这也是目前计量研究中常用的方法之一，在此基础上进行了格兰杰因果检验、脉冲响应函数和方差分解等分析。

事实上，本部分一共有两个 VAR 模型，一个是分析中国总体碳排放和世界石

油价格、中国经济总量、货币供应量、通货膨胀率等之间关联的模型，另一个则是单独分析中国碳排放中由于石油消费导致的碳排放部分同世界石油价格、中国经济、货币供应量、通货膨胀率之间关联的模型。此外，还结合 Mork(1989)的文献，单独分析石油价格上涨和下降对碳排放的不同影响。

二、方法和数据介绍

自从 1980 年西蒙斯将 VAR 方法引入经济学研究，到目前为止，VAR 已经是世界上研究动态经济系统的主流方法之一。因此本部分也选择用 VAR 方法研究石油价格同碳排放之间的关系，VAR(p)模型一般描述如下：

$$y_t = c_t + \sum_{i=1}^p \Phi_i y_{t-i} + \varepsilon_t$$

其中， y_t 是 k 维内生变量所组成的列向量， y_{t-i} 则是该列向量滞后 i 期的向量，而 Φ_i 则是 $k \times k$ 维的系数矩阵，用于描述 y_{t-i} 对 y_t 的影响， c_t 则是常数项所组成的 k 维向量， ε_t 则是 $k \times 1$ 维且满足白噪声的扰动向量， p 是选择的滞后阶数。

本部分采用 VAR 模型，之所以选取年度而非月度数据，主要是受碳排放数据的限制，已有的碳排放数据均为年度数据，因而只能进行年度数据分析，这一数据限制有可能对结果造成不利影响，因为时间序列数据的长短对结果影响较大。由于本部分有两个 VAR 模型，所以内生变量也随模型的不同而不同。

第一个 VAR 模型是考察碳排放总量同世界石油价格的关系，所以内生变量为中国碳排放总量、世界石油价格、中国经济总量、货币供给和通货膨胀率。第二个模型考察基于石油消费造成的碳排放总量同世界石油价格之间的关系，所以内生变量为石油消费导致的碳排放量、世界石油价格、中国经济总量、货币供给和通货膨胀率。数据均为 1983~2008 年的年度序列数据，VAR 模型都是选择滞后三阶进行估计。

六个内生变量的选取描述如下：

1. 碳排放总量（记为 TE）：我国目前没有统一的碳排放总量数据发布，这里采用的美国能源署（EIA）的数据。

2. 基于石油消费导致的碳排放（记为 OE）：由于我国目前没有关于石油消费导致的碳排放数据的发布，这里也采用美国能源署（EIA）的数据，为表述方便，

以后记为石油碳排放。

3. 世界原油价格（记为 OP）：我们选取纽约原油期货市场的交易数据，由于交易数据为逐日数据，所以将全年数据加总得到平均价格记为当年的石油价格，石油价格来源于 IEA 的网站。

4. 中国经济总量（记为 GDP）：考虑我们选取的数据时间起点为 1983 年，为便于比较，所以对所有的年度 GDP 数据进行处理，统一转化为以 1983 年不变价格计算的实际 GDP。数据来源为《中国 2007 年统计年鉴》和《中国 2009 年统计年鉴》。

5. 货币供给（记为 M2）：由于石油价格会影响一国的货币政策，进而影响到经济整体，最终影响到能源消费。所以将货币供应量也纳入进来，以人民银行发行的货币供给量作为货币供给的指标，数据来源为《中国 2009 年统计年鉴》和《2006 年金融年鉴》。

6. 通货膨胀率（记为 CPI）：通常情况下，研究者一般都采用居民消费物价指数作为衡量通货膨胀的指标，所以这里也采用居民消费物价指数作为衡量通货膨胀的指标。数据来源见《中国 2007 年统计年鉴》和《中国 2009 年统计年鉴》。

三、检验结果

由于有两个 VAR 模型，所以将按照两个模型的顺序来介绍检验结果，一般情况下，VAR 的检验包括单位根检验、格兰杰因果检验、脉冲响应函数和方差分解分析。这里主要关心石油价格的波动对碳排放、宏观经济的冲击。

1. 单位根检验

由于这里分析的变量数据均为时间序列，如果该变量不平稳，则会影响到接下来的脉冲响应函数和方差分解分析。通过使用 ADF 和 PP 检验，可以分析出该变量的平稳性。ADF 和 PP 检验的原假设都是假定该时间序列具有单位根，只有当原假设被拒绝时，才能认为这些变量所代表的时间序列是平稳的，结果显示如表 5-1 所示。

表 5-1 含有中国碳排放总量的单位根检验

| 变量 | 原变量 | | 一阶差分 | | 二阶差分 | |
|-----|----------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | ADF 检验 | PP 检验 | ADF 检验 | PP 检验 | ADF 检验 | PP 检验 |
| TE | 2.467874 | 1.570151 | -2.365760 | -2.483677 | -4.731984*** | -4.734779*** |
| OP | 3.407034 | 4.096954 | -4.552667*** | -4.536356*** | | |
| GDP | 14.93321 | 12.81495 | -3.178152** | -3.196203** | | |

| | | | | | | |
|-----|-----------|-----------|--------------|--------------|--|--|
| M2 | 30.33632 | 24.05163 | -2.981216* | -3.054499** | | |
| CPI | -2.281325 | -2.367363 | -4.488112*** | -4.470106*** | | |

附注：*，**，***分别代表在 10%，5%，1%的水平下拒绝原假设，即该序列平稳。

在没有进行一阶差分的前提下，所有变量都显示出非平稳性，为了获得平稳的时间序列数据，因此必须进行一阶差分。结果显示，在进行一阶差分后，除 TE 外，所有的变量都显示出时间平稳性，如 OP 和 CPI 在 1%的水平也拒绝具有单位根的原假设，GDP 则是在 5%的水平下拒绝具有单位根的原假设。为了获得 TE 的平稳序列，再进行二阶差分，二阶差分后 TE 终于显示具有平稳性质。以后如果不加说明，则变量 OP、GDP、M2 和 CPI 代表一阶差分后的变量，而变量 TE 则代表二阶差分后的变量。

以上是对含有碳排放总量的变量进行单位根检验，由于本部分还有另外一个含有石油碳排放量的 VAR 模型，也必须进行单位根检验，检验结果如表 5-2 所示。

根据上述检验结果可知，原变量在不进行一阶差分的前提下，全部显示非平稳性质，在进行一阶差分后，所有变量都表现出平稳性质。以后如果不加说明，变量 OE、OP、GDP、M2 和 CPI 代表一阶差分后的变量。

表 5-2 含有石油碳排放的单位根检验

| 变量 | 原序列 | | 一阶差分 | |
|-----|-----------|-----------|--------------|--------------|
| | ADF 检验 | PP 检验 | ADF 检验 | PP 检验 |
| OE | 2.027760 | 2.787418 | -7.324436*** | -7.538650*** |
| OP | 3.407034 | 4.096954 | -4.552667*** | -4.536356*** |
| GDP | 14.93321 | 12.81495 | -3.178152** | -3.196203** |
| M2 | 30.33632 | 24.05163 | -2.981216* | -3.054499** |
| CPI | -2.281325 | -2.367363 | -4.488112*** | -4.470106*** |

附注：*，**，***分别代表在 10%，5%，1%的水平下拒绝原假设，即该序列平稳。

2. 格兰杰因果检验

格兰杰因果检验并非逻辑上的因果关系检验，只是为了避免出现伪回归现象而进行检验，检验结果显示的格兰杰原因也仅仅指在时间先后顺序的关系。考虑到研究的主题是石油价格同碳排放之间的关联，因此，这里关注的重心为石油价格同中国碳排放量以及中国经济的关系。检验结果如表 5-3 所示。

表 5-3 含有中国碳排放总量的格兰杰因果检验

| 原假设 H_0 | 1983-2008 | |
|-----------|-----------|----|
| | F 统计值 | 概率 |
| | | |

| | | |
|-------------------|---------|----------------|
| OP 不是 TE 的格兰杰原因 | 3.68239 | 0.03526 |
| TE 不是 OP 的格兰杰原因 | 0.43258 | 0.78264 |
| GDP 的不是 TE 的格兰杰原因 | 3.45363 | 0.04357 |
| TE不是GDP的格兰杰原因 | 0.51717 | 0.67677 |
| OP不是GDP的格兰杰原因 | 0.45761 | 0.76545 |
| GDP 不是 OP 的格兰杰原因 | 0.75019 | 0.57660 |

从表 5-3 可以看出，在 1983~2008 年的时段中，世界石油价格是中国碳排放总量的格兰杰原因，同时中国 GDP 也是中国碳排放总量的格兰杰原因，反过来，中国碳排放总量既不是世界石油价格也不是中国 GDP 的格兰杰原因。这两个结果同我们预期的一致，作为一个正在与世界石油市场逐步接轨的国家而言，其定价机制虽然采用滞后定价的方式，世界石油价格理也应成为中国碳排放总量的格兰杰原因。此外，随着中国经济的快速增长，对石油等能源的消费需求快速增加，由此也导致碳排放量的迅速增加，这也是预期中的结果。已经有许多文献证明中国经济是导致中国碳排放量迅速增加的首要原因。当然，这些文献在分解碳排放量时并未考虑到价格因素的影响。

而中国 GDP 不是世界石油价格的格兰杰原因与直观猜测也相符合。2007 年中国石油消费量仅占世界总消费量的 9%，以中国如此小的消费比重自然很难影响世界石油价格。这也是对中国经济拉动世界石油价格的结论的一种实证批判。

从表 5-4 可以看出，在 1983~2008 年的时段内，世界石油价格和中国经济总量均是石油碳排放的格兰杰原因，并且，世界石油价格同石油碳排放的关联较中国经济总量同石油碳排放更加紧密。这也与预期结果相符，由于中国超过一半的石油消费是从国外进口，因此世界石油价格对中国石油消费影响较大，也因此影响到石油碳排放，而中国经济的高速发展也产生了对石油的巨大需求，因而中国经济总量也会影响石油碳排放。此外，在 10%的水平下，GDP 是世界石油价格的格兰杰原因这点也颇让人意外和费解，原因在前面已经提到过，中国的石油需求尽管增长较快，但其占世界石油消费的比重依然很低，因而也缺乏石油定价权，因此很难理解中国经济造成世界石油价格上涨的结论。

表 5-4 含有石油碳排放量的格兰杰因果检验

| 原假设 H_0 | 1983~2008 | |
|-----------------|-----------|---------|
| | F 统计值 | 概率 |
| OP 不是 OE 的格兰杰原因 | 13.3104 | 0.02855 |
| OE 不是 OP 的格兰杰原因 | 0.66002 | 0.70770 |
| GDP不是OE的格兰杰原因 | 3.49169 | 0.07569 |

| | | |
|---------------|---------|---------|
| OE不是GDP的格兰杰原因 | 0.01252 | 0.91199 |
| OP不是GDP的格兰杰原因 | 0.19366 | 0.96593 |
| GDP不是OP的格兰杰原因 | 6.07156 | 0.08319 |

3. 脉冲响应函数

接下来，采用脉冲响应函数作为世界石油价格冲击对 VAR 系统的动态影响。考虑到前面格兰杰因果检验的结果，则石油价格冲击对碳排放量的影响应该是较为明显。图 5-3 将具体描述世界石油价格冲击对碳排放总量、经济总量、货币供给量和通货膨胀率的影响。

从图 5-3 可以看到，正的世界石油价格冲击将会降低碳排放总量，起初影响很小，一直到第 5 期以后突然放大，最大的影响出现在第 7 期，此时碳排放总量下降最多。之后会逐步回升，直到第 9 期后影响近乎为零。尽管图中碳排放下降的幅度仅为千分之几，但考虑到碳排放的变量是经历了二次差分之后所得到，因此如果恢复到碳排放量本身，这个幅度依然是非常大的。至于石油价格冲击导致碳排放量下降，该结论既符合直观猜测，也同经典经济学理论一致。至于石油价格冲击对其他因素的影响可见图中各子图。此外，详细的结果见表 5-5。

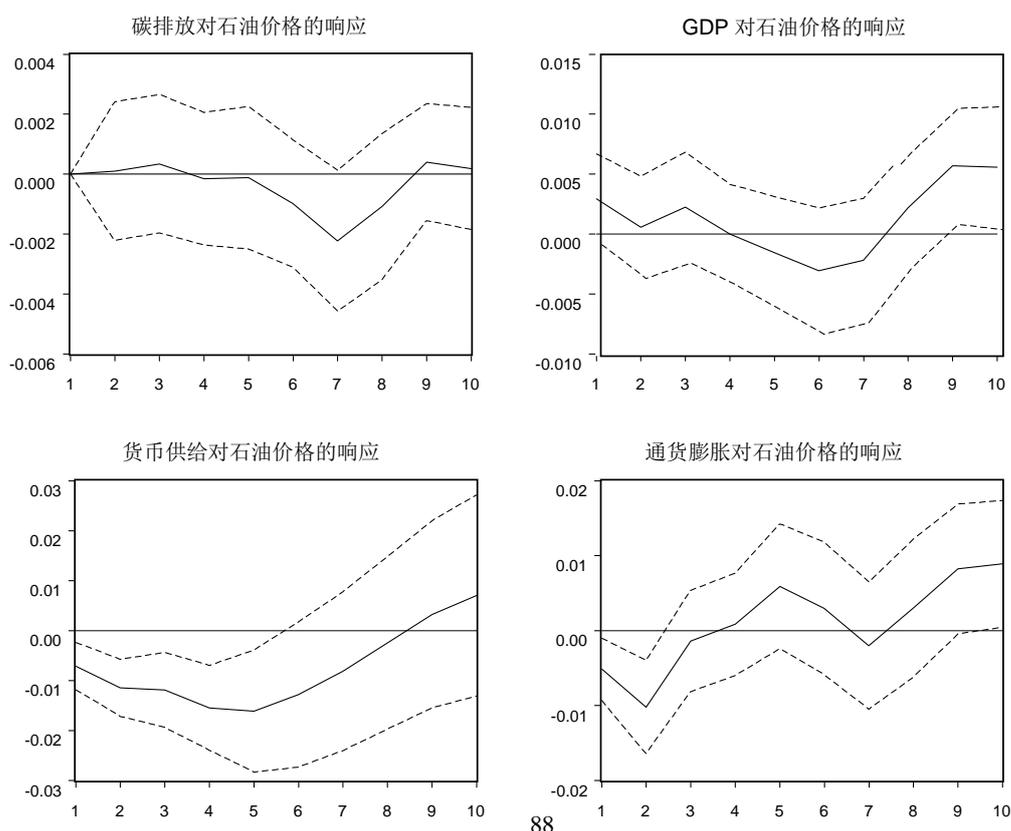


图 5-3 世界石油价格线性冲击的脉冲响应函数¹

表 5-5 世界石油价格线性冲击对各变量的影响¹

| 时期 | 碳排放对石油价格冲击的反应 | GDP对石油价格冲击的反应 | 货币供给对石油价格冲击的反应 | 通货膨胀对石油价格冲击的反应 |
|----|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 1 | 0.000000 | 0.002926 | -0.007169 | -0.005170 |
| 2 | 9.71E-05 | 0.000580 | -0.011506 | -0.010218 |
| 3 | 0.000341 | 0.002240 | -0.011932 | -0.001417 |
| 4 | -0.000160 | -8.20E-06 | -0.015505 | 0.000837 |
| 5 | -0.000121 | -0.001548 | -0.016154 | 0.005895 |
| 6 | -0.000988 | -0.003064 | -0.012833 | 0.002927 |
| 7 | -0.002230 | -0.002184 | -0.008179 | -0.002044 |
| 8 | -0.001083 | 0.002182 | -0.002491 | 0.002998 |
| 9 | 0.000399 | 0.005703 | 0.003213 | 0.008213 |
| 10 | 0.000180 | 0.005572 | 0.007027 | 0.008875 |

以上是第一个 VAR 模型中世界石油价格冲击所导致的其它变量的反应, 接下来则是第二个 VAR 模型中世界石油价格冲击所导致的其它变量的反应。

从图 5-4 可以看出, 世界石油价格的线性冲击对石油碳排放呈现出震荡影响, 虽然在第 4 期之前以及第 6 期到第 8 期均呈现负向影响, 但最大影响出现在第五期, 此时为正向影响, 即石油价格冲击导致碳排放量上升。这点与理论预测相矛盾, 如果再看下面的表 5-6, 则这种现象更加明显。

¹附注: 实线为脉冲响应变化, 虚线为误差带, 即响应变化的正负最大偏差。

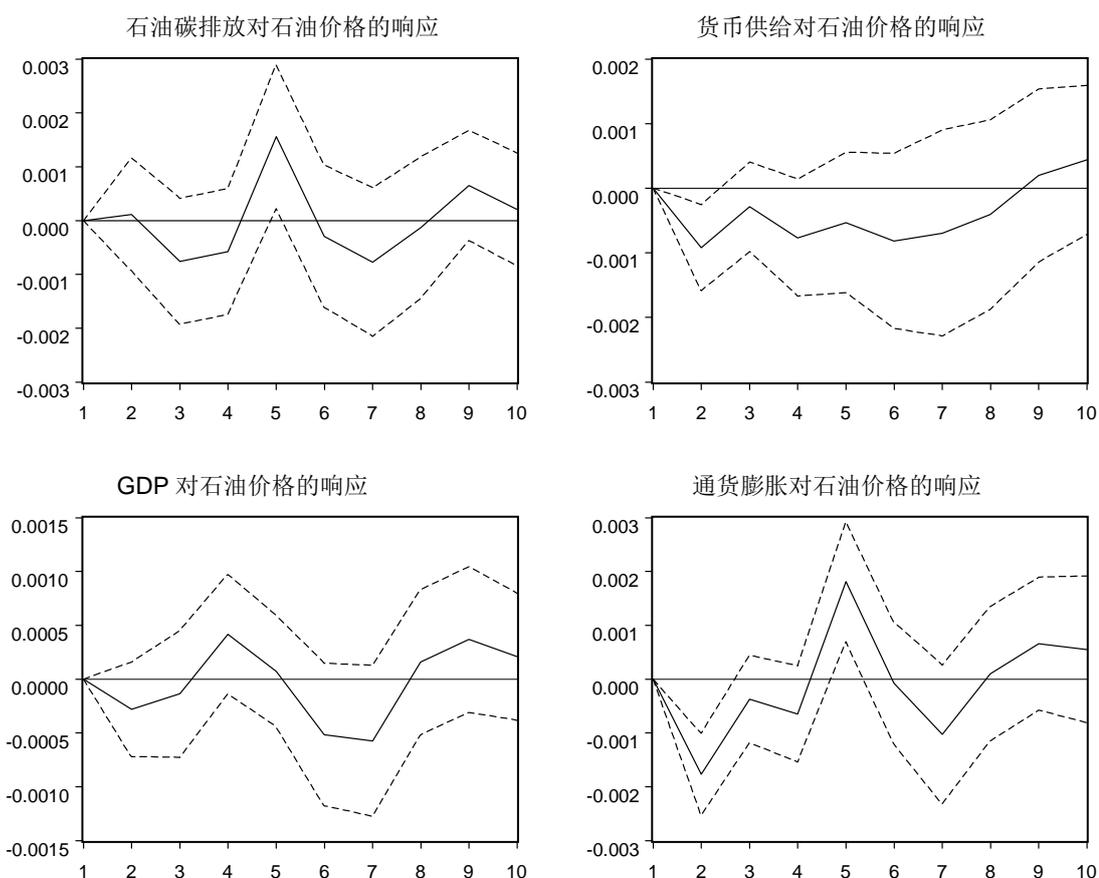


图 5-4 世界石油价格线性冲击对各变量的影响¹

出现以上现象有可能是如下原因造成的：中国经济高度依赖于世界尤其是欧盟和美国对中国的进口需求，此外欧盟和美国的石油消费比重占到了世界石油消费的近一半。因此欧美经济的波动既会影响到中国经济的波动，也会影响到世界石油价格，世界石油上涨可能是欧盟和美国需求上升的结果，也会同时会由于欧盟和美国需求上升导致中国经济增长，并进而导致碳排放量增加。如果比较世界石油价格冲击对中国经济和石油碳排放的影响，则更容易清楚地看出，尽管世界石油价格冲击都导致两者呈现震荡趋势，两者走势接近一致，但两者并不完全同步，比较图 5-3 和图 5-4 中碳排放和 GDP 对石油价格冲击的反应就可以看到中国经济比石油碳排放更早下降或者上涨。一定程度上，暗示了中国经济是石油碳排放的格兰杰原因，这点与前面的格兰杰检验结果也吻合。

无论是图 5-3 还是图 5-4，都可以看到世界石油价格冲击对 CPI 呈现出正向影响。这点与预期一致，作为一个石油进口国而言，世界石油价格冲击会带来中

¹附注：实线为脉冲响应变化，虚线为误差带，即响应变化的正负最大偏差。

国通胀率上涨，这与同经济学理论完全一致。而关于世界石油价格冲击对货币供给的冲击，则呈现出负向影响，这点也容易理解，石油价格冲击导致通胀上升，必然会导致央行采取减少货币供给和提高利率的政策应对通胀。

4. 方差分解

脉冲响应函数描述的是 VAR 模型其中的一个内生变量的冲击对其它内生变量的影响，而方差分解则描述的是每一个结构冲击对内生变量变化的贡献度，进一步评价不同结构冲击的重要性。在方差分解部分，也需要考虑两个 VAR 模型，首先考虑第一个 VAR 模型，在该模型中重点关注中国碳排放总量和中国经济的方差分解，据此可以分析不同冲击对两个变量变动的贡献程度，具体见表 5-6。

由图 5-5 可以看出，世界石油价格对中国经济和中国碳排放都有显著影响，其中对中国经济的贡献随着时间推移，贡献率达到 40%，而对碳排放总量的影响虽然不及中国经济明显，但也稳定在 20%左右。

表 5-6 世界石油价格线性冲击对各变量的影响 2

| 时期 | 石油碳排放对石油价格冲击的响应 | 货币供给对石油价格冲击的响应 | GDP对石油价格冲击的响应 | 通货膨胀对石油价格冲击的响应 |
|----|-----------------|----------------|---------------|----------------|
| 1 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 |
| 2 | 0.000113 | -0.000920 | -0.000282 | -0.001770 |
| 3 | -0.000759 | -0.000288 | -0.000138 | -0.000375 |
| 4 | -0.000580 | -0.000768 | 0.000415 | -0.000650 |
| 5 | 0.001560 | -0.000531 | 7.03E-05 | 0.001811 |
| 6 | -0.000295 | -0.000817 | -0.000517 | -7.62E-05 |
| 7 | -0.000771 | -0.000696 | -0.000575 | -0.001031 |
| 8 | -0.000135 | -0.000408 | 0.000157 | 9.86E-05 |
| 9 | 0.000650 | 0.000196 | 0.000367 | 0.000656 |
| 10 | 0.000204 | 0.000439 | 0.000208 | 0.000549 |

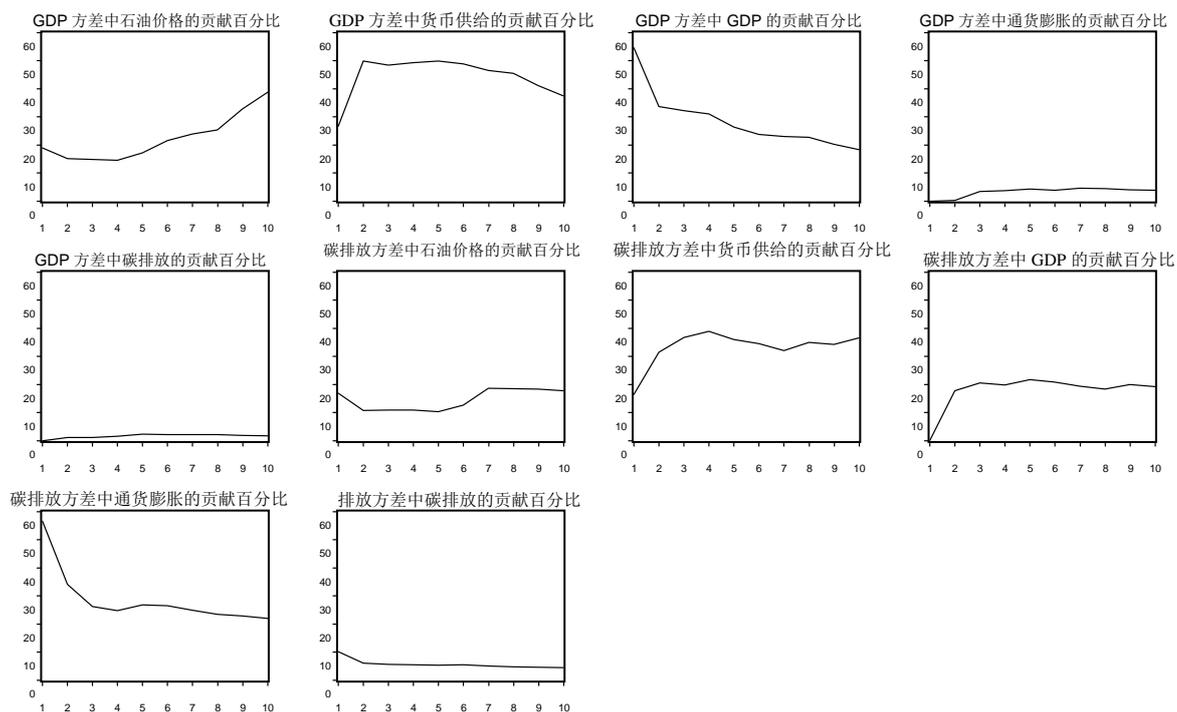


图 5-5 TE 和 GDP 的方差分解

接下来考虑第二个 VAR 模型,在此模型中主要关注石油碳排放与中国经济的方差分解。具体情况见图 5-6。

从图 5-6 可以看到,无论是石油碳排放还是中国经济的方差分解,结果都显示世界石油价格不是它们变动的主要来源。基本上它们各自的波动主要归因于自身的影响,其它变量对此贡献较低。

四、对称性分析

上述的分析都是考虑世界石油价格线性冲击对 VAR 模型各内生变量的影响。但是在金融研究中,许多学者都发现好消息和坏消息所带来的资本市场冲击非对称。因此,这里也借助这一思想分析世界石油价格上涨和下降对碳排放的影响。这里主要借助 Mork(1989)的文献,他将石油价格变化分解为石油价格上升和石油价格下降两个独立变量,定义如下:

$$O_1 = \begin{cases} O_t, & \text{如果 } O_t > 0 \\ 0, & \text{其它} \end{cases}$$

$$O_2 = \begin{cases} O_t, & \text{如果 } O_t < 0 \\ 0, & \text{其它} \end{cases}$$

这里 O_t 表示石油价格的变化率，而 O_1 和 O_2 则分别代表为正和为负的石油价格变化率。引入这一变量后，我们可以进行平稳性检验，检验结果如表 5-7。

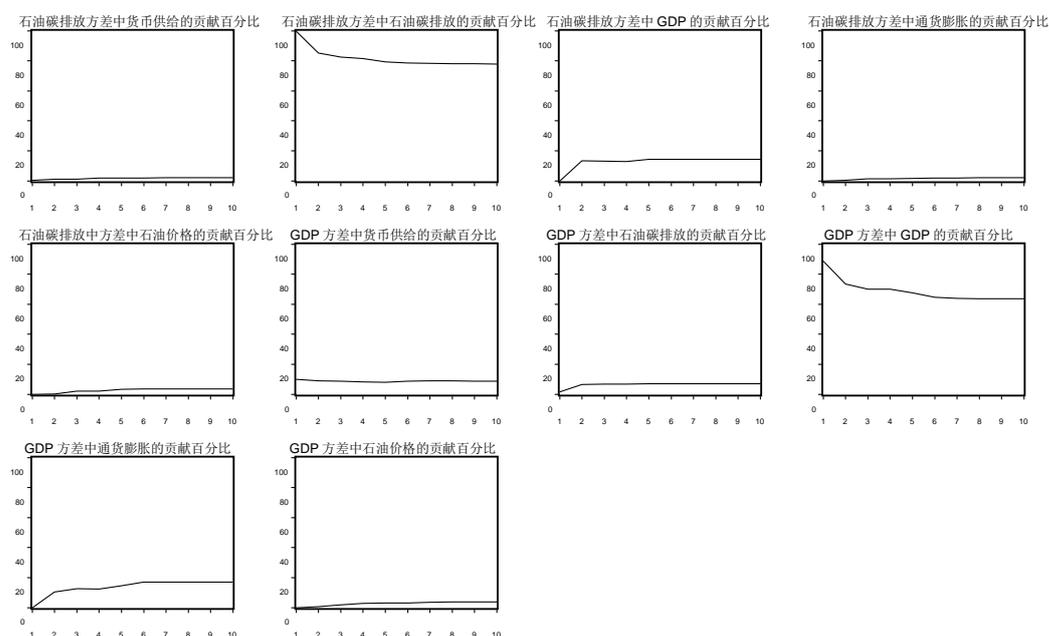


图 5-6 OE 和 GDP 的方差分解

表 5-7 O_1 和 O_2 的平稳性检验

| 变量 | 原变量 | |
|-------|--------------|--------------|
| | ADF 检验 | PP 检验 |
| O_1 | -5.000681*** | -5.001638*** |
| O_2 | -5.417948*** | -5.416987*** |

