

基于物质流分析的低碳经济发展战略研究

毛玉如, 沈 鹏, 李艳萍, 孙启宏

(中国环境科学研究院国家环境保护生态工业重点实验室, 北京 100012)

摘要: 低碳经济是以低能耗、低污染为基础的绿色经济。低碳经济的实质是高能源效率和清洁能源结构的问题, 核心是能源技术创新和制度创新。在制定和发展低碳经济政策和战略时, 必须抓住其本质和核心内容, 对经济活动的物质流进行分析, 建立物质流分析账户, 调控物质流动模式, 实施物质流管理, 优化经济结构, 最终实现低碳经济的发展目标。文章分析了低碳经济和物质流分析的国内外进展, 同口径对比了中国与日本物质流主要指标, 基于物质流分析建立了我国推进低碳经济发展的“四位一体”模式。

关键词: 低碳经济; 物质流分析; 四位一体

中图分类号: TQ-9

文献标识码: C

文章编号: 0253-4320(2008)11-0009-05

Research on strategy for low carbon economic development based on material flow analysis

MAO Yu-ru, SHEN Peng, LI Yan-ping, SUN Qi-hong

(MEP Key Laboratory on Eco-Industry, Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China)

Abstract: Low carbon economy is green economy based on low energy consumption and low pollution emission. The substance of low carbon economy is of high energy efficiency and clean energy structure. The core of low carbon economy is an innovation of energy technology and energy system. The substance of low carbon economy must be held as the core when making policy and strategy about it. By analyzing economic activity of material flow, building material flow account, adjusting material flow pattern, implementing material flow management, optimizing economic structure, the development aim of low energy economy will finally come true. The current development of low carbon economy and Material Flow Analysis (MFA) are introduced in the paper. The main indices of MFA between Japan and China are compared. Quaternary pattern of strategy for low carbon economic development based on MFA is built. These may be referred to promoting low carbon economic development in China.

Key words: low carbon economy; material flow analysis, MFA; quaternary

在 2002 年世界可持续发展首脑会议之后, 在可持续发展框架下应对气候变化成为国际社会的共识。国际社会比以往任何时候都更加深刻地体会到必须把减缓和适应气候变化行动纳入各国社会经济发展规划之中, 改变经济发展方式, 依赖科学技术, 特别是清洁能源技术进步。在这一背景下, 承认发展中国家的发展权益, 强调在发展中寻求减排的“低碳经济”概念及理念, 为国际气候谈判提供了新的思路^[1]。

政府间气候变化专门委员会 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 第四次评估报告指出, 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走向深入, 低碳经济发展道路在国际上越来越

受到关注, 并正在逐步形成全球共识^[2-3]。

1 低碳经济

人类能源利用的发展轨迹就是一个从高碳时代逐步走向低碳时代的过程。从第 1 代能源薪柴, 到第 2 代能源煤炭, 再到第 3 代能源石油、天然气和核能, 就是从不清洁到清洁、从低效到高效、从不可持续走向可持续、从高碳经济走向低碳经济的过程。如果按照目前的方式, 全球已探明的能源只够人类用不到 100 年; 而高碳的排放, 还对地球的环境产生严重的破坏。

所谓低碳经济, 就是以低能耗、低污染为基础的绿色经济^[4]。低碳经济是在市场机制基础上, 通过制度框架和政策措施的制定及创新, 形成明确、稳定

收稿日期: 2008-08-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(40701060); 环境保护部公益项目(2007HBCY06)资助

作者简介: 毛玉如(1974-), 男, 博士, 副研究员, 硕士生导师, 主要从事污染源调查与管理、清洁生产、生态工业和循环经济等理论和实证研究,

maoyuru@tom.com。

和长期的引导及鼓励,推动提高能效、节约能源、可再生能源和温室气体减排技术的开发和运用,促进整个社会经济朝向高效能、低能耗和低碳排放的模式转型。

低碳经济越来越受到国际组织、各国政府和科技、企业、金融、服务等各界的共同关注^[4-5]。2008年世界环境日的主题就是“转变传统观念,推行低碳经济”。发达国家主要通过“技术推动”和“市场拉动”2条重要途径推动能源技术进步和国际能源技术合作。日本凭借其长期积累的能源效率和技术优势,以及在新能源和可再生能源开发利用方面拥有的雄厚技术,提出要把日本打造成全球第1个低碳社会。美国不断推动新一代清洁能源技术方面的研发和创新,倡导包括建立国际清洁能源技术基金在内的各种机制。2007年提交到美国国会的法律草案中就包括一项“低碳经济法案”。2003年2月24日英国首相布莱尔发表了题为《我们未来的能源——创建低碳经济》的白皮书。其总体目标是到2050年将CO₂的排放量在1990年基础上削减60%,从根本上把英国变成一个低碳经济的国家。英国政府表示,低碳发展道路不仅在技术上是可行的,在经济上也是合理的,并且最终还将使经济发展更加安全、稳定和繁荣。

