

# 向“低碳城市”转型框架体系与途径

毛超, 李世蓉, 刘杨

(重庆大学建设管理与房地产学院, 重庆 400044)

**摘要:**城市是低碳经济推进的着力点,文章分析了中国发展低碳城市的制约因素,构建了以经济、社会、能源、环境、技术、城市建设为主的低碳城市发展动力系统框架,基于此分析老工业城市重庆向低碳城市转型的特点和必要性,并构建了重庆低碳城市的发展路径。

**关键词:**低碳经济;低碳城市;框架体系;发展路径

**中图分类号:**F062.2      **文献标志码:**A      **文章编号:**1008-5831(2011)04-0025-08

## 一、低碳城市的涵义界定

低碳经济是全球气候、政治、经济、外交和主流媒体关注的热门话题,也是世界可持续发展格局的新规则。作为一种新的发展理念<sup>[1-2]</sup>，“低碳经济”2003年首次在英国发表的能源白皮书《我们能源的未来：创建低碳经济》被提出来。低碳经济是在气候变暖、全球环境恶化的大背景下，提出来走低排放、低能耗、低污染的发展路线。

根据美国二氧化碳信息分析中心(Carbon Dioxide Information Analysis Center, 简称CDIAC)预测数据,中国化石燃料(煤、石油、天然气等)燃烧后CO<sub>2</sub>排放量正处于持续上升阶段<sup>[3]</sup>。中国工程院院士金涌提到,中国现在CO<sub>2</sub>排放量达50多亿吨,位居世界第二,很快就会超过美国成为世界第一。胡锦涛总书记在2007年9月亚太经合组织(APEC)第15次领导人会议上,明确主张“发展低碳经济”<sup>[4]</sup>。同年,国家科学技术部部长万钢在2007年中国科协年会上呼吁大力发展低碳经济。

中国正在经历快速城市化进程,中国城市化水平从1978年的17.9%快速增长到2009年45.68%,GDP在过去20年间保持近8%增长速度的同时,工业化进程也对整个环境带来了影响,工业能耗占全国能耗的70%,二氧化碳和二氧化硫排放量占全国总排放量的40%和85%<sup>[5]</sup>。城市作为经济社会发展的核心体,在为经济发展作出贡献的同时,也是碳排放、高能耗、高污染的主要来源,转型为“低碳城市”应首当其冲。2009年6月,中国社会科学院发布的《城市蓝皮书:中国城市发展报告(2)》指出<sup>[6]</sup>:低碳城市将是节能减排和发展低碳经济的重要载体,是可持续发展的必然选择。

关于“低碳城市”的涵义,中国相关文献尚少。夏堃堡认为低碳城市就是在

收稿日期:2010-04-26

基金项目:重庆大学人文社科青年基金(CDSK2009-29)

作者简介:毛超(1982-),贵州贵阳人,重庆大学建设管理与房地产学院讲师,博士研究生,主要从事城市可持续发展、建筑节能研究;李世蓉(1956-),四川雅安人,重庆大学建设管理与房地产学院博士生导师,重庆市对外贸易与经济委员会副主任,主要从事城市可持续发展、政府工程项目管理研究。

城市实行低碳经济,包括低碳生产和低碳消费,建立资源节约型、环境友好型社会,建设一个良性的可持续发展的能源生态体系<sup>[7]</sup>。付允等学者<sup>[9]</sup>认为,低碳城市就是通过在城市发展低碳经济,创新低碳技术,改变生活方式,最大限度减少城市的温室气体排放,彻底摆脱以往大量生产、大量消费和大量废弃的社会经济运行模式,形成结构优化、循环利用、节能高效的经济体系,形成健康、节约、低碳的生活方式和消费模式,最终实现城市的清洁发展、高效发展、低碳发展和可持续发展。综合国内相关学者对其不同定义和思考,笔者将“低碳城市”理解为,以低碳发展为目标,视城市为系统工程,涉及经济活动、社会活动、建设活动、生态环境等方面,利用低碳技术,最大限度节约资源(水资源、能源、土地资源),降低污染排放,优化产业结构,改进城市功能布局。

## 二、中国城市走低碳模式的系统框架构建

### (一)中国城市走低碳模式的本质与挑战

不管是发展中国家,还是发达国家,低碳模式的发展都是新的探索。2008年6月日本首相福田康夫提出日本新的防止全球气候变暖对策,即“福田蓝图”,7月日本内阁会议通过了依据“福

