

Study on Development Patterns of Low-Carbon Economy in China

Xiaolin Wang, Changsheng Ji, Shuang Zhou

School of Mines, China University of Mining and Technology, Xuzhou, Jiangsu, China, 221116

Email: graciouswxl@126.com

Abstract: Based on the concept of low-carbon economy and the theory and practices domestic and abroad, the major problems faced by low-carbon economy of China have been analyzed. After proposing the recommended development patterns of low-carbon economy, the measures and suggestions from the technology and policy point of view have also been put forward.

Keywords: low-carbon economy, development patterns, measures

中国低碳经济运行模式研究

王晓琳, 姬长生, 周爽

¹中国矿业大学矿业工程学院, 江苏徐州, 221116

Email: graciouswxl@126.com

摘要: 在介绍了低碳经济的概念、国内外理论研究和实践的基础上, 论文分析了中国发展低碳经济面临的主要问题, 提出了构建以技术、政策层面为支撑的低碳经济发展模式, 以及相应的措施和建议。

关键词: 低碳经济; 发展模式; 措施

1 引言

全球气候变暖给社会和世界经济的发展造成严重损失, 甚至直接威胁到人类的生存, 引起全球的极度关注和现有经济发展模式的反思。大量温室气体排放引发全球气温变化的现象及人们越来越多的关注, 使低碳经济的理念应运而生。世界各国针对如何发展低碳经济做出了积极的研究和探索, 积累了许多有益的经验。发展低碳经济成为人们转变传统高能耗、高污染的经济增长方式, 大力推进节能减排, 促进世界经济共同发展的共同选择。

2 低碳经济 (Low-carbon Economy)

2.1 低碳经济的提出

作为具有广泛社会性的前沿经济理念, 低碳经济其实没有约定俗成的定义, 其涉及广泛的产业领域和管理领域。

低碳经济首先于 2003 年由英国在能源白皮书《我们能源的未来: 创建低碳经济》^[1]中提出。在能源白皮书中对低碳经济的描述是: 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。

随后又出现了一系列的“低碳”名词, 如“碳汇”、“碳税”、“碳交易”、“碳足迹”、“碳中和”、“低碳技术”、“低碳发展”、“低碳生活方式”、“低碳世界”等新概念。

2.2 低碳经济国内外研究现状

自英国提出低碳经济的概念后, 国内外学者从低碳经济概念、理论、技术、评价与政策等方面给予了自己的理解和探析。

2.2.1 从概念的角度研究低碳经济

中国著名低碳经济学家张坤民教授认为低碳经济是目前最可行的可量化的可持续发展模式。定义为:

“低碳经济是以低能耗、低污染、低排放为基础的经济模式, 是人类社会继农业文明、工业文明之后的又一次重大进步。低碳经济实质是高能利用效率和清洁能源结构问题, 核心是能源技术创新、制度创新和人类生存发展观念的根本性转变”^[2]; 华能技术经济

江苏省研究生培养创新工程资助项目 (项目编号: CX09B_121Z)

研究院谢进认为：“低碳经济是以能效技术、可再生能源技术和温室气体减排技术的开发和运用为核心，以市场机制、制度框架和政策措施为先导，以减少化石燃料消耗和温室气体排放为标志，以经济社会与生态环境相互和谐为目标的新型发展模式”^[3]；中国学者庄贵阳认为，低碳经济的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。即依靠技术创新和政策措施，实施一场能源革命，建立一种较少排放温室气体的经济发展模式，减缓气候变化^[4]；游雪晴等认为“低碳经济”就是以低能耗、低污染为基础的经济^[5]；刘细良强调现代意义上的低碳经济是对人与自然、人与社会、人与人和谐关系的一种理性认知。^[6]

