

【主持人语】中国目前不仅是世界碳排放大国,同时还面临着国内能源危机和环境污染等日益严峻的问题。因而,促进“两型”产业发展、推动低碳技术创新、科学地认识我国对外贸易中的隐含碳,已经成为国内学界和政界的共识。本期刊载的《中国城市低碳技术发展及创新研究》一文,论证了低碳技术发展和创新是低碳经济发展的决定因素,也是城市低碳发展的关键,并通过分析我国城市低碳技术应用概况,提出了我国城市低碳技术创新对策;《中国对外贸易中隐含碳的度量及影响因素研究》一文,分析了我国对外贸易中隐含碳的度量及影响因素,为争取我国碳减排的国际话语权提供了重要的理论依据;《云龙示范区“两型”产业指标体系研究》一文,论述了“两型”产业作为推动中国传统经济发展模式低碳转型的主力军,已成为国内各个城市培育和发展的重点,是未来我国城市碳减排的重要支撑,对城市低碳技术的研发、应用具有至关重要的作用。

## 中国城市低碳技术发展及创新研究

李晓勇,刘建文,赵先超,芦鹏

(湖南工业大学 长株潭“两型”社会研究院,湖南 株洲 412007)

[摘要]城市是应对气候变化和发展低碳经济的重要载体,低碳技术发展和创新是低碳经济发展的决定因子,也是城市低碳发展的关键。通过分析我国城市低碳技术应用概况,提出我国城市低碳技术创新对策,即:强化自主创新;加强国际合作;加强政策支持;完善有利于低碳技术创新的知识产权制度,构建低碳技术创新系统。

[关键词]低碳经济;城市低碳技术;低碳技术创新系统

[中图分类号]F291

[文献标识码]A

[文章编号]1674-117X(2012)02-0001-06

### Study on Innovation and Development of Low Carbon Technology of Chinese City

LI Xiaoyong, LIU Jianwen, ZHAO Xianchao, LU Peng

(Research Institute of Chang - Zhu - Tan“Two - Oriented” Society,  
Hunan University of Technology, Zhuzhou, Hunan, 412007, China)

**Abstract:** City is being the major body to response to the climate changes and developing low carbon economy; and development and innovation of low carbon technology is the determinant factor for low carbon economy and development of low carbon city. Through analysis of application of low carbon technology in Chinese city, some strategies of innovation of low carbon technology of city are put forward, such as intensifying independent innovation; strengthening international cooperation and policy support; perfecting the intellectual property system benefited to innovation of low carbon technology as well as constructing innovation system of low carbon technology.

**Key words:** low carbon economy; low carbon technology of city; innovation system of low carbon technology

收稿日期: 2012-01-12

基金项目: 住房和城乡建设部软科学研究项目(2011-K7-9);“十二五”国家科技支撑计划项目(2011BAJ07B03-06)

作者简介: 李晓勇(1973-),男,江西上饶人,湖南工业大学副教授,主要从事农业环境保护和城乡规划研究。

## 一 我国城市低碳技术概念的界定和内涵

以化石(煤、石油、天然气等)为基础的能源在推动世界经济发展的同时,也改变了大气的结构,全球气候变暖大大增加了极端气候发生的可能性,给人类的生存安全带来了巨大的威胁。“低碳经济”、“低碳技术”等一系列新概念纷纷产生。一般认为,低碳技术是涉及电力、交通、建筑、化工、石化等部门以及在可再生能源和新能源、煤的清洁高效利用、油气资源和煤层气的勘探开发、二氧化碳捕获与埋存等领域开发的有效控制温室气体排放的新技术。

城市作为人口经济的聚集地,能源和资源消耗相对集中,城市生活用能集中于建筑和交通,并带来大量温室气体和废物垃圾等,使得城市环境状况急剧恶化。这种能源结构和能耗方式决定了我国城市低碳技术是涉及能源供应、工业、建筑和交通、废物处理等方面的新技术。我国城市低碳技术是指支撑城市低碳经济发展,控制和(或)减小温室气体排放的碳中性技术。它涵盖三个方面的内容:城市能源供应低碳技术、城市能源(资源)使用低碳技术和二氧化碳捕获与储存技术(CCS)。涉及新能源与可再生能源供能技术(电、热、燃料和热电)、非再生能源供能技术(电、热、燃料和热电)和供能监控技术,二氧化碳捕获与储存技术(CCS),建筑、交通、市政、环境和产业组成的城市系统中可再生能源使用技术、资源节约及废物处理回收利用技术、高效节能技术、用能监控技术。<sup>[1-2]</sup>

