

低碳经济理论与 中国实证分析

DITAN JINGJI LILUN YU ZHONGGUO SHIZHENG FENXI

付加锋 编著

中国环境科学出版社

环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书

低碳经济理论与中国实证分析

付加锋 编著

中国环境科学出版社·北京

内容提要

本书围绕低碳经济这一热门话题,系统地梳理了国内外低碳经济发展的驱动力、内涵、要素;从碳足迹、重点行业、时间和空间四个维度分析了中国碳排放的现状与趋势;提出了低碳经济发展水平评价的目标值评价法和指数值评价法,并建立了相应的评价指标体系,对中国各省区低碳经济发展水平进行了评价;构建了中国低碳经济综合评价模型(LIAM),设置了结构低碳和效率低碳情景,对2050年中国低碳发展水平进行了模拟分析;对结构节能的减排潜力进行了详细分析;最后从消费、生产、资源、环境等视角提出了推动我国低碳发展的措施和建议。

本书适用于从事气候变化、可持续发展、环境管理等领域的研究者,对于政府工作人员和从事公共事务的人员也有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

低碳经济理论与中国实证分析/付加锋编著. —北京:
中国环境科学出版社, 2012.4

ISBN 978-7-5111-0822-7

I. ①低… II. ①付… III. ①气候变化—影响—
经济发展—研究—中国 IV. ①F124

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第259854号

责任编辑 刘 璐
责任校对 尹 芳
封面设计 马 晓

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京东城区广渠门内大街16号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)
印装质量热线: 010-67113404

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2012年4月第1版
印 次 2012年4月第1次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 14.75
字 数 330千字
定 价 46.00元

【版权所有。未经许可,请勿翻印、转载,违者必究】

《环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书》

编委会

顾 问：吴晓青

组 长：赵英民

副组长：刘志全

成 员：禹 军 陈 胜 刘海波

《环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书》

总 序

我国作为一个发展中的人口大国，资源环境问题是长期制约经济社会可持续发展的重大问题。党中央、国务院高度重视环境保护工作，提出了建设生态文明、建设资源节约型与环境友好型社会、推进环境保护历史性转变、让江湖泊休养生息、节能减排是转方式调结构的重要抓手、环境保护是重大民生问题、探索中国环保新道路等一系列新理念新举措。在科学发展观的指导下，“十一五”环境保护工作成效显著，在经济增长超过预期的情况下，主要污染物减排任务超额完成，环境质量持续改善。

随着当前经济的高速增长，资源环境约束进一步强化，环境保护正处于负重爬坡的艰难阶段。治污减排的压力有增无减，环境质量改善的压力不断加大，防范环境风险的压力持续增加，确保核与辐射安全的压力继续加大，应对全球环境问题的压力急剧加大。要破解发展经济与保护环境的难点，解决影响可持续发展和群众健康的突出环境问题，确保环保工作不断上台阶出亮点，必须充分依靠科技创新和科技进步，构建强大坚实的科技支撑体系。

2006年，我国发布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》（以下简称《规划纲要》），提出了建设创新型国家战略，科技事业进入了发展的快车道，环保科技也迎来了蓬勃发展的春天。为适应环境保护历史性转变和创新型国家建设的要求，原国家环境保护总局于2006年召开了第一次全国环保科技大会，出台了《关于增强环境科技创新能力的若干意见》，确立了科技兴环保战略，建设了环境科技创新体系、环境标准体系、环境技术管理体系三大工程。五年来，在广大环境科技工作者的努力下，水体污染控制与治理科技重大专项启动实施，科技投入持续增加，科技创新能力显著增强；发布了502项新标准，现行国家标准达1263项，环境标准体系建设实现了跨越式发展；完成了100余项环保技术文件的制修订工作，初步建成以重点行业污染防治技术政策、技术指南和工程技术规范为主要内容的国家环境技术管理体系。环境

