

Low-carbon Economy: Theoretical Study and the Development Road Selection in China

Liu Chuanjiang, Liu Hongci, Zhao Yingzhi

(Center for Economics Development Research, Wuhan University, Wuhan, 430072, China)

Abstract: Low-carbon economy is a basic economic pattern of economic development paradigm from the ecological civilization perspective. This article observed the development rules and practical development conditions of low-carbon economy in China. It discussed the development road selection in China through six aspects of development objective, development path, development emphasis, development method, crucial technology and institutional guarantee.

Keywords: low-carbon economy

低碳经济：理论考察与中国发展道路选择

刘传江，刘洪辞，赵颖智

(武汉大学经济发展研究中心，武汉，430072)

摘 要：低碳经济是生态文明视角经济发展范式下的基本经济形态。在考察低碳经济发展规律与中国发展低碳经济现实条件的基础上，从发展目标、发展路径、发展重点、发展手段、关键技术、制度保障六个方面探讨了中国低碳经济发展道路的选择。

关键词：低碳经济

一、低碳经济发展的理论考察

低碳经济是以“三低一高”(低能耗、低污染、低排放、高效能)为基本特点的经济(UK Department of Trade and Industry, 2003)。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相关的制度创新，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(庄贵阳，2005)。用经济学的语言来表达，低碳经济指的是在发展中排放最少的温室气体，同时获得整个社会最大的产出。

一个国家或地区的低碳经济发展会使得本国本地区经济社会发展状况和技术水平的制约。从日本学者茅阳一(Kaya, 1990)提出的计算生产活动产生的碳排放量的Kaya公式

$$CE_p = POP * \frac{GDP}{POP} * \frac{EC}{GDP} * \frac{CE_s}{EC}$$

可以看出，一个地区社会经济活动产生的碳排放量是该地区人口总量、人均GDP、单位GDP能源

消耗量和单位能耗碳排放量的连乘积，人口规模、人均国民生产总值、能源强度及碳排放系数是影响碳排放的四个基本因素。人口规模受历史因素、生育政策和育龄人口生育行为的影响；人均国民生产总值是经济发展所处阶段和经济发展水平的集中反映；能源强度和碳排放系数则是产业结构和成员装备技术水平的函数。

经济社会发展水平、技术创新和制度安排是低碳经济发展的主要促进或制约因素，它们对低碳经济发展的影响更多反映在国别及地区内部层面的差异性上面。对于发展中国家来说，尽管来自发达国家的资金和技术援助可以缩小处于不同发展阶段国家的差距，但由于受低碳经济本质上受内源型经济及发达国家援助相对有限的影响，经济社会发展所处阶段及水平不同国家发展低碳经济的起点落差依然显著，发展中国家面临推进工业化和实现低碳减排这一双重而又彼此冲突的任务，其制约因素及其受影响的程度与发达国家迥然不同，从而决定了发展中国家的低碳减排轨迹和目标也与发达国家不能同步并肩。

从历史的角度考察不同国家和地区的发展历程可以发现：经济发展与碳排放关系的演化依次遵循 3 个环境库兹涅茨曲线倒 U 型曲线规律，即碳排放强度倒 U 型曲线、人均碳排放量倒 U 型曲线和碳排放总量倒 U 型曲线规律。该过程意味着

经济发展与碳排放关系需要实现三次方向性的转变：从碳排放强度不断上升向碳排放强度稳定下降方向转变；从人均碳排放量不断上升向人均碳排放量稳定下降方向转变；从碳排放总量不断上升向碳排放总量稳定下降方向转变，如图 1 所示。