附注：*，**，***分别代表在 10%，5%，1%的水平下拒绝原假设，即该序列平稳。

同前面的时间序列相比较而言，这里结果显示比较理想，不需要进行一阶差分即是理想的平稳序列，这主要是由于 O_1 和 O_2 本身就是经过差分处理过的序列。

从表 5-8 中可以看出, 在 5% 的水平下, 只有 OE 是 O_1 的格兰杰原因和 GDP 是 O_2 的格兰杰原因的备择假设得到检验结果的支持, 其它的检验结果全部显示原假设不能拒绝, 即石油价格无论是上升还是下降全部不是碳排放的格兰杰原因。

表 5-8 碳排放总量同转化后的石油价格的格兰杰因果检验

| 原假设 H_0 | 1983-2008 | |
|---------------------|-----------|---------|
| | F 统计值 | 概率 |
| O_1 不是 OE 的格兰杰原因 | 0.17065 | 0.84446 |
| OE 不是 O_1 的格兰杰原因 | 7.35281 | 0.00463 |
| O_2 不是 OE 的格兰杰原因 | 0.05145 | 0.94999 |
| OE 不是 O_2 的格兰杰原因 | 0.28210 | 0.75747 |
| O_1 不是 GDP 的格兰杰原因 | 1.32744 | 0.28990 |
| GDP 不是 O_1 的格兰杰原因 | 0.12993 | 0.87897 |
| O_2 不是 GDP 的格兰杰原因 | 0.61064 | 0.71796 |
| GDP 不是 O_2 的格兰杰原因 | 5.40868 | 0.02965 |

接下来则是进行脉冲响应函数分析, 这里主要关注石油价格上涨和下降的冲击对碳排放总量以及 GDP 的影响。从图 5-7 可以看出, 石油价格上涨和下降对碳排放的冲击并不相同, 石油价格下降冲击导致碳排放增加, 石油价格上涨冲击则导致碳排放减少, 结果符合经济学常识, 但两者同样的冲击幅度带来大小不同的影响和时滞。就影响大小程度而言, 石油价格上涨带来碳排放的最高下降幅度高于石油价格下降带来碳排放的最高上升幅度, 石油价格上涨会迅速导致碳排放下降, 且在第 1 期下降程度就达到最大, 而石油价格下降则会导致碳排放缓慢上升。而就影响长短而言, 石油价格上涨的冲击影响在第 6 期后就几乎为零, 即模型预测石油价格上涨会导致短期的显著影响, 但长期效应不明显, 而石油价格下降的影响几乎是持久的, 尽管影响程度较小, 但会带来碳排放的持久增加。更具体的结果可见表 5-9。

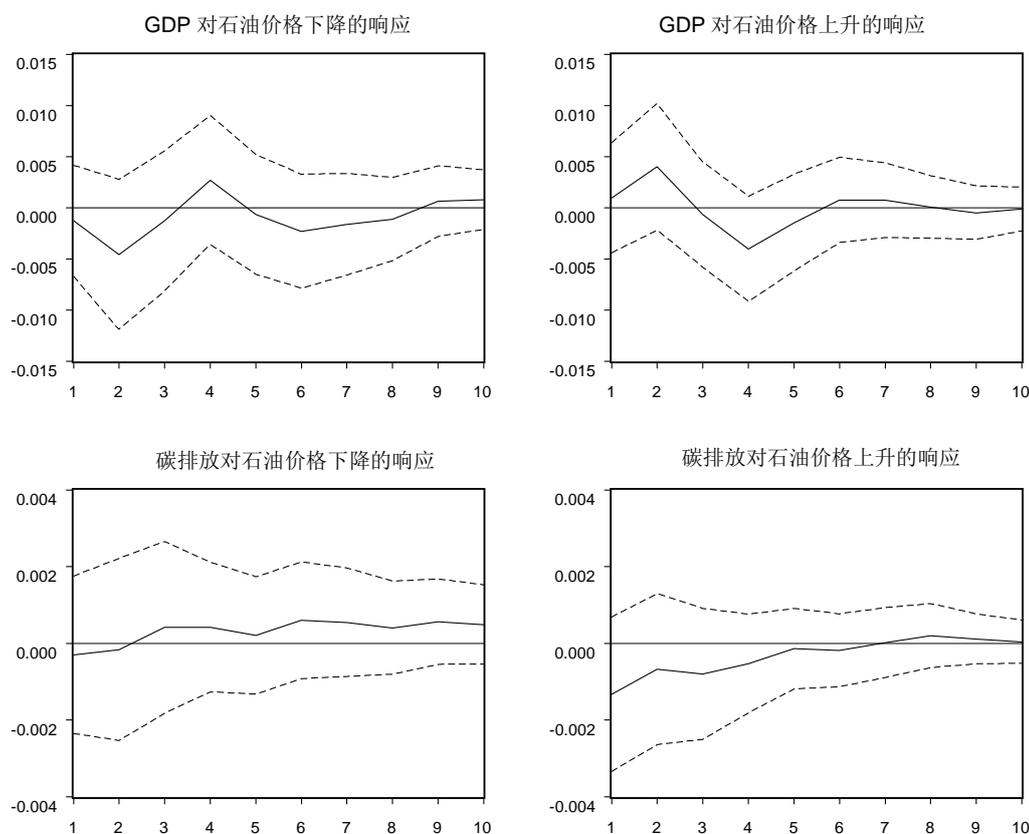


图 5-7 GDP 和 TE 对 O_1 和 O_2 的脉冲响应¹

从表 5-9 中可以看出，石油价格上涨和下降对碳排放的影响并非是对称的，从影响程度大小而论，价格下降对碳排放冲击更大，从影响长短而论，价格下降对碳排放有持久影响。当然，更精确的结果有待于更进一步的检验，这里囿于数据限制，无法做月度数据检验。同时，GDP 对 O_1 和 O_2 做出的反应刚好相反，尽管在时间和幅度上并非完全一致。

五、研究结论

根据 IEA 的碳排放数据显示，中国已于 2006 年成为世界碳排放第一大国，中国的碳排放问题已经成为中国乃至世界关注的热点。以往对碳排放的研究多是基于各种分解方法研究碳排放的影响因素，并没有就石油价格或者其它资源价格对中国碳排放问题的影响进行研究。由于中国石油消费的迅速增加，对石油的进

¹附注：实线为脉冲响应变化，虚线为误差带，即响应变化的正负最大偏差。

口依存度不断增加，能源市场化改革逐步进行，导致能源价格尤其是世界能源价格对能源消费的影响逐步加深，并进而影响能源消费导致的碳排放，这一新形势也使得研究能源价格对碳排放的影响有了实际意义。

表 5-9 碳排放和 GDP 对石油价格上升与下降的脉冲响应

| 时期 | GDP对石油价格下降的响应 | GDP对石油价格上升的响应 | 碳排放对石油价格下降的响应 | 碳排放对石油价格上升的响应 |
|----|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1 | -0.001294 | 0.000970 | -0.000299 | -0.001330 |
| 2 | -0.004571 | 0.003997 | -0.000165 | -0.000677 |
| 3 | -0.001292 | -0.000676 | 0.000413 | -0.000800 |
| 4 | 0.002693 | -0.004038 | 0.000417 | -0.000532 |
| 5 | -0.000668 | -0.001478 | 0.000206 | -0.000143 |
| 6 | -0.002305 | 0.000741 | 0.000597 | -0.000184 |
| 7 | -0.001642 | 0.000723 | 0.000547 | 1.33E-05 |
| 8 | -0.001130 | 5.02E-05 | 0.000402 | 0.000196 |
| 9 | 0.000636 | -0.000517 | 0.000561 | 0.000113 |
| 10 | 0.000770 | -0.000140 | 0.000489 | 3.44E-05 |

本章基于 1983~2008 年的年度数据，采取通用的 VAR 方法实证研究了世界石油价格对中国碳排放以及石油碳排放的影响，进行了包括格兰杰因果检验、脉冲响应函数分析和方差分解等方式，得出如下结论：

1. 世界石油价格是中国碳排放总量的格兰杰原因。这说明世界石油价格对中国碳排放量已经产生影响，并且可以预见的是，随着中国能源市场化进程的加快，世界石油价格对中国碳排放量的影响将进一步增大。同时，中国 GDP 也是中国碳排放总量的格兰杰原因，这一结论同许多研究碳排放分解的文献结论一致，无论这些文献是采用 IPAT 还是 Kaya 等式分解的方法，结果都显示经济增长对中国碳排放贡献良多。

因此，通过调整石油价格定价机制，尽早使中国石油价格同世界石油价格接轨，降低乃至减少对石油企业不合理的补贴，有助于减少因定价不合理导致的能源消费浪费，并进而达到降低碳排放的目标，既适当满足国际社会对中国碳减排的要求，同时也达到节约能源缓解资源压力的目的。

同时，世界石油价格和中国经济总量均是石油碳排放量的格兰杰原因，并且

世界石油价格同石油碳排放量的关联较中国经济总量同基于石油碳排放量更加紧密。说明世界石油价格对中国石油消费已经产生影响，也正因为如此，石油价格定价机制需要尽快调整。当然，另一方面，中国经济不是世界石油价格的格兰杰原因与直观猜测也相符合，这说明世界石油价格对中国而言依然是外生变量，即中国经济不是世界石油价格上涨的原因。

2. 根据脉冲响应函数分析可知，正的世界石油价格冲击将会显著降低碳排放总量，尽管起初的影响并不明显，但随着时间的推移影响逐步显现，最大下降幅度出现在第 7 期，此时碳排放总量下降最多，直到第 9 期后影响近乎为零。这一结果说明，石油价格上涨冲击有助于降低碳排放量，再度证明了石油价格与碳排放之间存在关联。

而在第 2 个 VAR 模型中，石油价格冲击导致石油碳排放量和中国经济呈现震荡反应，并且两者均没有显著的上升或下降趋势，但石油碳排放量和中国经济两者走势几乎一致，这可能同中国对欧美国家进口的过度依赖有关。至于方差分解结果则显示，世界石油价格对中国经济和中国碳排放总量都有显著影响，即石油价格是造成中国经济和中国碳排放波动的主要原因之一，石油价格冲击会造成中国经济和碳排放的显著波动。

3. 对称性分析结果显示，石油价格上涨带来碳排放减少，而下降则带来碳排放增加，并且两者对中国碳排放总量的影响并非是对称的。就影响大小而言，石油价格上涨带来碳排放的最高下降幅度高于石油价格下降带来碳排放的最高上升幅度，就影响长短而言，石油价格上涨的冲击影响在第 6 期后就几乎为零，即石油价格上涨对碳排放的影响不具备持久效应，而石油价格下降的影响几乎是持久的，会带来碳排放的持久增加。即石油价格的上涨有助于显著降低碳排放，但影响并不能持久保持，暗含调整目前国内偏低的石油价格，有望降低碳排放的政策含义，但长期的碳排放下降并不能仅仅依靠石油价格的调整，还需要其它措施的协助。此外，石油价格下降所带来的冲击可能导致碳排放的持久增加也值得关注。

参考文献

[1] 中国统计年鉴 2009, 2009

[2]于俊年, 计量经济学软件—Eviews 的使用, 对外经济贸易大学出版社, 2006 年

[3]沃尔特·恩德斯著, 杜江、谢志超译, 应用计量经济学时间序列分析, 高等教育出版社, 2006 年

[4]Mork A. Knut, oil and the macroeconomy when prices go up and down :an extension of Hamilton' s results. Journal of Political Economy, 97(3), 1989, 740-744

[5]Limin Du, Yanan He, Chu Wei, The relationship between oil price shocks and China' s macro-economy:an empirical analysis, 2010

第六章 碳税政策与低碳经济发展的实证研究

在限制和消减碳排放的过程中，政府可以采取多种政策手段来规范或引导厂商行为，而财税手段中的碳税政策就是其中较为常见的一种。碳税是依据所用化石燃料含碳量来征税，旨在抑制企业生产过程中二氧化碳过度、无节制的排放。但与此同时，征收碳税会影响能源价格和供求，从而导致产品价格和需求的变动，进而对国民经济增长造成影响。因而在制定碳税政策时，必须明确一个前提：如何在尽量不影响经济产出的同时，限制高碳排放的生产行为，鼓励生产者采用低碳生产技术与工艺，从事低碳生产。在碳税被正式纳入国家税收体系前，需要作深入的考量与合理的预估：什么样的碳税税率是可以被接受的，既能够较大程度地抑制高碳生产又不会过分打击生产积极性；为实现预定的碳减排率所对应的碳税水平；不同碳税税率对经济产出、就业、消费等方面的影响等。

一、引言

随着低碳理念的普及，较之低碳资源、低碳产品更具气候环境破坏性的高碳资源与高碳产品成为政府管制与政策引导的重要对象。通过政策的导向作用，可以引领整个国民经济从使用高碳资源生产高碳产品的发展模式，过渡到用低碳资源生产低碳产品的发展模式。由此，旨在抑制高碳生产行为，且主要针对高碳产品的碳税浮出公众视线。正如第四章中关于高碳产品征税的一般均衡模型的结果所揭示的，对高碳产品征税会降低高碳产品的产量并同时增加低碳产品的产量，并使高碳资源和高碳产品的消费数量下降，实现经济效率与环境效果的统一，且征税对整个社会带来了正的净收益，提高全社会的福利水平。

而碳税的影响力远不止微观层面的生产者、消费者与政府部门，其对中宏观层面带来的波动效应也需要引起足够的重视。碳税的征收将逐步改变资源使用结构，进而带动产业链的调整与技术创新，除国民产出变动等经济效应以及碳排放变动等环境效应外，引起就业、收入分配等社会效应的一系列变动。但征收碳税在带来碳排放量及能源消费下降的同时，也将使经济增长率、就业率、消费和投资水平出现不同程度的下降（贺菊煌、沈可挺、徐嵩龄，2002；魏涛远、格罗姆

斯洛德, 2002; 高鹏飞、陈文颖, 2002; 曹静, 2009; 苏明等, 2009; 张明喜, 2010), 给经济增长造成一定的抑制, 且碳税水平越高, GDP 的损失也越高。而朱永彬等 (2010) 从产品供给角度分析, 征收 20~100 元/吨的碳税不仅没有降低社会总产品的供给, 反而使其略有增加, 增长幅度随着税率的提高, GDP 增长 0.01%~0.09%。

这样两种看似完全相悖的结论发人深省。如果说碳税作用下的低碳经济必然带来经济增长的滑坡, 那么欧洲国家早就要陷入困顿之中了。因此, 短期内的碳税政策将引起经济的向下波动, 是经济体对打破其均衡状态下新生事物介入的一种适应性反应。而在长期, 新均衡点是否向着有利于经济健康平稳发展, 则取决于碳税税率的合理制定与实施和新经济增长点 (低碳技术产业) 的萌芽与发展情况。下文将围绕这两个主题, 运用实证方法探讨碳税制定的一个重要基础——CO₂ 影子价格, 它的估计与影响因素分析, 并阐述低碳技术产业的一些历史背景与其在发展低碳经济中的核心作用。

二、中国各省 (市、区) CO₂ 影子价格的估计

大多数税种税率的制定是建立在征税对象市场价格的基础之上, 碳税也不例外。但由于生产过程中排放的二氧化碳本身不具有市场交易的性质, 因此难以直接从市场上获得其价格信息, 于是采用国际上比较通用的“影子价格”及方向性距离函数方法来估量二氧化碳的潜在价格, 从而为碳税的确立探索大体的方向与数量级。由于各个地区经济发展水平的不平衡, 其为经济增长所付出的环境代价不尽相同, 所以对全国各省 (市、区) 分别进行 CO₂ 影子价格的估计有助于了解现实情况, 有利于确立公平公正、兼顾全局的碳税水平。下面以 CO₂ 为研究对象, 引入影子价格的概念, 估量消减单位 CO₂ 排放所对应经济产出的损失量, 即估算我国各省 (市、区) CO₂ 的影子价格, 从而为我国未来制定与实施碳税相关政策提供重要依据。

(一) 影子价格的概念与相关文献回顾

在纯粹的市场经济条件下, 企业在生产过程中排放废弃物, 出现了企业的私人成本与社会成本的不一致性, 产生了负外部性。一旦政府开始对企业的排污行为进行管制与约束后, 企业将承担起治理污染的“外部成本”, 使其产值与利润的下降; 如果没有环境管制, 企业不必考虑污染治理的“外部成本”, 将会生产

更多的产品，产值增加。这两者间的产值差额即可称之为污染物的消减成本。

于是，将企业生产活动中污染物的排放和经济产出分别作为两种产出：前者为非合意产出，而后者为合意产出，也称“坏”产出与“好”产出。那么该污染物的影子价格就是放弃 1 单位污染所增加的产出，或增加 1 单位污染所减少的产出（考虑到单位污染物产生的同时所带来的治理成本）。换言之，污染物的影子价格就是消减单位污染的边际成本。利用污染物的影子价格，能测度出污染物排放变化对经济产出的边际效应，从而为制定合适的环境管制政策，引导企业进行低污染的生产活动提供依据。

由于污染物往往是非市场化的东西，并不存在真实的市场价格，因此测算影子价格需要运用一些特殊的方法。现有文献中常用于解决污染物影子价格的方法主要有两种：一种是基于参数模型的方法：可以是估计出包含污染因素在内的环境生产函数的具体参数形式，然后对环境产出函数求偏导数得到污染变化的产出边际效应（Fare 等人，1993，2006）；或是利用产出距离函数与收入函数之间的对偶关系（duality）推导出参数形式的污染物排放的影子价格（Coggin and Swinton, 1996）。另一种则是利用非参数的方法（Boyd 等，1996；Lee 等，2002；涂正革，2009 等），它较少地依赖于对函数形式的假定，而是通过数学线性规划技术（如 DEA）计算环境生产前沿函数，并进一步基于跨期的环境生产前沿函数来测算污染排放对前沿产出的边际效应。

从 20 世纪 90 年代开始，学界开始采用距离函数来包含环境产出并推导出非合意产出的影子价格（Fare et al., 1993; Ball et al., 1994; Yaisawarng and Klein, 1994; Coggin and Swinton, 1996; Hetemaki, 1996; Hailu and Veeman, 2000）。基于参数化的产出距离函数模型，Fare et al (1993) 利用 Pittman (1983) 数据，对 1976 年威斯康辛和密歇根州 30 家造纸厂的效率进行了评价，并对生产中产生的生化需氧量（BOD）、总悬浮颗粒（TSS）等非合意性产出的影子价格进行了测算。Coggin and Swinton(1996)同样采用产出距离函数计算了 Wisconsin 14 个火力发电厂的技术效率和 SO_2 影子价格。Hailu and Veeman(2000)利用包括合意性和非合意性产出的参数化投入距离函数，构建了包含环境敏感因素在内的生产率，并构建出基于投入角度的 Malmquist 指数，此外还构建了影子价格模型，并利用加拿大 1959~1994 年造纸业时间序列数据进行实证研究，影子价格估计结果表明，

厂商污染控制的边际成本随着时间的推移在不断地上升。

此后发展而来的方向性距离函数为该领域的研究继续推进一步。Chung et al. (1997)详细说明了方向性距离函数在缩减非合意产出的同时增加合意产出时，最优边界的确定，并以此构建了 Malmquist-Luenberger 指数，为环境规制下的生产率研究提供了新的思路。随后许多学者沿用了这种新方法。Lee et al. (2002)利用 1990~1995 年韩国 43 家发电厂的面板数据、方向性距离函数及 DEA 方法，对发电产生的各项污染：硫化物 (SO_x)、氮氧化物 (NO_x)、总悬浮颗粒 (TSP) 的影子价格进行测算。Fare et al. (2005)运用方向性距离函数分别用确定性参数法和随机前沿法对 1993 年和 1997 年美国 207 家火电厂的 SO_2 影子价格进行了计算。

参数估算的方法在模型估计、解释方面有许多优势，特别是采用方向性距离函数形式的环境生产函数，被广泛运用于影子价格的计算和环境生产率的测定。因此，利用方向性距离函数这一工具构建起环境生产前沿函数具有重要意义。

(二) 方向性距离函数及影子价格的推导

本章主要通过对环境产出函数求偏导来解得污染物的影子价格，而环境生产函数的构建则是基于方向性距离函数的理论模型。Chung 等(1997)在对瑞典纸浆厂进行研究时，详细阐述了如何利用方向性距离函数来进行生产率的研究。方向性距离函数与普通的环境生产函数的区别在于对好、坏产出联合生产时的假设不同。普通环境生产函数只考虑生产者好产出的扩张，而方向性环境距离函数考虑好产出增加的同时，还要减少坏的产出。

假设各个生产部门的投入向量 $x \in \mathfrak{R}_+^N$ ，好、坏产出向量 $y \in \mathfrak{R}_+^M$ ， $b \in \mathfrak{R}_+^J$ ，在一定生产技术条件下： $P(x) = \{(y, b) : x \text{ can produce } (y, b)\}$ ，它有以下两个特性：

- (i) 坏产出的弱处置性：当 $(y, b) \in P(x)$ ， $0 \leq \theta \leq 1$ 时， $(\theta y, \theta b) \in P(x)$ ；
好产出的自由处置性：当 $(y, b) \in P(x)$ ， $y' \leq y$ 时， $(y', b) \in P(x)$ ；
- (ii) 联合生产（好产出 null-joint）：当 $(y, b) \in P(x)$ 时，如果 $b=0$ ，那么 $y=0$ 。

方向性距离函数需构造一个 $g=(g_y, g_b)$ 的方向向量，且 $g \in \mathfrak{R}^M \times \mathfrak{R}^J$ ，该向量将用以约束 M 个好产出与 J 个坏产出的变动方向与变动大小，即约束规定路径上增加好的产出量，减少坏的产出量。于是，方向性产出距离函数可以定义为：

$$\overline{D}_o(x, y, b; g_y, g_b) = \sup \{ \beta : (y + \beta g_y, b - \beta g_b) \in P(x) \} \quad (6-1)$$

β 表示与前沿生产面上最有效的单元相比, 给定单元好产品(坏产品)可以扩大(缩小)的程度。如果 β 等于 0, 表示这个决策单元处于前沿生产面上, 即是最有效率的。 β 值越大, 表示该决策单元好产出继续增加的潜能较大, 同时坏产出继续缩减的空间也较大, 表明其效率越低。

关于求解方向性距离函数的方法, 可以采用参数或非参数的方法。这里引用 Chung(1996)提出的 translog 方法, 选取方向向量 $g=(1, -1)$, 如此设定符合中性政策管制的意图, 即同比例扩大合意性产出与缩减非合意性产出的数量。

假定 $k=1, \dots, K$ 代表不同的观测样本, 于是方向性距离函数的参数形式为:

$$\begin{aligned} \ln[1 + \overline{D}_o(x, y, b; 1, -1)] = & \alpha_0 + \sum_{n=1}^N \alpha_n x_n + \sum_{m=1}^M \beta_m y_m + \sum_{j=1}^J \gamma_j b_j + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^N \sum_{n'} \alpha_{nn'} (x_n \chi x_{n'}) + \\ & \frac{1}{2} \sum_{m=1}^M \sum_{m'} \beta_{mm'} (y_m \chi y_{m'}) + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^J \sum_{j'} \gamma_{jj'} (b_j \chi b_{j'}) + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^N \sum_{m'} \sigma_{nm'} (x_n \chi y_{m'}) + \\ & \frac{1}{2} \sum_{n=1}^N \sum_j \eta_{nj} (x_n \chi b_j) + \frac{1}{2} \sum_{m=1}^M \sum_j \mu_{mj} (y_m \chi b_j) \end{aligned} \quad (2)$$

参数方程的解是基于线性规划的思想, 即最小化各观测值到边界的距离和。

$$\text{Min} \sum_{k=1}^K \ln[1 + \overline{D}_o(x, y, b, 1, -1)] - \ln(1+0) \quad (3)$$

s.t.