科技为全面完成“十一五”环保规划的各项任务起到了重要的引领和支撑作用。

为优化中央财政科技投入结构，支持市场机制不能有效配置资源的社会公益研究活动，“十一五”期间国家设立了公益性行业科研专项经费。根据财政部、科技部的总体部署，环保公益性行业科研专项紧密围绕《规划纲要》和《国家环境保护“十一五”科技发展规划》确定的重点领域和优先主题，立足环境管理中的科技需求，积极开展应急性、培育性、基础性科学研究。“十一五”期间，环境保护部组织实施了公益性行业科研专项项目 234 项，涉及大气、水、生态、土壤、固废、核与辐射等领域，共有包括中央级科研院所、高等院校、地方环保科研单位和企业等几百家单位参与，逐步形成了优势互补、团结协作、良性竞争、共同发展的环保科技“统一战线”。目前，专项取得了重要研究成果，提出了一系列控制污染和改善环境质量技术方案，形成一批环境监测预警和监督管理技术体系，研发出一批与生态环境保护、国际履约、核与辐射安全相关的关键技术，提出了一系列环境标准、指南和技术规范建议，为解决我国环境保护和环境管理中急需的成套技术和政策制定提供了重要的科技支撑。

为广泛共享“十一五”期间环保公益性行业科研专项项目研究成果，及时总结项目组织管理经验，环境保护部科技标准司组织出版“十一五”环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书。该丛书汇集了一批专项研究的代表性成果，具有较强的学术性和实用性，可以说是环境领域不可多得的资料文献。丛书的组织出版，在科技管理上也是一次很好的尝试，我们希望通过这一尝试，能够进一步活跃环保科技的学术氛围，促进科技成果的转化与应用，为探索中国环保新道路提供有力的科技支撑。

中华人民共和国环境保护部副部长

吴晓青

2011 年 10 月

序 言

《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》在环境重点领域研究中指出：“加强全球环境公约履约对策与气候变化科学不确定性及其影响研究，开发全球环境变化监测和温室气体减排技术，提升应对环境变化及履约能力。”可见我国政府对全球气候变化及控制温室气体减排的高度重视。发展低碳经济，进行技术引进和创新成为当前应对气候变化及控制温室气体的有效手段。

(1) 发展低碳经济成为应对气候变暖，实施温室气体减排的一种有效途径

全球气候变化是当前国际社会关注的热点话题。2007年政府间气候变化专门委员会(IPCC)第四次评估报告发布以后，其所包含的科学结论已经毋庸置疑地成为当今国际社会的主流话语：人类必须一致行动应对气候变化带来的挑战，越早采取行动越经济可行。IPCC报告特别指出，全球未来温室气体的排放取决于发展路径的选择。随着“巴厘路线图”的达成，应对气候变化国际行动不断深入，低碳经济发展道路在国际上越来越受到关注。联合国环境规划署把2008年世界环境日的主题定为“转变传统观念，面向低碳经济”，希望低碳经济理念能够迅速成为各级决策者的共识。

发展低碳经济(Low Carbon Economy)是英国政府为实现能源环境可持续发展而提出的一种新的发展观，其实质是提高能源效率和改善能源消费结构，核心是通过能源技术创新和制度创新构建一个低碳经济发展体。在低碳经济发展目标下，英国政府通过建立市场体系和政策机制相互充实的方法确保能源供应安全和CO₂减排量。随后，低碳经济成为政府和科学界应对气候变暖、实施温室气体减排的主要途径。为了实现《京都议定书》规定的温室气体减排目标，日本与英国联合研究构建日本低碳社会发展目标体系，核心是通过技术创新达到温室气体减排，从而实现低碳的可持续性发展。欧盟为实现2008—2012年8%的温室气体减排目标，要求所有成员国采取更为严格的措施，转变高碳经济发展模式，实施包括碳税和碳排放许可等在内的政策，通过低碳经济发展模式提高以交通和建筑为主的能源效率，从而切实减缓温室气体排放。尽管美国没有批准《京都议定书》，但却在通过温室气体减排推动着低碳经济的发展。例如，2007年初美国西部五州绕开联邦政府，率

先联手制定温室气体减排目标,致力推行《区域温室气体方案》,迄今美国已有 20 多个州出台相关政策,遏制气候变暖。

(2) 发展低碳经济是中国应对全球气候变化,参与国际合作的必然选择

作为《京都议定书》的成员,我国虽然没有承担减排任务,但却面临巨大挑战。一方面是在发达国家在减排目标要求下,会通过对外投资将一些高能耗、高排放部门(如电力、钢铁、建材和化工等行业)向中国国内市场拓展,从而弥补自身履约损失。而这些投资一旦形成,将会产生锁定效应,未来中国需要承担温室气体减排或限排义务时却可能被这些投资“锁住”;另一方面,当前我国正处于快速工业化进程中,不可避免地要消费大量能源和资源,中国未来经济发展仍需要较大的能源需求和温室气体排放空间。中国能源消费和温室气体排放的净增长趋势显示中国有必要减缓温室气体排放,而与此同时,能源供给和能源安全也已成为限制国内工业化进程的主要制约因素。因此,面对全球气候变化的挑战及国内社会经济发展与温室气体减排的压力,我国的选择只能是化压力为动力,寻求低碳发展道路。