田蓝图”制定的“低碳社会行动计划”,日本的低碳社会建设的障碍体现在技术、经济、社会和信息四个层面<sup>[10]</sup>。

而中国作为发展速度最快的发展中国家,预计在2012年也会纳入减排国家的范围,中国当前已经强烈感受到新发展的压力和困难。低碳城市建设要从节能减排、低碳发展的内在规律出发,找到中国巨大社会浪费和环境污染的本源。金乐琴和刘瑞认为中国向低碳经济转型面临的制约因素可以从当前中国发展阶段(工业化和城市化)、发展方式(粗放型)、资源禀赋(以煤炭为主)、贸易结构、锁定效益等几个方面体现<sup>[11]</sup>,而这几方面与能源、生态环境成负相关关系,也与低碳发展模式相悖。2009年12月,住房和城乡建设部副部长仇保兴指出,中国抑制三大领域刚性碳排放,包括建筑使用、城镇交通模式和城镇化的发展,在能源消费和二氧化碳排放上有着刚性消费,严重困扰着低碳城市的发展<sup>[3]</sup>。

笔者对已有文献和数据进行了整理和归纳,总结中国城市碳排放与城市经济、环境可持续的主要矛盾源于工业化、城镇化、城市建设与能源和环境等方面(表1)。

表1 城市发展与低碳发展的矛盾对比

矛盾因素	表现	能源消耗和碳排放问题
工业化	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 从1980-2007年,中国年均GDP增长速度为9.96%。</li> <li>2. 2007年GDP三产业的构成比例11.3:18.6:40.1,其中第二产业拉动国内生产总值增长为6.5个百分点。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. IEA则估计,2004年中国国内出口商品生产蕴含的与能源有关的CO<sub>2</sub>排放量为16亿吨,占中国排放总量的35%。</li> <li>2. 2007年工业占全国总能耗消费的71%,其次是生活能耗10%,交通运输能耗7.7%。</li> </ol>
城镇化	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 城镇化率从解放初期的10.64%增至45.68%。</li> <li>2. 根据城镇化发展曲线的趋势,仇保兴指出,中国还有30、40年的城镇化高速发展期。</li> <li>3. 人口向城市转移,预计未来30年间每年有1500~2000万人进入城镇。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 85%的能源被城镇所消耗,85%二氧化碳排放来自城镇。</li> <li>2. 从2006年、2007年城市污水排放量分别是362.5亿吨和361亿吨。</li> </ol>
能源结构	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 中国是以煤炭为主要能源的国家,煤炭工业在国民经济中占有非常重要的地位。</li> <li>2. 2008年中国煤炭在一次能源结构中的比重为69%,石油和天然气为22%,新能源、可再生能源量为9%。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 煤炭是温室气体的主要来源。</li> <li>2. 粗放型发展模式及以煤为主的能源结构和低效能源利用方式,使目前中国煤炭生产与消费量均居世界首位,CO<sub>2</sub>排放居世界第二。</li> <li>3. 2003-2005年能源消费弹性系数均大于1,2006-2007年期间能源消费弹性系数虽有下降,但仍为0.83,0.66。</li> </ol>
城市建设	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 建筑:全国房屋总面积已超过400亿平方米,今后中国每年还将新增建筑面积16亿~20亿平方米,到2020年新增建筑面积将达200多亿平方米,每个城市建成区面积平均每年增长5%左右。</li> <li>2. 城市交通轨道:2007年城市每万人拥有公交车辆10.2标台,为2000年的2倍。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 用于城市建设每年将消耗占约全球40%的水泥、35%的钢铁。</li> <li>2. 据环保专家分析,中国大城市的空气污染物有60%来自汽车尾气——NO<sub>x</sub>、CO、铅、固体颗粒等。</li> <li>3. 城市交通能耗大约占城市总能耗的20%以上。</li> </ol>
社会发展	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2007年城镇居民家庭平均每百户年底家庭汽车拥有量为6.06,同期增长1.4倍,是2000年的121.2倍。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2007年生活消费能耗量为26790万吨标准煤,平均每人生活消费能源203.3千克标准煤,比上一年度增加4.4%,是2000年的1.8倍。</li> </ol>

这几个方面是中国当前经济发展的重点,也是低碳城市规划和建设中应该关注的。中国的“低碳城市”发展,既要兼顾工业化、城市化发展,也要重视生态环境和可持续发展,它是经济、社会和环境共同的可持续。

(二)低碳城市发展动力系统的框架

如何构建低碳城市发展路径,中国还处于探索阶段。付允和汪云林从系统论角度将低碳城市的发展路径划分为4个系统:能源低碳、经济低碳、社会低碳和技术低碳<sup>[9]</sup>。陈飞和诸大建提出了低碳城市的评价模型,强调城市交通、建筑、生产及生活等之间的相关性<sup>[12]</sup>。2009年的《中国可持续发展战略报告》(简称“绿皮书”)中将低碳城市的特征概括为:经济性、安全性、系统性、动态性、区域性,并提出了低碳城市的4个支撑体系:产业结构体系、基础设施体系、消费支撑体系、政策制度体系。