2.2.2 从技术的角度研究低碳经济

中国科技部在相关科技计划中，已对节能和清洁能源、可再生能源、核能、碳捕集和封存、清洁汽车等具有战略意义的低碳前沿技术开发进行了部署并加大了投入力度；中国科学技术发展战略研究院软科学处处长赵刚说：中国在低碳技术领域的自主创新能力正在快速提高，一大批成熟的低碳技术正在得到推广和应用，新的更有效的低碳技术正在国家的大力支持下研发出来并产业化应用；2008年1月份，清华大学低碳能源实验室正式成立，清华大学校长顾秉林院士表示，清华大学低碳能源实验室将重点研究我国未来能源和节能减排的关键科学问题、先端技术问题、发展战略和技术路线，通过与合作企业实现重大技术集成和产品示范。

2.2.3 从经济的角度研究低碳经济

气候集团在发布的报告《赢余：低碳经济的成长》中介绍了低碳经济的概念，回顾了市场的发展并分析了低碳经济道路带来的收益，表明低碳经济具有更高的投资回报率，能够显著地增加产量、缩短生产周期、提高生产可靠性、改善产品质量、改善工作环境并鼓舞员工士气，在新增就业方面具有出色的潜力，其增长速度也大于其它经济形态^[7]；受英国政府委托，由前世界银行首席经济学家、现任英国政府经济顾问尼古拉斯-斯特恩爵士(Nicholas Stern)领导编写的《斯特恩回顾：气候变化经济学》^[8]，详述了气候变化造成影响的经济代价和相关温室气体减排的花费和收益。

2.2.4 从评价的角度研究低碳经济

Johnston 等学者探讨了英国大量减少住房 CO₂ 排放的技术可行性，认为利用现有技术到本世纪中叶实现 1990 年基础上减排 80% 是可能的^[9]；Treffers 等学者探讨了德国在 2050 年实现 1990 年基础上减少温室效应气体 (Greenhouse Gas, GHG) 排放 80% 的可能

性，认为通过采用相关政策措施，经济的强劲增长和 GHG 排放的减少的共同实现是可能的^[10]；Kawase 等学者回顾和描绘了长期气候稳定的情景，将排放变化分解为三个因素：CO₂ 强度、能源效率和经济活动等，指出为实现 60%-80% 的减排目标，总的能源强度改进速度和 CO₂ 强度减少速度必须比以前 40 年的历史变化速度快 2-3 倍。^[11]

3 国内外发展低碳经济的实践

3.1 国内发展低碳经济的实践

2008 年 8 月在北京召开的第 29 届奥运会，最大限度地应用“零排放、无污染”燃料电池汽车，用以承担运送工作和物流、后勤等服务任务，充分体现“绿色奥运、科技奥运、人文奥运”理念。科技部还实施了科技奥运行动计划，应用绿色能源、清洁汽车、节水循环、节电照明、智能交通等，既节能又环保，是国内“低碳技术”综合应用的一个特例。

在可再生能源的应用方面，中国拥有五家世界上最为庞大的太阳能公司，风力发电的规模也类似。英国兰卡斯特大学一名高级研究所研究助理说，很多中国煤炭企业拥有相当先进的脱硫技术，但是他们为了节省成本而不加以使用，可见技术不是最大的瓶颈，重要的是要建立一套适合低碳技术应用的管理体制和运行机制，同时还需要有效解决成本问题。

3.2 国外发展低碳经济的实践

3.2.1 美国

美国加利福尼亚州自 2006 年开始通过州一级立法来鼓励减缓温室气体排放的努力。加州通过法律明确，到 2020 年使温室气体减少至 1990 年的水平，大约实现现有水平 25% 的减排。加州政府要求 20% 的能源要来自于可再生能源。同时，最大限度地提高能效，如制定建筑能效标准等。实施能效标准特别是建筑标准，每年大约节省 60 亿千瓦时的电，相当于减少了 24 座电厂的建设，而且节省能源和资金。另外还投入研发智能照明的技术，即在没人的情况下，灯具会自动关闭。