- (i) $\ln[1 + \overline{D}_o(x, y, b, 1, -1)] \geq 0, k = 1, \dots, K$
- (ii) $\frac{\partial \ln[1 + \overline{D}_o(x, y, b, 1, -1)]}{\partial \ln g_m^k} \leq 0, m = 1, \dots, M, k = 1, \dots, K$
- (iii) $\frac{\partial \ln[1 + \overline{D}_o(x, y, b, 1, -1)]}{\partial \ln b_j^k} \geq 0, j = 1, \dots, J, k = 1, \dots, K$
- (iv) $\frac{\partial \ln[1 + \overline{D}_o(x, y, b, 1, -1)]}{\partial \ln x_n^k} \geq 0, n = 1, \dots, N, k = 1, \dots, K$
- (v) $\sum_{m=1}^M \beta_m - \sum_{j=1}^J \beta_j = -1$
 $\sum_{m=1}^M \beta_{mm'} - \sum_{j=1}^J \mu_{mj} = 0, m = 1, \dots, M$
 $\sum_{j=1}^J \gamma_{jj'} - \sum_{m=1}^M \mu_{mj} = 0, j = 1, \dots, J$
 $\sum_{m=1}^M \sigma_{nm} - \sum_{j=1}^J \eta_{nj} = 0, n = 1, \dots, N$
- (vi) $\beta_{mm'} = \beta_{m'm}, m = 1, \dots, M, m' = 1, \dots, M$
 $\alpha_{nn'} = \beta_{n'n}, n = 1, \dots, N, n' = 1, \dots, N$

$$\gamma_{jj'} = \gamma_{j'j}, j = 1, \dots, J, j' = 1, \dots, J$$

目标函数是为了最小化所有样本点到边界线的偏离值。而约束(i)保证每个样本在前沿上或者前沿之下；约束(ii)和约束(iii)分别保证了合意性产出和非合意性产出的单调性，同时约束(iv)对投入也进行了单调性约束；约束(v)满足了方向距离函数的转换特性，而约束(vi)是对称性约束。

通过上面的线性规划估算出其各个参数后，就可以对方向性距离函数求一阶偏导得到非合意产出相对于合意产出的影子价格：

$$r_b = r_y \frac{\overline{\partial D_o}(x, y, b, 1, -1) / \partial b}{\overline{\partial D_o}(x, y, b, 1, -1) / \partial y} \quad (6-4)$$

其中，观察到的合意产出的价格 r_y 作为标准化价格，因为合意产出具备可观测、市场化的价格，而 r_b 即为非合意产出的绝对影子价格¹。

(三) 变量与数据

本节利用 1995-2007 年的时间序列数据，通过“两投入、两产出”的环境生产函数进行估计。其中，两投入为资本与劳动力，好产出为 GDP，坏产出为 CO₂ 排放量。中国 31 个省（市、区）中，由于西藏的数据缺失，故没有包含在内，而重庆则是加总到四川省里进行估算，所以本文以 29 个省（市、区）为研究对象。

资本存量：一般用“永续盘存法”来估计每年的实际资本存量，此处主要参考了张军（2004）等人已有的研究成果，并按照其公布的方法将资本存量序列扩展到 2007 年，以 2005 年不变价格计算，单位为亿元。

劳动力：国外一般采用工作小时数来作为劳动力投入变量，但受限于数据可得性，这里采用历年《中国统计年鉴》中公布的当年就业人数，单位为万人。

GDP 产出数据：来源于历年的《中国统计年鉴》，为便于与国家统计局公布的指标进行比较，以 2005 年不变价格计算，单位为亿元。

CO₂ 排放数据：现有的研究机构尚无分省（市、区）CO₂ 排放数据，但由于 CO₂ 排放主要来源于化石能源的消费、转换以及水泥的生产，为精确起见，本节

¹ 影子价格反映了合意产出和非合意产出在实际产出集中的 trade-off，在其后的研究中，Fare et al (1998) 分别从生产、消费者角度，根据产出与收入最大化对偶关系、成本最小与利润最大化对偶关系以及消费者效用最大化等不同形式，利用生产理论和消费者效用函数推导出一般化的合意性产出和非合意性产出的影子价格表达式： $\frac{p_i}{p_j} = \frac{\partial U(y)/\partial y_i}{\partial U(y)/\partial y_j} = \frac{\partial D/\partial y_i}{\partial D/\partial y_j} = \frac{\partial C(y, w)/\partial y_i}{\partial C(y, w)/\partial y_j}$ ，其中 $U(y)$ ， D ， $C(y, w)$ 分别表示效用函数、距离函数和成本函数。

将能源消费细分为煤炭消费、石油消费（进一步细分为汽油、煤油、柴油、燃料油）和天然气消费。这里所有能源消费、转换数据皆取自历年《中国能源统计年鉴》中地区能源平衡表，水泥生产数据来自国泰安金融数据库。化石能源消费产生的二氧化碳排放量具体计算公式如下：

$$CO_2 = \sum_{i=1}^6 CO_{2i} = \sum_{i=1}^6 E_i \times CF_i \times CC_i \times COF_i \times (44/12) \quad (6-5)$$

其中， CO_2 表示估算的各类能源消费二氧化碳排放的总量； i 表示各种消费的能源，包括煤炭、汽油、煤油、柴油、燃料油和天然气共 6 种； E_i 是各省（市、区）各种能源的消费总量； CF_i 是转换因子，即各种燃料的平均发热量； CC_i 是碳含量(Carbon Content)，表示单位热量的含碳水平； COF_i 是氧化因子(Carbon Oxidation Factor)，反映了能源的氧化率水平；44/12 则表示将碳原子质量转换为二氧化碳分子质量的转换系数；各类排放源的 CO_2 排放系数主要参照 IPCC(2007) 及国家气候变化对策协调小组办公室和国家发改委能源研究所（2007）的设定。

上述各变量的描述性统计可见表 6-1。

表 6-1 各变量的描述性统计

| 变量 | K (亿元) | L (万人) | GDP (亿元) | CO ₂ (万吨) |
|-----|----------|---------|----------|----------------------|
| 均值 | 9194.59 | 2238.83 | 4804.88 | 12373.68 |
| 最大值 | 50421.50 | 6568.20 | 29400.00 | 59383.50 |
| 最小值 | 434.80 | 226.00 | 201.20 | 627.67 |
| 标准差 | 8443.63 | 1570.28 | 4523.79 | 8941.19 |

(四) 估计结果分析

表 6-2 所示的是我国各省（市、区）在整段研究年份中，包含环境因素的生产率及 CO_2 影子价格均值。29 个省（市、区）的效率排名分别为：广东（1.00）、福建（0.9992）、北京（0.9978）、海南（0.9977）、广西（0.9954）、甘肃（0.9785）、山西（0.9436）、江西（0.9430）、天津（0.9257）、内蒙古（0.8906）、浙江（0.8807）、吉林（0.8724）、湖南（0.8714）、上海（0.8699）、青海（0.8485）、河南（0.8432）、湖北（0.8256）、黑龙江（0.7987）、宁夏（0.7670）、河北（0.7667）、山东（0.7634）、江苏（0.7610）、安徽（0.7461）、四川（0.6766）、新疆（0.6022）、贵州（0.5892）、陕西（0.5644）、辽宁（0.4948）、云南（0.2179）。

分省（市、区） CO_2 影子价格均值的排名为：上海（¥1713）、北京（¥1611）、广东（¥1426）、江苏（¥1169）、浙江（¥1064）、福建（¥1008）、山东（¥843）、

天津 (¥759)、云南 (¥666)、辽宁 (¥647)、海南 (¥627)、四川 (¥598)、湖南 (¥488)、河南 (¥486)、黑龙江 (¥473)、河北 (¥468)、江西 (¥452)、湖北 (¥430)、新疆 (¥418)、陕西 (¥404)、广西 (¥378)、安徽 (¥355)、吉林 (¥323)、内蒙古 (¥218)、山西 (¥187)、青海 (¥165)、甘肃 (¥136)、宁夏 (¥129)、贵州 (¥86)。

表 6-2 我国各省（市、区）平均生产率和平均 CO₂ 影子价格（1995-2007）

| 省份 | 效率值 | 影子价格 (元/吨) | 影子价 格排名 | 省份 | 效率值 | 影子价格 (元/吨) | 影子价格 排名 |
|-----|--------|---------------|------------|----|--------|---------------|------------|
| 北京 | 0.9978 | 1611 | 2 | 河南 | 0.8432 | 486 | 14 |
| 天津 | 0.9257 | 759 | 8 | 湖北 | 0.8256 | 430 | 18 |
| 河北 | 0.7667 | 468 | 16 | 湖南 | 0.8714 | 488 | 13 |
| 山西 | 0.9436 | 187 | 25 | 广东 | 1.0000 | 1426 | 3 |
| 内蒙古 | 0.8906 | 218 | 24 | 广西 | 0.9954 | 378 | 21 |
| 辽宁 | 0.4948 | 647 | 10 | 海南 | 0.9977 | 627 | 11 |
| 吉林 | 0.8724 | 323 | 23 | 四川 | 0.6766 | 598 | 12 |
| 黑龙江 | 0.7987 | 473 | 15 | 贵州 | 0.5892 | 86 | 29 |
| 上海 | 0.8699 | 1713 | 1 | 云南 | 0.2179 | 666 | 9 |
| 江苏 | 0.7610 | 1169 | 4 | 陕西 | 0.5644 | 404 | 20 |
| 浙江 | 0.8807 | 1064 | 5 | 甘肃 | 0.9785 | 136 | 27 |
| 安徽 | 0.7461 | 355 | 22 | 青海 | 0.8485 | 165 | 26 |
| 福建 | 0.9992 | 1008 | 6 | 宁夏 | 0.7670 | 129 | 28 |
| 江西 | 0.9430 | 452 | 17 | 新疆 | 0.6022 | 418 | 19 |
| 山东 | 0.7634 | 843 | 7 | | | | |

其中，广东在 1995~2007 年间一直处于生产边界上，即在一定技术条件下，广东的物质投入、经济产出与污染水平效率始终处于效率前沿，没有冗余产生；而北京、福建也分别有 11 年与 12 年连续处于生产边界，且他们的 CO₂ 影子价格均值排名十分靠前。此外，上海、江苏、浙江等经济实力较强的省（市、区），其 CO₂ 影子价格均值都比较高，说明这些省（市、区）的碳减排成本较高。而青海、甘肃、宁夏等经济欠发达地区的 CO₂ 影子价格均值普遍较低，说明其碳减排成本较低。可见，经济发展水平与 CO₂ 影子价格的高低有着一定的联系。

在总体时间样本的分析基础上，再将各省（市、区）逐年的 CO₂ 影子价格的变动趋势特征进行比较。为使观察结果更具显著性，选取了 CO₂ 影子价格排名前五（上海、北京、广东、江苏、浙江）和末五（贵州、宁夏、甘肃、青海、山西）的 10 个省（市、区）。图 6-1 中，CO₂ 影子价格高的省（市、区），其走势为：

在 1995~1997 年间先降低, 此后以 1997 年为起点开始逐年走高, 尤其在 2004~2005 年经历了一个较大幅度的跃升。而 CO₂ 影子价格低的省(市、区), 其波动趋势较为稳定, 变动幅度较小, CO₂ 影子价格一直处于高影子价格省(市、区)的下方, 并且低于高影子价格省(市、区)的历史最低值。因而就全国而言, 二氧化碳的影子价格主要是由经济发达省份推动而呈现出递增的一个趋势。

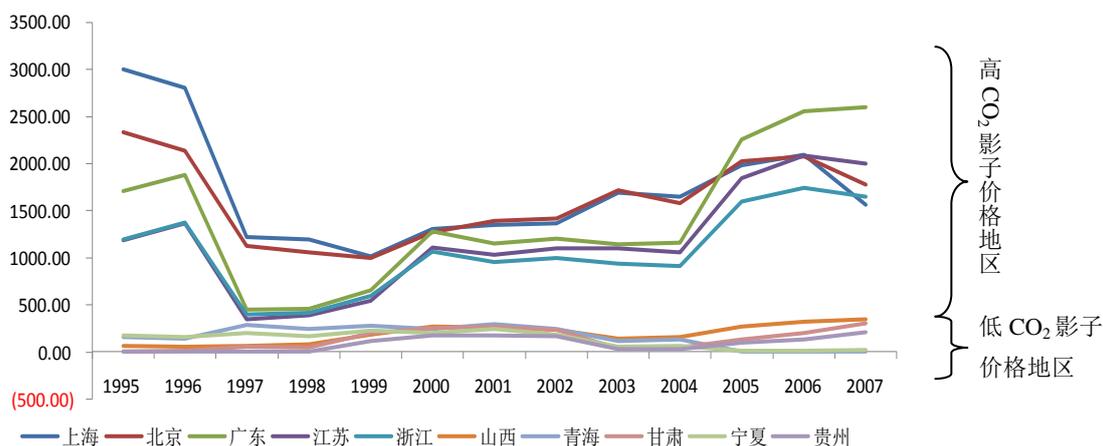


图 6-1 1995-2007 年十省份影子价格的变动趋势

由于影子价格的估计结果与现实的价格水平可能不具有实际意义上的可比拟性, 但其反映出的不同省(市、区)间 CO₂ 影子价格的高低水平确实值得关注, 而其计算的 CO₂ 影子价格的最终数量级水平对于碳税的确定也是有一定意义的。根据国家财政部最近发布的初步规划, 我国碳税的起征或为每吨二氧化碳征税 10 元。将估计的结果与该碳税拟起征点进行对比发现, 其定价远低于理论估值。此外在大多数关于碳税的文献中, 碳税税率往往被拟定在 50~100 元/吨的水平之上, 也在不同程度上高于我国的拟征价格。

但不难说明当前碳税低征收税率的合理性: 征收碳税在降低碳排放量、提升环境质量有所作用的同时, 短期内对经济也具有明显的抑制作用, 其社会影响会随着经济效应的变动扩散到就业、消费、投资等方面; 而且越是严苛、高标准的碳税方案对经济的影响也越大。由于我国刚刚开始尝试对碳排放征税, 低的起征点比较适合当前的实际情况。随着我国碳税征收经验的逐步积累与征收制度的不断成熟, 未来的碳税税率也将经历调整, 直至最优的碳税水平。且从全国历年 CO₂ 影子价格的发展趋势来看, CO₂ 影子价格呈现出攀升的态势, 可以推测将来的碳税税率, 也会具有类似的趋势。

三、CO₂影子价格的影响因素分析

传统生产函数往往缺乏对环境因素的刻画,使之不能全面地描述客观经济现象。而环境生产函数将污染物纳入考虑范围,弥补了该不足。将 CO₂ 视作生产活动中的一种非合意产出,通过寻求非合意性产出同合意性产出之间的边际替代率,从而求得 CO₂ 影子价格。

根据前面部分利用 DEA 软件所研究的影子价格可以作为中国 29 个省(市、区)减排 CO₂ 的单位成本,而根据碳税的定义,又可以将影子价格视作各省(市、区)所需要面对的碳税水平。然而,根据计算结果以及初步分析的特征可知,各地区的影子价格不仅不尽相同而且差异颇大,从最高的上海(¥1713)到最低的贵州(¥86),相差接近 20 倍。此外,就初步分析的特征来看,经济发达程度似乎是各地区 CO₂ 影子价格的重要决定因素。然而上述分析仅仅是建立在比较粗略的分析基础之上,而对于研究碳税政策而言,上述研究略显不足。因此,接下来将以计量研究的方式更进一步地明确何种因素决定了各地区影子价格即碳税的高低。

(一) 计量模型及变量说明

考虑到目前已研究的影子价格水平既有时间序列数据,即从 1995~2007 年的 13 年的影子价格序列数据,又有 29 个省、市和自治区作为截面成员的数据,要做计量研究,必须要同时考虑时间序列和截面成员数据的影响。因此,此处选取 panel data 模型(面板数据模型)作为研究影子价格的基本模型。panel data 模型正是适用于分析时间序列和横截面相结合的数据,当然,依据模型假定的不同,panel data 模型也可以划分为不同的类型。以下是关于 panel data 模型的一些简单描述。

1. panel data 模型的基本说明

假设有因变量 y_{it} 与 $k \times 1$ 维解释变量 $x_{it} = (x_{1,it}, x_{2,it}, \dots, x_{k,it})'$, 满足下列表达式:

$$y_{it} = \alpha_{it} + x_{it}' \beta_{it} + u_{it}, \quad i = 1, 2, \dots, N, t = 1, 2, \dots, T \quad (6-6)$$

(6-6) 式是考虑 k 个解释变量在 N 个个体以及 T 个时间点上的变动对因变量 y 的影响。其中 N 表示的是截面成员的个数,而 T 则表示每个截面成员的观测时期数, α_{it} 表示模型的常数项, β_{it} 则表示解释变量 $x_{it} = (x_{1,it}, x_{2,it}, \dots, x_{k,it})'$ 的 $k \times 1$ 维

系数向量， u_{it} 表示随机误差，且事先假定其具有相互独立、零均值和同方差的优良性质。

如果对上述模型不做简化处理，鉴于模型自由度 NT 远小于需要估计的参数个数，因而模型估计的难度很大。因此，为了模型估计的方便，一般情况下采取简化处理，可以分别建立两个模型用于估计：从个体成员角度出发建立包含 N 个个体的 panel data 方程，也可以从时间截面上建立含有 T 个时间截面方程的 panel data 方程，下面分别对两个模型进行介绍。

(1) 含有 N 个个体成员的 panel data 模型

如果只考虑 N 个个体成员，即忽略时间维度，则 panel data 方程可以简化为如下形式：

$$y_i = \alpha_i + x_i \beta_i + u_i, i = 1, 2, \dots, N \quad (6-7)$$

(6-7) 式中， y_i 是 $T \times 1$ 维被解释变量向量，而 x_i 则是 $T \times k$ 维解释变量矩阵， y_i 和 x_i 则是个体成员的经济指标序列数据，参数 α_i 和 $k \times 1$ 维系数向量 β_i 的取值受不同个体影响而不受时间影响。 u_i 是 $T \times 1$ 维扰动项，依然满足不相关、零均值和同方差的条件。该模型的基本思想就是承认个体之间存在差异，而对于相同的截面成员而言，在时间序列上是无差异的。因此要估计的只是 N 个截面方程而已，这样就大大简化要估计的参数。

(2) 含有 T 个时间截面方程的 panel data 模型

如果只考虑时间维度 T 而忽略掉个体成员，那么模型可简化为如下形式：

$$y_t = \alpha_t + x_t \gamma_t + v_t, t = 1, 2, \dots, T \quad (6-8)$$

(6-8) 式中， y_t 是 $N \times 1$ 维被解释变量向量， x_t 是 $N \times k$ 维解释变量矩阵， y_t 和 x_t 是对应于时间点 t 每个个体成员的经济指标。 α_t 和 γ_t 其取值受不同时间点的影响，而 v_t 则是 $N \times 1$ 维扰动项向量，同样满足不相关、零均值和同方差的条件。与第一个模型相比，此模型的基本思想是承认时间序列的差异性，而对于同一个时间点而言，不同截面成员之间不存在差异。因此要估计的仅仅是 T 个截面方程，对于模型估计简化不少。

上述两个模型尽管估计思想不同，分类依据不同，但是估计过程和方式基本

类似。而本部分所要研究的重点在于估计个体成员间是否存在差异，因此主要采用第一个模型即含有 N 个个体成员的 **panel data** 模型。该模型依据截距项 α_i 和系数矩阵 β_i 的不同形式，又可以分为 3 种模型：无个体影响的不变系数模型、变截距模型和含有个体影响的变系数模型。

①无个体影响的不变系数模型

该模型的形式比较简单，方程可以写成如下形式：

$$y_i = \alpha + x_i\beta + u_i, i = 1, 2, \dots, N \quad (6-9)$$

(6-9) 式的思想较为简单，即个体成员既无个体影响也没有结构性变化，无个体影响即截距项 α 相同，而无结构性变化即 β 对于个体成员也相同。由此可见，该模型的待估计参数最少，因而该模型的估计较为简单，利用普通最小二乘法即可以得到结果。

②变截距模型

该模型回归方程可以写为如下形式：

$$y_i = \alpha_i + x_i\beta + u_i, i = 1, 2, \dots, N \quad (6-10)$$

该模型假定个体成员存在个体影响而无结构性变化，即截距项 α 不同，而无结构性变化即 β 对于个体成员仍然相同的模型，所以成为变截距模型。与前一个模型相比，待估计的参数因为截距项的不同而增加了 $(N-1)$ 个。

③变系数模型

$$y_i = \alpha_i + x_i\beta_i + u_i, i = 1, 2, \dots, N \quad (6-11)$$

该模型则假定个体成员既存在个体影响也存在结构变化，即不仅截距项 α 不同，且 β 对于个体成员也不同的模型，该模型需要估计的参数最多。所以也被称为无约束模型。

2、模型的基本说明

根据以上对 **panel data** 模型的简单描述可知，**panel data** 模型因其约束条件的不同可以划分为不同种类的模型，而每种模型需要估计的参数数量也存在不同。从简化分析、深化结论的角度出发，直接采用第一种 **panel data** 模型即含有 N 个个体成员的 **panel data** 模型。由于该种模型也可以细分成三类，因此理论上也需要

要做三个子模型。然而，第三个子模型即变系数模型因其估计参数较多而难度较大，而且进一步来说，该模型已经有退化为 N 个时间序列模型的趋势。对于本部分的分析没有必要采用该模型，因为本部分是要分析是否存在超越截面成员因素之上的普遍意义的影响，即 β 对于个体成员设定仍然相同，因此选择固定截距和变截距模型进行估计。

本部分模型所要考察的是各地区影子价格的影响因素，根据前面的初步分析可知，经济因素对于影子价格的影响比较重要。因而解释变量中需要设定能够表示经济发达程度的因素，此外考虑到影子价格其实就是减排二氧化碳的边际成本，因此，解释变量设定为三个：人均 GDP、第三产业比重和单位能耗 GDP。人均 GDP 用于刻画一个地区的经济发达程度，虽然总体 GDP 也能刻画一个地区的经济发达程度，但毕竟总量 GDP 较之人均 GDP 刻画的精确程度尚有差距。第三产业比重用于说明一个地区的经济结构，由于第三产业属于碳排放较低的行业，因此第三产业比重较大的地区存在减排成本较高的可能。单位能耗 GDP 则是用于刻画一个地区的能源效率，如果单位能耗 GDP 比较高，一般说明能源效率比较高，则也存在减排成本较高的倾向。被解释变量则选取影子价格。进一步，本部分的 panel data 中 $N=29$ ， $T=13$ 。为便于比较起见，所有人均 GDP 和单位能耗 GDP 均已折算至 2005 年的不变价格，此后不在赘述。所有的模型结果均在 stata 11 软件中操作完成。

（二）计量结果及解释

1. 固定截距模型估计结果

根据前面的说明可知，固定截距模型的方程如下：

$$y_i = \alpha + x_i\beta + u_i, i = 1, 2, \dots, N$$

该模型主要是假定在 29 个省（市、区）之间不存在任何个体区别和时间序列上的区别。即人均 GDP、第三产业比重和单位能耗 GDP 对影子价格的影响在 29 个省、市和自治区之间和 1995-2007 年之间不存在显著区别。当然，该假定是否成立要看具体的估计结果，见表 6-3。

根据表 6-3 的结果可知，如果模型设定的基本假定是固定截距：则人均 GDP 对影子价格的影响的确为正向，即一个地区经济的发达程度的确会影响到影子价格，而且和之前的预期一致，经济越发达的地区影子价格越高；而单位能耗 GDP

对影子价格的影响则不明显，尽管系数仍然为正，但 t 值仅有 0.50，因此无法说明单位能耗 GDP 对影子价格的影响方向；第三产业比重对影子价格的影响则较为出人意料，根据 t 值可知显著为负，即第三产业比重越高，影子价格越低，这和一般理论所预期的不一致。

表 6-3 固定截距模型估计结果

| 变量 | 系数 | 标准差 | t 值 | 概率 |
|----------|----------|----------|-------|-------|
| 人均 GDP | 217.2575 | 40.45055 | 5.37 | 0.000 |
| 单位能耗 GDP | 114.1429 | 226.0496 | 0.50 | 0.614 |
| 第三产业比重 | -1262.9 | 593.4321 | -2.13 | 0.034 |
| 截距 | 788.6434 | 205.5492 | 3.84 | 0.000 |

附注：检验 1. $F(3, 345) = 14.44$, $\text{prob} > F = 0.000$

检验 2. $F(28, 345) = 3.91$, $\text{prob} > F = 0.000$

针对第三产业比重与影子价格之间的关联出现与理论预期相违背的问题，在检查数据时发现青海省的数据中出现非常反常的现象，具体可见图 6-2 和 6-3。

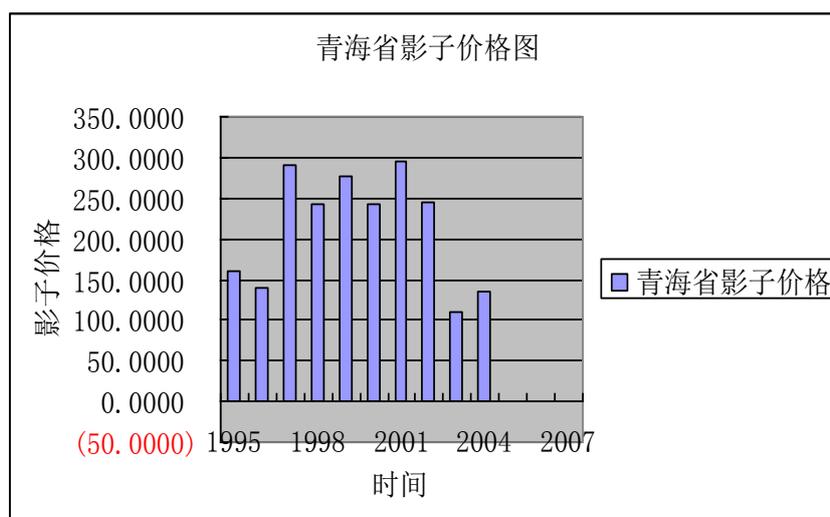


图 6-2 青海省影子价格图

从图 6-2、图 6-3 可以看出，青海省的影子价格水平在 29 个省（市、区）中排名非常靠后，然而其第三产业比重却非常高。即便是东部沿海地区，如上海和浙江等地区其第三产业比重也不过才 0.4 左右，最高的北京在 2006 年才突破 0.7 的大关，而 2007 年也不过 0.721，而青海省在 1995 年就已经超过 0.8，而在 2003 年以后长期保持 1 以上的水平。而同期的影子价格却不过才¥100 多一点，甚至在 2005-2007 年三年间影子价格水平为 0。如此显著违背理论预期的数据应该对模型估计的结果有一定的影响，但是否能对模型整体的系数产生影响，还需要进

一步的研究论证。

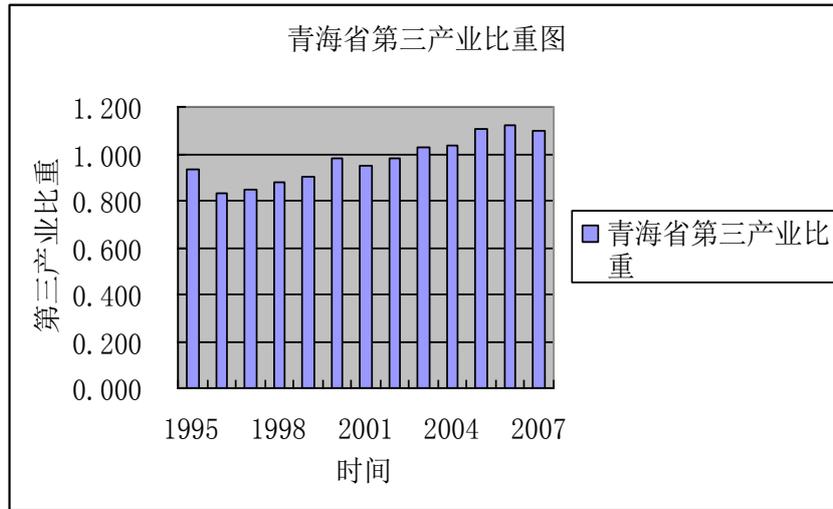


图 6-3 青海省第三产业比重图

两个检验结果在附注中列出。检验 1 主要针对三个系数是否同时为零，结果显示拒绝原假设，即三个参数不可能同时为零。检验 2 则是针对误差项的估计，F 值和概率的结果显示误差项并非为零，因此固定截距的假设可能存在一定的问题，因为 $u_i=0$ 的假设被拒绝，因此可能需要用变截距即随机效应的模型进行估计。

2. 变截距模型的估计结果

根据前面对模型的基本描述，变截距模型的基本方程如下：

$$y_i = \alpha_i + x_i\beta + u_i, i = 1, 2, \dots, N$$

如果按照此模型进行估计，即意味着三个因素对影子价格的影响依然一致，但不同截面成员之间存在系统性差别。根据上述假定，具体估计结果如表 6-4。

表 6-4 变截距模型的估计结果

| 变量 | 系数 | 标准差 | t 值 | 概率 |
|----------|-----------|----------|-------|-------|
| 人均 GDP | 256.6458 | 28.6128 | 8.97 | 0.000 |
| 单位能耗 GDP | 580.3857 | 96.59908 | 6.01 | 0.000 |
| 第三产业比重 | -305.1371 | 206.6258 | -1.48 | 0.140 |
| 截距 | 18.3336 | 104.5948 | 0.18 | 0.861 |

附注：Wald chi2(3)=244.99，prob > chi2 =0.000

从表 6-4 可知，在假定截距随个体成员而不同的假定下：人均 GDP 依然对影子价格产生正向影响，并且 t 值和概率较固定截距的假设下更加显著，因此变

截距模型的估计效果较固定截距的估计效果更加理想。综合上述两个模型的结果，可知经济发达程度的确与影子价格存在显著的正向关联。而单位能耗 GDP 与影子价格则显示出正向关联，而且 t 值较固定截距假设下的估计结果大得多，也印证了之前的预期，即能源效率与影子价格之间呈正向关联。这也是为什么东部沿海地区的影子价格较中部和西部地区高得多的原因之一。最后，第三产业比重系数依然为负值，但在变截距的假设条件下，t 值较固定截距的假设不太显著，因此无法判断影响方向。

由于截距假设为随机，因此不存在对误差项为零的假设，所以检验结果只剩下一个，即三个系数是否同时为零的假设，根据 wald 检验结果显示，三个系数不会同时为零，因此检验结果较为良好。

因此，根据上述两个模型的分析可以得出以下结论：地区的经济发达程度会影响到影子价格水平，即一个地区经济越发达，影子价格越大，进一步可知碳税水平应该越高；一个地区的单位能耗 GDP 越高，代表能源效率也越高，影子价格也越高；而关于第三产业比重的问题，由于青海省的数据出现异常，则可能对最终的结果有所影响，综合两个模型的结果可知，第三产业比重对于影子价格影响的方向尚不确定。

从上述结论可以看出，在中国未来开征碳税的过程中，需要考虑到不同省（市、区）不同的经济发展水平和能源效率，应尽可能对各省（市、区）实行差别税率，避免一刀切的做法。这样，既有利于各省（市、区）经济效率，同时也保证各省（市、区）的税负公平。

四、低碳技术的经济化

前文讨论的是如何在降低成本的前提下，考虑环境承载力的约束条件，进而实现二氧化碳的减排。正如诸多文献所提到的，碳税对于二氧化碳的消减具有正向的促进作用，却也同时带来一系列的消极影响。制定合适的碳税政策应借鉴于 CO₂ 影子价格的估算结果，而不同地区 CO₂ 影子价格具有较大的差异性，其又受制于诸多影响因素，如该地区单位能耗、经济发展程度等。

从另一方面来考虑，正如若干文献（朱永彬等，2010；Qiao-Mei Liang 等，2007；Richard F. Garbaccio 等，1998）所得出的结论，即适度的碳税政策或碳减排计划，不但没有抑制经济的增长，反而正向地促进了经济的产出。这种可能性

在一些发达国家中已被证实，其重要原因是低碳技术的产业化。因此有必要就低碳技术的经济化方面进行适度的关注与探讨。

（一）低碳技术产业的兴起

所谓低碳技术产业，即强调运用低碳技术进行低碳生产活动的一类有形经济。其又包含传统能源碳减排技术、绿色能源技术和碳捕捉封存技术等。由于这些技术都能用来减低二氧化碳排放，故将其称之为低碳技术产业。欧美等发达国家涉足低碳技术产业的时间都很早，无论是技术储备还是相关产业的发展水平都处于世界领先地位。