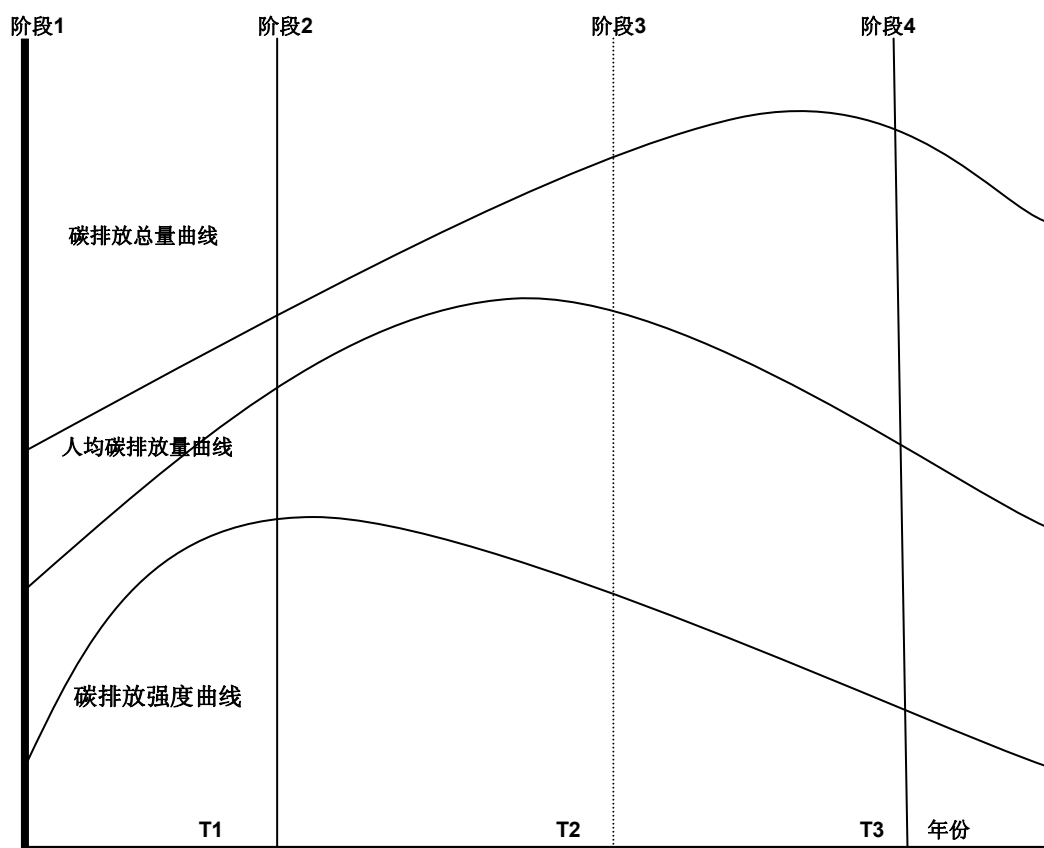


图 1 碳排放的一般路径：三个“过山车”

于是，根据 3 个倒 U 型曲线依次出现的规律，可以将一个国家或地区经济发展与碳排放的演化关系划分为 4 个阶段：（1）碳排放强度高峰前阶段（即碳排放强度不断上升阶段）；（2）碳排放强度高峰到人均碳排放量高峰阶段；（3）人均碳排放量高峰到碳排放总量高峰阶段；（4）碳排放总量稳定下降阶段。一般而言，第一阶段的跨越相对于第二、第三阶段比较容易实现。第四阶段即实现经济发展与碳排放的强脱钩是低碳经济努力的方向和目标。不仅如此，而且不同碳排放演化阶段的驱动因子的影响和贡献也有所不同：第一阶段碳排放增长主要由能源和碳密集型技术进步推动；第二阶段的碳排放主要由经济增长驱动的影响；第三阶段主要由碳减排技术进步推动；第

四阶段用于碳减排技术进步持久地占据绝对主导地位，使得碳排放总量下降。与此同时，各驱动因子在不同阶段，尤其是在碳排放强度高峰之前阶段与第三阶段，呈现一些规律性的变化趋势，主要表现为 CO_2 排放总量增长速度明显减缓、人口增长速度总体趋缓、碳排放强度由逐渐增强向逐渐减小方向转变、经济增长速度明显加快、人均 CO_2 排放量增长速度显著放缓^[3]。经济发展与碳排放的 3 个倒 U 型曲线规律意味着应对气候变化或者发展低碳经济不能脱离发展阶段和基本国情，必须循序渐进地往前推进。发展中国家发展阶段及其国情与发达国家的差距，决定了在碳减排进程和目标上应当坚持“共同但有区别的责任”原则。