3.2.2 挪威

挪威计划于 2050 年之前把温室气体排放量降低 50%-80%。低碳技术的重点是碳捕获和碳储存技术、风能（尤其是海上风能的开发）、家用生物质颗粒燃料炉和木质燃料炉以及壁炉、生物燃料、太阳能电池、氢能技术。对可再生能源资源的开发给予明确、固定和长期的补贴。在交通领域逐步引进低排放和零排放温室气体的交通工具，例如混合燃料汽车、轻质柴油燃料汽车、电动汽车和燃料电池汽车。逐步引进不产

生 CO₂ 的燃料, 例如生物乙醇、生物柴油、沼气和氢能。通过改善物流和城市规划来减少对运输的需求。开发并逐步引进低温室气体排放量的船舶。

4. 中国发展低碳经济存在的问题

4.1 能源结构以煤为主, 而且是高碳能源结构

煤炭在中国的一次能源消费结构中, 比重超过 2/3, 燃煤发电约占电力结构的 80%, 煤多、油少、气不足的资源条件, 决定了我国在未来相当长一段时间内煤炭仍将是主要一次能源。2009 年, 国内一次性能源消费结构中, 煤炭占 68.7%, 石油占 18%, 天然气占 3.4%, 可再生能源占 9.9%。这与世界能源消费结构中以石油、天然气为主的格局大不相同。根据中国的能源资源条件, 到 2020 年中国的能源结构中煤炭比重仍将维持在 60% 以上。由表 1 可以看出, 煤炭产生 CO₂ 的数量要远远高于石油、天然气等能源, 煤炭消费比重大, CO₂ 排放强度较高, 导致在经济发展过程中“高碳”特征非常明显。随着经济发展, 我国对能源的需求将越来越大, 煤炭的消耗会随之大幅度提高, 由此带来的 SO₂、NO、CO₂ 等污染气体的排放也将进一步增加。

Table 1. Carbon dioxide emission from different energy forms

表 1. 不同的能源形式产生二氧化碳数量的比较^[12]

不同燃烧产生二氧化碳的计算方法	煤炭	石油	天然气	可再生能源
燃烧每吨物质产生的二氧化碳 (吨)	0.70	0.54	0.39	0
单位热量燃烧产生的二氧化碳 (天然气为 1)	1.61	1.19	1.00	0

4.2 能源消费加速增长

当前中国正处于工业化、城市化、现代化快速发展时期, 随着经济社会不断发展, 人口数量不断增加, 城市和农村基础设施建设以及居民消费结构升级, 对能源需求不断增加, 呈现快速增长的态势, 能源消费总量从 2000 年的 13.86 亿吨标准煤上升至 2009 年的 30.66 亿吨标准煤, 年均增长 13.4%, 能源消费在短期内将延续加速增长的趋势, 专家预测, 到 2020 年中国能源需求量将达到 45 亿吨标准煤以上。

4.3 产业结构以高碳的第二产业为主

目前, 中国正处于快速工业化的发展阶段, 经济的主体是第二产业, 决定了能源消费的主要部门是工业, 特别是重化工业发展比较迅速, 水泥、钢材、石化等高耗能的行业含碳量非常高。低能耗的第三产业和服务业发展滞后。这给我国发展低碳经济带来了很大的压力。如何提高这些行业的生产水平和技术, 在生产最好的产品的同时使碳的排放量达到最小是我们今后应该关注和研究的问题。

4.4 总体技术水平落后

技术创新是发展低碳经济的关键, 但我国在低碳技术的研发方面还面临诸多困难, 是由“高碳”经济向“低碳”转型的最大挑战。主要表现为三点。第一, 虽然意识到研发和广泛应用低碳技术的重要性, 而且建立专门研究机构对低碳技术进行研发, 可是这些研究都缺乏系统的理论指导; 第二, 虽然加大了对低碳技术研发和应用的投资力度, 但是款项的来源、投资途径以及投资对象的确定和投资数额的确定等都缺乏明确的标准; 第三, 缺乏完整有效的政策支持体系已有不少相关法律法规和激励政策出台, 可是对低碳技术的评判标准还没有严格的细化。