1. 碳减排技术

由于传统的化石燃料在现实的生产生活中发挥着十分重要的作用，在新能源技术无法一蹴而就的情况下，利用技术进步对现有传统能源进行改良，在消费前对煤炭进行低碳化和无碳化处理，减少燃烧过程中碳的排放，这是高碳经济低碳化的必然选择。

日本政府一直宣传推广节能减排，主导建设低碳社会。2008年5月，日本内阁“综合科学技术会议”公布了“低碳技术计划”，内容涉及到超燃烧系统技术、超时空能源利用技术、节能型信息生活空间创生技术、低碳型交通社会构建技术和新一代节能半导体元器件技术等五大重点技术领域。美国政府在《清洁空气法》、《能源政策法》的基础上提出了清洁煤计划，目标是充分利用技术进步，提高效率，降低成本，减少排放。自2001年以来，布什政府已投入22亿美元，用于将先进清洁煤技术从研发阶段向示范阶段和市场化阶段推进。

2. 绿色能源技术

绿色能源，简称绿能，即那些无污染物排放的新兴替代能源，以风力、太阳能、潮汐能发电，生物柴油等为代表，以部分替代生产过程中会产生二氧化碳的传统化石燃料，并在此基础上衍生出的一个庞大的新能源产业体系。

基于国内绿色理念的普及，同时为了摆脱国际能源市场的压制，欧洲国家在绿色可替代能源的研发和应用上大力投资。这些国家通过政策倾斜，鼓励绿色能源技术的开发和应用，带动了一大批相关绿色产业的蓬勃发展。2001年底，英国首相宣布追加1亿英镑以支持可再生能源技术的研究开发和示范项目，促进可再生能源的发展，重点为近海风能、能源作物、光伏以及下一代新能源技术的基

基础研究；还在 2002 至 2004 年的 3 年时间里，累计投入 2.5 亿英镑就太阳能、风能、生物燃料、水能、海势能、燃料电池等的利用进行研究开发和示范。

3. 碳捕捉封存技术

碳捕捉封存技术则是将化石燃料使用过程中所排放的二氧化碳进行捕捉封存处理，以阻止其进入大气，即利用吸附、吸收、低温及膜系统等现已较为成熟的工业技术将废气中的二氧化碳捕集下来，并进行长期或永久性封存，以此发展而来的产业就是碳捕捉封存技术产业。

目前碳捕捉技术的领先者是那些早已投入技术开发和储备中去的欧洲新能源公司。此外，美国、澳大利亚等国的公司也纷纷跟进。2005 年 12 月，美国能源部与美国未来电力联盟正式签署协议，计划耗资 10 亿美元建造世界上第一座零排放的，集二氧化碳捕捉和封存、发电、制氢于一体的研究性电厂。2007 年 5 月，英国-澳大利亚矿业集团 Rio Tinto 和英国石油公司公布了投资 15 亿美元在澳大利亚西部兴建煤炭发电厂的计划。计划将充分利用碳捕捉埋存技术来减少二氧化碳排放，每年将有 400 万吨的二氧化碳被安全存放于海底岩层中。

（二）低碳技术产业的经济效应

低碳技术不仅能够减轻和防止污染对环境和人类的危害，其衍生出来的低碳技术产业成为了一国新的增长点，并为经济的进一步发展带来了强劲的动力。低碳技术产业的经济效应主要体现在以下几个方面：提供就业，降低成本，出口技术，最终达到刺激经济增长的目的。

新兴产业的开辟与崛起少不了人力资本的支持，除去高端的科技研发力量外，基础生产过程可以吸纳大量的普通劳动力。随着新技术投产后所带来的规模效应，其产出成本必然随着时间的推移而逐渐下降，低成本的技术为大部分人所享有。来自格拉德哈森(Garrad Hassan)集团的研究者考察了欧洲的风速、经济基础设施以及风电场的技术进步。他们预计，到 2020 年欧洲风电将在整个欧洲创造 300 万个工作机会。他们的报告还指出，这个巨大的新能源市场，将重振衰退的工业和不景气的行业，创造一个使欧洲走上使用完全清洁能源供应系统之路，且提供比煤电和核电更廉价的能源。这表明了低碳技术的应用带来了更多的就业机会和能源使用成本上的节约，使经济运行效率大幅提高。

风力发电一直是世界上增长最快的能源，装机容量每年增长 30% 以上，到

2003年初，全球风力发电装机容量达3200万千瓦，相当于32座标准核电站，足以供应1600万个欧洲普通家庭或4000万欧洲居民的电力需求。随着风能发电成本大幅度下降，越来越多的风能发电厂将筹建与投产。而美国能源部利用太阳能大规模加热水的最新技术和太阳光集中反射的原理，通过融化盐来储存太阳能，并在俄亥俄州利用太阳能热水系统生产热水，为该州带来了可观的经济效益。类似地，福特汽车公司利用太阳能为车间取暖，每年创造经济效益达数十万美元。

低碳技术带来的经济效应远不限于国内市场，在部分解决了就业与生产成本等问题的同时，更大的经济利益来自于低碳技术的对外转让与低碳产品的出口销售。在全世界节能减排的呼声越来越强烈的背景下，那些技术研发实力相对落后、有减排压力的国家必然会寻求低碳技术的帮助，而作为少数拥有核心技术的这些国家，其寡头垄断者的优越地位便得以充分体现。而且远不止如此，不仅仅是技术与专利的一次性转让，后期的技术支持、设备维护与更新更是让技术拥有者的经济利益得以较长时间的维持。任何一个掌握核心技术的低碳产业技术公司在向其他企业转让其技术、专利及配套设施的同时，必然能够得到可观的经济利益。

英国政府认为，绿色能源的研发及示范不仅有助于降低成本，增强能源市场竞争力，发现新的廉价能源，而且能创造出价值不菲的市场，促进产业升级。英国政府在2002-2004年的3年时间里，累计投入2.5亿英镑就太阳能、风能、生物燃料、水能和其他能源形式的利用进行研发和示范。其重点是支持技术开发并协助工业界实现排放减少；维持并开发英国的专门技术，帮助英国企业拓展国际市场，使其获得相应份额。

企业在发展低碳技术产业实现经济效益的同时，必然伴随着对地方及国家财政税收的有力支持。低碳企业为减少财政对失业人口的转移支付及增加财政收入等两方面做出了不可忽视的贡献。此外也为地区经济，乃至国家的经济增长注入了新的推动力。可见，低碳化的经济既是一次挑战，更是一次机遇。只有顺应潮流、善于变革，才能在低碳发展的要求下，实现高碳经济的低碳化和低碳技术的产业化。

五、研究结论

（一）CO₂影子价格的研究结论

本章就碳税税率制定的一个重要基础——CO₂的影子价格进行了深入研究，

利用方向性距离函数模型的这一环境生产理论，对我国不同省（市、区）的 CO₂ 影子价格进行了测算与影响因素的计量分析，得出以下结论：

第一、广东、北京、上海、江苏与浙江等经济实力较强的省（市、区），其 CO₂ 影子价格均值较青海、甘肃、宁夏等经济欠发达地区要高得多，说明这些省（市、区）的碳减排成本较高，相应的碳税水平也应该更高。但从全国减排成本最低化的考虑来看，让欠发达地区实行更多的减排，而由发达地区提供补贴，不失为短期内一种双全的办法。

第二，CO₂ 影子价格高的省（市、区），其历史走势为先降后升；而 CO₂ 影子价格低的省（市、区），其变动幅度较小，因而就全国而言，CO₂ 影子价格主要是由经济发达地区推动而呈现递增趋势，也预示着碳税水平的逐年递增性。

第三，对样本面板数据进行计量处理的结果显示，影响我国不同地区 CO₂ 影子价格的因素有经济发展水平与能耗强度，即一个地区经济越发达，影子价格越大，进一步可知碳税水平应该越高；一个地区的单位 GDP 能耗越高，代表能源效率越高，影子价格也越高。而第三产业比重对影子价格影响的方向尚不确定。

第四，估算出的 CO₂ 影子价格虽与现实的价格水平可能无法直接画上等号，但对碳税最终数量级水平的确定有一定的借鉴意义；而估算结果所反映出的不同省（市、区）间 CO₂ 影子价格的高低水平，可作为分级制碳税税率的参考标准，同时也表明了一刀切的碳税税率将无法完全实现其政策意图。

（二）碳税政策的研究结论

本章还简要阐述了低碳技术产业的兴起及其分类，并突出说明了其在低碳经济发展中所能带来的良好的经济效应。特别是在不制造环境负外部性的同时，它对新增长极的发现，产业结构的优化调整，劳动力的吸纳方面起到十分重要的作用，这是再好的碳税政策所不能实现的。但是没有碳税政策对高碳企业的抑制，低碳技术产业的发展也将失去动力。因此，只有在良好的碳税制度与顺势发展的低碳技术产业双刃合璧的条件下，经济将呈现出新的强大的活力。通过本章的简要研究，结合诸多文献研究，我们可以对碳税政策与低碳经济发展得出如下结论：

第一，在技术状况给定的前提下，碳税政策可以有效实现碳减排，促进高碳产业低碳化，促进经济结构的优化。同时，也会对经济发展产生一定影响：在短期，负面影响较大；在长期，负面影响较小甚至可能消失。另外，碳税政策不仅

可以遏制高碳产业的发展，而且可以刺激低碳技术的研发和推广。

第二，在技术进步的情况下，碳税政策可以促进低碳技术创新。低碳技术的研发以及成果转让，低碳产品的推广使用和出口销售，可以实现低碳技术的产业化并带来巨大的经济效益。由此，低碳技术的拥有国不仅可以抵消高碳产业低碳化所导致的成本，而且可以产生巨额的经济剩余。

第三，碳税政策可以促进低碳技术的研发和推广。低碳技术是一个极其重要的外生变量，政府可以通过调整技术这个外生变量，降低低碳发展的经济成本乃至实现“低碳化”和“经济化”的双赢。

（三）低碳技术进出口的研究结论

科学技术是生产力，而且是第一生产力。低碳科技是低碳时代的核心竞争力。拥有低碳发展的核心竞争力，对于降低低碳发展的成本至关重要。低碳技术的出口国和进口国地位的不同，低碳发展的成本分担也是截然不同的。

第一，在技术进步的情况下，碳税政策可以促进低碳技术的出口和进口，但是，低碳技术的出口国和进口国的环境经济效应是不同的：低碳技术的出口国如果在本国也使用低碳技术，那么，既可以带来正面的环境效应和正面的经济效应；低碳技术的出口国如果在本国不使用低碳技术，那么，只能给本国带来正面的经济效应而没有正面环境效应；低碳技术的进口国，通过低碳技术的扩散带来低碳化的环境效应，但是，为此支付的环境代价也是极其昂贵的，可能陷入“低碳陷阱”¹。

第二，为了避免“低碳陷阱”，中国的应对策略是，既要通过国际贸易进口部分国际领先的低碳技术及其产品，又要通过技术创新形成自己的低碳技术核心竞争力，出口部分低碳技术及其产品，实现低碳技术及其产品进出口的平衡乃至有“净出口”。

参考文献

[1]Ball, E., C. A. K. Lovell, R. F. Nehring, and A. Somwaru, “Incorporating Undesirable Outputs into Models of Production: An Application to U. S. Agriculture”, *Cahiers d'économie et sociologie rurales*, 31, 1994, pp.60-74.

¹ 有人认为低碳经济是发达国家给发展中国家设置的一个陷阱，通过低碳技术的出口和进口，让发展中国家为低碳发展埋单。

[2]Boyd, G., J. Molburg, and R. Prince. “Alternative methods of marginal abatement cost estimation: Nonparametric distance functions” , *Paper presented at the 17thAnnualNorthAmerican Conference of the United States Association for Energy Economics and the International Association for Energy Economics*, 1996, Boston.

[3]Chung, Y. “Directional Distance Functions and Undesirable Outputs.” *PhD Dissertation (Southern Illinois University, Carbondale)*, 1996.

[4]Chung, Y., R. Färe, and S. Grosskopf, “Productivity and Undesirable Outputs: A Directional Distance Function Approach” , *Journal of Environmental Management*, 51, 1997, pp.229 - 240.

[5]Coggins, J.S., and J. R. Swinton, “The Price of Pollution: A Dual Approach to Valuing SO2 Allowances” , *Journal of Environmental Economics and Management*, 30(1), 1996, pp.58-72.

[6]Färe, R., S. Grosskopf, and W. L. Weber, “Shadow prices and pollution costs in U.S. agriculture” , *Ecological Economics*, 56, 2006, pp.89-103.

[7]Färe, R., S. Grosskopf, C. A. K. Lovell, and S. Yaisawarng, “Derivation of Shadow Prices for Undesirable Outputs: A Distance Function Approach” , *The Review of Economics and Statistics*, 75(2), 1993, pp.374-380.

[8]Färe, R., S. Grosskopf, D.W. Nohb, and W.L.Weber, “Characteristics of a polluting technology: theory and practice” , *Journal of Econometrics*, 126, 2005, pp. 469 - 492.

[9]Hailu,A., and T. S. Veeman, “Environmentally Sensitive Productivity Analysis of the Canadian Pulp and Paper Industry, 1959-1994: An Input Distance Function Approach” , *Journal of Environmental Economics and Management*, 11(40), 2000, pp.251-274.

[10]Hetemaki, L, “Essays on the impact of pollution control on a firm: A distance function approach” . *Helsinki Research Centre, Helsinki*, 1996.

[11]Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), “Climate Change 2007: The Physical Science Basis” . *New York: Cambridge University Press*, 2007.

[12]Lee, J.D., J.B. Park, and T.Y. Kim, “Estimation of the shadow prices of pollutants with production/environment inefficiency taken into account: a

nonparametric directional distance function approach”, *Journal of Environmental Management*, 64, 2002, pp. 365 - 375.

[13]Liang Qiaomei, Fan Ying & Wei Yiming, “Carbon taxation policy in China: How to protect energy and trade-intensive sectors”, *Journal of Policy Modeling*, 29, 2007, pp. 311 - 333.

[14]Richard F.Garbaccio, Mun S.Ho &Dale W.Jorgenson, “Controlling Carbon Emissions in China”, *hks.harvard.edu*, 1998.

[15]Yaisawarng, S., and J.D. Klein, “The Effects of Sulfur Dioxide Controls on Productivity Change in the U.S. Electric Power Industry”, *Review of Economics & Statistics* 76, 1994, pp. 447-460.

[16]曹静, 走低碳发展之路中国碳税政策的设计及模型分析, 金融研究 2009 年第 12 期, 第 19-29 页。

[17]高鹏飞、陈文颖, 碳税与碳排放, 清华大学学报 2002 第 42 卷第 10 期, 第 1335-1338 页。

[18]国家气候变化对策协调小组办公室、国家发改委能源研究所, 中国温室气体清单研究, 北京, 中国环境科学出版社, 2007。

[19]贺菊煌、沈可挺、徐嵩龄, 碳税与二氧化碳减排的 CGE 模型, 数量经济技术经济研究 2002 第 10 期, 第 39-47 页。

[20]苏明、傅志华、许文、王志刚、李欣、梁强, 我国开征碳税的效果预测和影响评价, 经济研究参考 2009 年第 72 期, 第 24-28 页。

[21]涂正革, 工业二氧化硫排放的影子价格: 一个新的分析框架, 经济学(季刊), 2009 年 10 月第 9 卷第 1 期, 第 259-282 页。

[22]魏涛远、格罗姆斯洛德, 征收碳税对中国经济与温室气体排放的影响, 世界经济与政治 2002 年第 8 期, 第 47-49 页。

[23]辛欣, 英国可再生能源政策导向及其启示, 国际技术经济研究, 2005 年 7 月, 第 13-17 页。

[24]张军、吴桂英、张吉鹏, 中国省级物质资本存量估算: 1952-2001, 经济研究, 2004 年第 10 期, 第 36-44 页。

[25]张明喜, 我国开征碳税的 CGE 模拟与碳税法条文设计, 财贸经济 2010 年第 3 期, 第 61-66 页。

[26]朱永彬, 刘晓, 王铮, 碳税政策的减排效果及其对我国经济的影响分析, 中国软科学 2010 年第 4 期, 第 1-9 页。

第七章 低碳经济视角下国外资源价格和财税政策经验借鉴

本章旨在从发达国家的低碳政策实践中总结出适合我国国情的资源价格和财税政策。这就需要对发达国家发展低碳经济的具体做法、实施条件和实施效果分别予以分析。为尽可能提供全面的经验借鉴，本章从发达国家的碳税制度、低碳补贴政策、财政支持低碳创新手段和相关资源价格措施这四个方分别予以阐述。

一、发达国家征收碳税的经验借鉴

(一) 具体做法

为实现碳减排目标，发达国家采取了各种税收手段，主要是通过对高碳资源或高碳产品征税，使其成本曲线向左上方移动，减少下游的消费量，从而达到碳减排的目的。其中针对碳减排最直接的政策工具就是碳税，目前世界上已经实行碳税的国家和地区包括：芬兰、瑞典、丹麦、荷兰、意大利以及加拿大魁北克省和不列颠哥伦比亚省。有一些国家没有直接征收碳税，但是碳税的内容包含在能源税等其他税种内，也起到了减少碳排放量的作用，比如英国的气候变化税和德国的生态税等。

1. 丹麦

早在 20 世纪 70 年代，丹麦就开始对能源消费征税，并于 1992 年对企业和家庭正式征收碳税，征收对象为汽油、天然气和生物燃料以外的所有二氧化碳排放行为，税基是燃料燃烧时的二氧化碳量，税率相当于 14.3 美元/吨二氧化碳。但在执行之初，企业的税负较小，政府对部分企业采取了税收返还。截至 1995 年，对于缴纳增值税的企业给予 50% 的税收返还(用作机动车燃料的柴油征收的二氧化碳税除外)；如果二氧化碳净税负(包括返还)超过企业销售额的 1%，税率下调为规定税率的 25%；如果净税负在销售额的 2%~3% 之间，则有效税率降至规定税率的 12.5%；对净税负超过销售额 3% 的企业，税率降至规定税率的 5%。有研究指出，工业部门的实际税率相当于私人家庭税率的 35% 左右。这种情况到 1996 年有所改善，丹麦引入了一个新税，该税包括二氧化碳税、二氧化硫税和

能源税。其中二氧化碳税税率不变，但税基扩大到供暖用能源。企业按用途将耗费的能源分成三类：供暖用、生产用和照明用能源。碳税对供暖用能源按 100% 征税，对照明用能源按 90% 征税，对生产用能源按 25% 征税。同时，还引入了能源效率自愿协议机制，凡签订自愿减排协议的高能耗企业按优惠税率纳税。1999 年政府又将能源税提高了 15%~20%，企业供暖用能源的二氧化碳税的有效税率调高到 100 欧元/吨二氧化碳，企业适用的能源和二氧化碳税税收体系也进行了结构性调整，为简化税收体系，基准的二氧化碳税税率下调到 12.10 欧元/吨二氧化碳，同时基准的能源税税率相应进行了上调。丹麦的碳税税率见表 7-1。

表 7-1 丹麦的碳税税率

| 类型 | 税率 |
|-------------|-----------------------------|
| 供暖 | 100%能源税和二氧化碳税(100 欧元/吨二氧化碳) |
| 没签订减排协议的轻工业 | 100%二氧化碳税(12.10 欧元/吨二氧化碳) |
| 签订减排协议的轻工业 | 68%二氧化碳税(9.20 欧元/吨二氧化碳) |
| 没签订减排协议的重工业 | 27.78%二氧化碳税(3.40 欧元/吨二氧化碳) |
| 签订减排协议的重工业 | 4.8%二氧化碳税(0.40 欧元/吨二氧化碳) |

资料来源：苏明等，《碳税的国际经验与借鉴》，经济参考研究,2009(72)。

2. 瑞典

瑞典在 1991 年整体税制改革中引入碳税，同时将能源税税率降低。征收二氧化碳税的目的是把 2000 年的二氧化碳排放量保持在 1990 年的水平。征税范围包括所有燃料油，其中对电力部门使用的部分给予税收豁免。税率根据燃料含碳量的不同而有区别。纳税人包括进口者、生产者和储存者。对私人家庭和工业的税率为 250 瑞典克朗/吨二氧化碳。由于考虑企业的竞争力，工业企业也只需要按 50% 的比例缴税，某些高能耗产业，如商业园艺、采矿、制造、纸浆和造纸、电力等，给予税收豁免。1993 年为增加瑞典的国际竞争力，对工业部门的税率降到 80 瑞典克朗/吨二氧化碳，对私人家庭的税率增加到 320 瑞典克朗/吨二氧化碳，同时对一些能源密集型产业给予了进一步的税收减免。二氧化碳的税收总负担被限制在生产产值的 1.7% 以内，随后调整为 1.2% 以内，这项限制随后在 1994 年被取消，海外航空和海运免税。1994 年后，对税率实行了指数化，使真实税率保持不变。1995 年，税率略微上调，二氧化碳普通税率为 340 瑞典克朗/吨二氧化碳，工业部门的适用税率是 83 瑞典克朗/吨二氧化碳(分别相当于 38.8 美元/吨二氧化碳和 9.5 美元/吨二氧化碳)。2002 年税率又进一步提高，同时作为补

偿劳动收入的税率被下调。对工业部门的税收减免由 50%上调至 70%，抵消了税率上调增加的税收负担。

3. 挪威

挪威从 1991 年开始对汽油、矿物油和天然气征收二氧化碳税，覆盖了 65% 的二氧化碳排放，征税目的是将 2000 年的二氧化碳排放量稳定在 1988 年的排放水平上。1992 年把征收范围扩展到煤和焦炭。对航空、海上运输部门和电力部门(因采用水力发电)给予税收豁免；造纸等行业适用的实际税率为规定税率的 50%。根据燃料含碳量不同，征税标准也有差别，如 1995 年对汽油的征税标准是 0.83 挪威克朗/升，对柴油的征税标准是 0.415 挪威克朗/升。之后 60% 的二氧化碳排放被征税，税率为 110 挪威克朗/吨和 350 挪威克朗/吨二氧化碳(相当于 13.8 美元/吨二氧化碳和 43.7 美元/吨二氧化碳)，年税收收入 60 亿挪威克朗，占税收总收入的 2%。2005 年，对石油按每吨二氧化碳征 41 欧元二氧化碳税，对轻油征 24 欧元，对重油征 21 欧元，对纸浆和造纸工业征 12 欧元，对工业用电按每兆瓦时征 4.5 欧元的税。表 7-2 为北欧三国(丹麦、瑞典、挪威)碳税税率。

表 7-2 北欧三国(丹麦、瑞典、挪威)碳税税率

| 国家 | 税/费 | 税基 | 税率(欧元) |
|------------|---------------------------|--------------|---------------|
| 丹麦 | 二氧化碳税 | 煤炭 | 32.4858/吨 |
| | | 褐煤 | 23.8945/吨 |
| | | 焦炭 | 43.3591/吨 |
| | | 柴油 | 0.0362/升 |
| | | 电力 | 0.0134/千瓦时 |
| | | 焦油 | 0.0376/公斤 |
| | | 燃料油 | 0.043/公斤 |
| | | 煤油 | 0.0362/升 |
| | | 天然气 | 0.0295/立方米 |
| | | 液化石油气 | 0.0215/升 |
| | | 液化石油 | 0.0403/公斤 |
| | | 炼油厂气体 | 0.0389/公斤 |
| 瑞典 | 能源和燃料 (不包括汽油) 二氧化碳税 | 柴油(I级环境标准) | 0.3372/升 |
| | | 柴油(II级环境标准) | 0.3625/升 |
| | | 柴油(III级环境标准) | 395.7797/升 |
| | | 热油 | 0.2707/升 |
| | | 天然气(固定源) | 170.1756/千立方米 |
| | | 甲烷(移动源) | 115.2871/千立方米 |
| | | 天然气(移动源) | 170.1755/千立方米 |
| 液化石油气(移动源) | 140.2462/千立方米 | | |

| | | | | |
|---------------------|----------------|---------------|---------------|-----------|
| | | 甲烷(固定源) | 170.1756/千立方米 | |
| | | 液化石油气(固定源) | 219.1213/吨 | |
| | | 煤炭和焦炭 | 201.5095/吨 | |
| | | 用于供热的天然松树油 | 270.6602/升 | |
| | 能源和汽油 二氧化碳税 | 无铅汽油(I级环境标准) | 0.4992/升 | |
| | | 无铅汽油(II级环境标准) | 0.5024/升 | |
| | | 其他汽油 | 0.5727/升 | |
| | 挪威 | 矿物产品 二氧化碳税 | 煤炭 | 0.0609/公斤 |
| | | | 焦炭 | 0.0609/公斤 |
| | | | 柴油 | 0.0609/升 |
| 重燃料油(普通税率) | | | 0.0609/升 | |
| 重燃料油(纸浆、渔业用) | | | 0.0304/升 | |
| 重燃料油(削减税率) | | | 0.0348/升 | |
| 含铅汽油(普通税率) | | | 0.0907/升 | |
| 含铅汽油(削减税率) | | | 0.0323/升 | |
| 轻燃料油(普通税率) | | | 0.0609/升 | |
| 轻燃料油(削减税率) | | | 0.0348/升 | |
| 轻燃料油(纸浆、渔业用) | | | 0.0304/升 | |
| 飞机使用的矿物油 | | | 0.0348/升 | |
| 做燃料油使用的其他油类 | | | 0.0609/升 | |
| 无铅汽油(普通税率) | | | 0.0907/升 | |
| 无铅汽油(削减税率) | | | 0.0323/升 | |
| 在大陆壳开采的石油 的二氧化碳税 | | 在开采平台上点燃的天然气 | 0.0907/立方米 | |
| | | 在开采平台上点燃的石油 | 0.090/升 | |

资料来源:王金南等,《应对气候变化的中国碳税政策框架》(课题报告),2008年。

北欧国家大都执行了碳税,其中芬兰的税率最高,几经调整之后,芬兰2002年碳税税率一般为1712欧元/吨二氧化碳,天然气减半征收¹。瑞士于1999年颁布了二氧化碳法,并于2000年5月开始实施。但是瑞士认为,减排最好是通过政府和企业的自愿减排协议实现,二氧化碳法是在其他手段不能有效实施的情况下所采用的,法律规定的最高税率是每吨二氧化碳征税210瑞士法郎(相当于160美元)。

4. 英国

英国是世界上控制气候变化最积极的倡导者和实践者,根据欧盟内部的“减排量分担协议”,英国的目标是到2012年在1990年水平上减排12.5%,但是英国制定的国内目标是到2010年削减二氧化碳20%,到2050年削减二氧化碳60%。英国实施气候变化税(CCL)制度,气候变化税是一种能源税,于2001年开始征收,

¹ 数据来自《欧盟可再生能源利用率最高的国家芬兰启示》。

征收范围是销往企业和公共部门的电力、煤、天然气和液化石油气，对热电联产单位的油类耗费和发电以及可再生能源免税。在征该税的同时，雇主承担的养老金缴费比例降低 0.3%。气候变化税本身同碳含量没有联系，从排放每吨二氧化碳的税收标准来看，煤每吨征 7 欧元，天然气每吨征 13 欧元，电力每吨征 14 欧元。气候变化税使企业和公共部门能源使用的名义成本增加了 15%，英国政府考虑到气候变化税的征收可能给能源密集型产业造成重大负担，又推出了气候变化协议制度，以减少这些企业的气候变化税负担。能源密集型产业如果和政府签订气候变化协议，并达到规定的能源效率（温室气体减排）目标，政府可以减少征收其应支付气候变化税的 80%。如果企业不能实现约定的目标，英国政府亦允许这些企业参与英国排放贸易机制，以买卖各企业允许排放配额的方式，来实现气候变化协议的要求。

5. 荷兰

荷兰从 1988 年开始征收环境税，1990 年碳税成为环境税的一个税目，1992 年，碳税变为能源/碳税，比例各为 50%。碳税纳税范围覆盖所有能源，电力通过对燃料的征税而间接纳税。一些能源密集型部门（大型天然气消费者）可以享受能源税豁免，对于天然气使用超过 1000 万立方米的生产厂家，其环境税（能源/碳税）的税率要低 40% 左右。1996 年荷兰开征能源管理税，征税范围包括：燃油、柴油、液化石油气、天然气和电力，主要纳税对象是家庭和小型能源消费者，适用累进税率，大型能源消费者则主要通过自愿减排协议计划降低二氧化碳排放。社会组织、教育组织和非营利组织可以得到最高为应纳税金 50% 的税收返还。