城市本身就是一个庞大的复杂系统。李扬指出低碳发展必须摒弃只关注诸如建筑节能、煤的高效利用等“用”的层面的具体技术问题,而要重视“体”的层面存在的痼疾,比如消费拉动经济增长理论的负面影响,城乡空间布局、国民生活方式等方面存在的巨大浪费等<sup>[4]</sup>。刘志林和戴亦欣等学者也指出英国低碳城市规划的重点领域是建筑和交通、家庭用能,英国的应对气候变化规划政策则提出了将碳减排纳入区域空间战略、交通发展战略、规划管理政策

中,同时也强调要与生活方式塑造和公众参与结合起来<sup>[10]</sup>。低碳城市的建设要从宏观层面系统、全局地对整个社会、经济、环境、城市建设、技术等方面进行考虑。

笔者通过对已有文献的分析,构建了以“低排放、低污染、低能耗”为目标的低碳城市发展动力系统框架,共包括6个子系统:经济子系统、能源子系统、社会子系统、建设子系统、环境子系统和技術子系统。各个子系统间相互作用,相互影响,工业化带动了经济发展,经济发展助推了城市化进程,随之出现的人口增长和转移,人居生活质量的提升,推动了社会发展和城市建设;但是能源是经济发展的原动力,由于其资源稀缺性,能源需求、土地利用等造成了严重的能源和资源负担,城市和人口的膨胀,生产和生活污染物排放带来环境恶化,能源开采、使用又将威胁到生态环境,增大环境压力。经济快速发展使得系统中能源的投入和环境破坏程度加快,一旦超过环境、能源、资源承载力阈值,则会反作用于经济发展,进而影响居民生活、社会稳定和城市建设发展。各子系统之间存在非线性耦合关系,其因果关系结构图如图1。根据系统动力学原理,前5个子系统形成了闭合系统,但是并非一个一致性良性循环的系统,后一个技术子系统充当整个系统的外部作用力,在其中发挥调节作用。

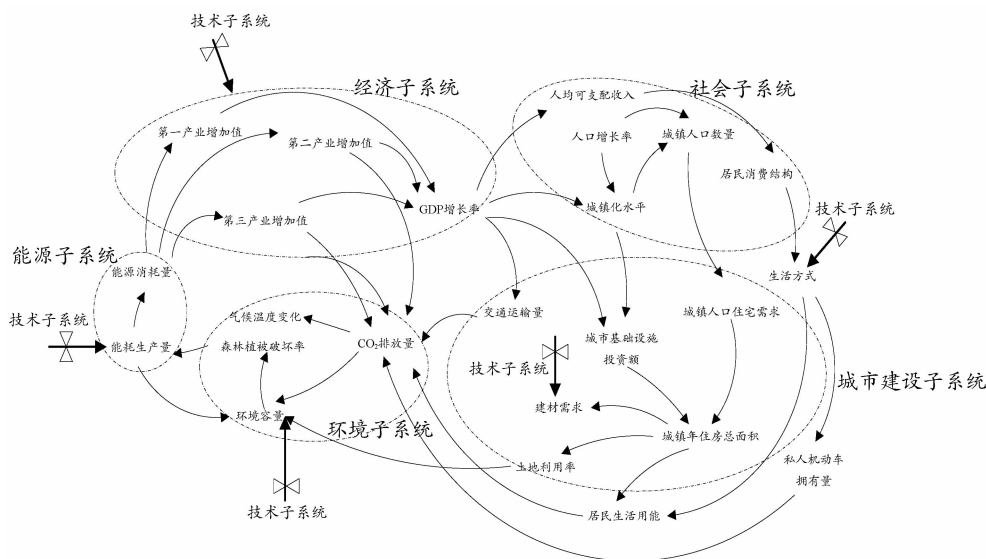


图1 低碳城市发展6个子系统因果关系结构图

此低碳城市发展动力系统的建立以分析各个子系统相互关系和规律为前提,找到关键作用环节,通过技术子系统为外部作用力,实现经济、社会和城市“高速发展”的同时,兼顾环境和能源的可持续发展。这也体现了低碳理念对一个非良性循环的城市发