上述发展态势和规律有助于我们从不同层面理解和界定低碳经济：第一种低碳经济情形是温室气体排放的增长速度低于国内生产总值的增长速度；第二种低碳经济情形是人均碳排放量越来越低；第三种低碳经济情形是碳排放量绝对下降；第四种低碳经济情形是实现区域的零碳排放。如果从动态的视角将这四种低碳经济情形视作是由高碳经济向零碳经济转型的依次路径，低碳经济便是其过程的总称。对发达国家来说，追求的应该是绝对低碳经济；而对于大多数发展中国家，近期的目标应该是相对低碳发展。

二、中国发展低碳经济的现实条件

在经济快速发展的阶段如何解决日益严峻的人口、资源、环境与工业化加快、经济快速增长的矛盾，是当今中国无法回避的现实课题。一方面，我们不能继续走大量消费资源能源的传统工业化道路，因为我们的资源禀赋和生态环境难以承受；另一方面，又不能以资源能源和环境制约为由，放缓甚至停止工业化和现代化进程，因为中国还是一个低收入的发展中国家，只有发展才是硬道理。大力发展以低能耗、低污染、低排放和高效能、高效率、高效益（三低三高）为基础，以低碳发展为发展方向，以节能减排为发展方式，以碳中和技术为发展方法的绿色低碳经济发展模式是惟一的选择。其必要性主要体现在如下五个方面：

第一，从经济所处阶段和产业结构特征看，中国目前正处在快速重工业化阶段，而支撑重工业发展的重要条件是能源供应。一方面，中国人均能源蕴藏量远低于世界平均水平，而且“富煤、贫油、少气、缺铁矿”的能源资源结构决定了中国对国际油气资源和铁矿石资源的进口需求不断增长；另一方面，国际能源和资源产品不断大幅涨价，中国通过国际市场获取短缺能源资源的代价越来越高，依存度越来越高，抗风险能力越来越差，已经严重影响了中国经济增长的稳定性和产业竞争力。只有实现由高碳经济向低碳经济的转型，才能从根本上实现转变发展方式、调整产业结构和提高资源能源使用效率，从而实现经济稳定和持续发展的目标。

第二，从社会结构转型进程看，中国目前正处在快速城市化阶段，而作为人口密集、经济发达、活动频繁、交通拥挤、财富集中的庞大有机

体，中国城市高消耗、高排放的“高代谢量”特征十分显著。在中国，居住在城市，每年消耗大量的能源、资源、材料并排放大量的污染物。中国城市的代谢量统计表示：约占全国总人口 46% 的城市人口的消耗或排放占全国的比重分别是：钢铁 86%，铝材 88%，铜材 92%，水泥 75%，能源 80%；CO₂ 排放 90%，SO₂ 排放 98%，COD 85%。从 1978 年到 2007 年，中国城市总数从 193 个增加到 656 个，每年约有 1600 万人涌入城市。到 2008 年底，中国城镇人口超过 6 亿，预计到 2025 年将有大 10 亿人居住在城市。随着不断加快的城市化进程，城市扩张速度越来越快，控制城市能源资源消耗和废气排放成为实现节能减排战略的关键所在，发展低碳型城市化乃大势所趋。

第三，从产业发展的市场潜力和未来方向看，以新能源和可再生能源为代表的低碳产业是一个潜力巨大、商机无穷的朝阳产业。在“后金融危机”时代，碳排放量不仅成为衡量人类经济发展方式的新标识，而且也正在成为经济全球化时代发达国家新的“绿色壁垒”，近年来中国传统优势产品的出口不断受到欧美发达国家的打压和限制。因此，不论从产业盈利潜力还是从扩大市场需求、创造就业机会等角度来看，生态化的低碳产业都是代表 21 世纪产业发展大方向的蓬勃发展的朝阳产业，大力推进低碳经济发展是中国产业现代化的必由之路。

第四，从社会发展战略看，我国粗放型发展方式的高碳排放和其他伴生排放导致的环境污染已经造成严重后果。欧盟和日本均将建立低碳社会作为应对减排温室气体和气候变化的发展方向，美国在立法、政府和市场的合力推动下，依托低碳技术和低碳产业的发展构建并实施社会发展战略转型。发达国家的发展导向和科学发展观的客观要求，使得中国的生态文明应当立足于国情，努力建设具体中国特色的“资源节约型、环境友好型、低碳导向型社会”，重点围绕提高能源效率和构建清洁能源结构开展制度创新、技术创新和管理创新（王毅，2008）。

