

ECO²: 低碳城市的第三种模式?

王彬彬¹, 杜受祜²

(1. 四川大学 政治学院, 成都 610064; 2. 四川省社会科学院 资源环境研究中心, 成都 610071)

摘要: 低碳城市的兴起不仅是城市应对全球气候变化的解决方案, 更是在全球价值链下的城市碳排放分工。受经济格局与碳排放格局不匹配的影响, 由发达国家主导的消费拉动型低碳城市发展模式和由发展中国家主导的生产推动型低碳城市发展模式都面临着可持续性挑战。世界银行提出的 ECO² 城市发展模式能将生态与经济相结合融入城市发展之中, 为低碳城市的发展提供了可以选择的途径。按照《中国应对气候变化国家方案》提出的“一个结合、两面推进”的原则, ECO² 导向的低碳城市应协调构建生态路径和经济路径, 形成城市低碳经济的循环体系。

关键词: 低碳城市; ECO²; 评价体系

中图分类号: F062.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5315(2012)03-0045-06

自 2003 年英国能源白皮书《我们能源的未来: 创建低碳经济》、2006 年英国《气候变化的经济学: 斯特恩报告》、2007 年联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)第 4 次评估报告等重要文件提出以来, 越来越多的科学证据表明: CO₂ 等温室气体排放已成为气候变化的直接因素。城市是现代文明形成和发展的主要空间载体, 是人口、产业的主要集聚地, 也是最大最集中的“碳源”。据国际能源机构(IEA)估计, 城市地区与能源相关的温室气体排放量占到了全世界总排放量的 71%, 到 2030 年将会达到 76%。随着城市社会的不断成长, 在可以预见的将来, 继纽约都市圈、东京都市圈、伦敦都市圈、巴黎都市圈、北美五大湖都市圈之后, 我国长三角、珠三角、京津冀、成渝等都市圈也将快速崛起, 有可能进一步加重城市温室气体排放的负担, 在碳排放与消解上形成新的二元结构, 即城市作为主要碳排放的一极, 而非城市地区作为碳补偿的另一极。从人类城市发展与气候变化的关系来看, 可以认为“昨天是气候影响城市, 今天是城市影响气候”。因此, 控制城市的碳排放、强化城市的碳减排, 对于全球低碳化的总体格局具有重要意义, 对于我国这样的新兴城市大国也具有突出的现实意义。然而, 在已有的低碳城市建设中, 由于经济格局与碳排放格局的不匹配, 出现了“低碳不经济”和“经济不低碳”的现象, 因此, 构建经济与环境协同发展的新型低碳城市迫在眉睫。

一 低碳城市发展的两类模式及其不足

尽管对低碳城市有各种不同的概念界定, 但较为一致的观点是指“城市在经济高速发展的前提下, 保持能源消耗和 CO₂ 排放处于较低水平”^[1], 即经济发展与能源消耗、温室气体排放“脱钩”。研究表明, 自 1975 年以来, 除英国一直实现强脱钩外, 美国、德国、加拿大、澳大利亚、意大利、西班牙、法国、日本等主要发达国家至少在一段时间内出

收稿日期: 2012-03-12

基金项目: 国家社会科学基金青年项目“提升西部地区自我发展能力战略研究”(编号: 10CJY003)、国家社会科学基金重大招标课题“应对气候变化下我国城市生态环境可持续发展与生态文明建设研究”(编号: 09&ZD049)的阶段性研究成果。

作者简介: 王彬彬(1978—), 男, 浙江杭州人, 经济学博士, 四川大学政治学院讲师, 研究方向为区域与城市经济、环境经济; 杜受祜(1945—), 男, 四川乐山人, 四川省社会科学院资源环境研究中心研究员、博士生导师, 研究方向为区域经济、环境经济。