(上接第8页)

日本无机化学品在2007年继续维持了巨大的进口量,其进口额为69.7亿美元,进口增长率为26.2%;出口额为41亿美元,出口增长率为19.1%;其贸易逆差从2006年的20.8亿美元增加到28.7亿美元,增幅达到37.9%。化肥的进口额为7.9亿美元,增长了8.1%;出口额为1.3亿美元,增长了23.8%;贸易逆差从2006年的6.23亿美元增加到6.57亿美元,增幅为5.5%。这也是日本化学品贸易中维持贸易逆差的两大类产品。

3.2 韩国

根据韩国国家统计局的数据,2007年,韩国化工生产指数增长了7.3%,达到153.2(1997年化工生产指数=100);高于韩国制造业总指数7.0%的增长率。韩国橡胶和塑料的生产增长了6.2%,生产指数为124.3。

根据韩国国家统计局和石化协会的数据,2007年,韩国合成树脂产量达到1034万t,增长了3.5%。其中,ABS树脂产量为114.5万t,增长6.3%;高密度聚乙烯产量198.4万t,增长2.5%;低

如何化解经济快速发展对资源、能源消耗的高度依赖,如何跨越资源、能源的瓶颈约束是我国面临的主要难题。低碳经济是以低排放、低能耗、低污染为特征的新的经济发展模式,发展低碳经济符合我国的当前和长远利益,是经济与社会发展的必然要求,为节能减排、发展循环经济、构建和谐社会提供了操作性诠释,是落实科学发展观、建立资源节约型、环境友好型社会的综合创新与实践,是一场涉及生产方式、生活方式和价值观念的全球性革命。

2 物质流分析方法

物质流分析方法(Material Flow Analysis, MFA)是一种以重量单位取代货币单位,追踪物质从自然界开采进入人类经济系统,然后流经经济系统各个环节,最终回到自然环境的研究方法。虽然物质流分析思想可追溯到100多年以前,但是基于经济学观点的国家尺度物质流分析直到1969年才见报道。20世纪70年代,物质平衡、工业代谢等理论的提出和不断完善,为物质流分析方法应用于整个经济系统进行研究奠定了基础^[6]。

经济系统物质流分析的基本观点是,人类活动所产生的环境影响在很大程度上取决于进入经济系统的自然资源和物质的数量与质量,以及从经济

密度聚乙烯产量179.0万t,增长3.6%;聚丙烯产量为324万t,增长6.6%;聚苯乙烯产量为101.9万t,增长了1.0%。只有聚氯乙烯产量出现了3.5%的下降,为116.1万t。

2007年,韩国有机化学品产量实现了2位数增长,增长率达到10.3%,产量为1811.2万t。韩国的基础建设带动乙烯生产增长了12.1%,产量达到678.8万t。另一种重要的基础化学品丁二烯生产增长了13.7%,产量达到107.8万t。丙烯产量达到466.9万t,增长11.9%。苯产量为406.5万t,增长9.3%。只有氯乙烯单体的产量稍微下降,产量为151.2万t,减少了2.4%。

2007年,韩国的化学品和石化产品进出口均实现大幅度增长,贸易顺差继续扩大。化学品出口增长18.0%,出口额达到375.5亿美元;进口增长17.6%,进口额为324.3亿美元;贸易顺差从2006年的42亿美元,增长到51.2亿美元。石化产品的出口增长了19.6%,出口额达到288.2亿美元;进口增长11.9%,进口额为116.2亿美元;贸易顺差从2006年的137亿美元提高到2007年的172亿美元。■

系统排入环境的废弃物的数量与质量。前者产生对环境的扰动,引起环境的退化;后者则引起环境的污染。它以质量守恒定律为基本依据,从实物的质量出发,将通过经济系统的物质分为输入、储存、输出三大部分。通过研究三者的关系,揭示物质在特定区域内的流动特征和转化效率,并将其作为区域发展的可持续性指标,为区域可持续发展目标的设定提供依据。