第五，从国际化发展战略看，“碳排放”将成为 21 世纪重要的国际战略资源。工业化时代发达国家大家争夺的是海外土地、石油、煤炭、矿产等资源，碳排放权则会成为生态文明时代争夺的新焦点。中国在当今国际产业分工体系中尚位

于产业链低端,资源和能源密集型产品出口占较大比例。我国能源消耗占世界总量的 1/4、碳排放占总量的 1/5,而且随着经济和人口的增长所占份额还会上升,面临着来自国际社会的与日俱增的碳减排压力,要求中国承诺更多的温室气体减排义务。作为正在崛起的最大发展中国家,中国应当遵循经济社会发展与气候保护的一般规律,顺应发展低碳经济的潮流和趋势,在当前和未来的全球应对气候变化国际机制的背景下,积极参与国际协调与合作,主动融入并推动公平公正的国际政治经济新秩序,承担与中国国际地位相适应的国际责任,同时也争取中华民族实现伟大复兴所必需的良好国际环境。

作为快速发展中的最大发展中国家,中国发展低碳经济面临的条件是机遇与挑战并存。发展低碳经济与我国转变发展方式、调整产业结构、落实节能减排目标和实现可持续发展目标具有一致性。我国可以利用发展低碳经济的机会,加强一些有潜在优势领域的研发创新,使一些重点行业的节能减排技术取得突破和竞争优势,首先是实现碳排放强度的大幅度降低,随后争取尽早到达碳排放和能源消费的拐点。我国发展低碳经济具有如下有利条件:(1)碳减排空间比较大。由于产业结构、消费结构处于高能耗阶段,加上节能技术水平较低,能源管理漏洞较多,使得中国的能耗强度和能源效率明显偏低。(2)通过结构调整、技术革新和改善管理等途径,实现节能减排的余地较大。(3)碳减排的成本低相对于发达国家比较低。这不仅因为大量的减排技术在中国应用时因为人力成本相对低廉和规模效应其成本低于发达国家,同时还因为中国经济具有后发优势,建立新企业新设备的成本要比改造更新旧企业旧设备的成本低。(4)碳减排技术创新与合作的潜力较大。中国与发达国家在低碳技术方面还存在较大落差,低碳技术国际合作的机会在增加,而且作为发展中国家,中国发展低碳经济可以得到发达国家的资金和技术援助。

与此同时,我国发展低碳经济面临诸多不利条件:一是经济发展所处阶段面临沉重的碳减排压力。中国目前正处在重工业化和城市化快速发展的阶段,人口规模巨大而且绝对量不断增长、消费结构升级和大规模的城市基础设施建设对能源的需求和温室气体排放不断增长。二是粗放式

的经济发展方式。受能源技术装备水平低和管理水平相对落后的影响,单位 GDP 能耗和主要耗能产品能耗均高于主要能源消费国家平均水平。中国经济发展长期以来呈现高投入、高消耗、粗放式的特点,对能源和资源依赖度较高,单位 GDP 能耗和主要产品能耗均明显高于主要能源消费国家的平均水平。三是资源禀赋和能源结构不利于碳减排。中国“富煤、贫油、少气”的能源资源结构,决定了中国以煤为主的能源生产和消费格局将长期存在。中国人均能源资源探明量只有 135 吨标准煤,相当于世界人均量的 51%,其中,煤、石油和天然气分别为世界人均的 70%、11%和 4%,而以煤为主的能源结构特别不利于碳排放强度的降低。四是产业结构和贸易结构处于国际分工体系的低端。美国、日本和欧盟等国家已进入知识经济或服务经济时期,在全球产业分工和国际贸易体系中处于领先地位,而中国产业及出口产品仍处于低端位置,在产业技术含量、产品附加值和竞争力等方面均与发达国家有较大差距(金乐琴等,2009)。五是面临着改善民生与产业转型升级的矛盾。中国正处在工业化发展的加速阶段,人口基数庞大,居民收入差距扩大,增加就业、扶困反贫、保障民生、提高全体人民的生活水平、实现国家的现代化仍然是中国面临的重大任务。中国目前的人均能源消耗量仍较低,同时还有几千万人没有用上电,能源消费尚属于生存型消费,今后几十年能源消费必然增长。而节能减排、发展低碳经济、走低碳发展道路需要相当的额外成本和大规模采用低碳能源和技术,这将在一定程度上延缓我国的现代化进程。六是受经贸结构和规模的影响,中国存在巨大的“内涵能源(embodied energy)”出口净值。所谓“内涵能源”是指出口产品上游加工、制造、运输等全过程所消耗的总能源,中国目前每年净出口产品排放的 CO₂ 超过 10 亿吨,而且随着出口规模的增加还有扩大趋势。换言之,中国为那些享受中国制造商品的发达国家承担了相当大的碳排放责任。七是面临传统消费观念和节能减排激励、约束和监管体制机制不健全等方面的障碍。