现过一次强脱钩,其余发达国家也呈现出强脱钩和弱脱钩的特征^[2]。作为“低碳经济”的提出者和最早践行者,以欧盟为主的发达国家引领了“低碳革命”,出现了英国的应对气候变化的城市行动、日本的低碳社会行动计划、美国的低碳城市行动计划(见表1)以及瑞典的可持续行动计划,构成了以发达国家为主的第一类低碳城市发展模式,其主要特征是通过家居、交通、能源等生活类消费的低碳化,促进低碳技术、低碳服务创新,拉动低碳型固定资产投资和基础设施建设,逐步形成低碳经济体系。以伦敦为例,英国政府从2001年启动低碳城市项目,2003年后相继出台了《伦敦能源策略》、《伦敦规划(修订版)》、《气候变化行动纲要》、“低碳城市”住宅标准,以覆盖“绿色家居”、低碳能源、交通运输、废物处理等碳减排领域。在成功转变消费观念、培育低碳消费市场后,2008年,英国提出创建“低碳经济体”,不仅出台了《低碳产业战略远景》,而且将“碳预算”纳入政府预算框架,并于2009年公布了《英国低碳转型计划》,形成消费拉动型低碳城市发展模式。但是,由于技术不够成熟、前期产业化介入不足,以及全球金融危机后居民消费能力、固定资产投资能力下降,高昂的技术研发应用费用和不确定性收益正在阻碍发达国家的低碳城市发展。如捕获和封存CO₂技术(CCS)每捕获1吨CO₂的成本大约70美元,最多能捕获90%的CO₂排放量,且还要再多消耗25%的煤炭才能将原产生的CO₂去除。此外,埋存CO₂的安全性条件也较为苛刻,CCS仍是一个过渡性解决方案^[3]。从这个意义上讲,发达国家的低碳城市模式更多是构建了一个国际性的低碳制度体系,并凭借其经济和技术优势实现碳转移。

表1. 世界主要城市的低碳政策与措施

城市	主要政策与措施
伦敦	(1)改善现有和新建建筑的能源效益;(2)发展低碳及分散的能源供应;(3)降低地面交通运输的排放;(4)建立绿色政府。
纽约	(1)成立“能源规划部”;(2)政府拨款支持节能;(3)提高建筑物能源效益;(4)增加清洁能源的供应;(5)减少来自交通的温室气体排放。
东京	(1)协助私人企业采取措施减少二氧化碳排放;(2)在家庭部门实现二氧化碳减排;(3)减少由城市发展产生的二氧化碳排放;(4)减少由交通产生的二氧化碳排放。

资料来源:作者整理自《低碳经济转型的国际经验与发展趋势》,中国网,2009-12-11,http://www.china.com.cn/international/txt/2009-12/11/content_19050525.htm。

随着国际气候谈判和全球价值链(GVC)的延伸,服务于发达国家低碳消费的低碳产品制造业转移至发展中国家,其溢出效应触发了发展中国家的低碳城市发展进程。国际贸易的碳规制使低碳技术被引入生产过程,锁定效应和“能源饥渴”推动了低碳能源和固定资产投资。为了给产业节约碳排放指标、减轻国际碳转移后本国的环境负担,又实施了交通、建筑、能源等生活类消费的碳减排,由此形成了以发展中国家为主的第二类低碳城市发展模式。这种基于全球价值链分工形成的生产推动型低碳城市发展模式在我国尤为突出,如保定的太阳能产业,最初是从专门面向欧美市场的太阳能硅片制造起家,随着太阳能产业链向上下游拓展,发展成为国际上重要的新能源及能源设备制造基地;同时依托太阳能制造业,保定加大了太阳能综合利用力度,从而全面推进了低碳城市建设。虽然产业化极大地推动了我国低碳城市发展,但也逐渐暴露出三个方面的不足:(1)不顾基础和条件,潮涌式地建设低碳城市,目前各省至少有100个城市提出了打造“低碳城市”的口号,试图将建筑、交通、工业这三大碳排放源的低碳规划纳入城市的整体运行规划中,使整个城市的碳排放量有明显下降^[4];(2)低碳产业低端制造加工环节产能过剩,普遍存在“烧着高碳的煤,生产低碳的节能灯”的不合理现象^[5];(3)政策支持缺乏连续性和针对性,使得关键领域或潜力巨大的低碳技术支持不够,反而一些自生能力不足的低端技术得到生存空间。更值得商榷的是,在低碳产业快速成长阶段,能否在短期内实现强脱钩,完成环境库兹涅茨曲线的拐点过程?相对于消费拉动型低碳城市发展模式和生产推动型低碳城市发展模式,一个可取的方向就是“将低碳与经济统一起来”^[6],实现低碳与经济“挂钩”发展,提升城市低碳化的经济性和可持续性。在这一层面上来说,世界银行的ECO²城市发展模式为我国低碳城市发展提供了新的范例。

二 ECO² 导向的低碳城市的理论阐释

(一)ECO² 发展模式及其经验

从可持续发展理论出发,对未来城市形态的前沿展望之一是建设生态与经济相协调的生态经济城市。据世界银行估算,到2030年,发展中国家的城镇建成区将从20万平方公里增长到60万平方公里,全球城市人口将达到50亿。为了应对未来30年发展中国家大规模城市化的趋势以及由此带来的经济增长与环境承载压力,2008年,世界银行提出生态经济城市(ECO² City)概念。生态经济城市是经济发达且生态友好的城市,是一种促进环境和经济协