低碳技术是实现我国城市低碳发展的核心,是提升未来城市竞争力的关键,也是摒弃发达国家老路和老的技术模式,实现我国城市跨越式发展的途径。<sup>[2]</sup>城市低碳技术强调低碳或零碳排放,相对传统的能源生产与使用技术具有根本性的不同,属于突破性创新技术,它对于能源的生产与应用以及相应的技术经济系统会带来一场深刻的革命。<sup>[3]</sup>其次,城市低碳技术创新与应用是我国减缓日趋严重的能源、环境、温室气体排放控制等巨大压力的重要途径,也是成就我国特色低碳城市之路的重要保障。同时低碳技术创新和产业发展,可以带动人才培养、拉动相关基础研究和研发产业发展,为工业化后期技术创新能力的不断增强打下良好的基础,进一步提高我国经济的可持续发展能力。

## 二 国外城市低碳技术发展现状

当今低碳技术的开发应用,将颠覆以化石能源为基础的工业文明发展模式,带来能源利用方式的全新革命。发达国家和地区对低碳技术的发展都是根据自身的资源特点和发展水平,抢占战略性新兴产业制高点,其低碳技术发展侧重点各不相同。<sup>[4]</sup>

1. 欧盟对低碳技术的选择,侧重点在清洁能源技术方面。为了发展低碳经济,欧盟成立了“欧洲能源研究联盟”和“联合欧洲能源研究院”,执行发展低碳经济的“欧洲风力计划”、“欧洲太阳能计划”等6项计划,其中与清洁能源技术直接相关的就有4个。2010年到2020年10年内,欧盟将投入530亿欧元进行低碳技术的研发与应用研究。欧盟国家在清洁能源上的巨大投入使得欧盟在可再生能源技术开发水准和产业技术能力方面,水平明显高于日本和美国,在全世界居于领先地位。

2. 日本重点发展节能技术。日本低碳技术的研发方向和投入主要集中在五个方面,即:超燃烧系统技术、超时空能源利用技术、信息生活空间创新技术、交通技术、半导体元器件技术。从日本低碳技术的构成可明显看出,日本节能技术走的是重点发展的低碳技术路线。

3. 美国低碳技术全面发展。美国低碳技术不仅包括清洁能源技术,还包括节能技术和碳排放处理技术。从美国研发投入的分布上看,2010年度美国的预算中,基础研究的投入占总投入的23%,清洁能源的研发投入占总投入的30%,节能技术的研发投入占总投入的17%,碳回收技术研发的投入占总投入的30%。美国在低碳技术上走全面发展的路线,既与美国在低碳经济方面所面临的压力有关,又与美国传统科技政策有关。因此,美国自2006年以来以积极的姿态发展低碳经济,凭借雄厚的综合国力,选择全面发展的低碳技术路线,既可与欧盟、日本开展错位竞争,又可展示其超级大国的形象,巩固美国在全世界的主导地位。

## 三 中国城市低碳技术发展现状

中国能源资源的禀赋特点是富煤、缺油、少气,现有的碳生产能力,只相当于发达国家的1/4或1/5。随着经济发展,能源的需求量在一定时期内

仍然呈增长趋势,这就意味着二氧化碳的排放量在未来的一段时间内会继续增加,而且能源效率低,环境污染严重。因此,发展低碳经济,是我国经济发展的必然选择,而低碳技术则是实现低碳经济的关键手段。<sup>[8-9]</sup>国家发改委出台了低碳经济振兴计划,拟在环保、清洁生产、振兴农业、创新文化等以新能源、新材料为代表的低碳行业方面有所作为,以期推动整个低碳产业的发展。2009 年我国科学院启动了《太阳能行动计划》,可再生能源技术迅速发展,如我国无锡尚德、江西赛维 LDK 等太阳能光伏龙头企业迅速崛起,成为全球光伏产业发展的生力军,极大地促进了我国光伏产业的发展。<sup>[10]</sup>