近年来,国家层面的物质流分析方法发展尤为迅速,被越来越广泛地应用于区域可持续发展研究中。2000年,Matthews等将物质流分析方法在欧盟国家进行全面实践。德国、荷兰、美国、日本、澳大利亚、奥地利、芬兰、意大利、波兰、瑞典、英国、法国等主要发达国家先后完成了国家层面的物质流分析^[6-7]。近20年来,丹麦环保局利用物质流分析方法,对向环境中释放的有毒有害物质进行源分析,并作为废物管理法规和政策出台的重要依据。

我国针对国家层面的物质流研究开始的比较晚。2000年以来,北京大学、清华大学、东北大学、南京大学等科研单位将国家层面物质流分析方法应用于我国20世纪90年代几个时段物质利用分析研究。中国环境科学研究院课题组采用直接物质投入的方法对我国21世纪初物质流状况进行了全面分析研究^[6]。

3 物质流分析对低碳经济战略研究的贡献

物质流分析方法一方面可以表达和追踪无货币价值但对自然环境有较大影响的物质的流动过程,同时还可以表达其他国家及其国内自然资源支撑本国经济发展的实际情形,能够更加真实地反映经济发展过程中资源利用与环境影响之间的关系及相互响应规律。物质流分析方法受到学术界的广泛关注,被认为是国家尺度可持续发展定量研究可行和有效的手段。

低碳经济的实质是高能源效率和清洁能源结构的问题,核心是能源技术创新和制度创新。低碳经济的核心内容包括低碳产品、低碳技术、低碳能源的开发利用等。在制定和发展低碳经济政策和战略时,必须抓住其本质和核心内容,对经济活动的物质流进行分析,建立物质流分析账户,调控物质流动模式,实施物质流管理,优化经济结构,最终实现低碳经济的发展目标。

2000年日本的直接物质投入量达21.3亿t,资源生产率达28万日元/t(折合19600元/t),循环利

用率达10%;2000年我国的直接物质投入量为41.56亿t,资源生产率为2152.7元/t,循环利用率仅为4.09%。与日本相比,2000年我国的直接物质投入量是日本的1.95倍,资源生产率和循环利用率分别是日本的10.9%和42%。我国明显处于资源消耗型经济发展阶段,经济发展模式是资源的“高消耗,高污染,高排放”。

低碳经济对中国的含义不是要求减少煤炭等化石燃料的使用(至少在相当长的时期内不可能做这样的要求),而是要全力地提高中国的能源利用效率和清洁能源结构,使单位GDP的能源消费和碳排放逐步降低,使中国的产业与技术在未来国际竞争中能占据一席之地。中共中央政治局2008年6月27日就“全球气候变化和我国加强应对气候变化能力建设”进行专题的集体学习。胡锦涛总书记在会议上部署的工作重点的第一条就包括“强化能源节约和高效利用,积极发展循环经济、低碳经济”。

4 “四位一体”推进策略

低碳经济是一个在国际和国内都比较新的提法,其基础是建立低碳能源系统、低碳技术体系和低碳产业结构,要求建立与低碳发展相适应的生产方式、消费模式和鼓励低碳发展的国际国内政策、法律体系和市场机制。我国的现实和国情决定了我国发展低碳经济将面临来自能源结构、发展阶段、技术水平等方面的挑战。我国推进低碳经济发展,可以从区域、产业、机制、技术4个层面来考虑。

(1) 区域层面

在城市、园区、社区3个层面,构建“低碳经济示范区”。这些示范区将成为政策推进低碳经济所必要的经济转型的试验地,通过加强自身的节能减排工作,在能源、建筑、交通运输、城市建设等方面进行创新研发,为低碳产业创造发展机遇,使低碳行业、低碳产品形成新的核心竞争力,低碳技术研发形成新的增长点。

低碳经济示范区(城市、园区)侧重于吸引对研发和高端制造业的投资,鼓励采用低碳能源,提高燃气普及率,加快实现公交车的燃气化;提高城市绿化率,增加碳汇。逐步推广能源管理系统,进行碳排放信息的管理。城乡规划明确区域分工,解决工业不集中、居民区和工厂混杂的问题,解决空间格局和社会格局中潜在的巨大浪费环节;在全社会倡导节约型消费理念,提倡低碳的交通方式,鼓励市民提高公交出行比率,短途交通提倡用自行车,严格规定汽车

排放标准。大规模开展绿化和环境整治工作,提高废弃物处理率。引导企业树立企业公民意识,向绿色经营理念转型,建立清洁生产机制和精益生产方式。

低碳经济示范区(社区)侧重于倡导形成绿色消费、绿色经营的理念,形成低碳生活方式。转变公众和社会的观念,做任何事都要适度适宜、合理节约。对于个人,要培养节约是美德的观念,彻底改变诸如餐饮浪费等与节能减排背道而驰的陋习。提高公众意识和公众参与积极性,兴建低碳或零碳的新城镇及其基础设施。