同增效、互为依赖并实现可持续发展的城市发展的新型商业模式,即“通过一体化城市规划和管理,充分利用生态系统,为社会和人民谋福祉,为子孙后代保护、培育生态系统”;同时,“通过有效利用所有有形和无形资产,为城市居民、商业和社会创造价值与机会,实现有创造性、有包容性和可持续的经济活动”^[7]。

ECO²最大的特征与优势是通过资源整合、系统集成和协同决策实现生态与经济的协调发展。在ECO²的四大原则^①中,存在着两个重要的整合力量,从而使得生态经济的外部性内生:(1)在生态层面,将城市与城市环境纳入一个完整的系统,使市场区位、资源流动、生产力布局、基础设施建设、城市空间形态等融为一体;(2)在经济层面,将政府与相关利益主体构成一个协调的体系,构筑起企业运营、城市服务、区域合作多层次协作平台。在平台内层,部门为追求可持续运营而进行内部合作;在平台中层,利益阶层为提高服务可持续性而协作;在平台外层,实现更大范围的相关利益主体之间的协作^[7]。

(二)ECO²导向的低碳城市

按照ECO²发展模式的基本理念,低碳城市建设不仅是在城市经济社会各领域中实施强制性的碳减排措施,更重要的是形成城市生活各利益主体协同共赢的利益机制。这也符合落实《中国应对气候变化国家方案》“一个结合、两面推进”^②的主要原则^[8]。在此基础上,我们提出了低碳城市建设的生态路径和经济路径,由此形成城市低碳经济循环体系,如图1。

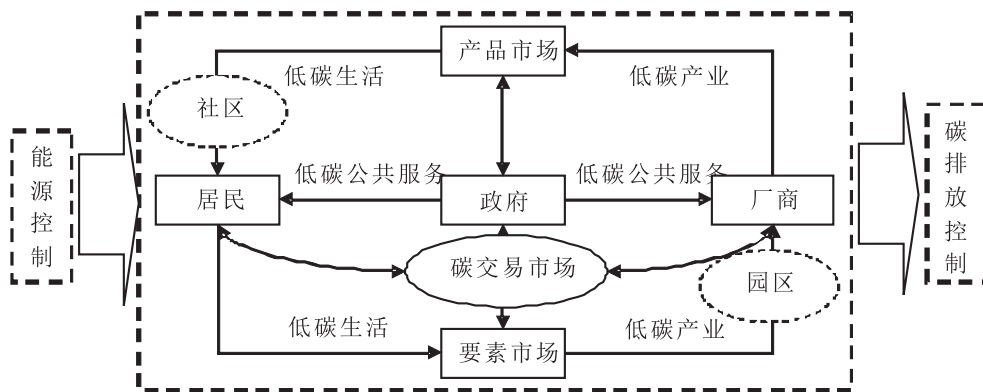


图1. 城市低碳经济循环图(作者绘制)

1. 以能源流为主线的生态路径(虚线表示),实现能源控制—能源循环—碳排放控制的全流程能源规划、渠道集成与碳约束。其中,能源循环中的原料燃料生产碳排放—生产过程碳排放—消费碳排放—废弃物处理碳排放尤为重要,研究表明,碳排放主要集中在这一链路上。生态路径上的碳约束可以由碳足迹法来测量,目前国内外计算碳足迹的方法主要有两种:一是用生命周期评估(LCA)法^③计算产品制造、使用、处置的整个生命周期中的碳排放量;二是通过计算产品制造、使用和处置时所使用的煤、石油、天然气等化石燃料的碳排放量。除了在具体商品与服务层次的碳排放计量外,低碳城市碳排放控制的两个重要节点是社区和园区。(1)社区是现代城市的细胞,是人们生活、居住的场所,也是低碳产品的终端消费市场。在逆城市化的潮流下,社区亦呈现出多元化、模块化的发展方向,逐渐集成了生产、生活、生态等多重功能。国际知名的低碳社区(如丹麦的贝泽、英国的贝丁顿、德国的沃邦、瑞典的维克舍),通过改变在城市蔓延中社区复制对自然资源的线性消耗、降低社区活动所产生的碳排放、加强社区生态绿化改造,实现社区碳中和,并推动社区生产方式、生活方式、价值观念的根本变革,从而影响低碳技术、产品和服务供给。(2)园区是在空间管制政策指导下集中统一规划的产业区域。目前园区碳减排在我国应用较多,其主要手段是采用新能源和清洁生产技术,提高能源、原材料的综合利用效率,降低环境污染物溢出生产过程的总量。