总体来看,我国低碳技术研发水平近些年取得了长足的进步:

1. 我国已经初步掌握电力行业中煤电的整体煤气化联合循环技术(IGCC)、高参数超临界机组技术、热电多联产等技术;
2. 在可再生能源和新能源方面,大型风力发电设备、太阳能光伏电池技术迅猛发展,在物理法多晶硅制备和光电转换效率等方面实现了技术突破,已形成了完整的太阳能光伏产业链;
3. 水力发电技术已相当成熟,装机容量快速增加;
4. 我国混合动力汽车的自主创新取得了重大进展,形成了具有完全自主知识产权的动力系统技术平台,建立了混合动力汽车技术开发体系;
5. 掌握了关键零部件核心技术,自主开发出系列化产品;
6. 天然气汽车发展迅速,初步建立了完整的天然气汽车产业发展的技术链和产业链;
7. 建筑围护新结构与新材料、采暖空调系统节能新技术等方面得到广泛应用,绿色建筑渐渐深入人心。

但相对世界发达国家还相对落后,低碳技术尚未成型,具体表现在以下几个领域:

1. 煤电技术:我国已经初步掌握电力行业中煤电的整体煤气化联合循环技术(IGCC)、高参数超超临界机组技术、热电多联产技术等,而且这两年进步很快,只是仍不太成熟,产业化还有一定问题;
2. 能源技术:可再生能源和新能源方面,大型风力发电设备、高性价比太阳能光伏电池技术、燃料电池技术、生物质能技术及氢能技术等,与欧洲、

美国、日本等发达国家相比,也还有不小差距;

3. 重大核心技术领域,如光伏电池的核心制造装备仍然依赖进口,尽管产业规模很大,但存在技术和市场两头在外的问題;

4. 交通领域:汽车的燃油经济性问題、混合动力汽车的相关技术等,短时间无法达到产业化的水平;

5. 建筑领域:我国建筑业碳排放量几乎占了全国碳排放总量的 50%。国内对低碳建筑节能的研究主要集中在建筑能耗统计与行为节能控制、建筑围护新结构与新材料、采暖空调系统节能新技术、可再生能源应用等方面。我国在建筑设计节能技术方面,与发达国家利用计算机和利用自然环境进行建筑节能方案优化设计相比还有相当的差距。

#### 四 低碳技术是“十二五”发展的必然选择

(一)低碳技术是应对我国气候变化和实现节能减排目标的必然途径

气候变化问題已成为目前国际政治经济博弈的焦点问題之一。大力发展低碳经济是世界各国减缓温室气体排放的重要手段。发达国家在提出相对较低的减排目标的同时,不仅将低碳经济看作是克服危机、创造新的需求和就业的重要手段,也将其看作是确立未来技术优势地位的重要机遇。这些对我国应对气候变化政策的制订以及“十二五”期间的产业发展政策均有重要的借鉴意义。我国 2007 年与能源相关的 CO<sub>2</sub> 排放量是 61 亿吨,与美国相当。根据国际能源署(IEA)估计,即使我国在延续“十一五”节能减排措施的前提下,2020 年与能源相关的 CO<sub>2</sub> 排放量也将达到 96 亿吨,为美国的近两倍。届时我国与美国在气候变化国际谈判中的地位将发生逆转,处于更加不利的地位。然而,我国正处于工业化、城镇化发展中期阶段,未来相当一段时期内,以土、木、钢、石化为主的发展格局难以扭转,这就意味着短期内 CO<sub>2</sub> 排放仍将呈持续增加趋势。<sup>[4]</sup>因而,实现 2020 年单位国内生产总值二氧化碳排放,比 2005 年下降 40% ~ 45% 的行动目标,将面临着巨大的压力和困难。

近年的研究表明:低碳技术已经成为我国未来在不明显影响经济发展前提下摆脱国际困境的主要出路。发展低碳技术是降低碳排放强度,控制碳排放增长的重要措施。低碳技术既包括能源技术