三、中国低碳经济发展道路的选择

中国低碳经济发展及其道路的选择应当既遵循经济社会发展与气候保护的一般规律,顺应发展低碳经济的潮流和趋势,同时还要立足于中国

的基本国情和国家利益,科学确定发展目标、恰当选择发展路径、明确突出发展重点、合理定位发展手段、聚力研发关键技术、完善配套制度保障。

中国低碳经济发展的目标是基于科学发展观的要求,建设资源节约型、环境友好型、低碳导向型的可持续发展的生态文明社会,并将生态化的低碳产业和低碳经济发展体现于新型工业化和新型城市化的具体实践之中。

中国低碳经济发展的路径是基于当今中国经济发展所处阶段和水平基础上的阶段性和渐进性道路。主要依靠技术进步和结构调整,首先降低碳排放强度,力争在 21 世纪第二个十年内将生产单位 GDP 的 CO_2 排放量降低 40%~45%,然后努力降低人均碳排放量并进而在 20 世纪中期完成工业化进程的基础上实现碳总排放量的减少。

中国低碳经济发展的重点是提高能源效率和构建清洁能源结构。根据因素分解的 Kaya 碳排放公式,人口规模、人均国民生产总值、能源强度及碳排放系数是影响碳排放的四个基本因素。中国育龄妇女总和生育率已经大大低于世代更替水平,不能够期望继续降低生育率来控制人口增长,同时作为中低收入的发展中国家,中国也不可能以降低人均收入或减缓经济增长来实现控制温室气体排放目标。低碳经济发展模式对于中国而言,应该依赖于能源消耗强度的降低。而碳排放系数即单位能耗碳排放量,通常是默认为稳定的值,除非燃烧技术实现巨大突破。因此,短期内唯一可以显著下降的只有能源消耗强度。为实现整体能源消耗强度下降,需要在能源结构调整和能源效率的提升两方面行动并举。一方面,降低煤在国家能源结构中的比例,提高煤炭净化比重,加速国家能源消费从传统煤炭矿种为主向现代石油和天然气矿种为主的结构转变;另一方面,加快可再生能源和其他清洁能源的开发和利用。国际能源机构 IEA 2007 年预测,中国 2030 年可避免的 CO_2 排放量中,不同措施的贡献为:核能 6%,可再生能源与生物燃料 17%,从煤转向气并改善终端效率 8%,终端用电效率的改善 28%,终端燃料效率的改善 41%。其中约 70%是能源效率改善和经济结构调整的贡献(张坤民,2009)。