展,提供了一个解决问题的思路。其中,技术子系统包括硬技术和软技术,硬技术指的是低碳技术手段,软技术则是指优化产业结构、居民消费观念的转变、治理政策等方面。

模型的因果关系有利于全面理解城市发展规

律,有助于网络化的低碳模式建设,确保城市可持续发展进程、建设与能源需求的和谐发展,为各个决策方合理拟定相关政策提供参考依据。

### 三、重庆向低碳城市转型的特点和必要性

“低碳城市”强调低能耗、低污染、低排放,促进城市经济、社会、环境、资源协同发展。绿皮书中定义了低碳城市具有区域性的特征,因此,不同城市由于其空间特点、产业比重、城市规划、资源禀赋不同,构建低碳城市6个系统的低碳化侧重点也有所差异。重庆是一个军工企业、传统老国有工业企业密集的老工业基地,在全国的几个老工业基地中,重庆市兼具“东北现象”与“西部现象”的特征,再加上三峡工程建设搬迁大量的库区企业,其产业结构、能源结构和城市交通规划有着“锁定效应”,使得重庆这一老工业基地的改造振兴任务繁重,调整有一定困难。作为直辖市之一,重庆是西部地区的重要增长

极,又是长江上游未来的经济发展中心;在重庆“314”总体部署发展战略中,提出建立“五个重庆”;2009年1月国务院印发了《关于推进重庆市统筹城乡改革和发展的若干意见》(下称《意见》),深入贯彻落实科学发展观,切实发展推进统筹城乡综合配套改革;时值低碳经济潮涌全球,方兴未艾之际,低碳之路正是这些重要战略可持续发展的客观需要。结合笔者提出的低碳城市发展6个子系统,重庆率先发展低碳城市发展模式有着独特的意义和必要性。

(一)推进统筹城乡改革,经济、能源、社会、建设、环境5个闭合系统相互联动

《意见》中明确了“一圈两翼”、产业优化升级、资源环境保障、城乡一体化协调发展等改革和发展的战略任务,这是对重庆经济、社会、基础建设、能源开发和生态环境层面的新要求。

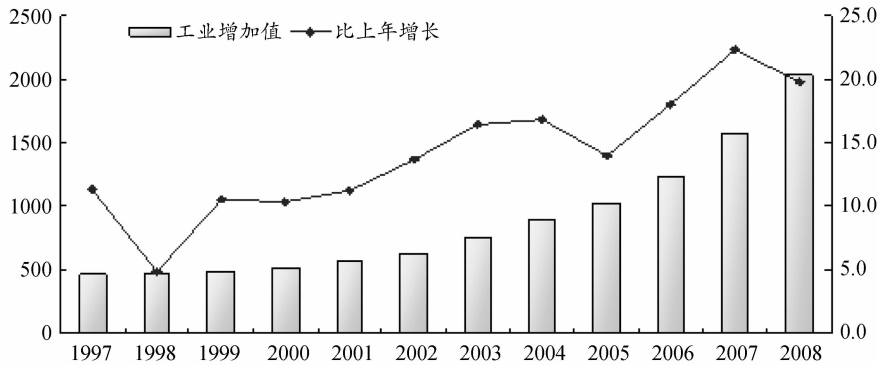


图2 重庆直辖以来工业增加值及其增长速度

#### 1. 经济与能源层面

现阶段重庆正处于城镇化、工业化和产业结构调整的关键时期,经济的快速发展,第二产业的逐步壮大,拉动了能源消费的快速上扬。重庆以汽车摩托车、化工医药两大支柱产业,冶金、机械、轻工、纺织、能源五大传统产业为主要拉动力,生产总值从1997年的1360.24亿元增加至2008年的5096.66亿元,增长了3.75倍,重点大型企业工业对重庆经济贡献超过了70%,重庆工业投资增长51.8%,支撑着全市固定资产投资实现26.8%的较快增长,第二产业(工业和建筑业)对GDP的贡献率达到56.9%,增加值为2433.27亿元,增长18.0%,拉动经济增长8.1个百分点(图2)。2008年,重庆三次产业比重由2007年的11.7:45.9:42.4转变为11.3:47.7:41.0,一产业下降0.4个百分点,二产业上升1.8个百分点,三产业下降1.4个百分点<sup>[13]</sup>。同时,

第二产业也是全市能耗最大的部门,约占全市能源消费总量的70%。据统计数据所示,1978-2008年间,重庆能源消费量呈现持续攀升的态势,1978年能源消费总量仅为889.2万吨标准煤,2008年能源消费总量达到5091.5万吨标准煤,年均增长6.0%(图3)。而重庆市能源消费结构与当今世界平均结构相差甚远,重庆主要能源资源以煤炭、天然气和水电为主,而没有石油资源。2008年重庆市能源消费总量中煤炭比重为73.1%,石油产品、天然气和水电等优质能源仅占26.9%左右。根据2004-2008年各种资源消耗量,利用公式 $CO_2 = E\gamma$ ( $E$ 表示各种能源消耗量, $\gamma$ 表示各种能源 $CO_2$ 排放量系数)<sup>①</sup>,计算得到2008年重庆市 $CO_2$ 排放量达到4370.606万吨,增长率逐年增加,平均增长速度在10%,接近GDP增长速度(图4)。由此可见,经济子系统与能源子系统呈负相关关系,如何确保经济增长的同时,