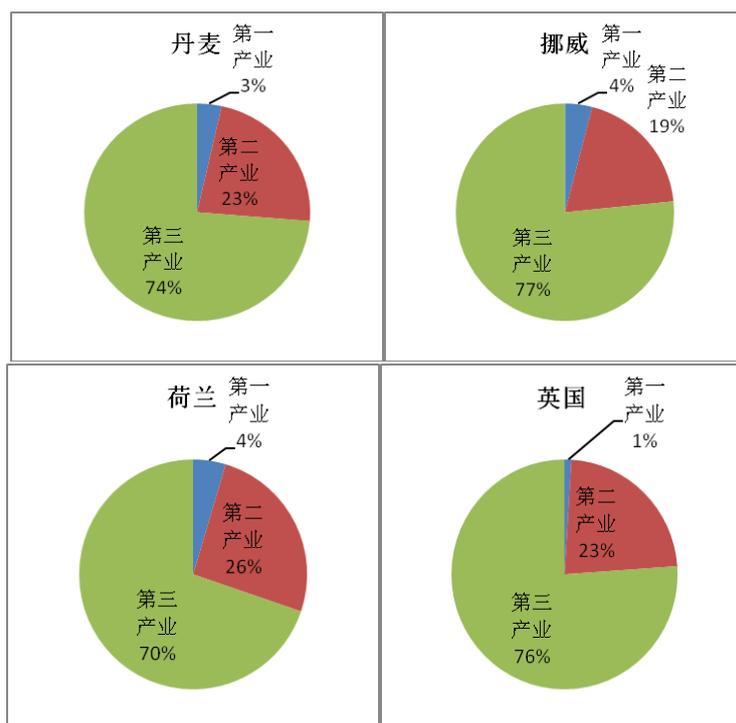
（二）实施条件

对于各国实行碳税的条件，可以从当时的经济发展水平、经济承受能力和实施碳税的迫切性三个维度进行考察。对于经济发展水平，可以选取 GDP 增长率、三大产业结构进行分析；对于经济承受能力，可以用人均 GDP 进行比较；对于实施碳税的迫切性，可以采用单位 GDP 耗能进行度量。

发达国家各国实行碳税的时间大致相同。丹麦于 1992 年正式征收碳税，瑞典、挪威、芬兰和荷兰为 1990-1991 年间开始征收。英国则是例外，2001 年开始征收气候变化税。从各国实施碳税时的 GDP 增长率来看，丹麦当年的 GDP 增速为 1.74%，芬兰为 0.77%，荷兰为 3.66%，挪威为 2.72%，瑞典为 -0.55%，英国为

2.26%。可以说，这些已经征收碳税的国家都进入了 GDP 低增长的后工业化时代，这一点也可以从各国推行碳税时的产业结构得到佐证。

图 7-1 显示了部分国家在征收碳税当年的国内产业结构状况。由图 7-1 可见，丹麦、挪威、荷兰和英国的第三产业均在 70% 以上，说明在开征碳税时已经完成了工业化。而我国 2008 年的第一、第二、第三产业占比分别为 12%、51%、37%，目前仍处于工业化的中期。



资料来源：世界银行数据。

图 7-1 部分国家征收碳税时的产业结构

对于经济的承受能力，在 1990~1991 年，丹麦、瑞典、芬兰和挪威的人均国民生产总值均在 27000 美元以上；荷兰略微低一些，在实行碳税的当年（1991 年）人均国民生产总值达 19575 美元；英国 2001 年开始征收气候变化税，当时的人均国民生产总值为 25031 美元。而我国 2008 年的人均国民生产总值首次上升到 3000 美元以上，离发达国家还有比较大的距离。

就碳税推行的紧迫程度而言，我国当前的形势是十分严峻的。根据世界银行的数据，我国 2007 年单位能耗的 GDP 为 3.4267 美元，而各国在征收碳税时点上的单位能耗产出均高于我国，其中丹麦、瑞典、芬兰、挪威和英国分别为 7.3344、4.2839、4.108、6.4752、7.9535 美元。

总结实行碳税的几个国家推出时的经济状况可以看出几个共同点：第一，已

经完成了工业化，经济的快速发展期结束，GDP 年增长在 3%以下，产业结构以第三产业为主；第二，人均 GDP 已在 19000 美元以上，属于发达国家之列；第三，单位能耗的产值均高于我国目前的水平，部分国家（如丹麦、英国）单位能耗甚至达到了世界先进水平。

表 7-3 各国碳税开征时经济指标比较

| 国家 | 年份 | GDP 增速 | 第一产业占比 | 第二产业占比 | 第三产业占比 | 人均 GDP (美元) | 单位能耗产量 |
|----|------|--------|--------|--------|--------|-------------|----------|
| 丹麦 | 1992 | 1.74% | 3% | 23% | 74% | 28400.98 | 7.33443 |
| 瑞典 | 1991 | -0.55% | 3% | 27% | 70% | 29339.26 | 4.283949 |
| 芬兰 | 1990 | 0.77% | 6% | 32% | 62% | 27166.30 | 4.108855 |
| 挪威 | 1991 | 2.72% | 4% | 19% | 77% | 27169.94 | 6.475279 |
| 英国 | 2001 | 1.21% | 1% | 23% | 76% | 25031.46 | 7.953589 |
| 荷兰 | 1990 | 3.66% | 4% | 26% | 70% | 19575.37 | 5.982178 |
| 中国 | 2007 | 13.13% | 68% | 16% | 16% | 2059.31 | 3.426708 |

资料来源：国泰安 CSMar 数据库、世界银行数据整理所得，<http://www.gtarsc.com>，

<http://data.worldbank.org/>

（三）实施效果

总体上看，各国在征收碳税之后，在减少二氧化碳排放方面均取得了一定的成效。Andersen(2000)、Bjorner 和 Jensen (2002) 以及丹麦财政部的研究表明碳税是减少企业和家庭二氧化碳排放的有效工具。1999 年丹麦财政部的报告显示，碳税对改善环境有明显的作用，且不影响国际竞争力。Bjorner 和 Jensen (2002) 运用面板数据分析了能源价格和需求的相关性，结论显示在 1993-1997 年间，企业部门的碳税使该国总能源消费水平降低了 10%，而自愿减排协议使总能源消费水平降低了 9%。据丹麦能源署发布的数据，整个能源业的二氧化碳排放呈现减少态势，从 1990 年的 5270 万吨减少到 2005 年的 4940 万吨，而生产每度电排放的二氧化碳则由 1990 年的 937 克减少到 2005 年的 517 克。¹

随着碳税的执行，瑞典二氧化碳排放有所减少。1987~1994 年间，瑞典二氧化碳排放减少了 6-8 万吨，下降了 13%。瑞典环境保护署(SEPA)对瑞典二氧化碳税的评估报告显示，二氧化碳税同瑞典环境政策一起对减少二氧化碳排放发挥了作用。Folke Bohlin (1998) 的研究表明，碳税最大的功效在于使得直接供暖的生物燃料用量翻倍，从 1990 年的 36.7PJ (皮焦耳) 上升到 1995 年的 73.4PJ，

¹ 周勇刚：《丹麦能源发展战略：节能与环保并举》，中华工商日报，2007.04.16。

其中木材用量从 13PJ 上升到 37PJ，这使得电能使用量下降了 10PJ，能源结构的变化使得二氧化碳排放每年减少 50 万吨至 150 万吨。并且进一步指出，碳税对于运输业、家庭部门和现代服务业基本没有影响，主要是影响工业部门的碳排放。

Bruvoll、Larsen（2004）年对挪威碳税的实际效果进行了定量分析，分析显示挪威的二氧化碳排放从 1990 年到 1999 年增长了 19%，但是低于同期 GDP 增速的 35%，也就是说单位 GDP 能耗下降了 12%。研究进一步表明，能源强度的降低和能源结构的改善使得二氧化碳排放下降了 14%，而碳税对二氧化碳排放下降的贡献只有 2%。

荷兰能源管理税实施不到两年就进行了评估。评估显示，只有极少数公司知道这个税种的存在，因为该税或多或少地作为企业能源成本的一部分被内部化了。评估发现，尽管很难被量化，能源管理税还是发挥了一定作用。

（四）经验启示

从各国实行碳税政策的情况来看，可以得到下列启示：

1. 一定的经济实力

各国实施碳税时均已完成工业化，并且国民收入已经达到发达国家标准。我国目前的经济发展状况距离上述国家征税时的经济水平还有很大差距，因此必须谨慎选择政策实施的时间，尽量选择经济快速增长有所保证的条件下进行。在国际经济形势低迷的情况下下不宜实行碳税。

2. 逐步加强政策力度

在碳税的开征之初，从各国的经验来看，碳税的税率较低，对于能源密集型产业予以一定的税收优惠或者税收返还，避免造成短期的巨大冲击，主要目的是使其形成对低碳财税制度趋于严格的政策预期。中期阶段，可以逐步抬高税率，取消相关减免政策，对企业进行实质性约束。

3. 采取税收中性的碳税政策

制定碳税制度的目标是减缓气候变化，保护生态环境，而不是增加税收，所以征收的碳税可以通过其他方式返还给纳税人，比如，可以减免企业与个人所得税、社会保障缴费等，使其总体税负不变。

4. 在生产环节征收

国际经验表明，各个国家和地区的碳税都建立在已有税制的基础上。因此，

为了减少征管成本、保障税额的有效征收，应利用好已有的税制体系。国外大多数消费税都是在碳税批发零售环节征收，因此作为消费税之一的碳税也采用了同样的方式。而我国的消费税是在生产环节征收的，从尽可能减少征管成本的角度考虑，我国的碳税也应当在生产环节征收。

二、发达国家进行低碳补贴的经验借鉴

减少碳排放的另一项重要的财税手段就是对低碳资源和低碳产品给予补贴，使其供给曲线向右下方移动，增加下游的消费量。发达国家对有助于减排的新能源、新材料、新技术的推广都有一定力度的补贴支持，可以从生产者和消费者两个角度予以阐述。

（一）具体做法

1. 对生产者补贴

对于生产者的补贴，国外主要集中在可再生能源发电领域，其中德国和美国比较突出。德国政府通过《可再生能源法》保证可再生能源的地位，对可再生能源发电进行补贴，平衡了可再生能源生产成本高的劣势，使可再生能源得到了快速发展。1990年的德国电力供应法案，要求风电、太阳能、水电和生物质能按居民电力零售价的90%执行，此外还实行投资直接补贴政策。由于可再生能源发电（除水电外）起步晚、规模小、成本高，没有独立的电力传输网络，难以通过电网输送给用户。为解决这一问题，德国1991年出台了《可再生能源发电并网法》，规定了可再生能源发电的并网办法和足以为发电企业带来利润的收购价格。德国还制定了沼气优先原则，促使天然气管道运营商优先输送沼气，并参考天然气制定沼气的市场价格，从而确定补贴额。此外，德国制定了《可再生能源供暖法》，促进将可再生能源用于供暖，规定了以热电联产技术生产出来的电能获得的补贴额度，政府计划到2020年将热电联产技术供电比例较目前水平翻一番。2009年3月又通过《新取暖法》，德国政府提供5亿欧元补贴采用可再生能源取暖的家庭。德国对风力发电也进行投资补贴，对风电项目和光伏发电项目实施低利率贷款，利率在2.5%~5.1%不等。

早在20世纪80年代，美国对风电项目实行投资补贴政策，当时联邦与州政府的投资补贴加起来大约可以达到总投资的50%~55%。投资补贴政策促使投资者偏重于获得补贴和安装设备，造成一些项目性能很差。1992年，美国通过能

源政策法取消了联邦政府对风电的投资补贴，转而对风电进行生产补贴。法案规定对风电等可再生能源发电给予 1.5 美分/千瓦时的价格补贴。从项目投产起补贴 10 年，并随通货膨胀率调整补贴价格。从风电项目的全经营期核算，相当于降低了 25% 的风电成本。税收优惠是一个重要的鼓励发展可再生能源的手段，美国实行的可再生能源（包括风电）生产税收优惠表现为价格补贴的形式，其本意是对可再生能源税收的返还。2009 年，美国国会延长了可再生能源发电补贴政策，风电等可再生能源发电上网的退税政策得以延续。

2. 对消费者补贴

对于消费者的低碳补贴，主要集中在汽车、房地产和家电领域。美国对在 2006 年到 2010 年之间购买柴油轿车和混合动力汽车的消费者给予最高 3400 美元的税收返还。为鼓励消费者使用节能设备和购买节能建筑，对新建节能建筑实施减税政策，凡在国际节能规范（IECC）标准基础上再节能 30% 以上和 50% 以上的新建建筑，每套房可以分别减免税 1000 美元和 2000 美元。对在住宅中使用节能玻璃和节能电器的居民减免税收，甚至居民在住宅中更新室内温度调控设备、换节能窗户、通过维修制止室内制冷制热设施的泄漏等也可获得全部开支 10% 的减免税收优惠。欧洲大部分国家对太阳能热水器的用户提供 20%~60% 的补贴。法国自 2005 年 1 月开始，对使用可再生能源或热泵的能源设备的税收减免从 40% 提高到 50%。

（二）实施条件

低碳补贴作为财政支出的手段之一，一方面可以起到扶持低碳产业发展的作用，另一方面作为扩张性的财政手段，在经济低迷时期还可以起到对经济的刺激作用。所以各国在经济危机时期，或者传统产业的发展遇到瓶颈的阶段，其优势地位受到威胁时，往往推行低碳补贴政策，支持以新能源、新技术、新材料为代表的低碳产业。最典型的例证就是美国奥巴马政府上台后推行的绿色新政。为应对金融危机给美国经济带来的重创，奥巴马政府上台后不久就推出了“美国复兴与再投资计划”，准备在 3 年内让美国可再生能源的产量倍增，计划在未来 10 年内投资 1500 亿美元进行新能源开发，并创造 500 万个新工作岗位；到 2015 年新增 100 万辆混合动力汽车；到 2012 年做到风能和太阳能发电量占美国发电总量的 10%，到 2025 年占到 25%。奥巴马政府还将投资对白宫、全国各地的学校、

公共建筑进行节能改造。归根结底，美国政府此举是为了保持竞争优势，借助于优势产业改变国际资源的分配体制，继续主导世界经贸规则，控制国际战略技术市场，以维护其在世界上的领导地位。表 7-4 为奥巴马政府绿色新政的财政预算。

表 7-4 奥巴马政府经济刺激计划——绿色新政

| | 项目 | 金额（亿美元） |
|------|----------------------|---------|
| 财政支出 | 智能电网 | 110 |
| | 对州政府能源效率化，节能项目的补贴 | 63 |
| | 对可再生能源发电项目提供融资担保 | 60 |
| | 联邦政府设施的节能改造 | 45 |
| | 研究开发化石燃料的低碳化技术 | 34 |
| | 对大学等科研机构可再生能源研究开发的补贴 | 25 |
| | 对在美国国内生产制造氢气燃料电池的补贴 | 20 |
| | 对电动汽车用高性能电池研发的补贴 | 20 |
| | 可再生能源以及节能领域专业人员的教育培训 | 5 |
| | 对购买节能家电商品的补贴 | 3 |
| | 对中低收入阶层的住宅断热化改造提供补贴 | 50 |
| 减税 | 对可再生能源的投资实行 3 年的免税措施 | 131 |
| | 扩大对家庭节能投资的减税额度 | 20 |
| | 对插电式混合动力车的购入者提供减税优惠 | 20 |

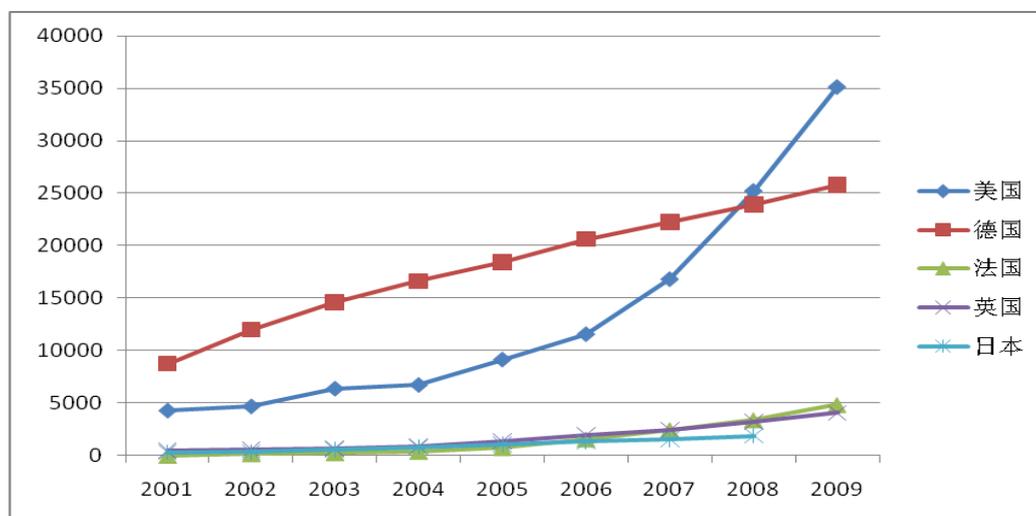
资料来源：奥巴马政府 2009 年度预算资料。

（三）实施效果

对于低碳补贴的实施效果，针对生产者 and 消费者不同的补贴对象，可以采取不同的考察指标。对生产者的低碳补贴，主要集中在新能源领域，所以考察各国的新能源发展即可说明其效果。由于数据的可获取性，因此通过各国风力发电的发展情况来说明。美国 2000 年风力发电量只有 2578MW，而 2009 年风力发电量已经达到了 35159 MW，平均年复合增长率达 29.8%。德国 2001 年风力发电量为 8754 MW，而 2009 年达到了 25777 MW，平均年复合增长率为 12.75%。图 7-2 为 2001-2009 年部分国家年风力发电量状况。

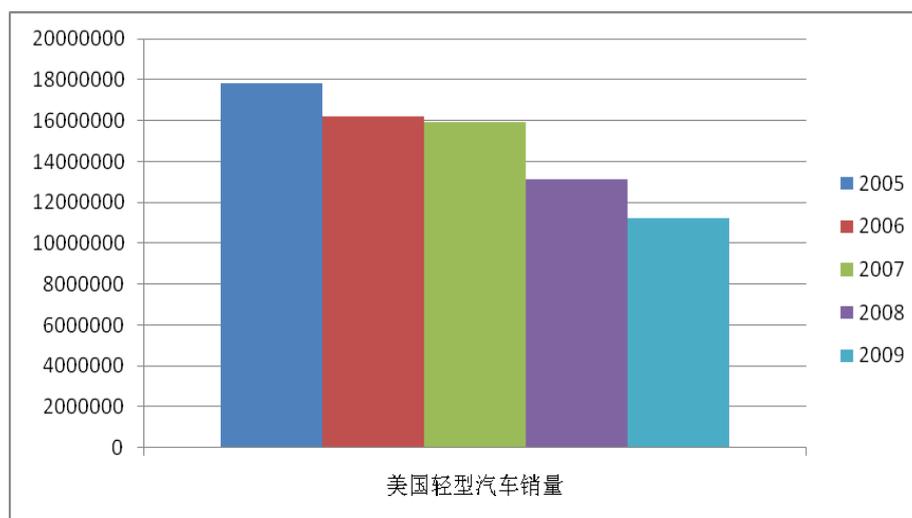
对消费者的低碳补贴，主要集中在汽车、家电和房地产的节能建材领域。美国对新能源汽车的扶持从 2006 年就开始了，扶持力度较大，效果也较为明显。虽然近 5 年美国轻型汽车销量逐年下滑，见图 7-3。但混合动力汽车这一最早规模化生产的“新能源汽车”的销量在 2008 年之前基本是呈逐年增长态势，2008、2009 年因为美国汽车整体需求下降及由此导致的油价回落等因素导致美国混合动力汽车销量出现同比下滑。

即便美国的混合动力汽车销量近两年有所下滑，但混合动力汽车在美国轻型汽车总销量中的份额却逐年上升——从 2005 年的 1.2% 逐渐上升至 2009 年的 2.8%，未出现滑落，见图 7-4。



数据来源：世界风能协会 (GWEC)。

图 7-2 2001-2009 年各国年风力发电量



资料来源：国际新能源网。

图 7-3 2005-2009 年美国轻型汽车销量

可见，不论是对生产者还是对消费者的低碳补贴，均取得了一定的效果。

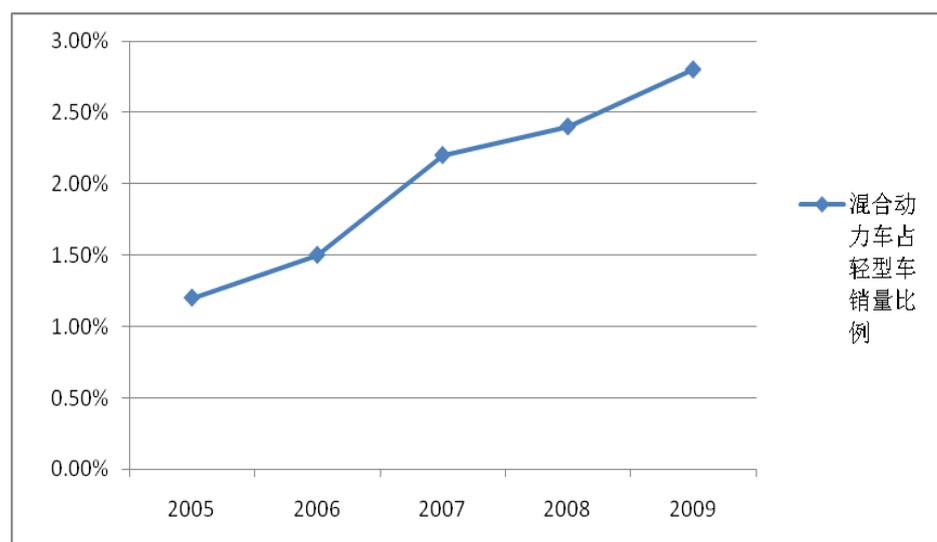
(四) 经验启示

从国际低碳补贴实施的情况看，可以得到两点启示：

第一，低碳补贴作为一种扩张性的财政政策，能够发挥一定的经济刺激作用，特别是在宏观经济低迷、传统产业发展遇到瓶颈时，政府通过给予一定的低碳补

贴，不仅推动了相关低碳产业的发展，而且对防止经济衰退，寻找经济新的增长点有很好的帮助。也正因为低碳补贴的扩张性，在经济过热阶段要谨慎使用。

第二，从补贴的对象来看，生产者补贴和消费者补贴分别适应于中游产业和下游产业。根据发达国家的实践情况来看，对于汽车、家电、房地产这样的下游产业，直接由最终需求决定其产业的兴衰，所以通常采取消费者低碳补贴，而对于电力等中游产业，提供的产品较为同质化，更多的是对生产者进行补贴，以鼓励其采用新技术、新工艺，降低能耗。



资料来源：国际新能源网。

图 7-4 2005-2009 年美国混合动力汽车占轻型车销量的份额

三、发达国家资源价格促进低碳发展方面的经验借鉴

在发达国家，资源价格基本由市场定价。合理的价格是资源优化配置的先决条件，对上游生产和下游消费起到至关重要的引导作用。实现低碳经济的一个重要途径是用市场这只“看不见的手”来使生产者和消费者都选择低碳，价格因素就是这只手的核心，所以建立低碳经济的一个坚实基础是理顺资源的价格形成机制，通过市场机制导向市场中的各个参与者进行低碳投资、生产、消费的决策。本部分主要介绍了韩国成品油市场开放的政策措施，因为韩国的成品油市场改革与我国有着较为相似的经历。与欧美等发达国家有所不同，韩国也采取了逐步开放成品油市场的做法，并最终实现了成品油市场化。

（一）具体做法

1993 年之前，韩国成品油价格一直由政府制订，政府按照生产成本、炼油

厂利润、消费者承受能力等因素来确定成品油价格。1994 年开始，韩国开始对成品油定价机制进行改革。改革经历了三个阶段。

第一阶段：根据国际原油价格变化情况确定国内成品油价格。1994 年 1 月，韩国建立了与国际原油价格联动的机制，政府根据上月进口原油的价格情况调整当月的国内成品油价格，使其反映原油价格和汇率的变化。

第二阶段：根据国际成品油价格变化情况确定国内成品油价格。1994 年 11 月开始，韩国又建立了与国际成品油价格联动的机制，根据上上月 26 日至上月 25 日国际成品油的价格变化情况调整国内成品油价格。1994 年初到 1996 年底，不论是按照与国际原油价格联动的机制确定国内成品油价格，还是按照与国际成品油价格联动的机制确定国内成品油价格，韩国成品油价格基本上每个月调整一次。

第三阶段：实行市场定价。1997 年 1 月，韩国决定对石油价格实行市场化，根据国际油价变化等因素由市场决定，即企业成为成品油定价的主体。

韩国在开放成品油市场的过程中，并未被壳牌、埃克森美孚、BP 等跨国石油公司所垄断，而是牢牢地把持在了国内的石油公司手中，这与韩国成品油改革的政策密不可分。韩国在开放成品油市场之前，先在 SK、LG、现代、双龙和仁川公司等五大石油公司之间引入竞争机制，推动企业进行结构调整，增强国内石油公司的市场竞争能力。1992 年 7 月，对国内加油站实行商标注册管理制度，规定加油站只能经营其注册商标的汽油和柴油。加油站可以选择的注册商标仅局限于国内几家大型石油公司，从而使国内石油公司控制国内成品油零售市场。1993 年 11 月，取消加油站的间距限制。国内五大石油公司开始大举兴建加油站，使加油站总量从 1992 年的 4953 座激增至 1997 年的 1.06 万座，单站加油量下降，经营成本升高。1996 年，取消国内加油站的商标注册管理制度，开始实行进口商资格审查制度。1997 年 1 月，放开国内成品油价格和销售毛利限制。国内石油公司之间的竞争加剧，成品油出厂价大大降低，利润向零售环节转移，一些批发商也转向零售市场。尽管独立零售商可以通过自己的品牌经营进口成品油，但成品油销售网络仍然为国内五大石油公司所控制。主要因为，一是大部分加油站欠石油公司的债务；二是政府规定销售商必须具备相当于 60 天销量的成品油库存，多数零售商或批发商的储备能力不能满足 60 天的要求，大部分

成品油仓储设施掌握在五大石油公司手中，从而零售商只得继续经营国内石油公司提供的油品。2001年9月1日，允许加油站经营多个品牌的油品。而此时，国内石油公司已经基本控制了韩国成品油销售网络。表7-5为韩国成品油开放的主要步骤：

表 7-5 韩国成品油开放的主要步骤

| 时间 | 步骤 |
|----------|---------------------------|
| 1992年7月 | 加油站注册商标管理 |
| 1993年11月 | 取消加油站间距的限制规定 |
| 1994年9月 | 成品油价格与国际接轨 |
| 1995年下半年 | 修订石油业务法规 |
| 1996年 | 取消加油站商标注册管理制度，实行进口商资格审查制度 |
| 1997年1月 | 放开国内成品油价格 |
| 1998年 | 允许炼厂直接向加油站销售成品油 |
| 1998年5月 | 允许国外企业投资韩国炼油业 |
| 1998年10月 | 允许国外企业持有韩国石油公司50%以上的股权 |
| 2001年9月 | 加油站可经营多个品牌的油品 |

资料来源：中华人民共和国商务部，《日本、韩国成品油市场分析报告》。

（二）经验启示

我国1998年开始进行成品油定价机制改革，改革的起点、路径和最终目标与韩国非常相似，都是从政府定价起步，改革的最终目标都是实现市场定价，改革的路径也都选择了与国际油价联动的方式确定国内成品油价格。韩国成品油定价机制改革从政府定价到最终实现市场定价只用了3年时间，而我国从1998年6月推出《原油成品油价格改革方案》，到目前已经历了11年的时间，但短期内仍不具备完全实行市场定价的条件。总结韩国成品油定价机制改革的经验，有几点值得我国借鉴。

首先，应重视成品油定价机制改革与其他改革措施配套。韩国成品油定价能够在3年内就实现从政府定价向市场定价的转变，最重要的原因在于韩国在成品油定价机制改革进程中，非常重视石油行业市场化改革的同步推进。韩国逐步放松了对零售、炼制和石油进口等环节的准入限制，市场竞争不断增强，奠定了市场化定价的基础。我国虽然在1998年就开始了成品油定价机制改革，但在市场准入等方面的改革并未同步推进。出于治理整顿和规范市场秩序等方面的考虑，我国在改革之初并未放宽市场准入方面的限制，反而在成品油进口、炼制、批发和零售等环节实行了更为严格的市场准入政策。这造成中石油、中石化之外的其