发展低碳经济可以有效缓解我国资源环境压力,应对全球气候变化。当前我国正处于快速工业化、城市化进程中,对资源的消耗(尤其是矿产资源)仍有较大的增长空间,然而我国资源供给已远远不能满足经济发展的需要。伴随着资源的高消耗,我国经济发展还呈现出环境污染排放强度大的特征。借鉴国际发展低碳经济的能源和产业的先进技术和经验,通过加强与发达国家在碳排放市场中的合作,推动国内低碳经济的发展,这无疑会有助于我国改变高消耗、高排放、低效益的社会经济发展模式,特别是低碳经济中对传统化石能源利用的技术革新,对我国以煤炭为主的能源利用方式更有价值。

发展低碳经济的理念也体现在我国政府制定的相关政策中。面对全球气候变化和国内资源环境压力,国家经济政策和行业政策的制定都凸显了发展低碳经济的重要性和必要性。国家“十一五”规划明确提出提高能源效率,要“低投入、高产出,低消耗、少排放,资源循环”;《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》更是将能源与环境作为重点研究领域加以支持,进行节能减排,控制温室气体排放,以提升应对气候变化及全球环境公约履约能力;在科技部发布的《中国应对气候变化科技专项行动》中,更是明确提出走低碳经济发展之路。中国发展低碳经济,顺应世界潮流、合于中国国情,是落实科学发展观、实现可持续发展的必由之路。这同全国雷厉风行地节能减排,建设资源节约型、环境友好型社会,从根本上摒弃大量消费、大量废弃的传统模式,积极推进生态文明建设,在方向上是完全一致的。

(3) 开展中国低碳经济定量评价是我国发展低碳经济和应对气候变化的一种有效技术分析手段

发展低碳经济是一项系统工程,低碳经济定量评价更是一项由气候专家指导下的融合数值模拟、数据库开发、应用软件开发等多领域、多层次人员构成的复杂系统工程。虽然当前关于能源、环境、经济的模型为数不少,但我国的研究还相当薄弱,而且随着社会经济和环境科学研究的发展,这些模型的结构和参数都难以适应新的环境科学发展的需求。尤其是低碳经济提出后,国家迫切需要一个能综合反映碳排放与社会经济发展的应用技术手段衡量国内低碳经济发展过程中存在的矛盾与问题,同时与国外低碳排放国家相比较,也迫切需要采取有效手段减缓在提升国内社会经济发展中的碳排放,从而实现社会经济持续发展与温室气体减排的有机统一。所以,中国目前庞大的发展需求和较低的技术水平预示中国巨大的温室气体减排潜力,在发展中寻求减排、走低碳经济发展道路,是中国化解国际压力且符合国情的双赢选择。因此,通过开展低碳经济定量研究,一方面,预测未来我国发展低碳经济的行业重点和区域重点,为指导社会经济发展与环境保护之间的关系提供决策参考;另一方面,通过对中国低碳经济发展潜力和时空格局规律的剖析,使我国在需要承担温室气体减排或限排义务时,能够很好地参与国际合作和开展碳排放交易,指导我国实现温室气体减排目标。

本书编写章节负责人分工如下:第一章庄贵阳,第二章鲁春霞、张雷、蒋金荷,第三章庄贵阳、鲁春霞、付加锋,第四、五章蒋金荷,第六章张雷、李艳梅、程晓凌,第七章李艳梅、李江苏,第八章付加锋、高庆先。参加编写人员有师华定、王占刚、马占云、郑林昌、耿丽敏、夏宾、宋飞、唐笑飞等。

本书的出版得到了国家环保公益性行业科研专项资金(200809151)的资助,得到了许多前辈和朋友的大力支持,如国家发改委能源所的姜克隽研究员、胡秀莲研究员,清华大学的陈文颖教授,郑州大学的于鲁冀教授等,中国环境科学出版社的刘璐处长也为此倾注了大量心血,在此表示深深的谢意。