①公式 $CO_2 = E\gamma$ 中的 $\gamma$ 系数取值为:原煤排放系数0.7476,天然气排放系数为0.4479,原油排放系数为0.5854,汽油排放系数为0.5532,柴油排放系数为0.5913,电力排放系数为2.2132。

完善能源保障体系,显示了重庆这一老工业基地发展低碳经济的紧迫性。

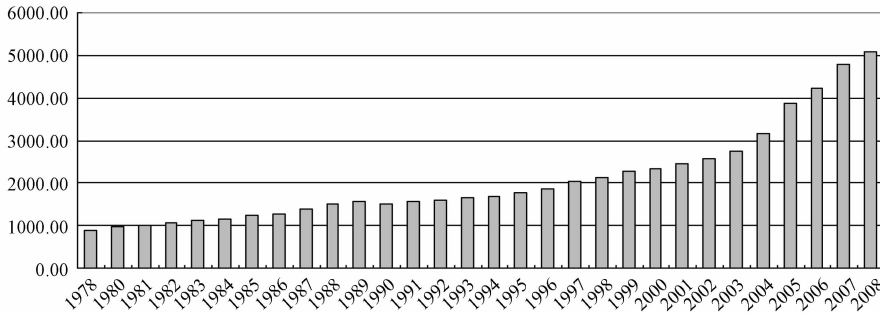


图3 1978-2008年重庆市能源消耗总量(万吨标准煤)

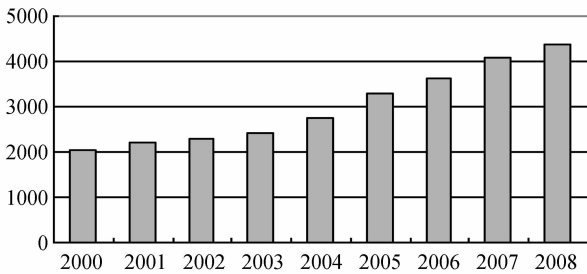


图4 2000-2008年重庆市CO2排放量(万吨)

数据来源:重庆市统计年鉴。CO2排放量根据折算系数进行计算。

### 2. 社会、基础设施建设与能源层面

“大重庆,大农村,大库区”的城乡一体化进程使得重庆处于城镇化高潮期。社会子系统随着经济拉动,城镇化水平大幅度提高,城市基础建设和住房需求增加。2008年,重庆市城镇化水平达到49.9%,预计2015年,全市城镇化水平达到60%。按照新的城市规划,未来重庆主城将由目前的400平方公里扩大到1000平方公里,2020年主城区常住人口预计达到1000万人。经济增长、城镇人口增多和转移,使得居民消费结构、居住方式、公众出行方式也在转变,相关设施、生活消费及建筑运行都需要比以前更多的能源消耗。2004-2008年,重庆城市居民平均每百户空调拥有量达到151.1台,年平均增长率达8%,家电用品是碳排放的大源头,使能源消耗、

污染物排放不断增加。同时,人口转移使得城市建设子系统将扩大房屋和基础设施建设。一方面,重庆每年城镇住房人均面积从1998年的9平方米增长到2007年的27.3平方米,从能耗角度来看,总的建筑用能占全市社会总能耗的20%左右,重庆市公共建筑的运行能源从2004年开始大大高于民用建筑,呈陡坡上升趋势(图5)。绿皮书中也提到建筑碳排放占社会总碳排放的20%,建筑能耗与其排放同比例发展,而建筑物居住规模和降低能耗使用一直是矛盾的。另一方面,“一小时经济圈”战略提出以后,重庆市城市交通建设投资持续增长,2008年城市交通建设投资达到了451.22亿元,全市公路通车里程10.8632万公里,乡镇通畅率为83.5%,城市道路长度和道路面积以每年1.3%的速度增长,全社会机动车拥有量达到1613499辆,同比增加16万辆,增长11.7%,平均每天上牌的机动车辆超过500辆,使重庆机动车保有量居全国第5<sup>[14]</sup>。而小汽车的能耗占城市交通能耗的80%,由此带来的城市交通拥堵、交通工具尾气排放造成的空气污染等问题也日益凸显。社会子系统下人口的转移以及基础建设子系统与城市能源消费之间明显的正比例关系,城市化进程的推进会拉动能源需求的增加,也是低碳城市发展的一个难题。