进步,促进能源利用效率提高,也包括发展低碳能源,促进能源结构转换。“十二五”期间能否确立低碳技术创新体系,也将决定2020年后的长远经济发展空间。

(二)低碳技术是我国“十二五”发展和建设“两型社会”的迫切需要

对正处于工业化和城镇化快速发展阶段的我国来说,“十二五”时期不仅是一个重要的转型期,同时也是一个重要的机遇期。“十二五”将成为我国产业内部结构优化调整的关键时期,新兴产业产业将逐步取代传统高耗能产业,成为我国未来经济增长的主要推动力。而低碳技术(可再生能源和核能技术等)正是新兴技术的一个主要发展方向,发展低碳技术是实现2020年新能源和核能占一次能源比重达15%的重要前提,也是我国减缓日趋严重的能源、环境、温室气体排放控制等巨大压力的重要途径。另外,“十二五”期间还是我国能源消费和节能重点领域逐步从工业部门转向交通和建筑部门的关键转折期。电动汽车和相关蓄电池的产业、各种建筑节能产业领域的低碳技术创新,不仅引领低碳消费生活方式和创造需求方面具有重要意义,同时也是实现GDP的CO<sub>2</sub>排放强度下降40%目标的主要手段。<sup>[4-5]</sup>制订好“十二五”科技发展战略和人才发展战略以及新兴产业发展和技术创新规划,特别是低碳技术等新型技术创新和产业发展,为工业化后期技术创新能力的不断增强打下良好的基础。因此,加强低碳技术研发和创新已经成为我国“十二五”期间经济发展的必然要求。

我国正在走一条赶超型或压缩型的工业化道路。欧美部分国家用了200年左右的时间完成其工业化进程,我国将在50年左右的时间内完成。长期以来,我国始终未摆脱资源能源密集型经济增长方式,经济增长的粗放程度未得到根本性转变,甚至主要是靠高耗能、高排放的重化工业拉动。现在我国进入了工业化发展的中期,取得了令人瞩目的经济成绩,也付出了巨大的资源和环境代价。当前与今后,资源和环境问题都将成为我国经济社会发展所面临的重大问题,我国坚定地建设资源节约型和环境友好型社会,在科学发展观的引领下走可持续发展道路,与我国的低碳发展道路是一脉相承的。<sup>[6]</sup>我国的低碳转型,能够保障实现国家“三步走”的经济发展战略,特别是有助于提高我国长期

能源安全,有助于缓解当前和未来能源体系下的国内国际环境问题,并且也有利于为我国的城镇化和新农村建设提供符合国情的现代化能源服务,实现更加公平的能源供给。低碳经济的实质是高能源效率和清洁能源结构的问题,核心是低碳技术创新和制度创新。<sup>[7]</sup>因此,不论是我国自身可持续发展的需要,还是为全球应对气候变化作贡献,研发低碳技术,发展以低能耗低污染为基础的“低碳经济”将是大势所趋。

## 五 中国城市低碳技术创新的对策和途径

### (一)中国城市低碳技术发展路线

低碳技术发展的路线图是当前国内外研究机构的关注点之一。代表性的研究包括IEA提出的全球能源科技发展路线,国际能源署(IEA)和OECD核能署(NEA)联合发布了2050年技术路线图系列报告中的核能技术路线图,姜克隽等发布的我国中长期能源与温室气体排放情景和技术路线图等。<sup>[11]</sup>我国在进行低碳技术的选择时,既要结合当今世界低碳技术的变化趋势,又要结合我国经济发展的状况、能源结构和技术传统,注意发挥我国的比较优势,制定适合我国国情的低碳技术路线。<sup>[12]</sup>我国科技路线图的相关研究多以技术预见为基础。我国国家层面完成了《我国至2050年能源科技发展路线图》<sup>[13]</sup>(中科院能源领域战略研究组编制)和《我国节能减排关键技术和路线图》(国家技术前瞻课题组绘制)。其中《我国至2050年能源科技发展路线图》<sup>[13]</sup>指出,我国近期低碳经济与新能源产业领域最重要的发展领域为:清洁煤技术、新能源汽车、智能电网、新能源规模发电等。大力发展新能源汽车是低碳能源供应、交通运输节能的重要举措,对缓解能源供需矛盾,改善环境有着重要的推动作用。各地方政府为指导节能减排工作,也相继启动或完成区域行业节能减排技术路线图,如河北省科技厅启动了光伏发电产业技术路线图、风电产业技术路线图、钢铁产业节能减排技术路线图、水泥产业节能减排路线图、农业水资源高效利用技术路线图的编制工作,广东省启动制糖产业节能减排技术路线图、造纸产业节能减排技术路线图。这些节能减排技术路线图的制定明确了国家整体低碳经济的发展和区域低碳经济的推进方向。我国城市低碳技术发展路线可分近期和中长