他石油企业不具备和两大公司平等竞争的政策环境，无法在石油行业的上、中、下游形成有效竞争的市场格局，成品油定价机制的市场化改革也就无法真正推进。借鉴韩国成品油定价机制改革的经验，在进一步推进我国成品油定价机制改革过程中，需要重视在市场准入等方面的配套改革，逐步在产业链各环节形成有效竞争的市场格局，并以此推动成品油价格市场化改革的进程。

其次，应借鉴韩国通过税率调整来调控终端价格的方式。虽然 1997 年后韩国的成品油价格已经由市场定价，但韩国政府仍通过调整税率的方式对终端销售价格进行适当调控。由于国际石油价格频繁大幅波动，适当调整税率可以减少因国际油价大幅变化造成国内价格的大幅波动。但需要指出的是，韩国并未干预税前价格，这样可以保证税前价格能够反映出成本和供求的变化。我国进一步完善成品油定价机制，可以借鉴韩国调控成品油价格的经验，今后不再直接干预税前的价格水平，而将在一定范围内调整石油产品的税率作为调控终端价格水平的主要方式。

再次，应通过有效方式合理确定成品油的价格水平。韩国在成品油定价机制改革过程中，不论是与国际原油价格联动，还是与国际成品油价格联动，抑或是实行市场定价，所确定的价格水平基本反映了炼油环节的成本变化，因此炼油环节的生产和经营是正常的。我国虽然也确定了和国际油价接轨的成品油定价机制，但在近几年国际油价大幅上涨过程中，考虑到各方面的影响，我国对国内成品油价格进行了有控制的调整。这造成国内的成品油价格水平无法及时反映炼油环节的成本变化和国内供求形势变化，炼制环节亏损比较严重，影响了炼油厂生产经营的积极性，在一段时间内多次出现成品油资源紧张的问题。在进一步推进成品油定价机制过程中，要特别重视理顺价格水平，使成品油生产和经营各环节的价格能够及时反映成本和供求的变化，保障成品油市场的持续稳定供应。

四、发达国家支持低碳技术研发的经验借鉴

促进低碳发展的一个重要途径就是加大对低碳技术的财政支持力度。低碳技术主要包括节约能源技术、低碳能源技术和碳捕捉和埋存技术。节约能源技术通过技术创新使能源的利用效率提高，降低能源的消费强度，从事实现低碳目标；低碳能源技术通过技术创新使能源消费结构发生变化，增加低碳能源的消费比例，从而实现低碳目标；碳捕捉和埋存技术通过技术创新搜集化石燃料燃烧前或

燃烧后产生的二氧化碳，将其封存在地下或深海中，从而实现低碳目标。

（一）具体做法

日本是典型的岛国，受其地理环境条件的制约，气候变化对日本的影响远远大于其他世界发达国家。日本各届政府一直在宣传推广节能减排，主导建设低碳社会。2006年5月，日本经济产业省编制了《新国家能源战略》，通过强有力的法律手段，全面推动各项节能减排措施。在2008年1月达沃斯世界经济论坛上，福田首相宣布今后5年日本将投入300亿美元来推进“环境能源革新技术开发计划”，目的就是为率先开发出减少碳排放的革新技术。2008年5月，日本内阁“综合科学技术会议”公布了“低碳技术计划”，提出了实现低碳社会的技术战略以及环境和能源技术创新的促进措施，内容涉及到超燃烧系统技术、超时空能源利用技术、节能型信息生活空间创生技术、低碳型交通社会构建技术和新一代节能半导体元器件技术等五大重点技术领域的创新。此外，日本还持续投资化石能源的减排技术装备，如投资燃煤电厂烟气脱硫技术装备，形成了国际领先的烟气脱硫环保产业。

美国政府发展清洁煤方面不遗余力，在《清洁空气法》、《能源政策法》的基础上提出了清洁煤计划。其目标是充分利用技术进步，提高效率，降低成本，减少排放。美国电力目前电力生产的50%来自煤炭，预计到2030年，这一比例将上升到57%。为了能更加环保，更加高效地利用储量丰富的煤炭资源，自2001年以来，布什政府已投入22亿美元，用于将先进清洁煤技术从研发阶段向示范阶段和市场化阶段推进。政府通过“煤研究计划”支持能源部国家能源技术实验室进行清洁煤技术研发。

德国于2006年8月推出了第一个涵盖所有政策范围的《德国高技术战略》，以期持续加强创新力量，使德国在未来的技术市场上位居世界前列。2007年，德国联邦教育与研究部又在“高技术战略”框架下制定了气候保护高技术战略。根据这项战略，联邦教研部将在未来10年内额外投入10亿欧元用于气候保护技术的研发，德国工业界也相应投入一倍的资金用于开发气候保护技术。

2001年底，英国首相宣布追加1亿英镑以支持可再生能源技术的研究开发和示范项目，促进可再生能源的发展，重点为近海风能、能源作物、光伏以及下一代新能源技术的基础研究。政府在2002至2004年的3年时间里，累计投入

2.5 亿英镑就太阳能、风能、生物燃料、水能、海势能、燃料电池和其他能源形式的利用进行研究开发和示范。在制定可再生能源政策的过程中，英国政府注意到，从技术的研发到成熟商业化有两个明显不同的阶段：一是技术选择性质的研发阶段，需要 R&D 的直接投入以启动，具有较高的风险；二是成功 R&D 活动的市场竞争力展示阶段，公共资金的作用如同加速器，可推进工业 R&D 活动的进程。但这两个阶段对公共资金的需求程度同样重要。但目前，英国需要重点支持的是后者。

（二）实施条件

对于低碳技术研发的支持，作为科研投入的组成部分，发达国家较早就开始实施了。其具体的实施条件并没有像碳税和低碳补贴那样与外部经济环境紧密联系。由于低碳技术的突破并非一朝一夕就能完成，持之以恒的大量投入是这些国家对低碳技术研发普遍采取的方式。主要的实施条件有二：一是具有财政收入的保证。实施低碳技术补贴政策国家一般都是发达国家，它们具有足够的财政实力用于支持低碳技术研发。二是具有灵活的筹资机制，例如建立碳基金等用于支持低碳技术的研发。

（三）实施效果

发达国家在能源、建筑、汽车等领域的低碳技术均取得了较大突破，有助于降低二氧化碳的排放，这是低碳技术发展的直接效果。其中，某些国家的低碳技术成果不但实现了“经济低碳化”，同时在低碳技术推广的过程中，取得了可观的经济利益，实现了“低碳经济化”，可以说是发展低碳技术的“双赢”，最具代表性的就是英国。

英国政府在过去十年间实现了 200 年来最长的经济增长期，低碳经济及相关产业每年能创造超过 1000 亿英镑的产值，并为 88 万人创造就业机会，经济增长了 28%，但温室气体排放却减少了 8%。低碳技术出口是英国实现“低碳经济化”的重要手段。2009 年 9 月 8 日，英国碳信托有限公司和中国节能投资公司共同成立一家注册资本为 1000 万英镑的合资企业，致力在中国开发和部署低碳技术。新成立的合资公司主要有两大目标：一是培育开发新兴低碳技术，将部分英国低碳技术企业引入中国；二是为在华的英国和中国低碳企业提供资金投入。通过低碳技术输出模式必将给低碳技术发达的英国带来巨大的经济利益。

（四）经验启示

从形式上看，各国采取的主要方式为财政对科研机构的直接拨款。值得一提的是，英国采取碳基金的模式进行，碳基金的资金来源为部分气候变化税，主要用于对低碳技术的研发补助和推广支持，碳基金运用企业的模式进行资金的管理，有助于增强公共资金的使用效率。自成立以来，碳基金已帮助客户实现了1700万吨二氧化碳的减排，使客户节省了10亿英镑的开支。碳基金在运行过程中，也面临着技术成熟度不足、企业参与不积极、技术转化资金缺乏、技术替代成本高等低碳技术推广中的常见问题。针对这些问题，碳基金开展了包括提供解决方案、技术创新、产业化、商业投资、战略研究等全方位的技术服务，使低碳技术更容易进入市场，也使企业更容易接受低碳技术。近年各类业务资金投入中，提供解决方案的资金占总投入的65%左右，其次是用于技术与管理，也有少量资金用于分析研究与商业化投资。碳基金的董事会成员具有广泛的代表性，由来自环境、食品和乡村事务部、贸易工业部等国家政府部门，苏格兰、威尔士等地方政府部门，企业界，学术界等方面的17人组成。基金管理执行以下原则：一是只有来自企业界的董事占多数时才能召开董事会，以保证企业利益不被忽视；二是获得拨款前必须提交工作计划及优先领域，然后与食品和乡村事务部协商达成框架协议；三是每年形成年度执行报告，每五年由第三方独立机构进行一次全面评估。评估活动以减少二氧化碳排放的成效和资金使用效率为目标；四是政府不干预碳基金的经营管理业务。碳基金的经费开支、投资、工作人员的工资奖金等由董事会决定。以企业调查为基础，碳基金在研发、中试、产品化、产业化等各个环节，都把提高低碳技术的成熟度、经济性、系统性作为关注重点。在对某项技术的应用前景有较大把握后，碳基金才为企业提供技术产业化的成套方案。

参考文献

- [1]汪曾涛，碳税征收的国际比较与经验借鉴[J]，理论探索，2009，04：68-71
- [2]张克中，杨福来，碳税的国际实践与启示[J]，税务研究，2009，04：88-90
- [3]杨杨，杜剑，碳税的国际经验与借鉴[J]，涉外税务，2010，01：41-44
- [4]董冬，日本低碳经济发展分析[D]，硕士学位论文，吉林大学，2010
- [5]陈柳钦，日本的低碳发展路径[J]，环境经济，2010，03：37-41

- [6]郝彦菲, 国际新能源发展现状及对我国的启示[J], 中国科技投资, 2010, 08: 44-46
- [7]郭印, 王敏洁, 国际低碳经济发展现状及趋势[J], 生态经济, 2009, 11: 58-61
- [8]任奔, 凌芳, 国际低碳经济发展经验与启示[J], 上海节能, 2009, 04: 10-14
- [9]郭印, 王敏洁, 国际低碳经济发展经验及对中国的启示[J], 改革与战略, 2009, 10: 176-179
- [1 0]王彬, 发达国家低碳经济转型的实践及其对中国的启示[J], 硕士学位论文, 吉林大学, 2010
- [1 1]靳志勇, 英国实行低碳经济能源政策[J], 政策与管理, 2003, 10: 23-27
- [1 2]曾淑婉, 国内外成品油价格形成机制的比较分析[J], 现代经济, 2009, 08: 153-155
- [1 3]毛显强, 杨岚, 瑞典环境税政策效果及其对中国的启示[J], 环境保护, 2006, 01: 91-95
- [1 4]苏明, 傅志华, 碳税的国际经验与借鉴[J], 经济研究参考, 2009, 72: 17-23
- [1 5]Hart, The timing of taxes on CO₂ emissions when technological change is endogenous[J], Journal of Environmental Economics and Management, 2008, 55:194-212
- [1 6]Bohlin, the Swedish carbon dioxide tax: effects on biofuel use and carbon dioxide emissions [J], Biomass and Bioenergy, 1998, 15:283-291
- [1 7]Callan, Lyons, Scott, Verde, The distributional implications of a carbon tax in Ireland[J], Energy Policy, 2009, 37:407-412
- [1 8]Tezuka, Okushima, Sawa, Carbon tax for subsidizing photovoltaic power generation systems and its effect on carbon dioxide emissions[J], Applied Energy, 2002, 72:677-688
- [1 9]Wier, Birr-Pedersen, Jacobsen, Klok, Are CO₂ taxes regressive? Evidence from the Danish experience[J], Ecological Economics, 2005, 52:239-251
- [2 0]Galinato, Yoder, An integrated tax-subsidy policy for carbon emission reduction[J], Resource and Energy Economics 2010, 32:310-326.
- [2 1]Bruvoll, Larsen, Green house gas emissions in Norway: do carbon taxes work? [J], Energy Policy, 2004, 32:493-505

第八章 促进我国低碳发展的资源价格改革和财税政策设计

本章的目的是为我国低碳经济下的资源价格和财税体系提供尽可能全面的政策工具箱，并在此基础上提出对政策选择的观点，特别是政策选择的时点、范围和力度。本章分三个部分：资源价格政策设计和财税体系政策设计，并在此基础上提出完整的政策工具箱。

一、促进我国低碳发展的资源价格改革

根据前面各章的分析可知，高碳资源定价过低，会导致高碳资源的过度使用并导致二氧化碳的过度排放；高碳资源定价过高，又会阻碍具有资源优势的高碳资源的利用和经济社会的发展。因此，促进高碳资源定价科学化，是资源价格改革的一个方向。低碳资源的开发利用，可能由于科学技术的突破而使得开发主体可以获得能够激励其继续从事开发活动的利润率。但是，总体上，风能资源、太阳能资源等低碳资源的开发还处于成本大于收益的阶段，如果没有足够的价格补贴，追求利润最大化的企业是没有动力从事低碳资源的开发的。因此，促进低碳资源的开发，是资源价格改革的又一方向。

（一）促进高碳资源定价科学化改革

1. 放松管制、市场取向的改革——以成品油价格改革为例

改革开放以来，我国对各种资源的价格进行了市场化改革。迄今，煤炭、原油的国内价格已基本与国际接轨，但是成品油价格依然没有完全实现市场化。市场化的价格是优化资源配置的前提条件，也是完善资源税制的基础，更是实现低碳经济的有效手段之一。如果成品油价格低于市场价格，则会造成过度使用，进而增加单位 GDP 能耗；如果成品油价格高于市场价格，则会引来部分投机者利用国内外差价进行套利，如 2008 年的国际高油价时期，由于我国实行的成品油价

格管制，在国际油价大幅走高时我国没能按照相关机制及时调整国内价格：一方面，没有能够通过价格形式有效抑制过度消费，甚至还刺激部分境外消费者到境内消费成品油；另一方面，国内预期涨价越来越强，各种囤油、惜售现象大量出现，国际炒家紧盯国内成品油价格的这一缺陷，不断推高国际市场期货价格和现货价格。即使在这样的高油价下，我国的石油进口量依然持续大量增加。因此成品油价格的市场化是必然之举。

我国现行成品油价格是按国家发改委 2009 年 5 月 7 日发布《石油价格管理办法(试行)》定价的，规定国内成品油价格以国际市场原油价格为基础，加国内平均加工成本、税金、合理流通费用和适当利润确定。具体定价办法为：当国际原油价格连续 22 个工作日移动平均价格变化超过 4%时，可相应调整国内汽、柴油价格。当国际市场原油价格低于每桶 80 美元时，按正常加工利润率计算成品油价格；高于每桶 80 美元时，开始扣减加工利润率，直至按加工零利率计算成品油价格；高于每桶 130 美元时，按照兼顾生产者、消费者利益，保持国民经济平稳运行的原则，采取适当财税政策保证成品油的生产和供应，汽、柴油价格原则上不提或少提。

成品油定价机制市场化是我国能源领域价格机制发挥作用的重要举措，也可以为实现低碳经济打下坚实基础。加快推动我国成品油价格形成机制市场化，必须做到：

首先，要实现国内成品油零售、批发市场对外放开，让我国成为全球市场的一个重要组成部分，为成品油价格的市场化提供有利条件。成品油市场的全部放开必将出现新的竞争态势，一度进口专营的局面将消失，批发市场的格局也会发生深刻的变化。目前国外石油巨头如 BP、壳牌、埃克森美孚、雪佛龙等跨国石油公司在我国的合资、控股以及独资加油站已经达到数千座，并广泛分布于沿海到内地的各大中心城市和交通干道上，紧锣密鼓地进行石油储运设施的建设，为批发市场放开奠定基础。

其次，要增加成品价格形成机制的透明度，逐步取消“时间窗”。“时间窗”是人为设定的一个成品油价格调整时间间隔，虽然在成品油价格形成机制中没有明确说到满足“时间窗”的条件就必须调整，但“时间窗”却会经常成为市场和社会的焦点，毕竟价格调整涉及千家、关系万户的敏感事件。现实的情况是，根

据“时间窗”和“波动范围”预期价格上调时不调，社会有意见；根据“时间窗”和“波动范围”预期价格下调时不调，社会更有意见。前者主要反映了生产商或投机商意见，后者则主要反映了包括居民用户的消费者意见。出现这种现象的原因显而易见，就是市场中的利益相关者分别以各自的利益得失评价成品油价格形成机制，当价格应向有利于己方方向变动，可价格却没有得到及时调整时，相关方就会有意见。根据经济学界对成品油价格波动研究结果，世界原油价格波动是国内成品油价格波动的最主要动因，而成品油价格上涨会通过产业链的传递而影响我国经济，加大经济运行成本。我国成品油价格形成机制对价格控制的主要效用在于调整成品油资源的分配，保障国民经济健康有序发展，调节社会对成品油的需求。建议逐步取消现有成品油价格形成机制的“时间窗”，提高成品油价格形成机制透明度。

2. 完善管制、防止垄断的改革——以煤炭价格改革为例

中国是全世界煤炭开采量和消费量最大的国家。煤炭占中国能源消费的 70% 之多，高于世界平均水平 40 个百分点。中国每年 80% 的二氧化碳排放量来自于燃煤。煤炭价格的构成中存在突出的问题是：生产性价格高估，资源性价格低估，外部性价格严重低估。我国 2007 年 10 月优质动力煤的价格如下：大同的坑口价 265 元 / 吨，秦皇岛的平仓价 480~500 元 / 吨，上海的提货价 580~590 元 / 吨，广州的提货价 610~620 元 / 吨。而茅于軾、盛洪、杨富强等所著的《煤炭的真实成本》（2008）揭示，煤炭造成的环境、社会和经济等总体综合外部损失超过 17000 亿元，相当于当年 GDP 的 7.1%。煤炭外部成本的具体项目及计算结果见表 8-1。

与煤炭价格过低、外部损害过大、政府管制成本过大直接相关的一个突出问题是煤炭资源开发的垄断问题。根据林伯强（2010）的判断：在电力领域，国有企业的电力供给所占的比例高达 90% 以上；在煤炭领域，产煤大省山西省的国有企业矿井数占到全省的 82.1%；在石油领域，中石化和中石油两大巨头拥有国内陆地原油 90% 的开采权。煤炭资源的垄断性开发导致的后果是十分严重的：一是导致煤炭资源开发的低效率以及资源配置的低效率，因为依靠垄断地位就可以获取垄断利润；二是导致煤炭资源开发中环境管制的不落实，有的央企不执行地方性法规，如拒绝上交生态环境补偿基金等；三是导致煤炭开采的央企与煤炭资源

所在地区的利益冲突，尤其是出现税源地和纳税地不一致。

因此，低碳经济视角下煤炭资源的价格改革的举措是：

第一，外部成本的内部化改革。由于我国的煤炭资源的价格主要只考虑开发成本，而对生态环境的成本考虑严重不足，从而导致不能反映煤炭使用的真实成本，造成能源使用效率不高，导致大多数企业高估自身的利润。通过环境税、碳税等手段促使煤炭开采、运输、使用过程中的外部成本的内部化。

表 8-1 煤炭外部成本的计算

| 煤炭的环境社会损失及管制缺陷带来的价格扭曲（2005 年） | | 外部成本（元 / 吨） |
|-------------------------------|-------------------|-------------|
| 煤炭开采的环境损害 | 水资源的破坏损失 | 26 |
| | 土地塌陷损耗 | 4.67 |
| | 房屋建筑和教堂设施等的损失 | 1 |
| | 水土流失和生态环境损失 | 25.8 |
| | 煤矸石堆放处置、自燃煤矸石的处理 | 4.9 |
| | 采煤空气污染 | 7.1 |
| 小计 | | 69.47 |
| 煤炭燃烧的环境损失 | 健康损失 | 44.8 |
| | 农业损失 | 25.7 |
| | 工业、交通材料设施、建筑物寿命损失 | 6.8 |
| | 水质下降 | 12.7 |
| | 重金属污染 | 1.2 |
| | 燃烧的固体废物等 | 0.5 |
| 小计 | | 91.7 |
| 煤炭运输的环境损失 | 噪音、废气等 | 34.05 |
| 小计 | | 34.05 |
| 煤炭的政府管制成本和价格扭曲 | 电价管制对煤价的抑抵 | 65 |
| | 煤矿安全投入偏低 | 71.03 |
| | 井下矿工损伤耗成本 | 14.53 |
| | 土地成本偏低 | 54.64 |
| | 企业办社会负担 | -7 |
| | 煤炭超载运输损失 | 16.25 |
| | 铁路建设基金 | -7 |
| 小计 | | 218.65 |
| 总计 | | 413.87 |

数据来源：茅于軾、盛洪、杨富强等，煤炭的真实成本，煤炭工业出版社，2008。

第二，完善政府管制的改革。通过定价机制改革、监督机制的建设等，降低煤炭资源管制中政府行为扭曲的成本。只有建立“管制管制者”的机制，才能防止政府管制的失灵问题。

第三，反对煤炭资源垄断的改革。在我国各种能源资源中，煤炭资源量大、分布广，生产者和消费者数量多，完全可以建立竞争性的煤炭市场。

3. 培育市场、健全体系的改革——大力培育资源基础市场和资源期货市场

与资源相关的市场体系包括资源基础市场、资源产品市场和资源期货市场。资源基础市场上资源产权交易及形成的价格反映了资源的稀缺程度和有偿使用；资源产品市场上资源性产品交易及形成的价格反映的是资源初加工或深加工品的市场交换；资源期货市场则集套期保值与价格发现于一身，而且有利于资源开发利用的代际外部性问题的解决。我国资源市场体系的现实状况是自愿性产品市场相对发达，而资源性期货市场和资源性基础市场不够发达。因此，改革的方向主要是两个方面：

第一，大力发展资源基础市场。包括资源在内的要素市场的市场化改革是完善社会主义市场经济的重要内容。资源基础市场的建设有利于在源头上配置好自然资源。要加大力度进行水权、林权、矿业权、排污权、碳权的产权界定、初始配置、有偿使用和产权交易等方面的改革，让最稀缺的自然资源配置到能够带来最大效益或效用的经济主体上。

第二，大力培育资源期货市场。扩大期货市场中能源、金属等基础物资类商品期货，扩大资源期货市场在国际上的影响力和话语权。

(二) 促进低碳资源开发利用的价格补贴改革

对于高碳资源要取消价格管制、逼近均衡价格以抑制高碳资源的过度使用；而对于低碳资源则要给以补贴以激励低碳资源的开发利用。表 8—2 所示，笔者在内蒙古、宁夏的调研可知，火电的发电成本是 0.25 元/度，风电的发电成本是 0.47 元/度，光伏发电的成本是 1.10 元/度。火电的上网电价是 0.28 元/度，如果要求风电和光伏电均按照这个价格上网，那么意味着每发一度风电，企业亏损 0.19 元；每发一度光伏电，企业亏损 0.82 元。

表 8—2 各类电力的生产成本及其上网电价

| 发电类型 | 火电 | 风电 | 光伏发电 |
|-----------|---------|-----------|--------|
| 成本（元/度） | 0.25 左右 | 0.47 左右 | 1.1 左右 |
| 上网电价（元/度） | 0.28 | 0.45-0.58 | 1.15 |

在现有的技术水平条件下，风力发电和光伏发电是典型的政策性产业，需要政府补助。促进低碳资源开发利用的价格改革的主要方向是：

第一，设立低碳发展基金，促进低碳发展。低碳发展基金的来源包括：国家的财政拨款，煤炭等高碳资源征收的环境税费中划拨、排污权和水权等初始转让费中划拨，社会捐赠等。低碳发展基金重点向从事风能、太阳能等低碳资源开发的企业进行价格补贴。

第二，设立低碳研发专项，促进自主创新。低碳科技的研发是一项成本高、见效慢的活动，仅有企业的研发投入是不够的。因此，国家科技部门要加大对企业低碳研发的投入，进行科技攻关，实现低碳发展成本的显著下降，促进企业持续发展。

二、促进我国低碳发展的财税政策设计

财税体系包括财政和税收两部分，其中税收部分着重探讨碳税和其他相关税制的完善；财政部分主要阐述低碳补贴和低碳技术财政支出，以此构建低碳经济财税体系政策工具箱。从广义的角度看，碳权交易也可以纳入财税体系改革范畴，但根据本课题立意，这里不予考虑。

（一）针对高碳经济的税收政策

1. 碳税

碳税是被经济学家推崇的减少碳排放有效经济政策手段之一，在气候变化大背景下日益受到国际社会的重视，目前已在多个国家实施。2010年6月1日，国家发改委和财政部联合颁布“中国碳税税制框架设计”专题报告，该报告分析了我国开征碳税的必要性和可行性，提出了在中国开征碳税的基本目标和原则，并初步设计了碳税制度的基本内容。本章不对这些内容进行重复阐述，着重讨论碳税的纳税人、征收环节、计税依据和税率等方面的内容。

（1）纳税人

凡是因消耗化石燃料向自然环境直接排放二氧化碳的单位和个人都是纳税义务人。我国碳税的纳税人可以相应确定为：向自然环境中直接排放二氧化碳的单位和个人。其中，单位包括国有企业、集体企业、私有企业、外商投资企业、外国企业、股份制企业、其他企业和行政单位、事业单位、军事单位、社会团体及其他单位。

国内学者们(苏明、傅志华、许文；朱永彬、刘晓、王铮)通过CGE模型计算的结果表明，在征收20-100元/吨碳税的情况下，居民可支配收入下降的幅度为

0.05 至 1.8 个百分点。目前我国处于经济结构的转型期，居民收入的增幅长期低于 GDP 的增幅，国内经济的发展过度依赖于投资、出口，在国际经济低迷的今天，国际需求大幅下降，国内投资从长期来看无法持续，提高消费对经济贡献的比重为我国经济转型的当务之急，在此背景下，不提倡短期内对居民征收碳税。

(2) 计税依据

碳税的征税对象是直接向自然环境排放的 CO₂，理论上应该以 CO₂ 的实际排放量作为计税依据最为合理。但由于以 CO₂ 的实际排放量为计税依据，涉及到 CO₂ 排放量的监测问题，在技术上不易操作，征管成本高。在实践中更多地是采用 CO₂ 的估算排放量作为计税依据，即根据煤炭、天然气和成品油等化石燃料的含碳量测算出 CO₂ 的排放量。由于 CO₂ 的排放量与燃烧的化石燃料之间有着严格的比例关系，且化石燃料的使用数量易于确定，因而可通过对投入量或使用量也可以确定出 CO₂ 的排放量。根据《IPCC 国家温室气体清单指南》中能源部分所提供的基准方法，各种能源的估算二氧化碳排放量如表 8-3 所示。

表 8-3 各种能源二氧化碳排放量估算表

| 燃料种类 | 单位 | 二氧化碳排放量（吨） |
|-------|------|------------|
| 原煤 | 万吨 | 19383.39 |
| 洗精煤 | 万吨 | 24423.00 |
| 焦煤 | 万吨 | 30124.05 |
| 焦炉煤气 | 亿立方米 | 79328.63 |
| 其他煤气 | 亿立方米 | 24790.79 |
| 原油 | 万吨 | 30358.42 |
| 汽油 | 万吨 | 29549.03 |
| 柴油 | 万吨 | 31275.01 |
| 燃料油 | 万吨 | 32028.13 |
| 液化石油气 | 万吨 | 31487.99 |
| 天然气 | 亿立方米 | 21731.90 |

资料来源：2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南。

(3) 税率

关于税率形式，由于二氧化碳排放对生态的破坏与其数量直接相关，而与其价值量无关，所以碳税应采用从量计征的方式，税率采取定额税率形式。这一点不论是学术界还是国外的经验，都已达成共识。

关于税率水平的制定是碳税政策的核心问题。过高的碳税会对实体经济造成

较大的影响，过低的碳税则会降低企业和居民减排的力度，使其流于形式。虽然国内外学者对碳税是否能真正起到降低二氧化碳排放的作用存在着争议，但是比较乐观的一点是，绝大多数学者的模拟预测和国外的实施效果表明，碳税对 GDP 的影响是非常有限的。根据我国学者贺菊煌等（2002）基于 CGE 模型的分析表明，在征收 85.3 元/吨的情形下，GDP 将下降 0.087%，在 400 元/吨的情形下，GDP 也才减少 0.493%。财政部财政科学研究所的结论也大致相同，在碳税税率分别为 10 元/吨、20 元/吨、30 元/吨、40 元/吨、70 元/吨、90 元/吨的情况下，实际 GDP 下降的幅度分别为 0.01、0.01、0.02、0.03、0.06 和 0.08 个百分点。朱永彬等（2010）的结果则更加的乐观，碳税的征收不但不会使 GDP 有所下降，反而使 GDP 有所上升，在征收 20 元/吨、50 元/吨、100 元/吨三种水平的碳税时，GDP 增长 0.01%~0.09%，增长幅度随着税率的提高越发明显，但整体影响程度不大。三位华人学者 Chuanyi Lu、Qing Tong、Xuemei Liu(2010) 在 Energy Policy 上发表的最新研究成果也支持上述观点，认为碳税对 GDP 的影响较小，但对碳减排将起到很大的帮助。在征收 50~300 元/吨不等的碳税水平下，GDP 将减少 0.19~1.10 个百分点，而二氧化碳排放量将下降 3.12%~17.45%。“中国碳税税制框架设计”专题报告指出，在征收初期，碳税将从低标准起步，估计税额可能定在每吨 10 元到 20 元。