本书旨在与广大对气候变化和低碳经济感兴趣的同行们共同探讨推动我国低碳发展的方式方法,制定合理的碳减排目标。由于温室气体减排是一项非常复杂的系统问题,而作者能力水平有限,书中尚有很多不足和疏漏之处,敬请广大读者指正。

编者

2011年10月

目 录

第一章 低碳经济理论与实践	1
1.1 全球向低碳经济转型的主要驱动力	1
1.2 低碳经济转型的国际趋势	4
1.3 国际低碳经济政策与实践	6
1.4 低碳城市建设的国内外探索	16
1.5 低碳经济的内涵与核心要素	21
1.6 中国发展低碳经济的机遇与挑战	23
第二章 中国碳排放特征分析	27
2.1 中国能源碳足迹评价	27
2.2 中国碳排放的时空趋势	38
2.3 工业部门碳排放	52
2.4 交通运输业的能源消费和碳排放	78
2.5 农业部门碳排放分析	92
第三章 低碳经济指标体系与发展水平评价	100
3.1 低碳经济评价指标体系与方法	100
3.2 低碳经济发展水平现状评价	108
第四章 中国低碳经济综合评估模型	149
4.1 开发中国低碳经济模型的意义	149
4.2 气候变化评估模型（IAM）概述	150
4.3 中国碳排放模型研究现状	154
4.4 中国低碳经济综合评估模型（LIAM）	156
第五章 模型计算和低碳发展情景分析	163
5.1 经济发展和能源碳排放现状	163
5.2 碳税对国民经济的影响分析	168
5.3 低碳情景模拟计算	172
5.4 低碳经济发展潜力分析	175

5.5 结论及需要深入研究的工作	177
第六章 中国结构节能减排潜力分析	180
6.1 中国产业结构演进过程及特征	180
6.2 中国能源消费的行为特征	182
6.3 中国产业结构节能减排的潜力分析	189
6.4 未来中国结构节能减排的风险分析	194
第七章 中国低碳经济发展路径选择	196
7.1 低碳消费	196
7.2 低碳生产	201
7.3 低碳能源开发	206
7.4 注重协同控制	211
第八章 低碳经济转型的政策措施	215
8.1 国外低碳经济政策借鉴	215
8.2 我国低碳经济政策建议	218

第一章 低碳经济理论与实践

由人为温室气体排放所引起的全球变暖问题日益引起国际社会的广泛关注。从《联合国气候变化框架公约》签署到《京都议定书》生效，再到哥本哈根谈判艰难上路，关于发展权与排放权的讨论不断升级，也催生了低碳经济发展理念。虽然低碳经济发展道路在国际上越来越受到关注，但何为低碳经济，如何从传统的依赖化石能源的高碳排放经济走向低碳经济形态，需要对低碳经济的概念、内涵和评价方法做深入细致的分析。作为世界温室气体排放大国和最大的发展中国家，中国更应该寻找一条低碳发展之路，以便在保障社会经济发展的前提下参与全球减排行动。

1.1 全球向低碳经济转型的主要驱动力

世界正处在一场新的工业革命的开始，新工业革命的驱动力是对能源和气候安全方面的重视。能源的高价格和供给的波动性正激励着各国更有效地利用能源。日益紧张的全球石油和天然气供给也为新技术的开发提供了足够动力。针对这一新的现实，政策制定者和企业家们开始调整在贸易、融资和生产计划方面的决策。不过真正推动这种决策调整的是对未来的展望，这种展望关乎向低碳未来转型所带来的潜在经济与政治利益——而不是转型的成本考虑。

1.1.1 保障全球气候安全

既然低碳经济是在气候变化背景下产生的，那么，保障气候安全就成为全球低碳转型一个重要的政治驱动力。自 IPCC 在 2007 年发布了其第四次评估报告以后，对于人类活动和气候变化之间联系的怀疑正在逐渐消失。虽然对于全球气候变暖的科学性以及可能影响的严重程度等还存在不同的声音，比如一些批评家认为，应对气候变化的成本是昂贵的、确定的和近期的，而风险是不确定的和长期的。但是越来越多的观点认为，等待和观望既不能减少不确定性也不能减少行动成本，推迟行动只会增加风险和成本，现在必须要采取行动。