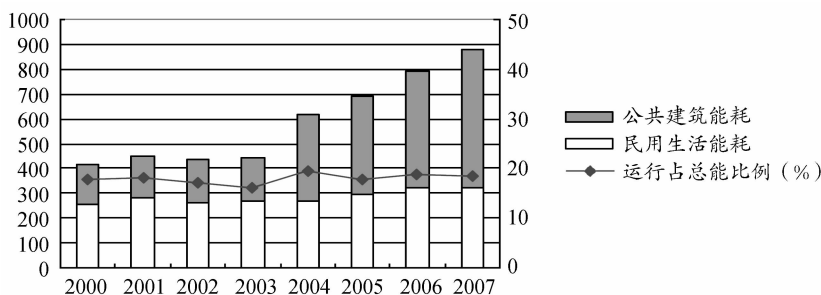


图5 2000-2007年重庆市城镇建筑运行总能耗的构成及消耗量(单位:万吨标准煤)

资料来源:重庆市统计年鉴2000-2007,根据微观建筑能耗进行计算汇总。

### 3. 环境、社会与经济层面

重庆作为三峡库区上游,蓄水发电之后,面临的

就是“后三峡时代”的问题,较为突出的是库区产业发展带来的环境灾害治理等问题,诸如水质污染、工

业固体废物处理、机动车尾气和挥发性有机物污染,从一般污染物扩展到有毒有害污染物,形成点源、分散多点源与城市径流污染、农村面源污染共存,生活污染和工业排放叠加,各种新旧污染与二次污染相互复合的状况,进而导致库区生物多样性及生存环境面临威胁,社会经济发展严重滞后,人地矛盾尖锐,经济发展与生态建设、环境保护之间矛盾突出。

## (二)“五个重庆”与低碳城市发展系统相一致

一是,“森林重庆”是低碳、可持续发展的基础。2004年以来,随着新增绿化林地面积的不断增长,主城区空气质量明显提高,优良天气天数越来越多,空气中各种有害气体浓度不断下降。据“314”总体部署报告,要求重庆市全面加强城市建设、优化城市功能、改善人居环境,2008年重庆市政府工作报告指出建设“森林重庆”,建设范围幅员面积5473平方公里,预计2012年森林覆盖率、城区绿地覆盖率分别达到38%,道路绿化覆盖率达到80%。城市森林对于维持CO<sub>2</sub>和O<sub>2</sub>平衡,改善小气候有着显著作用。据联合国数据显示,每公顷森林每天可吸收1000公斤CO<sub>2</sub>。重庆已经向低碳城市迈出了第一步。二是“畅通重庆”,在“一小时经济圈”基础上,强调了进

一步改善交通条件,降低城市发展成本,即从高效、经济、低碳、低污染角度来建立城市绿色交通系统。三是“宜居重庆”要提升居民品质,优化公共空间,这必然对传统建设方式提出新要求,从侧面反映了对低碳发展技术子系统中绿色建筑、节能建筑的需求。另外,“平安重庆”、“健康重庆”也是从环境、社会角度提出了生活、生态环境和谐发展的目标。可见,“五个重庆”和低碳化城市建设在一定程度上不谋而合,两者的融合正好体现了城市全面协调可持续发展的科学路径。

鉴于上述几个方面,重庆城市可持续发展面临机遇和挑战,重庆也正在积极为此采取措施和努力,从而进一步说明了重庆应以低碳模式为未来城市发展方向的必要性和基础性优势。

## 四、重庆向低碳城市转型的系统路径

根据构建的低碳城市系统动力模型,结合重庆市当前在经济、城市建设、区域发展的背景,笔者提出了以“能源为基础,利用软硬技术手段,通过低碳技术、低碳政策激励,维护生态环境、合理利用和研发能源,以经济推动社会和城市建设和谐发展”的系统路径(图6)。