5. 构建我国低碳经济模式及其实现的途径

低碳经济目标的实现是一项宏大的系统工程, 需要站在全球及国家的层面加以规划。研发低碳技术及制定国家宏观政策是构建低碳经济模式的两大支撑体系, 如图 1 所示。

从技术层面主要通过以下三方面实现:

(1) 源头治理: 即为了社会发展利用什么样的能源以及怎样利用能源; 这就涉及到了如何开发利用新能源以及合理有效地利用现有的常规能源; 发展可再生能源;

(2) 过程治理: 即在利用能源的过程中, 怎样改进技术设备和转变能源利用方式来尽量减少温室气体的排放;

(3) 末端治理: 即怎样尽量处理已经排放出的温室气体, 具体到“碳捕获”、“碳封存”和“碳转变”等技术。

从政策层面主要通过以下三方面实现:

(1) 政府: 在低碳经济模式中起到指导、引导和监督的作用;

(2) 市场: 创建有中国特色的碳排放交易市场体系, 将现有的市场体系引导到低碳方向;

(3) 企业和居民: 通过政府和市场作用, 引导企业生产方式的低碳化及居民生活方式的低碳化, 完成产业节能技术的升级、减排能力的提升, 形成低碳技术开发的大环境, 并积极开发低碳产品, 进行低碳消费引导、低碳理念教育和低碳生活宣传。

技术层面和政策层面之间是相辅相成, 相互作用的。技术层面离不开政策层面的指导和促进, 政策离不开技术层面的支持和保障。

最终都是为了实现低碳经济目标。

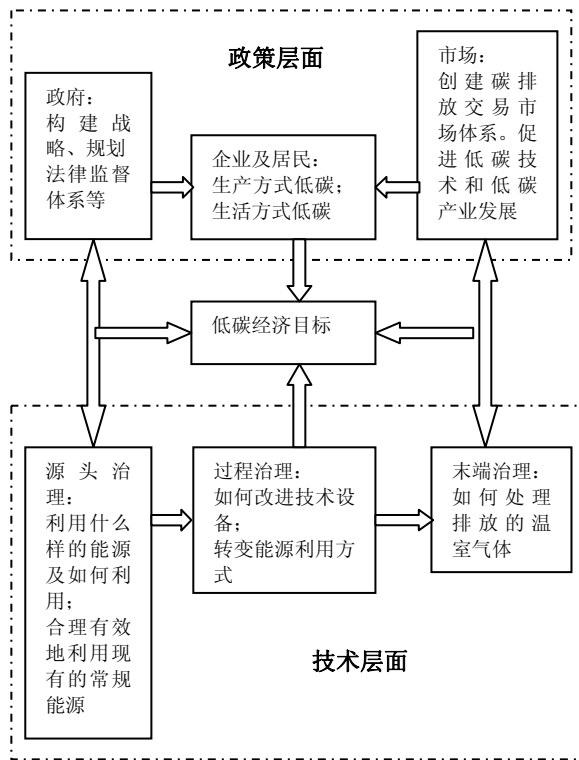


Figure 1. Development patterns of low-carbon economy
图 1. 低碳经济发展模式

5.1 从技术层面发展低碳经济模式

5.1.1 优化能源结构, 大力发展替代能源和可再生能源

低碳经济的实现要在源头上进行治理, 就是要调整能源结构, 合理有效地利用现有的资源, 积极开发替代能源和可再生能源。在近期, 中国应把节能和煤炭的清洁利用作为重点, 不断提高能源的利用效率, 加快新能源、可再生能源、低碳和固碳技术的研发; 在中期要大幅提高可再生能源的比重, 推进氢燃料等新能源技术以及碳收集与封存技术的应用; 更长远看, 建立以可再生能源、洁净煤、先进核能等为主体的可持续能源体系, 并加快开发清洁的替代能源。