根据《巴厘行动计划》，国际社会计划于 2009 年 12 月在哥本哈根联合国气候变化会议上就 2012 年以后的国际气候制度安排做出最后决定。科学家们已经反复强调时间的紧迫性，如果国际社会在哥本哈根不能就后京都国际气候制度做出决定，那么我们这个社会所面对的气候风险将非常严重。虽然 IPCC 报告不允许就具体的目标提出建议，但它所给出的证据已经表明，把全球温升控制在工业革命前水平 2°C 以内，可以大大减少气候风险，我们目前还有很大的机会避免最严重的气候变化风险发生。IPCC 第四次评估报告绘制的可选择的发展路径是全球排放最迟要在 2020 年前达到峰值，到 2050 年排放水平至少在

1990 年水平上减少 50%，并设定雄心勃勃的中期目标。这虽然是一项艰巨任务，但许多研究已经表明，越早采取行动越经济可行。如果到 2030 年把大气温室气体（折 CO_2 当量）浓度稳定在 $445\sim 535\ \mu\text{L/L}$ ，宏观经济成本将为 GDP 减少 3%；如果 2050 年把大气温室气体浓度稳定在同样的水平，宏观经济成本为 GDP 减少 5%。

1.1.2 避免被高碳投资锁定

未来 10 年碳排放的继续增长意味着为了稳定全球气温需要更大幅度减排。荷兰环境评价机构进行的研究表明，如果全球排放推迟 10 年达到高峰，那么每年所需要的最大减排率将翻倍，超过 5%，相对于立即采取行动，将导致更高的成本，因为现存的基础设施和设备需要在其经济生命周期前淘汰。为了避免被锁定在碳密集投资中，今天需要做出严肃的决定确保以经济最优的方式过渡到低碳未来。

所谓“锁定效应”，是指基础设施、机器设备及个人大件耐用消费品等，其使用年限都在 15 年乃至 50 年以上，其间不大能轻易废弃，即技术与投资都会被“锁定”。换句话说，锁定效应就是事物的发展过程对初始路径和规则选择的依赖性，一旦选择了某种道路就很难改弦易辙，以致在演进过程中进入一种类似于“锁定”的状态。目前，像中国这样经济高速发展的发展中国家，正面临这样一个有可能造成重大气候影响的“锁定效应”状况。换句话说，今天关于基础设施需求和消费模式的决策对全球稳定温室气体排放的努力具有决定性的影响。为了给未来保持一个气候安全的世界，我们需要避免锁定在高碳密集的选择，发展中国家应该采取不同寻常的发展路径。

诸如电厂、交通之类高载能部门很容易发生锁定效应。以电力部门为例，在今后 25 年，全球能源供应基础设施建设需要投资 22 万亿美元，仅中国便需要 3.7 万亿美元。据估计到 2030 年，将新增发电能力为 126 万 MW 的发电站，其中 70% 为燃煤电站。中国在积极发展电力的过程中，如果未能避免传统燃煤发电技术的弊端，则这些电站 50 年后还会像现在这样较多地排放碳。尽管当前采用低碳技术的初始投资成本可能高于高碳技术，但在未来几十年的使用周期内，由于发电机组采用效率更高的低碳技术，碳排放会持续减少。由此可见，大规模、高效率的国际低碳技术转让对于发展中国家克服技术的“锁定效应”能够起到重要作用。如果在国际低碳技术开发与转让方面没有取得进展，一旦错过发展中国家进行大规模基础设施建设的黄金时期，使得“锁定效应”成为现实，全球可能为之付出高昂的气候代价。

1.1.3 确保能源安全

能源安全是低碳未来一个重要的方面。当今世界，日趋紧张的供需形势、不断攀升的国际油价、对能源产地和通道的战略竞争和能源使用带来的环境污染等问题使得能源安全问题已经成为全球最高政治会晤的首要议题。国际能源机构指出，当前世界能源体系正面临着实现向低碳、高效、环保的能源供应体系的迅速转变。能否成功解决这个问题，将决定未来人类社会的繁荣与否，可以说现在急需的是一场能源革命。目前全球能源供应和消费的发展趋势，从环境、经济、社会等方面来看具有很明显的不可持续性。为防止全球气候产生灾难性的和不可逆转的破坏，最终需要的是对能源的来源进行去碳化，确保全球能源供应，同时加速向低碳能源体系过渡，需要国家和地方政府采取强有力的措施，以及通