中国实现节能减排和低碳化发展的手段是“一主两翼”,即以市场化手段为主,以政府手段

和道德手段为辅。节能减排可供选择的手段包括政府、道德和市场三个,其中市场是最有效和在最重要的手段(盛洪,2008)。碳减排应对气候变化是经济学意义上的全球性公共产品,其外部性特征影响单个国家和私营企业供给的积极性,除了前述的国际合作外,离不开政府的宏观调控。政府应当制定单位 GDP CO_2 排放下降目标,作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划,并制定相应的国内统计、检测、考核办法。政府主导和支持低碳技术研发和创新,大力促进商用技术的研发推广;实施低碳化和生态化产业政策,出台税收和财政激励措施,包括补贴和税收减免和市场导向的优惠政策,鼓励可再生能源产业发展。简言之,政府的职责是提供有利于碳减排的市场环境。而市场机制和行为才是碳减排的关键,好的市场制度不仅有效而且有操作性,市场主体市场化因为有利可图而有提供节能减排技术和产品的动力。对中国来说,这里的市场手段是广义的市场,不仅包括节能减排产业的市场化改革,形成市场并依靠市场激励减排,而且包括补救市场失灵,通过改变外部性收益而是市场更有效率。与此同时,低碳经济还是“高觉悟经济”,要求每一位社会公民有简约的生活方式,要运用宣传和道德约束手段提高全民低碳节能意识,引导人们向低碳生活方式转变。

中国低碳经济发展的技术创新要聚力于关键性的实用型替代技术和节能技术。前者指用可再生能源代替化石燃料的新能源技术,后者主要指开发应用新一代净洁煤燃烧发电技术,如整体联合循环发电技术(IGCC)。与此同时,鼓励有条件的地区和企业开发应用碳捕获和存储技术(CCS)、碳汇技术(CS)、氢能技术等前沿低碳技术。专利局面向低碳技术发明在专利体系中提供优先权的举措,并通过技术市场建立低碳环保专利技术便捷快速的交易通道。

中国低碳经济发展的制度创新要立足于对低碳产业发展的引导、激励和规范。如:(1)推进 CDM 发展制度创新,建立完善的机制体制框架,促进 CDM 项目发展;(2)推进碳交易制度创新,建立碳减排标准、碳排放联盟和碳项目交易平台,扩大碳排放交易;(3)推进绿色金融(碳金融)制度创新,包括通过:创建低碳环保政策性银行,建立并逐步完善“绿色信贷体系”;建立碳减排环

保基金，发行“生态基金”产品；推广“绿色保险”产品，开展巨灾风险证券化试点；进行“绿色”金融产品创新，试验“绿色金融衍生产品”（刘传江，2010）等，支持和支撑低碳经济发展。

References(参考文献)

- [1] Kaya, Yoichi (1990), Impacts of carbon dioxide emission control on GDP growth: Interpretation of proposed scenarios. Paper presented at IPCC Energy and Industry Subgroup, Response Strategies Working Group, Paris, France
- [2] UK Department of Trade and Industry (2003), Our Energy Future, Creating a Low Carbon Economy. UK Energy White Paper, 2003
- [3] Jin Yueqin, et al. Low-carbon Economy and the Transformation of China's Economic Development Pattern. Inquiry into Economic Issues, 2009(1), 84-87.
金乐琴等.低碳经济与中国经济发展模式转型.经济问题探索, 2009 (1), 84~87
- [4] Liu Chuanjiang. Practices and Suggestions of Green Financial Development from the Perspective of Low-carbon Economy. Harmony: 2010(2): 8-14.
刘传江.低碳经济视角的绿色金融发展实践与对策.和谐, 2010(2): 8~14
- [5] Sheng Hong. Use Marketization to Save Energy and Reduce Emission. Greenleaf, 2008(8):46-52.
盛洪.用市场化节能减排.绿叶, 2008(8): 53~58
- [6] Wang Yi. An Exploration on the Low-carbon Development Road with Chinese Characteristics. Greenleaf, 2008(8): 46-52.
王毅.探索中国特色的低碳发展道路.绿叶, 2008(8): 46~52
- [7] Zhang Kunmin. China in a Low-carbon World: Its Role, Challenges and Strategies. <http://www.ditan360.com>, 2009-08-30.
张坤民.低碳世界中的中国：地位、挑战与战略.<http://www.ditan360.com>, 2009-08-30。
- [8] Sustainable Development Strategy Research Group in Chinese Academy of Sciences. China Sustainable Development Strategy Report 2009. Science Press, page37-53, 2009.
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.科学出版社, 37~53 页, 2009
- [9] Zhuang Guiyang. An analysis on the approach and potential of low-carbon development in China's economy. Studies in International Technology and Economy, 2005, 8(3):79-87.
庄贵阳.中国经济低碳发展的途径与潜力分析.国际技术经济, 2005, 8(3): 79~87