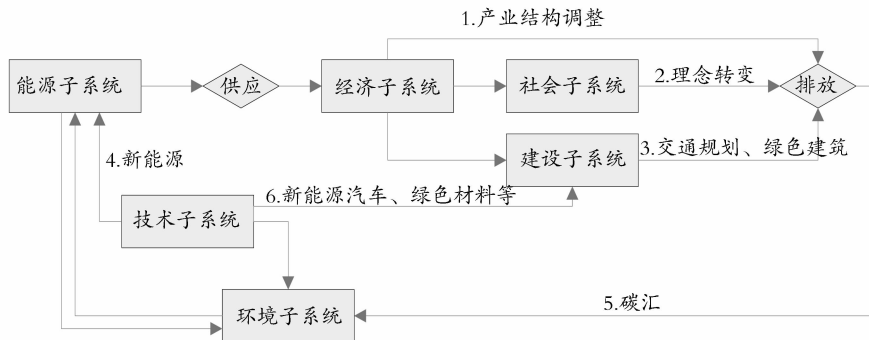


图6 向低碳城市转型的创新路径

### (一)经济子系统:产业结构的优化和升级

产业结构多元化给城市经济发展注入了活力,同时,产业结构也决定着污染物排放和能源消费结构。优化和升级产业结构,利用新技术改造传统工业生产流程,由“重工业化”向“高加工度化”转型,促进高技术化和产业结构软化,使得整个产业结构中硬产业比重下降,软产业比重上升,走科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少的新型工业化路子,能够实现低碳和经济增长双赢。

### (二)能源子系统:高效利用现有资源,开发新能源

按照重庆“十一五”发展规划中关于循环经济“12518”战略,要以提高资源利用率为核心,促进循环经济政策法规建设和循环经济框架建设,突出抓

好污染企业搬迁、水资源合理利用、能源节约、资源综合利用和推行清洁生产等5个重点领域。此外,还需要适度调整能源供应结构,大力开发城市新型燃料,利用压缩天然气、太阳能、风能等新能源。

### (三)城市建设子系统:降低交通和建筑碳排放

优化城市交通结构,形成以公共交通、轨道交通为主体的集约化、网络化运输系统。同等货物通过铁路运输的碳排放仅为高速公路的5%~20%,而且单位运输用地可节约20~30倍。因此,发展低碳交通系统,从源头上减少交通需求,则是对城市布局进行紧凑型规划,加强轨道交通建设。重庆市规划预计在2012年将实现“4小时重庆”、“8小时周边”,建成轻轨通车运营总里程140公里以上。在现有基础上重视其他新能源或清洁能源的引进,2007年重

庆完成了主城区客运企业及车辆的“双改”工作,公交汽车和出租车都采用了压缩天然气(CNG)车辆。减少主城区交通污染,控制城市机动车保有量,加强对机动车污染排放的监管。引进先进通信智能系统,近期美国思科公司和重庆的合作,在2年后使得交通拥堵将降低25%,交通排队所需的时间将下降50%,城市污染将下降10%和15%。

优先推进公共建筑能耗改造,逐步辐射到民用住宅建筑。重庆市的公共建筑能耗比重较高,需要率先实施节能改造,对其空调系统、照明等采取全面的改造措施。对于民用住宅,按照建筑的全生命周期,从项目建议阶段,对于土地利用展开紧凑型规划,再设计阶段充分考虑节能材料使用、户型朝向、采光通风等问题,到建设阶段加强原材料消耗管理,最后是运行阶段灯具、电器使用过程中的能耗监督,都需要实现低碳。

(四)社会子系统:公众消费由奢侈型向节约型转变

全球CO<sub>2</sub>的排放量和城市化水平一直处于同步增长趋势<sup>[16]</sup>。城市的人口增长和经济增长密切相关。城镇在空间数量上的增多、规模的扩大、功能和设施的逐步完善,也是城市的经济关系、生活方式和价值观念广泛渗透到农村的过程,这也是低碳消费理念逐步渗透的最好阶段。重庆市城乡统筹发展的过程中,完善城市的公共服务、重视基础设施建设,从居民日常生活习惯和消费习惯出发,从社区商业设施、公共设施的规划和功能上都形成低碳行为引导,构建宜居城市,改变传统的消费理念,是实现低碳经济的有效方式。

(五)环境子系统:充分发挥森林的“碳汇”能力

北京大学的研究表明,中国森林固碳能力由20世纪80年代初的每公顷136.42吨增加到21世纪初的每公顷150.47吨<sup>[16]</sup>。1980-2005年中国通过持续不断地开展造林和森林经营,累计净吸收CO<sub>2</sub>46.8亿吨,通过控制毁林减少CO<sub>2</sub>排放量4.3亿吨。重庆市可进一步加大“森林城市”的建设,按森林城市规划,预计在2012年森林覆盖率达到38%,即为4700万亩左右,意味着可以实现森林固碳4.8亿吨。在此基础上,适当规划森林结构配比,继续加快植树造林步伐、提高森林质量,发展沼气、改灶节材,以减少森林资源低值消耗,增加灌木林、针叶混交林等净生量较高的植被,从而吸收CO<sub>2</sub>,实现低碳城市中的生态平衡。