过参与国际协调机制来实现。

当前,以石油、煤炭为代表的化石能源消费占世界一次性能源消费总量的 90%。BP 世界能源统计认为,以目前的开采速度计算,全球化石能源可供生产年限:石油 40 年;煤炭 162 年;天然气 65 年。可见,为了确保全球能源安全,必须实施多元化的能源战略。即便没有气候变化这一话题,在 100 年以后,我们的世界也必须依赖于无碳的能源。

实施能源多元化战略,积极开发新能源和可再生能源成为许多国家能源安全政策的核心内容。目前,核能、水能、氢能、太阳能、风能、潮汐能等比较洁净的能源在世界各地都已得到不同程度的利用。特别是随着科学技术的进步,人类对可再生能源的认识不断深化,可再生能源的开发利用日益受到重视。然而,受地域、时间、技术和资源多寡等多方面因素的限制,上述能源在大规模推广方面还存在一定困难。面对世界经济的飞速发展和能源需求的不断增加,加快能源研究步伐、开发矿物燃料的替代能源,已成为摆在全人类面前的一项紧迫的任务。

1.1.4 应对金融危机带来的机遇

由美国次贷危机引发的金融海啸和全球经济减缓为低碳经济转型提出了新的机遇。低碳经济,不仅可以成为度过目前经济困难的有效方式,而且是确保经济持续增长的最可行手段。为稳定金融体系和经济增长,各国相继或联合推出了激进的货币政策和财政政策,制定了上万亿美元的大规模救市方案。如果这些资金投向传统经济领域,即便由于投资拉动作用,可以促使经济暂时摆脱危机,那么将来也将付出沉重的碳减排代价。

在 2009 年 4 月初 20 国集团(G20)峰会开幕前夕,联合国环境规划署又发表了一份《全球绿色新政政策概要》报告,呼吁各国领导人实施绿色新政,做出有远见的战略考虑,为全球经济的可持续发展奠定坚实的基础。报告呼吁各国领导人在两年内(2009—2010 年)将全球国内生产总值的 1%、约 7 500 亿美元投入可再生能源等五个关键领域。这五个领域包括:提高新旧建筑的能效;发展风能、太阳能、地热、生物质能源等可再生能源;推广清洁能源车辆,发展高速列车、公共汽车等便捷公交系统;对淡水、森林、土壤、珊瑚礁等地球生态基础设施进行投资;发展包括有机产品在内的可持续农业。报告估计,到 2030 年前向可再生能源领域投资 6 300 亿美元将能够至少新增 2 000 万个就业岗位,其中风能部门有 200 万个、太阳能部门有 630 万个、生物质能部门有 1 200 万个。

金融危机爆发以来,多数发达国家进一步明确和提升了节能环保和新能源产业的战略地位,已将其纳入国家发展战略,作为调整经济结构、刺激经济复苏、占领竞争制高点的支持产业和新的经济增长点。为稳定金融体系和经济增长,当下世界各国推出的一系列经济刺激计划,都带有明显的“绿色新政”印记。

1.1.5 抢占经济竞争制高点的需要

全球应对气候变化行动引发国家间在政治、经济、贸易方面的激烈竞争,成为中国推进技术自主创新的巨大驱动力和重要机遇。发达国家在支持和鼓励低碳经济发展的同时,正试图通过新一轮的国际规则、新一代的领先技术,以节能环保产业为载体,确保其在国际竞争中的优势地位。美国和法国等发达国家推行碳关税的深层目的是寻找下一轮引领世界经济潮流的经济增长点,巩固其在未来以低碳化为核心的绿色经济中的主导地位,以振

兴和提高其国际竞争力和全球影响力。尤其是通过主导国际节能环保标准的制定,发达国家迫使发展中国家以高昂代价进口其技术装备,限制和阻碍发展中国家的产品输出。因此,技术创新已成为实现低碳发展的关键对策,各国均把应对气候变化的核心技术作为技术创新体系的重要领域,以超常规措施大规模发展和推广低碳技术。在新一轮以低碳能源技术为标志的技术创新和竞争中,很多方面发展中国家与发达国家同步开展研发,而且在很多研究领域已具有一定的优势。只有不断提高碳生产力,才能在未来低碳的竞争中处于不败之地。

1.2 低碳经济转型的国际趋势

虽然低碳经济理念已经得到多数国家的认可并付之行动,但对于发达国家和发展中国家来说低碳经济有着不同的内涵。发达国家着眼于低碳,其低碳经济目标是与控制温室气体排放的国际义务联系在一起的。发展中国家着眼于发展,强调在实现发展目标的同时,控制温室气体的排放,实现减排与发展的双赢。