5.1.2 积极鼓励技术创新, 努力提高低碳经济技术水平

从低碳经济的过程处理和末端治理中看, 短期内, 中国应该大力发展节能与能效提高技术, 如煤炭、石油和天然气的清洁、高效开发和利用技术, 可再生能源和新能源技术; 从中长期看, 中国的主要技术研究领域应当包括: 主要行业 CO_2 和甲烷等温室气体的排放控制与处置利用技术, 生物与工程固碳技术, 先进煤电、核电等重大能源装备制造技术, CO_2 捕集、利用与封存技术。不仅要大力发展先进低碳技术, 更要注重科技创新和低碳技术在其他行业中的应用, 以实现整个国民经济的低碳化。

5.1.3 设立碳基金, 激励低碳技术的研究和开发^[13]

目前, 我国设立了清洁发展机制基金和中国绿色碳基金, 主要资助碳汇项目, 还未用于低碳技术研发的支持和激励上。所以碳基金的目标应该除了关注碳汇的增加外, 更应该关注通过帮助商业和公共部门减少二氧化碳的排放, 并从中寻求低碳技术的商业机会, 从而帮助我国实现低碳经济社会。我国碳基金模式应以政府投资为主, 多渠道筹集资金, 按企业模式运作, 然后通过多种方式找出碳中和技术, 评估其减排潜力和技术成熟度, 鼓励技术创新, 开拓和培育低碳技术市场, 以促进长期减排。

5.1.4 用低碳理念规划和建设, 开展低碳经济试点

选择典型地区、城市和重点行业进行低碳经济试点, 借鉴国际经验将低碳理念引入建设低碳城市和基础设施的设计规范中。推广利用太阳能、选用节能型取暖和制冷系统、选用保温材料、使用节能灯和节能电器等; 有效降低日常生活中的碳排放量。重视低碳交通的发展方向。研发混合燃料汽车、电动汽车等新能源汽车, 使用柴油、氢燃料等清洁能源, 减轻交通运输对环境的压力。

5.2 从政策层面发展低碳经济模式

5.2.1 构建和形成国家低碳经济战略框架及法制保障体系

中国积极地借鉴、消化、吸收有关低碳经济的发展理念, 针对我国国情制定国家方案、行动规划、方针政策的基础上, 加快国家战略部署, 将发展低碳经济纳入中国“十二五”规划, 形成一个具有目标和可操作性总体思路与实施方案。同时, 还应建立发展低碳经济的法制保障体系, 为低碳经济的有效推动提供法律依据。

5.2.2 利用市场化机制, 建立中国的碳交易市场

全球各国纷纷建立碳交易市场, 但国内市场仍处于起步和探索阶段, 业务仅限于项目信息介绍服务, 还未成为真正意义上的金融交易平台。中国应积极借鉴发达国家的先进经验, 架构适合中国国情的碳交易市场, 为国际买家与中国企业交易搭建平台, 一是可以吸引更多的国际力量参与中国清洁发展机制项目合作, 有利于对国外先进技术的吸收和利用, 二是企业可通过出售碳排放权获利, 提高节能减排的主动性。

5.2.3 建立政府负责-社会协同-公民参与的社会管理的新型体制

发展低碳经济不仅是一个经济问题, 而且是涉及全体公民共同利益的社会问题, 同时也需要社会政策

的创新。要鼓励各种公益性的环保型基金和团体发展,发动民众参与,促进整个社会参与到发展低碳经济中来。加大宣传力度,使发展低碳经济成为社会的普遍共识,实行低碳生活;提高公众环境意识,扩大自愿碳信用交易市场,通过政府、企业、非政府组织或个人对自己排放的温室气体进行各种形式的补偿增加碳汇,让人们参与到“参与碳补偿,消除碳足迹”中来,实现碳中和。