(2) 产业层面

在制定行业发展规划时要体现科学发展观要求和低碳经济发展理念,要制定发展低碳经济的具体推进计划,明确行业或企业如何构建低碳模式,制定低碳发展的路线图,提出具体措施和工作进度。在电力、交通、建筑、冶金、化工、石化等能耗高、污染重行业先行试点,选择作为我国探索低碳经济发展的重点领域,总结经验逐步推广。

①结合区域经济发展的特点,坚决淘汰浪费资源、污染环境、不符合安全生产条件的企业和落后生产能力,同时不断探索各个产业链条上的技术工艺过程及管理制度革新,加快企业联合重组,改善企业组织结构,组建若干大型企业集团,进一步提高产业集中度。严格按照国家宏观调控和产业政策的要求,避免盲目投资和低水平扩张,实现有序健康的发展。

②积极开拓高端服务业、高端制造业和高新技术产业等高端产业,相应地为高端服务业创造良好的市场,带动房地产、餐饮、生态农业、特色旅游、零售、影视、文化艺术和创意设计等行业的发展。

③“节能优先,效率为主”,大幅度提高能源效率,加大洁净煤技术的推广力度,加快可再生能源的开发利用,尽快进入能源多元化阶段。大力培育可再生能源设备制造业,发展节能节电和环保产业。

④抓好节约降耗、资源综合利用和清洁生产,大力提高废旧物资循环利用水平。努力提高矿山回采率、选矿回收率、冶炼回收率、共伴生矿综合利用率;加强资源综合利用,特别是再生物资的回收利用;全面推行清洁生产,从源头和全过程控制和减少污染物的产生和排放。发展资源再生利用的静脉产业,建立完备的工业化体系。

(3) 机制层面

发展低碳经济是一个系统工程,需要政府主导

和企业参与相结合、自主创新与对外合作相结合、近期需求与长远目标相结合^[8],包括制定长远发展战略,出台鼓励科技创新、节能减排、可再生能源使用的政策,税收减免、财政补贴、进出口优惠、政府采购、绿色信贷等措施,来引领和助推低碳经济发展。

充分利用节能减排与低碳经济发展之间的政策协同关系,建立适应我国国情的支持低碳经济的市场体系和政策体系,为低碳经济发展保驾护航。开征碳税和推行碳交易被认为是富有经济效率的政策手段。研究表明,近期在中国征收低税率碳税对经济的影响并不大,但对抑制 CO₂ 排放和促进低碳经济的发展作用明显。

根据低碳经济的内涵和节能减排工作,结合世界银行提出的政策创新矩阵,笔者设计了我国低碳经济发展的政策框架,即将低碳经济政策分为利用市场的政策、创建市场的政策、规章制度与控制手段、信息公开与公众参与 4 个方面的政策,如图 1。

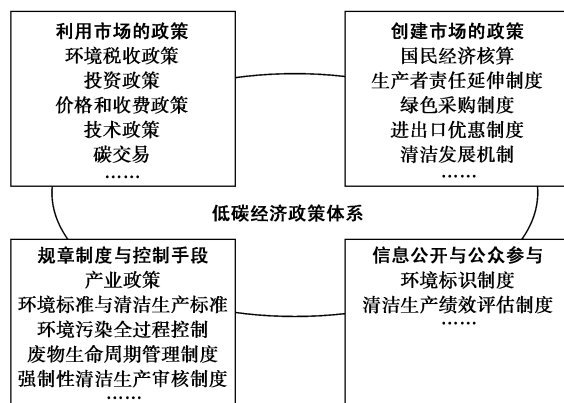


图 1 低碳经济的政策体系设计

(4) 技术层面

虽然《联合国气候变化框架公约》规定发达国家有义务向发展中国家提供技术转让,然而实际进展与预期相去甚远,清洁发展机制(CDM)项目对发展中国家的技术转让也十分有限。我国能否利用后发优势在工业化进程中实现低碳经济发展,很大程度上取决于自主创新能力。

增强自主创新能力,鼓励企业开发低碳技术和低碳产品,整合市场现有的低碳技术,加以迅速推广和应用。我们必须高度重视研发工作,重点着眼于中长期战略技术的储备;整合市场现有的低碳技术,加以迅速推广和应用;理顺企业风险投融资体制,鼓励企业开发低碳先进技术;加强国际间交流与合作,促进发达国家对中国的技术转让,共同研发新技术。通过有产业带动意义的低碳新兴技术的研究开发,