1.2.1 欧盟

欧盟一直是应对气候变化的倡导者,积极推动国际温室气体的减排行动。自英国提出“低碳经济”之后,欧盟各国不同程度地给予积极评价并采取了相似的战略。欧盟委员会提出的《气候变化行动与可再生能源一揽子计划》(“The Climate Action and Renewable Energy Package”)①,旨在带动欧盟经济向高效率、低排放的方向转型,并以此引领全球进入“后工业革命”时代。根据该计划,欧盟承诺到2020年将可再生能源占能源消耗总量的比例提高到20%,将煤炭、石油、天然气等一次能源的消耗量减少20%,将生物燃料在交通能耗中所占的比例提高到10%。此外,欧盟单方面承诺到2020年将温室气体排放量在1990年的基础上减少20%,如果其他的主要国家采取相似行动则将目标提高至30%,到2050年希望减排60%~80%。

1.2.2 美国

在气候变化问题上,美国的态度一向与其他国家相左。由于没有签署《京都议定书》,美国受到了国际社会的普遍批评。但是在可持续能源发展方面,美国吸引的风险资本和私人投资最多,生产税收减免等联邦法规也对开发和利用可持续能源、发展低碳经济起到了积极的推动作用。2006年9月,美国公布了新的气候变化技术计划,美国将推动在新一代清洁能源技术方面的研发与创新,尤其是将提供资金用于开发燃煤发电的碳捕获与封存技术,并鼓励可再生能源、核能以及先进的电池技术的应用,通过减少对于石油的依赖来确保国家的能源安全和经济发展。在政府和市场的共同推动下,美国在当前和未来的温室气体减排技术和发展低碳经济方面有可能获取全球优势。事实上,在金融危机的影响下,低碳技术与新能源经济已经成为美国经济振兴计划的重要战略选择。

2009年6月,美国众议院通过了旨在降低美国温室气体排放、减少美国对外国石油依

① 该综合计划由欧盟委员会于2008年1月23日提出,2008年12月12日通过。

赖的《美国清洁能源安全法案》。该法案规定的减排目标为：至 2020 年，二氧化碳排放量比 2005 年减少 17%，至 2050 年减少 83%。尽管这一中期目标与国际社会的期望相距甚远，美国在应对气候变化的立法过程依然面临诸多挑战，但该气候变化法案的出台，仍然标志着美国在减排方面迈出了重要一步。

1.2.3 英国

英国是最早提出“低碳”概念并积极倡导低碳经济的国家。2003 年，英国政府在《能源白皮书》中提出了温室气体减排目标：计划到 2010 年二氧化碳排放量在 1990 年水平上减少 20%，到 2050 年减少 60%，到 2050 年建立低碳经济社会。2007 年 6 月，英国公布了《气候变化法案》草案，明确承诺到 2020 年，削减 26%~32% 的温室气体排放，到 2050 年，实现温室气体的排量降低 60% 的长远目标。在发布《气候变化法案》的同时，英国出台了《英国气候变化战略框架》，提出了全球低碳经济的远景设想，指出低碳革命的影响之大可以与第一次工业革命相媲美。

通过激励机制促进低碳经济发展是英国气候政策的一大特色。英国气候变化政策中的经济工具包括气候变化税、气候变化协议、英国排放贸易机制、碳基金等。各种经济工具，不仅各具特色，而且是一个相互联系的有机整体。其中碳基金公司（The Carbon Trust）是英国政府支持下的一家独立公司，成立于 2001 年，其任务是通过与各种组织、机构合作，减少碳排放量，促进商业性低碳技术开发利用，加速向低碳经济的转型。其业务主要包括 5 个相互补充的重要领域：阐释与气候变化相关的商业机遇，帮助政府和企业做出更佳决策并采取有效行动，推动低碳发展战略；提出碳减排方案，帮助企业和公共部门寻找碳减排的最佳时机和实现路径；汇集关键性技术及资源，扶持创建低碳、高增长企业，加速发展低碳市场；通过创新发展具有商业前景的低碳技术，帮助它们尽早实现企业化并走向市场；给具有商业潜力的清洁能源企业提供投资，同时以商业回报鼓励其他社会资金投向低碳经济发展。