5.2.4 以人为本,出台国家科技和人才政策以促进低碳经济发展

技术是低碳经济发展的关键要素,要培养自己的人才,形成自己的知识产权,这样才能利用后发优势,实现低碳的工业化。在科技人才的培养中,坚持“走出去和引进来”相结合的政策,进一步本土化人才的出国深造和外来人才的引进,可以为优秀人才的引进创造优厚的条件,重视科技人才的发展,真正落实以人为本。

致 谢

论文研究得到“江苏省研究生培养创新工程项目”基金的资助,论文作者在此向基金提供者表示衷心的感谢!

References (参考文献)

- [1] UK energy white paper: our energy future-creating a low carbon economy, 2003.
- [2] Zhang Kunmin, The china's low-carbon world: status, challenges and strategies, *China population resources and environment*, 2008,5 (3), P1-7.
张坤民, 低碳世界中的中国: 地位、挑战与战略, 中国人口·资源与环境, 2008, 5 (3), P1-7.
- [3] Xie jin, Low-carbon electricity is developed for lowering carbon emissions and sustainable development of power industry,

People's daily, 2008.7.7(15).

谢进, 发展低碳电力是减少碳排放、电力工业可持续发展的要求, 人民日报, 2008.7.7(15)

- [4] Zhuang guiyang, The ways and potential of developing low-carbon economy [J], *Studies in International Technology and Economy*, 2005, 8 (3), P79~87.
庄贵阳, 中国经济低碳发展的途径与潜力分析[J], 国际技术经济研究, 2005, 8(3), P79~87.
- [5] You xueqing, Luo hui, How far away is “Low-carbon economy” from us [N], *Science and Technology Daily*, 2007.7.22.
游雪晴, 罗晖, “低碳经济”离我们还有多远? [N], 科技日报, 2007.7.22.
- [6] Liu xiliang, Low-carbon economy and the development of human society [J], *Xinhua Digest*, 2009 (1), P26-27.
刘细良, 低碳经济与人类社会发展[J], 新华文摘, 2009, (1) P26-27.
- [7] Su jin, In the black: The growth of the low carbon economy [J], *World Environment*, 2007, (4), P32~34.
苏瑾, 赢余. 低碳经济的成长[J], 世界环境, 2007, (4):, P2~34.
- [8] Stern N. The economics of climate change: the stern review [M]. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2006.
- [9] Johnston. D. Lowe. R. Bell. M. An exploration of the technical feasibility of achieving co2 emission reductions in excess of 60% within the UK housing stock by the Year 2050 [J]. *Energy Policy*, 2005, (33), P1643~1659.
- [10] Treffers. T. Faaij. APC. Sparkman. J. Seebregts. A. Exploring the possibilities for setting up sustainable energy systems for the long term: two visions for the dutch energy system in 2050[J]. *Energy Policy*, 2005, (33), P1723~1743.
- [11] Kawase. R. Matsuoka. Y. Fujino. J. Decomposition analysis of co emission in Long-term climate stabilization scenarios [J]. *Energy Policy*, 2006, (34): P2113~2122.
- [12] Bao jian-qiang, Miao Yang, Chen feng, Low carbon economy: revolution in the way of human economic development, *China industrial economics*, 2008, 241 (4) P154~155
鲍健强, 苗阳, 陈锋, 低碳经济: 人类经济发展方式的新变革, 中国工业经济, 2008, 241 (4) P154~155
- [13] Fu yun, Ma yonghuan, Liu yijun, Niu wenyuan, Development Patterns of Low Carbon Economy[J], *China population resources and environment*, 2008, (3), P14~19.
付允, 马永欢, 刘怡君, 牛文元. 低碳经济的发展模式研究[J]. 中国人口资源与环境, 2008, (3), P14~19.