(六)技术子系统:技术和政策软硬结合

技术包含低碳科技硬技术和政策激励软技术:

一是应用先进的低碳技术。技术指的是上述5个方面低碳发展可采取的手段,如工业生产中清洁生产技术、新能源开发技术、碳捕获和碳封存、交通智能技术、建筑节能技术等。在现阶段,重庆首先要引进技术,与国外先进、成熟的技术研发机构合作,逐步实现技术本土化发展;二是政策和制度等软技术。硬技术的发展离不开政策和机制的支持,通过鼓励政策、碳税机制、补贴制度等引导产业调整、城市规划、居民消费结构向低碳方向发展。

## 五、结语

低碳城市的建设对城市可持续发展有着重要意义,需要从城市总体规划着手,了解低碳城市的生活方式,结合经济、社会、资源、环境等综合考虑低碳城市运行方式、城市基础设施建设、城市轨道交通规划和建筑技术利用。目前重庆市已经在“蓝天行动”、“绿色交通”、“森林城市”等方面取得一定的成绩,下一步应该从城市系统的角度,加强城乡统筹和“五个重庆”的建设,利用低碳城市发展动力系统框架,将经济、社会、能源、环境、城市建设和技术这6个方面全面统筹在一起,以新能源、新理念、新技术作为新一轮经济的增长点,带动城市和社会和谐发展,进而实现低碳城市的创新转型。国际气象组织表示,未来5年内要在中国新增15个低碳示范城,重庆作为西部区主要经济领地,有必要积极作为示范区,成为探索低碳城市的先行者。

## 参考文献:

- [1]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——探索中国特色的低碳道路[M].北京:科学出版社,2009.
- [2]Greater London Authority. Action Today to Protect Tomorrow: The Mayor's Climate Change Action Plan[EB/OL]. February 2007. <http://www.london.gov.uk/mayor/environment/climate-change/docs/ccap-fullreport.pdf>. (2007-02-25).
- [3]仇保兴.我国低碳生态城发展的总体思路[J].建筑科技,2009(15):12-16.
- [4]方涵.“低碳经济”概述及其在中国的发展[J].经济视角,2009(3):45-46.
- [5]中华人民共和国国家发展和改革委员会.网址[http://www.sdpc.gov.cn/\(2009-10-15\)](http://www.sdpc.gov.cn/(2009-10-15)).
- [6]中国社会科学院.城市蓝皮书:中国城市发展报告(2)[M].北京:科学出版社,2009.
- [7]夏堃堡.发展低碳经济,实现城市可持续发展[J].环境保护,2008(2A):33-35.

- [8] 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, 18(3): 14-19.
- [9] 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): 5-10.
- [10] 刘志林, 戴亦欣, 等. 低碳城市理念与国际经验[J]. 城市发展研究, 2009, 16(6): 1-6.
- [11] 金乐琴, 刘瑞. 低碳经济与中国经济发展模式转型[J]. 经济问题探索, 2009(1): 84-87.
- [12] 陈飞, 诸大建. 低碳城市研究的卢纶方法和上海实证分析[J]. 城市发展研究, 2009(10): 71-74.
- [13] 重庆市统计局. 2006年-2008年重庆市统计年鉴和统计公报[R]. 2006-2008.
- [14] 重庆市政府公众信息网. 网址: <http://www.cq.gov.cn/> (2009-09-20).
- [15] 庄贵阳. 气候变化挑战与中国经济低碳发展[J]. 国际经济评论, 2007(9): 50-52.
- [16] 贾治邦. 论森林在应对气候变化中的重大作用[EB/OL]. 国家林业局网站: <http://www.forestry.gov.cn> (2009-08-20).
- [17] 顾朝林, 谭纵波, 刘宛. 低碳城市规划: 寻求低碳化发展[J]. 建筑科技, 2009, 15: 40-42.
- [18] 辛章平, 张银太. 低碳经济与低碳城市[J]. 城市发展研究, 2008, 15(4): 98-102.

## Framework System and Routes for Transformation into Low Carbon City

MAO Chao, LI Shi-rong, LIU Yang

(College of Construction Management and Real Estate, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China)

**Abstract:** City is the origin of force to promoting low-carbon economy. This paper analyzes the restraint factors under the development of low-carbon city in China, establishes a dynamic system framework for low-carbon city based on economy, society, energy, environment, technology and urban construction. Then, the author illustrates the characteristics and necessity for the transformation from a old industrial base to a low-carbon city taken Chongqing as example, meanwhile, establishes the developing routes of low-carbon city in Chongqing.

**Key words:** low carbon economy; low carbon city; framework system; developing route

(责任编辑 傅旭东)