期发展两个阶段(见表1)。

我国城市低碳经济发展近期阶段走节能减排为重点的低碳技术路线是最现实的抉择。节能减排低碳技术路线包括结构节能减排技术、技术节能减排技术和管理节能减排技术措施三个方面。结构节能减排技术指改变能源供应及能源使用结构,增大新能源、可再生能源在总能源供应中的比重,推进煤炭清洁高效利用,提高洗选动力煤、水煤浆、天然气等洁净能源的比重;技术节能减排技术包括智能电网、超(超)临界发电、IGCC 煤气化联合循环发电、绿色煤电、热电联产、资源节约及废物处理回收利用技术和高效用能节能技术;管理节能减排技术措施包括抑制和淘汰高能耗产业及产能、发展循环经济、能源供应与使用智能控制、智能楼宇。

表1 中国城市低碳技术路线略图

领域/时间	近期阶段	中长期阶段
能源供应	水力发电	风力发电
	超超临界发电	电场 CCS
	IGCC	薄膜光伏电池
	非晶硅光伏电池	天然气水合物发电
	太阳能热发电	智能电网
		核能发电
工业	清洁煤技术	海洋能
	热电联产	工业 CCS
	生产工艺节能技术	核聚变技术
	工业余热、余能再利用	
交通	燃油汽车节能技术	高能动力电池
	混合动力车技术	电力汽车
	新型轨道交通	生物燃料汽车
	城市交通管理技术	
建筑	地源热泵技术	新型建筑材料
	节能墙体材料	新概念建筑
	围护结构保温	
	太阳能利用	
	区域热电联用	
	LED 照明技术	
	供暖、通风和采光系统	
废弃物处理	节能	
	废塑料、废橡胶的处理	
	生活垃圾处理技术	污水热能技术
	废水处理和利用	垃圾处理资源化和产业化
	垃圾焚烧发电	
	垃圾热解气化技术	

资料来源:中国科学院能源领域战略研究组,2009;中国发展低碳经济途径研究课题组,2009;吴昌华:低碳创新的技术发展路线图,《绿色经济与创新》2010年第2期

## (二)我国城市低碳技术创新对策

人类发展的历史,是技术不断发展进步的历史,技术上的每一次飞跃,都会给人类社会带来巨大的改变,技术从根本上影响着人类社会。低碳经济的实质是能源效率和清洁能源结构,核心是能源技术创新和制度创新。因此,技术创新是实现低碳经济的关键。如果低碳技术不能很好地实现商业化与产业化,那么低碳技术在影响经济发展模式和气候变化方面的作用就微乎其微,只有不断完善低碳技术创新才能实现经济发展模式向“低碳”的转变。<sup>[7,10,14]</sup>根据我国能源现状和技术发展情况,我国城市低碳技术的开发和创新,主要通过以下三个途径来实现:

1. 强化自主创新。我国利用非低碳技术进行的基础设施建设消耗了大量的能源,并将造成高污染高排放的后果,因此,我国最紧迫的任务是调整产业结构,开发煤的清洁高效利用机制,开发可再生的清洁能源,改变以煤、石油等为主的能源消费结构,而这些都离不开低碳技术的开发。我国在低碳技术自主创新方面,一是要充分利用各研究机构,大学的人才优势,积极进行低碳技术的理论研究;二是要充分利用市场的驱动力量来刺激研究活动的开展。而且我国政府已经提出了可持续发展战略,具备良好的政策法制环境,保障了低碳技术的研究与开发。