促进具有低碳经济特征的新兴产业群的发展,并成为国民经济新的重大的增长点。

低碳经济技术体系包括在可再生能源及新能源、煤的清洁高效利用、油气资源和煤层气的勘探开发、CO₂ 捕获与埋存、清洁汽车以及先进的节能建筑技术等领域开发的有效控制温室气体排放的新技术^[3]。我国制定的电力行业低碳经济技术体系如表 1 所示。

表 1 电力行业低碳经济技术体系

信息化技术	电厂节能管理 电厂自动化控制 天然气供应监测
环境保护技术	清洁储煤输煤技术 洁净煤燃烧技术 烟气净化技术
废弃物再生技术	脱硫石膏利用 灰渣回收利用
燃料替代技术	天然气替代 风力和生物质利用
节能技术	超超临界机组 现有机组改造 抽水蓄能
节水和循环利用技术	中水利用 水原质再生
多产品联产	与其他行业耦合的多产品联供

5 结语

低碳经济以高效、洁净、低碳排放为标志。低碳经济被人们认为是继工业革命、信息革命后,第 5 波改变世界经济的革命浪潮。对于中国的实际情况,低碳经济的概念是与建设资源节约型、环境友好型社会的要求相适应。我国推进低碳经济发展,可以从区域、产业、机制、技术 4 个层面来考虑,“先行试点”,再“全面推进”。

参考文献

- [1] UK Energy White Paper. Our energy future-creating a low carbon economy[R]. 2003.
- [2] 政府间气候变化专门委员会. 第 4 次气候变化评估报告[R]. 2007.2.
- [3] 任小波. 气候变化及其适应与减缓行动的经济评估:英国斯特恩报告关键内容解析[EB/OL]. [2008-06-20]. <http://218.1.116.115:8080/dspace/hmwse-date.2007.2>.
- [4] 庄贵阳. 中国经济低碳发展的途径与潜力分析[J]. 太平洋学报, 2005(11):79-87.
- [5] 邢继俊,赵刚. 中国要大力发展低碳经济[J]. 中国科技论坛, 2007(10):87-92.
- [6] 孙启宏,段宁,毛玉如,等. 我国循环经济发展战略研究[M]. 北京:新华出版社,2006.
- [7] 段宁,李艳萍,孙启宏,等. 中国经济系统物质流趋势成因分析[J]. 中国环境科学, 2008, 28(1):68-72.
- [8] 孟德凯. 关于我国低碳经济发展的若干思考[J]. 管理, 2007(9): 125-126. ■

艾默生过程管理公司总经理荣获 2008 年上海市白玉兰荣誉奖

上海市人民政府日前授予艾默生过程管理公司总经理李瑞基(Lee SweeChee)先生“2008 年上海市白玉兰荣誉奖”。授奖仪式在市政府贵宾厅举行,并由上海市市长韩正亲自颁发证章和证书。

上海市“白玉兰奖”是上海市人民政府表彰对上海经济建设和社会发展做出突出贡献的外籍友人而设立的奖项,每年颁授一次。该奖项分“白玉兰荣誉奖”和“白玉兰纪念奖”两种,“白玉兰荣誉奖”的获得者都是从曾经获得过纪念奖的得奖者中选出的。“白玉兰荣誉奖”从 1993 年开始颁发至今已有 16 年,共有 209 人获此奖项。2008 年获此殊荣的共有 12 人。

李瑞基先生自 2001 年起出任艾默生过程管理公司总经理,以公司上海总部为基点开始了崭新的艾默生过程管理在中国的成长之路。位于美国圣路易斯的艾默生成立于 1890 年,时至今日历经百年风云的艾默生已发展成为带动

工业技术革命方面的一位全球领袖。李瑞基先生所领导的艾默生过程管理公司是艾默生集团中最大的子公司之一,是过程自动化市场中测量仪表、控制阀门和控制系统的主要供应商。

中国是艾默生全球最为重要的战略市场,在李瑞基先生担任公司总经理以来中国业务快速成长,始终保持其领导技术潮流的地位。自 70 年代进入中国市场以来,艾默生过程管理积极参与中国的现代化建设,将世界最新的技术和产品引入中国,成功参与了西气东输、中国首个超临界/超超临界电厂建设,以及扬子巴斯夫、赛科、福建炼油等世界级大型石化项目建设,取得了巨大的成就,获得用户的广泛赞誉。在李瑞基先生的领导下,艾默生过程管理不断挑战一个又一个高峰,为中国工业用户提供最佳技术和方案。(马)