税率水平的设计应该充分考虑差别因素，对煤炭、天然气和成品油等不同化石燃料实行差别税率。为鼓励使用环境友好的产品，使其对污染型产品进行替代，可以根据其污染物的含量的不同设置不同的税率，对化石燃料征收的碳税应该根据其碳含量的不同而有所不同；同时，为了减轻关键工业和经济部门的经济负担，根据各部门的能源需求价格弹性和能源效率水平，应有选择地实施差别税率。表 8-4 为财政部财政科学研究所设计的碳税税率征收方案。

表 8-4 碳税税率征收方案（财政部财政科学研究所）

| 税率 | 2012 年 | 2020 年 |
|--------------------------|--------|--------|
| 碳税(元/吨 CO ₂) | 10 | 40 |
| 其中：原煤碳税(元/吨) | 19.4 | 77.6 |
| 原油碳税(元/吨) | 30.3 | 121.2 |
| 汽油碳税(元/吨) | 29.5 | 118 |
| 柴油碳税(元/吨) | 31.3 | 125.2 |
| 天然气碳税(元/千立方米) | 2.2 | 8.8 |

资料来源：财政部研究所，新形势下我国碳税政策设计与构想[J]，地方财政研究，2010。

（4）征税环节

碳税的征税环节有三种选择，一是在生产环节征税，由化石能源的生产、精炼、加工企业缴纳；二是在流通环节征税，即批发或零售环节，由化石能源的销售商缴纳；三是在消费环节征收，由消耗化石能源的企业和居民缴纳。从充分发挥碳税政策效应的角度考虑，碳税的纳税人是消耗化石能源的企业和居民，在消费环节征税，并采取价外税的形式，更有利于刺激消费者减少能源消耗。但是从碳税的执行成本考虑，建议在生产环节征收碳税。在美国，据专家计算，只需对2000个左右的生产环节经济体（石油炼化厂、天然气提供商、煤矿）征收碳税就可以覆盖全国所有的化石燃料消费，覆盖美国温室气体排放的82%。而中国的油气、煤、电等行业国有垄断性经营企业居多，如果在生产环节征税，只需要对很少的一些经济体征税就能够覆盖全国所有的化石燃料消费，这样，在税收征管方面就易于操作，成本较低。

（5）时点选择

对于碳税推出的时间，选择的依据有三：第一，国内外宏观经济形势；第二，国内企业和个人整体的税负水平；第三，国际社会的舆论压力。

碳税的征收首先要考虑国内外宏观经济情况。由于开征碳税不可避免地会对GDP增长水平、产业竞争力、企业进出口、居民的可支配收入和物价等方面产生影响，因此在中国宏观经济的过热或下滑的情况开征碳税均不合适。一方面，在经济过热时开征碳税推动物价的上涨；另一方面，在经济下滑时开征碳税会导致经济难以复苏。此外，在国际经济环境不佳的情况下也不宜征收碳税，若国际需求不振，国内出口将面临重大压力，此时碳税的开征无疑会增加出口企业的成本，使其雪上加霜。这些都构成开征碳税的相关障碍，有必要选择不对宏观经济造成过大冲击的合适时机出台。就目前的经济形势来看，国际主要经济体（美国、日本、欧盟）还未完全摆脱金融危机的影响，经济在刺激政策下回暖，但仍有二次探底的风险。国内经济正面临着痛苦的经济转型期，以往投资拉动型的增长方式已经走到了尽头，在出口和消费没有太大起色的情况下正积极的寻找新经济增长点。此时此刻的宏观经济环境不是碳税推出的最佳选择。

开征碳税必然会加大企业和个人纳税人的负担，尽管目前中国全民环境保护

意识普遍提高，使得碳税的开征相对容易为社会所接受，但是过高的税负水平必然会导致受影响较重纳税人的抵制，产生较大的社会阻力。目前，我国正在积极进行资源税改革，将大幅提高资源税税率，上调幅度至少 1 倍；并将计征方法由目前定额征收改为定率征收，即由从量征税改为从价征税，以提高资源使用成本。由于目前国际市场资源价格普遍上涨，而以往实行的从量征收无法体现有效利用和保护资源的效果，改为从价计征后，能将税收与资源市场价格直接挂钩，既有助于通过税收调节资源利用，也有助于政府税收的增加。资源税已在新疆地区率先试点，在可预期的未来也将全面推广。在资源税改革增加相关纳税人税负的前提下，不建议短期内推出碳税。

碳税开征的时点还必须考虑国际社会对我国碳减排的压力。同时，根据国际气候变化谈判的发展趋势，《京都议定书》规定附件 1 国家（即发达国家）的履约时间为 2012 年；根据“巴厘岛路线图”达成的协议，在 2012 年后要求发达国家承担可测量、可报告、可核实的减排义务的同时，也要求发展中国家采取可测量、可报告、可核实的适当减排温室气体行动。这样，2012 年后全球为应对气候变化必然会形成新的格局，也必然会对我国控制温室气体排放施加更大的压力。

预计，资源税将在 2010~2011 年全面推广，建议在资源税改革完成后的 1~2 年内推出碳税，也就是 2012~2013 年，此时也正好顺应国际社会对我国碳减排的新要求。

2. 其他财政税费体系的完善

其他财政税费体系的完善在一定程度上也能够间接起到减少二氧化碳排放的作用。碳税的征收对象为化石能源，以化石能源为标的的税种在理论上都能起到调节二氧化碳排放的作用。在我国现行税制中，对化石燃料征税的税种包括资源税、增值税和消费税等税种。除了增值税这个普遍征收的税种外，碳税与其他相关化石燃料的税种在征税上存在着交叉。碳税与资源税交叉的部分是煤炭、原油、天然气等矿产资源，而与消费税的交叉部分是汽油、柴油等成品油。如表 8-5 所示。

表 8-5 资源税、消费税、碳税征收范围

| 征收范围和对象(化石燃料) | 资源税 | 消费税 | 碳税 |
|-----------------|-----|-----|----|
| 原油、天然气、煤炭等资源性产品 | √ | | √ |

| | | | |
|-----------|--|---|---|
| 汽油、柴油等成品油 | | √ | √ |
| 焦炭等煤炭制品 | | | √ |

资料来源：苏明，傅志华等，我国开征碳税问题研究[J]，经济参考研究，2009。

可见，适当提高资源税、消费税的水平，不仅完善了现有财税体制本身存在的问题，还进一步促进了碳减排，可谓一举两得。

碳税只是环境税的一个税种，从长期看，我国应建立环境税收体系。环境税收体系中不仅包括碳税、消费税、资源税等税种，还包括硫税、氮税、废水税等税种。碳税与硫税、氮税、废水税这些针对污染物排放征收的环境税税种之间也同样存在着联系。两者的联系主要表现为：碳税与其他针对污染排放征收的税种，都能够在节能减排上发挥类似的调节作用。例如，碳税在通过减少煤炭消耗来实现 CO₂ 减排的同时，也同样可以实现二氧化硫减排的作用；而对 SO₂ 排放征收的硫税，反过来也能起到一定的二氧化碳减排作用。由于能源的使用是污染物产生的源头，碳税在通过减少能源消耗来实现 CO₂ 减排的调节作用时，必然能产生因能源消耗减少而带来的 SO₂、氮氧化物等污染物排放降低的作用；而减少污染物排放更多地是强调通过末端治理来实现，只有在对污染物排放征税能够间接地促使企业减少能源使用时，才能在一定程度上实现节能的效果。由于碳税与硫税等对污染物排放征税的税种在调控重点上存在差异，有必要将两者结合起来，才能更好地发挥出环境税收体系在节能减排上的调控作用。在我国未来的环境税改革中，使硫税、氮税、废水税和碳税之间相互配合和相互协调，形成合力。

（二）针对低碳经济的补贴政策

与税收政策相对应的是低碳经济的补贴政策，主要针对碳排放较小的产品进行补贴。从政策选择的角度来看，结合上中下游的产业链的特点以及与碳税政策的配合，提倡对中游产业的低碳生产进行补贴，对下游的低碳消费进行补贴。之所以对下游产业提出消费者补贴，是因为下游产业作为产业链的末端，由需求直接决定其兴衰，对消费者的低碳补贴直接改善产业的需求状况效果明显，典型的例证便是 2009 年中国政府针对节能环保汽车出台了一系列鼓励措施后，中国车市回暖。2009 年 3 月以来，全国每月汽车销量一直保持在 110 万辆以上，在欧洲和北美地区汽车市场大幅下滑的情况下，我国汽车产销 1379.10 万辆和 1364.48 万辆，同比增长达 48.30%和 46.15%。另外，这些末端产品的低碳属性

是在产品的消费环节而非生产环节所体现，如新能源汽车。中游产业则要比下游更为复杂，其价格和产量不仅与下游的需求有关，还受到社会库存变动（主要由预期决定）、上游资源的价格变动的的影响。中游企业提供的产品为生产中间品，如冷轧钢、水泥、纯碱等，其产品特点是同质化程度较高，其低碳的属性不是在产品的使用中体现，而是在生产的工艺中，所以对生产者补贴能够直接激励生产者采用更加节能低碳的生产工艺，补贴效果更为明显，如图 8-1 所示。



图 8-1 产业链中的财税政策选择

1. 对消费者补贴

对消费者的补贴，首推房地产、汽车、家电三大领域。因为这三大产业消耗了大量的钢材、水泥、电力等高耗能资源，对其低碳产品的补贴效果较为明显。

(1) 对消费者的低碳汽车进行补贴

对于汽车消费的低碳补贴，我国在 2009 年已经实行，并且力度较大。从 2009 年 1 月 20 日至 12 月 31 日，对 1.6 升及以下排量乘用车减半征收车辆购置税。2 月 17 日，财政部、科技部、发展和改革委员会、工业和信息化部在北京为 13 个节能与新能源汽车示范推广城市授牌，明确对节能与新能源汽车的财政补贴政策。长度 10 米以上的城市公交车为补贴重点，混合动力客车最高每辆补贴 42 万元，纯电动和燃料电池客车每辆分别补贴 50 万元和 60 万元；对乘用车和轻型商用车，混合动力车按混合程度和燃油经济性分为 5 级，最高每辆补贴 5 万元，纯电动车每辆补贴 6 万元，燃料电池车每辆补贴 25 万元。从 2009 年 3 月 1 日至 12 月 31 日，国家安排 50 亿元，对农民报废三轮汽车和低速货车换购轻型载货车以及购买 1.3 升以下排量的微型客车给予一次性财政补贴，鼓励汽车下乡。在这样的补贴力度下，效果十分明显，直接释放了我国汽车消费需求。根据中国汽车工业协会的统计分析报告，1.6 升及以下乘用车购置税减半政策对汽车产销增长影响的力度最大，2009 年该类车型销售为 719.55 万辆，同比增长 71%，销售增长贡献度 70%。但是，上述政策在促进汽车产业调整和促进低碳汽车发展方面

作用不明显，还存在不够科学合理的地方。例如，同是 1.6 升排量，但不同品牌型号汽车的油耗不同，污染物排放也不一样；某种质量好的 1.8 升排量的车，其油耗和污染物排放可能比某些 1.6 升排量的车还低，特别是当车辆使用一年以后，这种情况更为明显。也就是说，仅用 1.6 升排量这个指标作为减征车辆购置税和发放财政补贴的依据不够科学。完善的手段是建立更加科学的低碳汽车检测标准，无论是 1.6 升以下或 1.6 升以上排量的汽车，都按照碳排放实测值分类，凡是符合“低碳汽车”排放限值要求的，无论是 1.6 升以下或 16 升以上排量的汽车，都按照“低碳汽车”排放等级减征车辆购置税和发放财政补贴。

(2) 对消费者的低碳家电进行补贴

对于家电行业的低碳补贴我国已经有所成效。2009 年财政部、国家发展改革委公布了“节能产品惠民工程实施细则”，对高效节能产品实施财政补贴。“节能产品”是指能效等级 1 级或 2 级以上的空调、冰箱、平板电视、洗衣等 10 大类高效节能产品。“惠民”就是通过财政补贴方式来推广应用这些产品，财政补助标准依据高效节能产品与普通产品价差的一定比例确定。例如对能效等级 2 级的房间空调器给予 300~650 元/台(套)的补助，能效等级为 1 级的给予 500~850 元/台(套)的补助。发改委称这项工程每年可拉动需求 4000 亿~5000 亿元，可节电 750 亿千瓦时，相当于少建 15 个百万千瓦级的燃煤电厂，减排 7500 万吨二氧化碳。目前家电业的提单补贴已经基本到位，对改善家电业的能源消耗结构，刺激低碳消费起到了比较积极的作用。

(3) 对消费者的低碳住房进行补贴

对于房地产业的低碳发展道路，我国目前还处于起步阶段。为了加强民用建筑节能管理，降低民用建筑使用过程中的能源消耗，提高能源利用效率，降低碳排放，国务院于 2008 年 10 月 1 日颁布施行《民用建筑节能条例》，但是从实施的效果来看，并不尽如人意。突出表现在以下几个方面：设计阶段，设计单位已习惯于以往的设计思路，只考虑建筑、结构及水暖等方面的合理与否，不用再费劲心思去考虑节能，因为有了节能设计势必对建筑物的平立造型、高度、结构、及水暖设计等各项工作都增加了一定的难度，耗费了时间和精力而且影响了出图进度。施工图设计文件审查机构也没有按照建筑节能强制性标准对施工图设计文件进行审查，没有能贯彻建筑节能法。施工阶段，施工单位对建筑节能技术了解

不多，尤其是土建方面，对建筑节能的施工程序、施工方法不明白，认为节能施工很麻烦，耽误时间，拖延工期。建设阶段，有的建设单位认为没有必要在这一阶段增加投资，只要现阶段把工程完工就行，没有考虑以后长期的取暖费用比现在所增加的费用还要高，有的建设单位甚至要求设计单位、施工单位违反民用建筑节能强制性标准进行设计、施工。造成这些现象的一个重要原因是没有采取有效的市场激励手段。目前，房地产市场的商品房市场已经实现了高度的市场化，对于各房地产企业来说，需求端的兴旺与否关乎企业的收入水平、毛利率水平和资金周转率，因此对其政策标的应该选择消费者。对于房地产市场来说，其供给在短期内严重缺乏弹性，但需求却较有弹性，如果对消费者进行低碳补贴，用政府的财政收入补助消费者购买低碳节能住房，降低低碳节能住房与普通住房的差价，使其更加偏好节能低碳型住房，那么开发商自然会在下一期的投资当中选择更多的节能型住房项目，相应的，施工单位就会使用节能材料，而设计也会更多地考虑节能因素。

需要指出的是，对消费者的低碳补贴的同时，还需要逐步提高行业的低碳标准，以真正实现行业的低碳转型，这方面发达国家经验值得借鉴。美国对汽车以及大多数家用能源设施实施最低能源效率标准，对建筑和空调、冰箱等高耗能家用电器，不断提高节能标准。欧盟规定到 2008 年，汽车行驶每公里二氧化碳的排放量在 140g 水平，到 2012 年，将实行最严格的限排标准，即每公里排放 130g 水平。值得一提的是日本，日本对能耗效率采取的是“最强者方式”，即涉及到空调等家用电器、汽车、新建住宅及其配套设备等行业内，将能源效率最好的产品作为整个行业的标准。

2. 对生产者补贴

前面分析了对房地产、汽车和家电的消费者低碳补贴。对于中游产业，应采用生产者的低碳补贴，对其在生产过程中的节能低碳行为进行补贴。建议首推钢铁、电力和水泥。理由是这三大产业为我国的主要能耗产业，单位 GDP 耗能高，与发达国家的差距大。

(1) 对生产者的钢铁减碳进行补贴

我国钢铁行业消耗的能源占整个工业总量的 10%，吨钢综合能耗比世界先进水平高 15%-30%。其中平均吨钢耗新水量约 15 吨，高出世界先进水平 10 吨。我

国宝钢等个别钢铁企业的能耗水平已经和世界先进企业旗鼓相当，武钢、鞍钢等大型钢铁企业与国际先进水平的差距也正在逐渐缩小。总的来看，我国大中型钢铁企业节能减排效果明显，但工业装备落后的中小企业能耗指标相对落后，能耗高、污染物排放量大。中小型企业同大中型钢铁企业整体水平比较，存在约 50% 的差距。把这一因素考虑在内，我国钢铁工业的能耗水平同国际先进水平比较，总体上存在 20% 的差距。我国钢铁工业一次能源以煤炭为主，占能源消费总量的 15% 左右，这是导致了我国钢铁工业能耗过高的一个原因，但是，更主要的原因是我国钢铁产业节能技术、装备的普及率低，依然使用许多国外已经淘汰的装备和技术，更深一步，造成技术水平落后的根源是行业的集中度明显低于国际水平。2010 年初，我国共有粗钢产量为 300 万吨以上的钢铁企业共 32 家，但粗钢产量达 2000 万吨以上的大型钢铁集团仅河北钢铁集团、宝钢集团、鞍钢集团、武汉钢铁集团 4 家，粗钢产量达 3000 万吨以上的仅河北钢铁集团（2009 年产量 3339.43 万吨）和宝钢集团（2009 年产量 3151.48 万吨）两家。中国钢铁业和国际主要产钢国家相比较，虽然产量遥遥领先，但目前的产业集中度明显偏低，大型钢铁企业占全国钢铁比重太少。2010 年初，我国产量在 2000 万吨以上的前 4 家钢铁集团总产量在占全国比重（即四家厂商集中度）不到 25%，而美国、欧盟、日本等发达国家排名前 4 位企业钢产量占全国比重（即四家厂商集中度）为 60% 乃至 70% 以上。钢铁是一个具有明显规模经济特点的产业，推广先进工艺、低碳技术的前提是具有较为集中的产业结构，因此当务之急是加快行业的整合力度。2010 年 9 月，国务院出台了新的《国务院关于促进企业兼并重组的意见》，要求各省、自治区、直辖市人民政府和国务院各部委、各直属机构切实加快经济发展方式转变和结构调整，提高发展质量和效益，加快调整优化产业结构、促进企业兼并重组。业内人士认为，针对行业的《加快钢铁企业联合重组指导意见》有望在后期公布。在产业整合基本完成之后，可对烧结矿余热回收、高风温热风炉、高炉余压发电 (TRT)、高炉喷煤、干熄焦 (CDQ)、转炉负能炼钢、转炉烟道汽化冷却、轧钢蓄热式加热炉等进一步提高高炉煤气、转炉煤气等二次能源回收利用率的先进工艺技术进行必要的补贴，鼓励低碳节能生产，实现钢铁产业的低碳化。

(2) 对生产者的电力减碳进行补贴

电力是又一大高耗能产业，2008 年我国发电量 34334 亿 kw·h，火力发电量

27793 亿 kw·h，占比高达 80.95%，而火力发电的主要燃料为碳排放系数最高的煤炭，由此可见电力行业的高碳性。减少行业的碳排放强度，目前看来有两种方式比较可行：第一，投资智能电网的建设。在发输配电方面，世界上老式电网的平均效率大约只有 33%，而基于最新技术的智能电网的效率可达 60%；在电的传输和分配上，能源的损耗则在 7%左右，智能电网技术将有可能减少 30%的电力损耗。另一条可行的途径是改善一次能源的结构降低火力发电的比例，2009 年，我国能源消费总量约为 31 亿吨标煤，其中，水电、核电、风电等商品化非化石能源消费量约为 2.3 亿吨标准煤，约占能源消费总量的 7.44%。我国政府提出，到 2020 年，非化石能源占一次能源消费的比重达 15%，这是一个比较高的发展目标。非化石能源比例提高一倍，并不意味着在 2009 年的 2.3 亿吨标准煤的基础上提高到 4.6 亿吨标准煤，因为能源消费总量是增长的。预计 2020 年，我国能源消费总量将达到 45 亿吨标准煤，那么，非化石能源的比重就要达到 6.75 亿吨标准煤，差不多相当于现在的 3 倍。为实现这一目标，一方面，我国大力投资建设核能、风能、水利发电的基础设施，从长远来看，更需要引入市场机制。对风能、太阳能、生物质能发电的企业给予更大力度的补贴，减少企业成本压力的同时使其电价具有一定的竞争力，也可以起到吸引民间资本进入新能源发电领域的作用。

(3) 对生产者的水泥减碳进行补贴

除了电力和钢铁行业之外，生产、使用过程中二氧化碳排放量最大的就属水泥行业。中国是世界水泥生产第一大国，年产量占全球的 50%以上，是排名第二的国家——印度的 13.8 倍。而水泥行业一直未能解决耗能高、污染重、二氧化碳排放多等难题，其碳排放量几乎占到了全国总量的 1/5。水泥产业的减排主要通过两种途径实现，一是水泥生产的过程 CO₂减排，二是水泥生产的能耗 CO₂减排。水泥生产的过程 CO₂减排是指减少能源消耗之外的生产过程中产生的 CO₂排放，即主要是石灰质原料中碳酸盐矿物分解产生的 CO₂排放，采用低 CO₂含量的替代原料或生产低钙水泥都可以减少相应的过程 CO₂排放。水泥生产的能耗 CO₂减排是指减少水泥生产燃料和电力的消耗，进而减少产生能耗 CO₂排放，提高水泥生产工艺技术水平及能源利用效率。针对这两种不同的减排环节，对企业分别进行低碳补贴，激励水泥企业进行低碳生产。值得庆幸的是，在 2010 年 8 月举

行的 973 计划项目中期检查会上，以南京工业大学沈晓冬教授为首席科学家的“水泥低能耗制备与高效应用的基础研究”973 项目组，已经基本掌握了“低碳水泥”生产技术，可实现水泥碳排放量减少 50%以上。”该项目成员包括中国建筑材料科学研究总院、南京工业大学、清华大学、同济大学、华南理工大学等 10 多个国内优势单位。据介绍，目前南京工业大学材料科学与工程学院已经完全掌握了“低碳水泥”生产技术，该技术为世界一流技术。该学院目前已与部分水泥企业建立了“低碳水泥”技术应用合作工程，产出的低碳水泥，质量高、寿命长。“低碳水泥”虽然已经在技术上基本掌握，在经济上是否可行依然需要论证，因此更需要在技术推广的初期，对生产企业采取一定的补贴措施，鼓励企业采用低碳水泥技术。

（三）低碳技术创新的财政支持政策

低碳技术创新至关重要，是推动低碳经济发展的核心竞争力，日本、美国 and 德国已经投入了巨大资金支持低碳技术的研发和推广，如何通过制度设计提高财政资金的使用效率是课题组考察的重点。通过对发达国家的经验借鉴，应该提倡以英国的“碳基金”的形式使用和管理这部分资金。碳基金是英国政府 2001 年按企业运作模式成立的基金，其资金来源主要为英国的气候变化税，主要在三个重点领域开展活动：能够马上产生减排效果的活动；低碳技术的研发；帮助企业和公共部门提高应对气候变化的能力。碳基金作为一个独立的公司，介于企业和政府之间，实行独立的管理运营模式。一方面，碳基金每年从政府获得资金，代替政府进行部分的低碳领域公共资金的管理和运作；另一方面碳基金力图通过严格的商业管理制度保证公共资金得到最有效的使用。碳基金的这种独特地位，有利于协调政府、企业、科研机构的各方力量，共同培育低碳经济。

三、促进我国低碳经济发展的政策设计工具箱

（一）低碳政策设计工具箱

低碳经济视角下的政策工具箱主要由两方面构成，一方面是资源价格政策，另一方面为财政税收政策。在资源价格政策方面，主要是我国成品油价格的市场化改革；财政税收政策主要包括：碳税、资源税改革、环境税体系的建立、低碳补贴以及低碳技术创新的财政支持政策，由图 8-2 表示。

（二）低碳政策的目标和原则

政策目标分短期、中期、长期三个维度。在短期内，要求企业迅速降低碳排放既不讲效益、也不切实际，所以短期的政策目标应在于引导，加强居民和企业的低碳意识，形成更加严格的低碳政策预期。在中期内，经过一段时间的探索，部分企业已经走上了低碳发展的道路，而还有一些企业依然延续以前的发展方式，这时的政策应该加大对低碳企业的经济鼓励和对高碳企业的经济惩罚，加大对低碳消费的经济激励和对高碳消费的经济遏制。所以中期的政策目标是实现对低碳生产和低碳消费的真正利益反馈，以持续企业和居民低碳行为。在长期，其政策目标是实现经济发展和碳减排的“双赢”，真正达到“经济低碳化”和“低碳经济化”。

低碳政策的原则有二：第一，经济发展和碳减排并重。不论是经济发展还是碳减排，其根本目标是让我们有一个更加舒适美好的生活条件。缺少物质资料而只有新鲜空气的生活不是我们所要的，同样，丰裕的物质资料伴随着日益变暖的气候也不是我们所要的，要在最大程度上实现经济发展和碳减排的兼顾。第二，低碳技术和低碳制度并重。两者都是实现低碳经济的手段，没有低碳技术支持下的低碳经济一定是以经济换低碳；同样，缺少相应低碳制度的情况下，再好的低碳技术也不会被市场所选则，两者相辅相成，缺一不可。

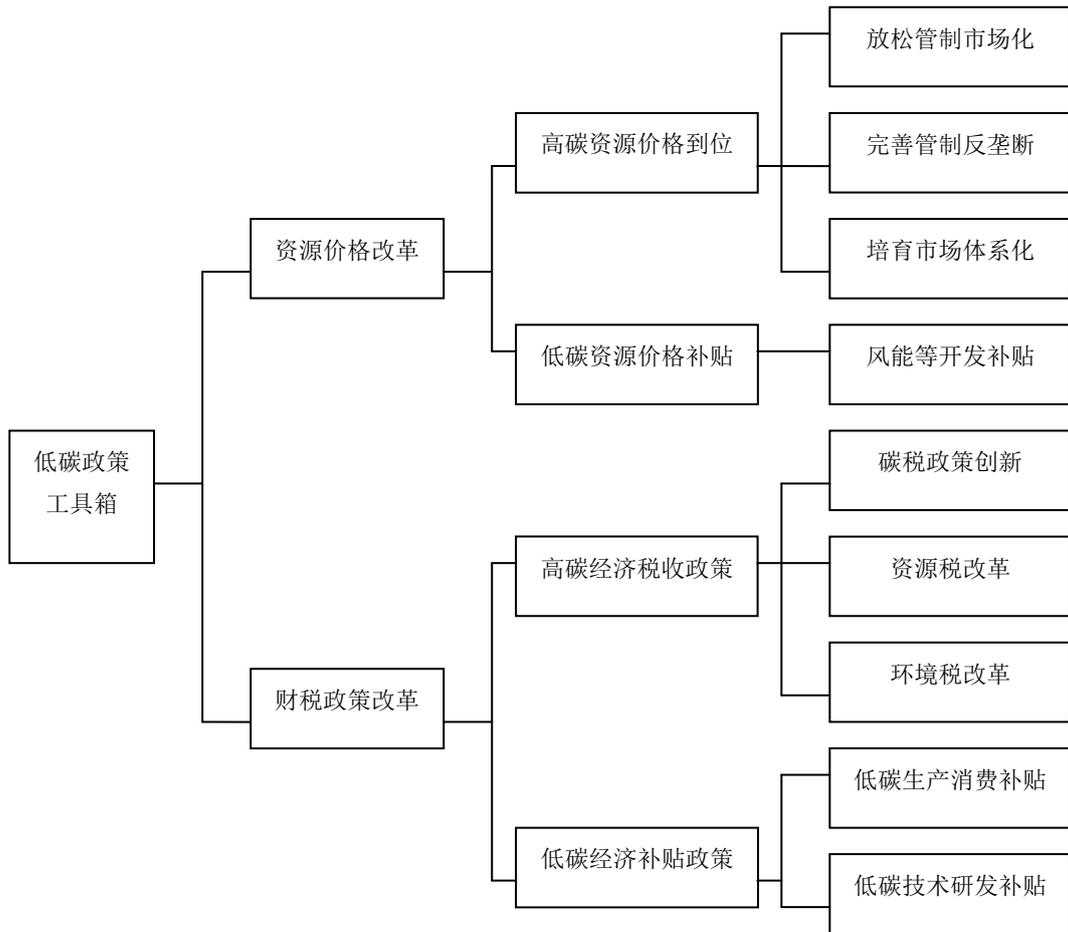


图 8-2 低碳政策工具箱枝叶图

(三) 低碳政策间的替代性与互补性

图 8-2 所示的政策工具箱内各种政策，彼此之间的关系是不同的，有的彼此之间的替代关系，有的彼此之间的互补关系。见表 8-6。

表 8-6 低碳政策之间的替代性和互补性

| —— | 放松价格管制 | 完善市场管制 | 培育市场体系 | 风能开发补贴 | 碳税创新 | 资源税改革 | 环境税改革 | 低碳消费补贴 | 低碳研发补贴 |
|--------|--------|--------|--------|--------|------|-------|-------|--------|--------|
| 放松价格管制 | —— | 互补性 | 互补性 | 互补性 | 互补性 | 互补性 | 互补性 | 互补性 | 互补性 |
| 完善市场管制 | 互补性 | —— | 互补性 | 互补性 | 互补性 | 互补性 | 互补性 | 互补性 | 互补性 |
| 培育市场体系 | 互补性 | 互补性 | —— | 互补性 | 互补性 | 互补性 | 互补性 | 互补性 | 互补性 |
| 风能开发补贴 | 互补性 | 互补性 | 互补性 | —— | 互补性 | 互补性 | 互补性 | 替代性 | 替代性 |
| 碳税创新 | 互补性 | 互补性 | 互补性 | 互补性 | —— | 替代性 | 替代性 | 互补性 | 互补性 |
| 资源税 | 互补性 | 互补性 | 互补性 | 互补性 | 替代性 | —— | 替代性 | 互补性 | 互补性 |

| | | | | | | | | | |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 改革 | | | | | | | | | |
| 环境税改革 | 互补性 | 互补性 | 互补性 | 互补性 | 替代性 | 替代性 | —— | 互补性 | 互补性 |
| 低碳消费补贴 | 互补性 | 互补性 | 互补性 | 替代性 | 互补性 | 互补性 | 互补性 | —— | 互补性 |
| 低碳研发补贴 | 互补性 | 互补性 | 互补性 | 替代性 | 互补性 | 互补性 | 互补性 | 互补性 | —— |