2. 加强国际合作。目前,我国的低碳技术与发达国家先进水平之间有着不小的差距,要在短时间内提高水平,除了要依靠国内的自主创新,还要加强与国际之间的交往合作。国际间的技术转让能够很好地解决发展中国家低碳技术的缺乏,促进关键低碳技术的不断突破。加强国际间技术的合作和转让,能使全球共享技术发展,大大减缓气候变化带来的问题。而且,自主创新与国际合作是相互促进的,自主创新在一定程度上决定着我们与国际合作的紧密程度。

3. 加强政策支持,发挥政府作用,综合运用相关政策工具。政府在技术创新体系中的作用不仅仅是资金、人力、技术平台等的投入,而且担当着社会资源开发与优化配置、要素与价格机制的完善、技术市场竞争格局的建立等任务。政府是低碳技术创新的推动者,在促进低碳技术创新方面具有不

可替代的作用。政府要在国家低碳技术创新体系的建设上充分发挥宏观调控作用,促进与低碳技术创新有关的制度建设、文化建设。从技术推动和需求拉动两个方面并结合技术的生命周期搭配政策工具,深入研究这些政策工具的传递机制与实际绩效,进而建立起适应我国社会主义市场经济体制的低碳技术创新政策体系。

4. 完善有利于低碳技术创新的知识产权制度,构建低碳技术创新系统。低碳技术与一般知识产权一样,都是智力劳动成果,低碳技术研发企业高额投资的收回,必须要有相应的制度予以保证。完善针对低碳技术创新的知识产权制度,使创新者获得技术排他性的独占权,并通过实施其创新成果,收回前期研发的投入,在激烈的市场竞争中获得丰厚收益,鼓励其技术创新的积极性。同时通过合理的知识产权保护,可以实现将有限的创新资源更加合理、有效的利用。技术创新是一项系统工程,必须有与之相适应的环境和制度。低碳技术创新必须伴随着制度创新,建立一个有效的生态环境保护框架的利益分配制度体系,才会有效促进低碳技术创新。<sup>[15]</sup>

#### 参考文献:

- [1] 潘家华,王汉青,等. 中国城市低碳发展 2011[M]. 经济日报出版社,2010:110-112.
- [2] 气候组织. 中国低碳领导力:城市[R]. 气候组织, 2009:1-21.
- [3] 邓线平. 低碳技术及其创新研究[J]. 自然辩证法研究,2010,26(6):43-47.
- [4] 徐大丰. 低碳技术选择的国际经验对我国低碳技术路线的启示[J]. 科技与经济,2010(2):73-75.
- [5] 崔成. 低碳技术:“十二五”产业发展的必然选择[J]. 团结,2010(1):23-25.
- [6] 付允,马永欢,刘怡君,等. 低碳经济的发展模式[J]. 中国人口·资源与环境,2008,18(3):14-19.
- [7] 黄栋. 低碳技术创新与政策支持[J]. 中国科技论坛,2010(2):37-40.
- [8] 潘家华. 低碳发展左右城市未来竞争力[N]. 佛山日报,2010-01-16.
- [9] 石敏俊,周晟吕. 低碳技术发展对中国实现减排目标的作用[J]. 低碳经济与中国发展,2010(3):48-53.
- [10] 吕俊杰. 低碳技术创新的发展现状及对策[J]. 经济研究,2010:56-57.
- [11] 付允,汪云,林李丁. 低碳城市的发展路径研究[J]. 科学对社会的影响,2008(2):5-9.
- [12] 吴昌华. 低碳创新的技术发展路线图[J]. 绿色经济与创新,2010(2):138-145.
- [13] 中国科学院能源领域战略研究组. 中国至2050年能源科技发展路线图[M]. 科学出版社,2009.
- [14] 王可达. 低碳技术创新的意义及路径选择[J]. 探求, 2011(2):68-73.
- [15] 孙丽芝. 低碳技术创新面临的问题与对策探讨[J]. 机械管理开发,2011(1):139-142.

责任编辑:徐 蓓