1.2.4 日本

日本是《京都议定书》的诞生地。根据 2008 年日本提出的“福田蓝图”，其减排长期目标是到 2050 年温室气体排放量比目前减少 60%~80%，把日本打造成为世界上第一个低碳社会。作为世界第二大经济体，日本是世界上主要能源消费大国。近几年来，日本不断研发的新能源技术使能源利用效率大幅度提高，新能源开发利用展现出扭亏为盈的倍增趋势，使日本经济的抗风险能力不断增强，大大降低了对传统能源的依赖程度。日本已经在不知不觉中谋求着从“耗能大国”到“新能源大国”的转变。2008 年 7 月，日本政府选定了包括横滨、九州、带广市、富山市、熊本县水俣、北海道下川町 6 个不同规模的城市作为“环境模范城市”，以表彰和鼓励它们积极采取切实有效措施防止温室效应。此外，重启太阳能鼓励政策，将是日本经济转型中的核心战略之一。2009 年日本把发展太阳能首次被正式列入日本经济刺激计划，足见太阳能能源的受重视程度。

1.2.5 瑞典

早在 1991 年，瑞典就开始对油、煤炭、天然气、液化石油气、汽油和国内航空燃料

征收二氧化碳税，其税基是燃料的平均含碳量和发热量。瑞典政府希望与国际合作把大气温室气体浓度稳定在 550×10^{-6} ，这意味着瑞典的人均排放在 2050 年应该低于 4.5 t CO_2 当量，相当于在当前水平减排超过 40%。2009 年 2 月，瑞典执政的温和党、人民党、中央党和基督教民主党四党派就瑞典可持续发展的能源政策达成一致并发布了政策文件。该政策文件指出，瑞典的能源和气候政策应该建立在环保、竞争力和安全三大基石之上。该能源政策的目标是到 2020 年，使瑞典的可再生能源比例提高到 50%。瑞典国内可实现减排任务的 2/3，其余的 1/3 将通过在其他欧盟国家投资和 CDM 机制等实现。为实现上述目标，瑞典政府将推出一些经济调节措施，如提高二氧化碳税和其他能源税等。

1.2.6 巴西

巴西是推动生物燃料业发展的先锋，也是当前生物燃料业发展较为成功的范例。作为世界上最大的甘蔗种植国，巴西每年甘蔗产量的一半用来生产白糖，另一半用来生产乙醇，代替汽油作为机动车行驶的燃料。近几年来，由于过高的汽油价格和混合燃料轿车的推广，巴西燃料乙醇工业更是得到了长足的发展。在混合燃料轿车需求的拉动下，巴西燃料乙醇的日产量从 2001 年的 3 000 L 增加到 2005 年的 4 500 万 L，已能满足国内约 40% 的汽车能源需求。如今，与其他竞争燃料相比，巴西的乙醇燃料在价格上已具有竞争性。除了燃料乙醇外，巴西政府于 2004 年颁布了有关使用生物柴油的法令，规定在 2007 年前允许柴油批发商在柴油中添加一定比例的生物柴油；从 2008 年起，全国市场上销售的柴油必须添加 2% 的生物柴油；到 2013 年添加比例应提高到 5%。此外，巴西还出台了相应的鼓励政策与措施。

1.3 国际低碳经济政策与实践

2007 年 IPCC 第四次科学评估报告发表后，尤其是“巴厘路线图”达成后，低碳经济理念受到国际社会的广泛关注，全球向低碳经济转型成为大势所趋。许多国家和地方政府都提出了雄心勃勃的政策措施以支持低碳转型，而且很多低碳转型框架是同国内或地方控制温室气体排放的目标相连的。一项有效的政策措施，需要克服向低碳经济转型的障碍，包括金融方面、资源与技术方面、市场与消费方面等。所有国家实现低碳转型的路径，都需要协调和发挥各种政策措施的综合作用，因为在很多时候，单一政策可能发挥有效作用，但也可能会失灵。

这些政策手段大致分为 4 类。第一类是法律法规等命令控制手段，如国家规划、国家发展目标、强制性标准及标识等；第二类是财税引导与激励手段，如财政补贴和税收优惠等；第三类是基于市场的灵活机制，如合同能源管理、排放权交易等；第四类是信息支持及自愿性行动等鼓励公众参与的手段。一般来说，法律法规类和财税引导类政策的减排有效性高而成本也较高，市场机制类政策的减排有效性较高而成本较低，自愿行动的成本有效性较高而减排有效性略差。