1. 政策的替代性

在这里，政策的替代性是指不同的政策所达到的效果相同，可以相互替代。就低碳政策而言，碳税、资源税和环境税费制度存在着一定替代性，他们的对象都包括化石燃料，所起到的作用都是使化石燃料的使用成本上升。要谨慎选用具有替代性的政策，因为政策实施后所达到的效果相同，对经济体的短期冲击较大。例如，如果在进行资源税改革的同时又开征碳税，则势必对资源价格有较大影响，短期内会明显增加企业成本，特别是对高耗能产业和供给相对缺乏弹性的产业形成较大冲击。因此，在低碳政策选择时，避免同时选用碳税、资源税改革、环境税费体系完善这些具有替代性的政策。另外，低碳研发补贴与低碳消费补贴、低碳研发补贴与风能等低碳资源的开发补贴之间也存在替代性。当存在这种替代性时，要注意政策的取舍，或者是选取其中一种政策，或者是选取两种政策的结合但要把握好一个“度”。

2. 政策的互补性

政策的互补性是指不同的政策作用于同一事物的不同方面，彼此之间形成相互补充的效果，使总体的政策效果更加明显。就低碳政策而言，多种政策之间存在着互补性，比如低碳技术创新的财政支持和其他低碳政策。实现低碳经济的两种有效途径分别为低碳技术创新和低碳制度创新，而低碳技术创新的财政支持政策是政策工具箱中唯一有助于低碳技术创新的政策，其余政策均属于低碳制度创新范畴。也就是说，在其他低碳政策实施时，配合相应的低碳技术研发财政投入是非常必要的，因为制度创新所带来的制度红利有其上限，真正实现低碳经济必须依仗技术创新的力量。

除此之外，碳税与成品油价格的改革也有明显的互补性。市场化的价格是引导资源优化配置的前提，在现有市场化的价格上引入一定的碳税作为外部成本（气候变化成本）内部化的一种有效手段，使其价格更加合理。目前，我国的成品油价格还未实现真正的市场化，价格本身存在着扭曲，不能真实反映供需的情

况。这样，即便征收碳税所起到的效果也较为有限。当务之急是完成成品油市场化改革，形成市场化的税前价格，并以此为依据开征碳税。

另一组具有互补性的低碳政策就是碳税和低碳补贴，一方面，碳税的征收可以促进企业减少化石燃料的消耗；另一方面，低碳补贴则促进企业改良技术和产品，实行低碳生产，增加低碳产品的供给。高碳征税和低碳补贴的配合使用虽然一定程度上可以增强政策的效果，但是作为不同属性的财政政策（碳税为紧缩性的财政政策，碳补贴为扩张性的财政政策）其使用还需要考虑具体宏观经济情况。当经济处于衰退阶段，下游需求疲软，社会库存大量堆积，企业开工不足，面临较大的经济压力，不易开征碳税，而对消费者的低碳补贴却是政策实施的最佳时机。当经济处于复苏阶段，下游需求上升，社会库存下降，此时企业的产能仍未释放，实行生产者的低碳补贴可以引导企业采取低碳手段扩大产能，此时较为有效。当经济处于过热阶段时，虽然下游消费旺盛，但中游企业产能大量释放，并有可能形成产能过剩的局面，此时开征碳税能一定程度抑制产能，而对生产者的低碳补贴此时不宜实行。当经济处于滞涨阶段，经济结构不平衡，传统产业发展过度，同时新兴产业发展又严重不足，此时可以同时采取碳税和低碳补贴的政策，促进经济结构的调整。

从表 8-6 可见，放松价格管制、完善市场管制和培育市场体系等政策与其他政策的结合均是“互补性”的。这说明市场机制建设的极端重要性。另外，低碳研发补贴除了与风能等低碳资源开发补贴存在替代性外，与其他政策的结合均是“互补性”的。这说明低碳技术研发在发展低碳经济中的重要性。

（三）政策实施策略

在决定政策的实施策略时，有两点必须考虑：一是政策实施的先后顺序，二是政策调整的成本大小。对于第一点，从政策之间的替代性和互补性分析中可以得到。碳税、资源税改革和环境税费制度完善存在替代性，资源税改革已经进行，并且近期可能进行全国推广，所以资源税改革一定最先执行，碳税是环境税费体系的一部分，故在资源税改革之后，先征碳税，后建立完整的环境税费体系。碳税和成品油价格改革之间存在着互补性，成品油价格市场机制的建立是碳税实行的基础，所以成品油价格改革应在碳税之前。对于第二点，一般而言，以法律形式确定下来的政策制度调整的手续繁琐，成本也较大，确定实行之后不宜再做改

变，主要包括：碳税、资源税改革和环境税费制度建立和成品油价格改革。而低碳补贴和低碳技术研发的财政支持的政策对象为某一产业或某一部门，政策作用的范围没有前几种政策广，调整的成本较低，可以视实际情况进行相机抉择。就目前的情况，我国低碳政策实施进行三步走较为适宜，如表 8-7 所示。

表 8-7 低碳政策的实施策略

| 第一阶段 | 第二阶段 | 第三阶段 |
|------------------|------|----------|
| 资源税改革 | 征收碳税 | 建立环境税费体系 |
| 成品油定价机制改革 | | |
| 根据经济情况相机抉择低碳补贴政策 | | |
| 低碳技术创新的财政支持始终保持 | | |

第一阶段，完成资源税的改革和成品油定价机制改革；第二阶段，实行碳税政策；第三阶段，在实行碳税的基础上扩大环境税的税基，建立完整的环境税费体系。在这三个阶段中，根据具体的经济环境，对相关产业实行低碳补贴政策，促进其发展。始终维持一定比例的财政资金用于低碳技术的研发，这是实现低碳经济的根本动力。

参考文献

- [1] Chuanyi Lu, Qing Tong, Xuemei Liu, The impacts of carbon tax and complementary policies on Chinese economy[J], Energy Policy, 2010, 07:55-59
- [2] 黎静文, 曾俊聪, 对我国碳税税制框架设计的思考[J], 经营管理者, 2010, 12:15
- [3] 李伟, 张希良等, 关于碳税问题的研究[J], 税务研究, 2008, 3: 20-22
- [4] 苏明, 傅志华等, 关于我国开征碳税的几个问题[J], 中国金融, 2009, 24: 40-42
- [5] 崔军, 关于我国开征碳税的思考[J], 税务研究, 2010, 1:41-44
- [6] 范丽娜, 论我国资源税政策改革的思考[D], 硕士学位论文, 中国地质大学(北京), 2010
- [7] 苏明, 傅志华等, 碳税的中国路径[J], 环境经济, 2009, 09: 10-22
- [8] 王淑芳, 碳税对我国的影响及其政策响应[J], 生态经济, 2005, 10: 66-69
- [9] 贺菊煌, 沈可挺, 徐篙龄, 碳税与二氧化碳减排的 CGE 模型[J], 数量经济技术经济研究, 2002, 10: 39-47

- [10]高鹏飞, 陈文颖, 碳税与碳排放[J], 清华大学学报, 2002, 10: 1135-1138
- [11]朱永彬, 刘晓, 王铮, 碳税政策的减排效果及其对我国经济的影响分析[J], 中国软科学, 2010, 04: 1-9
- [12]于立奇, 我国成品油价格形成机制研究[D], 硕士学位论文, 华南理工大学, 2009
- [13]苏明, 傅志华等, 我国开征碳税的效果预测和影响评价[J], 经济参考研究, 2009, 72: 24-28
- [14]苏明, 傅志华等, 我国开征碳税问题研究[J], 经济参考研究, 2009, 72: 3-16
- [15]苏明, 傅志华等, 新形势下我国碳税政策设计与构想[J], 地方财政研究, 2010, 1: 9-13
- [16]王金南, 姜克隽等, 应对气候变化的中国碳税政策研究[J], 中国环境科学, 2009, 29:101-105
- [17]杨云飞, 论发展低碳经济的减排政策工具[J], 兰州学刊, 2010, 04: 25-29
- [18]王萌, 苏艺, 钢铁工业节能减排技术及其在国内的应用[J], 环境工程, 2010, 02: 59-62
- [19]于启武, 中国节能环保汽车的发展状况和对策[J], 经济与管理研究, 2010, 04: 11-18
- [20]陈冠益, 邓娜, 中国低碳能源与环境污染控制研究现状[J], 中国能源, 2010, 04: 9-14
- [21]路石俊, 杨淑霞, 林艳婷, 低碳经济下电力行业发展研究[J], 国家行政学院学报, 2010, 02:82-86
- [22]陈伟, 日本新能源产业发展及其与中国的比较[J], 中国人口·资源与环境, 2010, 06: 103-109
- [23]李彪, 浅析低碳经济形式下的建筑节能发展[J], 现代商业, 2010. 08: 41
- [24]茅于軾、盛洪、杨富强等, 煤炭真实成本, 煤炭工业出版社, 2008.
- [25]林伯强, 能源价格机制非改不可, 中国化工报, 2010年12月22日
- [26]刘乃军、路卓铭, 我国资源价格重构的理论思考和机制探讨, 求是学刊, 2007年第4期

第九章 结语

在前述研究的基础上，本章就主要研究结论、存在的问题和后续研究等内容进行简要阐述，作为整个报告的结束语。

一、主要研究结论

（一）低碳经济的内涵与本质

低碳经济是与高碳经济相对应的一个概念，是指以二氧化碳为主的温室气体减排为基本特征的经济形态，主要表现为高碳经济低碳化和低碳技术经济化。高

碳经济低碳化就是产业经济活动和消费生活方式都要进行碳减排；低碳技术经济化就是低碳技术和低碳产品等成为企业获取最大利润的新契机和居民获取最大效用的新时尚。

碳排放的经济学本质是外部性问题。由于温室气体的排放属于私人行为，但由此造成气候变暖的后果却由其它人共同分担，因而存在一定的外部成本，而这部分成本却没有纳入到私人决策中，碳排放就是属于边际社会成本高于边际私人成本的负外部性现象。

碳减排的经济学本质也是外部性问题。一部分人减排温室气体所带来的好处却由所有人共同分享，因而存在一定的外部收益，这部分收益并没有体现在私人减排的收益中。碳减排就是属于边际社会收益高于边际私人收益的正外部性现象。

碳排放和碳减排虽然都是外部性问题，但是与一般外部性问题相比，其特殊性在于全球性的空间范围和代际性的时间区间。因此，出现了“吉登斯悖论”：现代工业所制造的温室气体的排放正在引起全球的气候变暖，这对于未来而言有着潜在的灾难性后果。然而全球变暖带来的危险尽管看起来很可怕，但它们在日复一日的生活中是如此地不显眼而使得许多人袖手旁观，然而，一旦它们变得显著，那时再去临时抱佛脚，定然是太迟了。显然，“吉登斯悖论”的根源就在于国际外部性和代际外部性同时并存。

（二）高碳经济与低碳经济的“两分法假设”

本课题研究将“两分法假设”贯穿始终，以便于问题的简化与分析。

假设市场上的所有资源只有“两种资源”：一是高碳资源，这种资源的利用会导致过多二氧化碳等温室气体的排放；二是低碳资源，这种资源的利用可以减缓二氧化碳等温室气体的排放。

假设市场上的所有产品只有“两种产品”：一是高碳产品，这种产品的使用会导致过多二氧化碳等温室气体的排放；二是低碳产品，这种产品的使用可以减缓二氧化碳等温室气体的排放。

同样，假设市场上的生产活动只有“两种生产”：高碳生产和低碳生产。假设市场上的消费活动只有“两种消费”：高碳消费和低碳消费。

当然，完全可以将“两分法假设”修改为“三分法假设”甚至“多分法假设”。

例如，将资源区分为高碳资源、中碳资源和低碳资源等。但是，这样一来，分析的难以大大增加。因此，本课题选用最简单的“两分法假设”。

根据“两分法”假设，提出下列理论假说：如果外部成本和外部收益未纳入成本—收益的核算范畴，那么，高碳资源的价格低于市场均衡水平，致使高碳资源过度使用；低碳资源的价格高于市场均衡水平，致使低碳资源使用不足；高碳产品的价格低于市场均衡价格，致使高碳产品的过度使用；低碳产品的价格高于市场均衡价格，致使低碳产品利用不足。因此，合乎逻辑的推理便是：对高碳资源征收碳税→提高高碳资源的使用成本→遏制高碳资源的使用→实现低碳经济的目的；对低碳资源给予补贴→降低低碳资源的使用成本→激励低碳资源的使用→实现低碳经济的目的；对高碳产品征收碳税→提高高碳产品的使用成本→遏制高碳产品的消费→实现低碳经济的目的；对低碳产品给予补贴→降低低碳产品的使用成本→激励低碳产品的消费→实现低碳经济的目的。对于高碳生产和低碳生产、高碳消费和低碳消费的政策措施也类似。

（三）低碳发展的资源价格改革

传统的资源价格由两个部分构成：资源开采的劳动价值和资源产权收益的资本化。由于资源的不可再生性，过度开采会给当代人和资源产地带来的环境损害，即资源的开采具有代内外部成本和外部补偿成本问题。同时，后代人对资源也有需求，即资源的开采会造成代际外部成本问题。这样，资源的价格构成就是：资源开采的劳动价值、资源产权收益的资本化、资源开采的代内外部性、资源开采的环境外部性和资源开采的代际外部性。从资源价格的构成形式看，我国正在经历转型：从只考虑资源开采的劳动价值和资源产权价值转向同时考虑资源开采的劳动价值、产权价值、资源开采的代内外部成本和资源开采的补偿成本，但是资源开采的代际外部成本尚未考虑。

目前，我国资源价格依然存在扭曲问题，具体表现为：资源价格偏低；资源类产品的比价关系扭曲。造成这种现象的根源是：我国的资源禀赋结构不理想，一次能源中原煤占据 80% 以上的比重；我国快速工业化对资源的迅猛需求，工业消耗的能源一直占能源总消耗的 70% 以上；我国要素市场改革相对滞后，反映市场供求关系、资源稀缺程度、环境损害成本的生产要素和资源价格形成机制还不完善。

据此，低碳经济视角下资源价格改革的基本思路是：一方面要促进高碳资源定价科学化改革，另一方面要促进低碳资源开发利用的价格补贴改革。

1. 放松管制，市场取向。要实现国内成品油零售、批发市场对外放开，让我国成为全球市场的一个重要组成部分，为成品油价格的市场化提供有利条件。要增加成品油价格形成机制的透明度，逐步取消“时间窗”。

2. 完善管制，防止垄断。要进行外部成本的内部化改革，完善政府管制方式的改革，反对煤炭资源等自然资源垄断。

3. 培育市场，健全体系。我国资源市场体系的现实状况是资源性产品市场相对发达，而资源性期货市场和资源性基础市场不够发达。因此，要大力发展资源基础市场，大力培育资源期货市场。

4. 设立低碳发展基金，促进低碳产业发展。低碳发展基金重点向从事风能、太阳能等低碳资源开发的企业进行价格补贴。

（四）低碳发展的财税政策改革

我国高碳环境财税政策助长高碳发展，对高碳资源、高碳生产和高碳产品的征税不力，而对低碳资源、低碳生产和低碳产品补贴不足。其根源是，低碳财税政策取向不明确，环境财税政策体系不健全，环境财税政策实施不得力。

通过本项目的研究，结合诸多文献研究，可以对碳税政策与低碳经济发展得出如下结论：

1. 在技术状况给定的前提下，碳税政策可以有效实现碳减排，促进高碳产业低碳化，促进经济结构的优化。同时，也会对经济发展产生一定影响：在短期，负面影响较大；在长期，负面影响较小甚至可能消失。另外，碳税政策不仅可以遏制高碳产业的发展，而且可以刺激低碳技术的研发和推广。

2. 在技术进步的情况下，碳税政策可以促进低碳技术创新。低碳技术的研发以及成果转让，低碳产品的推广使用和出口销售，可以实现低碳技术的产业化并带来巨大的经济效益。由此，低碳技术的拥有国不仅可以抵消高碳产业低碳化所导致的成本，而且可以产生巨额的经济剩余。

3. 碳税政策可以促进低碳技术的研发和推广。低碳技术是一个极其重要的外生变量，政府可以通过调整技术这个外生变量，降低低碳发展的经济成本乃至实现“低碳化”和“经济化”的双赢。

4. 在技术进步的情况下，碳税政策可以促进低碳技术的出口和进口，但是，低碳技术的出口国和进口国的环境经济效应是不同的：低碳技术的出口国如果在本国也使用低碳技术，那么，既可以带来正面的环境效应和正面的经济效应；低碳技术的出口国如果在本国不使用低碳技术，那么，只能给本国带来正面的经济效应而没有正面环境效应；低碳技术的进口国，通过低碳技术的扩散带来低碳化的环境效应，但是，为此支付的环境代价也是极其昂贵的，可能陷入“低碳陷阱”。

5. 为了避免“低碳陷阱”，中国的应对策略是，既要通过国际贸易进口部分国际领先的低碳技术及其产品，又要通过技术创新形成自己的低碳技术核心竞争力，出口部分低碳技术及其产品，实现低碳技术及其产品进出口的平衡乃至有“净出口”。

（五）低碳经济视角下资源价格改革和财税政策创新的联动

税收收入是一定量的货币收入，它是在一定的价格体系下形成的，价格的变动是引起税收收入增减的重要因素。在其它条件不变的情况下，价格上升，商品销售收入额增加或劳务营业额增大，从而使对商品的课税增加。税收通常是商品价格的一部分（增值税除外，增值税属于价外税）。税收的变动也会影响价格的变动。根据征税方式的不同可以将税收分为从量税和从价税两种。无论采取从量税还是采取从价税，税收都会直接影响资源价格。

资源价格政策可以分为政府定价机制和市场定价机制。政府定价机制就是自然资源的价格依然由政府进行管制式决定，管制价格往往偏离市场均衡价格，要么高于市场均衡价格，要么低于市场均衡价格，在资源领域往往是低于市场均衡价格。市场定价机制就是由市场供求关系决定自然资源的价格，其价格往往是显示资源稀缺程度的均衡价格。环境财税政策可以分为弱的环境财税政策和强的环境财税政策。弱的环境财税政策又可细化为税额、税率过低的政策和优惠、补贴过少的政策；强的环境财税政策亦可细化为税额、税率过高的政策和优惠、补贴过多的政策。不同的资源价格政策和不同的环境财税政策可以形成不同的政策组合，从而使经济增长方式呈现不同的特点。

研究表明，弱的环境财税政策与政府定价机制的结合必然导致“高度排放，高速增长”的均衡；弱的环境财税政策与市场定价机制的结合可能有四种均衡：“中度排放，低速增长”、“中度排放，中速增长”、“高度排放，低速增长”、“低

度排放，低速增长”；强的环境财税政策与政府定价机制的结合也有四种可能：“中度排放，中速增长”、“中度排放，低速增长”、“低度排放，中速增长”、“中度排放，低速增长”；强的环境财税政策与市场定价机制的结合必然导致“低度排放，高速增长”的结果。

由此可见：中国低碳化之路的目标模式是“低碳排放，高速增长”，而要实现这一目标的政策手段是“强的环境财税政策与市场定价机制的组合”。而目前中国的发展模式总体上仍属于“高碳排放，高速增长”，与此对应的政策基本上处于“弱的环境财税政策”与部分“政府定价机制”的结合。资源价格改革与财税政策体系改革的最佳路径是直接从不理想的非目标均衡模式“高碳排放，高速增长”转向理想的目标均衡模式“低碳排放，高速增长”。当然，在政策实施中，可能还会出现“弱的环境财税政策”与“市场定价机制”的结合或“强的环境财税政策”与“政府定价机制”的结合。但是，改革的进程必须认准目标模式，据此就要继续推进市场化改革和低碳化财税政策创新。

（六）低碳经济视角下资源价格与财税政策工具箱

从资源价格改革角度看，主要包括高碳资源价格到位和低碳资源价格补贴两个方面。高碳资源价格到位改革又包括放松管制市场化、完善管制反垄断、培育市场体系化等。低碳资源价格补贴主要是对风能、太阳能等低碳资源的开发进行价格补贴。

从环境财税政策改革的角度看，主要包括高碳经济税收政策和低碳经济补贴政策。前者包括碳税政策创新、资源税政策创新和环境税政策创新等。后者主要包括低碳生产的补贴、低碳消费的补贴和低碳研发的补贴等。

上述政策工具箱内各种政策，彼此之间的关系是不同的，有的彼此之间是替代关系，有的彼此之间是互补关系。

政策的替代性是指不同的政策所达到的效果相同，可以相互替代。就低碳政策而言，碳税、资源税和环境税费制度存在着一定替代性，他们的对象都包括化石燃料，所起到的作用都是使化石燃料的使用成本上升。要谨慎选用具有替代性的政策，因为政策实施后所达到的效果相同，对经济体的短期冲击较大。如果在进行资源税改革的同时又开征碳税，则势必对资源价格有较大影响，短期内会明显增加企业成本，特别是对高耗能产业和供给相对缺乏弹性的产业形成较大冲

击。因此，在低碳政策选择时，避免同时选用碳税、资源税改革、环境税费体系完善这些具有替代性的政策。另外，低碳研发补贴与低碳消费补贴、低碳研发补贴与风能等低碳资源的开发补贴之间也存在替代性。当存在这种替代性时，要注意政策的取舍，或者是选取其中一种政策，或者是选取两种政策的结合但要把握好一个“度”。

政策的互补性是指不同的政策作用于同一事物的不同方面，彼此之间形成相互补充的效果，使总体的政策效果更加明显。就低碳政策而言，多种政策之间存在着互补性。实现低碳经济的两种有效途径分别为低碳技术创新和低碳制度创新，而低碳技术创新的财政支持政策是政策工具箱中唯一有助于低碳技术创新的政策，其余政策均属于低碳制度创新范畴。也就是说，在其他低碳政策实施时，配合相应的低碳技术研发财政投入是非常必要的，因为制度创新所带来的制度红利有其上限，真正实现低碳经济必须依仗技术创新的力量。另一组具有互补性的低碳政策就是碳税和低碳补贴，一方面，碳税的征收可以促进企业减少化石燃料的消耗；另一方面，低碳补贴则促进企业改良技术和产品，实行低碳生产，增加低碳产品的供给。研究表明，放松价格管制、完善市场管制和培育市场体系等政策与其他政策的结合均是“互补性”的。这说明市场机制建设的极端重要性。另外，低碳研发补贴除了与风能等低碳资源开发补贴存在替代性外，与其他政策的结合均是“互补性”的。这说明低碳技术研发在发展低碳经济中的重要性。

二、存在的主要不足

1. 关于资源价格与低碳经济发展的实证研究

按照课题设计的意图，在资源价格与低碳经济发展的理论假说阐述后，将进行实证分析。在中国做这个方面的实证分析的最佳案例是煤炭资源的价格与低碳经济的发展的研究。但是，由于煤炭资源的价格数据难以搜集，煤炭资源的价格又经历了从计划定价到市场定价的转型，因而放弃了对煤炭资源的实证分析，而代之以石油资源价格与低碳经济发展的实证。可以说，第五章的分析结论是很有意义和价值的，但是，未对能源资源中最高碳的煤炭资源做实证研究仍是一个缺陷。

2. 关于财税体系与低碳经济发展的实证研究

按照课题设计的意图，在财税政策与低碳经济发展的理论假说阐述后，本项

目准备用可计算一般均衡模型对低碳财税政策的环境、经济、社会效应进行系统分析。课题组成员也做了尝试，阅读了大量的相关文献，并派出了魏楚博士（洪堡基金资助）专门到德国学习。初步尝试后感到，可计算一般均衡模型不是在短期内一个小型课题组所能够胜任的。因此，在本课题研究中放弃了这个打算。目前取而代之的是中国二氧化碳影子价格的计算及影响因素分析。这个分析也是有意义的，对于制定低碳财税政策具有重要参考价值，但与原先的设计意图有所差别。

3. 关于城市化、工业化与低碳经济发展的实证研究

按照课题立项单位的课题指南，需要分析资源价格调整以及财税调整与低碳目标和工业化城市化目标之间的匹配，也就是说要求进行“两种政策”（资源价格政策与环境财税政策）与“两种目标”（低碳目标与工业化城市化目标）的匹配研究。由于工业化城市化的衡量指标相对复杂，本项目中将工业化城市化目标调整为一般化的经济增长目标。工业化与经济增长基本可以对应，但是城市化与经济增长就难以简单对应，因此，这是一个缺陷。

三、已有成果及后续研究

（一）已发表和拟发表的成果

经过课题组全体成员的共同努力，本项目不仅形成了 10 多万字的课题报告，而且已经发表了一部分论文，累计可以发表的论文数量达到 9 篇左右，超过协议确定的 5 篇。已发表和拟发表的论文目录如下：

1. 沈满洪、吴文博、魏楚，低碳经济研究进展及展望，浙江大学学报（哲学社会科学版），2011 年（拟录用）；
2. 苏小龙、沈满洪，发展低碳经济的双轮驱动机理：资源价格改革与财税政策创新，学习与实践，2010 年第 12 期（已发表）；
3. 沈满洪、贺震川，低碳经济视角下国外财税政策经验借鉴，生态经济，2011 年第 3 期（已录用）；
4. 黄文若、沈满洪，中国各省市二氧化碳影子价格研究（已投稿）；
5. 吴文博、沈满洪，石油价格与低碳发展的实证分析（拟投稿）；
6. 吴文博、沈满洪，低碳财税政策的一般均衡分析（拟投稿）；
7. 沈满洪、孟艾红、贺震川，低碳经济视角下的资源价格改革（拟投稿）；

8. 沈满洪、贺震川、孟艾红，低碳经济视角下的财税政策创新（拟投稿）；
9. 沈满洪、贺震川，低碳发展的双轮驱动（拟投稿）。

（二）下一步的研究

本课题将继续深化本项目的研究，完善现有研究成果并尽快予以发表。同时在进行低碳经济的整体研究和面上研究外，还准备着手下列专题研究，从而实现低碳经济研究的统分结合：

1. 低碳能源的经济学分析；
2. 低碳交通的经济学分析；
3. 低碳建筑的经济学分析；
4. 低碳金融的经济学分析；
5. 低碳农业的经济学分析；
6. 低碳消费的经济学分析；
7. 低碳科技的经济学分析；
8. 低碳制度的经济学分析。

争取在上述研究的基础上，结合本课题的成果，正式出版一本专著《低碳发展论》。