2. 以低碳产业—低碳生活—低碳公共服务形成低碳区域层次的经济路径(实线表示),通过构建循环实现经济体内部碳中和。从新古典经济学的角度来看,在图1的城市经济活动循环模型中,经济体存在政府、居民、厂商三类经济主体和产品市场、要素市场、碳交易三大市场。政府向居民和厂商提供低碳公共服务,包括低碳产业的发展规划、低碳技术的支持政策、低碳产品的公共采购、低碳理念的教育推广、低碳消费的补贴政策等,以此获得政府报酬和政府税收;在要素市场上,居民向厂商不仅提供劳动、资本、土地,而且还提供支持低碳生产与服务知识技术、企业家才能,以此获得政府补贴和工资收入;在商品、服务市场上,厂商不仅在三次产业上形成低碳产业的产业链,而且向居民提供低碳商品和服务,以此获得政府补贴和销售收入;在碳交易市场,政府、居民、厂商之间相互交易标准化的配额

碳减排指标和自愿碳减排指标,获取碳减排补偿性收益,并发展碳现货、期货、期权和掉期等金融衍生品。

三 ECO² 导向的低碳城市评价

(一) 现有低碳城市评价

以指标体系进行定量评价是科学界定和认识低碳城市的必要手段。鉴于 IPCC 报告并没有提出权威的评价指标,因此,国内外关于低碳城市的评价体系丰富多样。而国内现有的研究主要沿袭了 Edward L. Glaeser 和 Matthew E. Kahn^[9]、Chris Goodall^[10] 等的思路,可以说是对城市综合低碳化的评价。其评价体系和思路可以分为两类(见表 2):一是目标导向型,这类评价研究侧重于从宏观指标体系上构建一个低碳城市建设的框架,根据指标的重要性赋予权重,根据发展要求赋予阈值,并分年度予以实现;二是任务分解型,这类评价研究从物质流和能量流过程来看待低碳城市建设,将低碳城市看成是能源投入与温室气体产出的中介,其基本思路一是从微观角度分析“碳源”,通过提高能源利用效率、减少“碳源”、提高碳中和能力来达到碳减排目的,二是分析主要能源指标与主要经济社会指标的联动关系来确定碳减排成效。总的看来,现有评价研究具有三个显著特征:一是系统化思维,从系统论的角度将低碳城市建设与评价具体分解为生产、消费、政策、资源、技术等独立的子系统的建设与评价,以此获得低碳城市的综合评价指数;二是结构化指标,相对于总量指标的应用,反映经济结构、产业结构、消费结构、能源结构、环境结构以及绩效结构的结构化指标广泛见诸于现有研究中,从而强化评价体系的趋势导向作用;三是减量化指向,通过对建筑、交通、生产等碳排放较为密集领域进行技术更新、实施节能减排,总体上降低整个城市的能源消耗强度与碳排放强度,推动城市经济社会生活从高碳向低碳转变。

表 2. 现有低碳城市评价的典型研究

类型	典型研究
目标导向型	中国社会科学院主体完成的《吉林市低碳发展计划》中,构建了包含低碳生产力、低碳消费、低碳资源、低碳政策四大类 12 个指标的低碳城市评价体系。
	张学毅等基于物质流分析方法构建低碳经济指标体系,包含经济发展、能源消耗、自然环境三大类 13 项指标 ^[11] 。
	付允等综合考虑了经济、社会和环境等三个方面,描述了城市低碳的 8 大状态,使用 23 项具体指标,从产业结构体系、基础设施体系、消费支撑体系、政策制度体系、技术支撑体系构建了评价城市低碳水平的指标体系 ^[12] 。
	李云燕在系统分析评价城市的生产系统、交通系统、节能和生态建筑、城市空气污染控制、清洁能源开发等不同方面的低碳化建设的基础上,进行指标综合与集成,并通过模糊层次分析法确定准则层的权重,通过主成分分析法得到城市低碳经济发展综合评价指数 ^[13] 。
	王爱兰从经济增长、城市化率、产业结构、能源结构、能源利用效率、交通体系、消费模式、碳汇林业、制度环境等方面构建了低碳城市指标体系 ^[14] 。
任务分解型	诸大建等主张的“相对脱钩”(在二氧化碳排放总量增长下的效率提高)和“绝对脱钩”(在经济增长的情况下稳定与减少二氧化碳排放)概念以及“低碳城市生态绩效=城市福利增长(价值量)/资源环境消耗(实物量)”的判定方法 ^[15] 。

(二) ECO² 导向的低碳城市评价体系

ECO² 导向的低碳城市更注重经济、生态之间的融合共生和功能集成,其评价体系需要综合多重目标。我们主要以联合国开发计划署“千年发展目标监测指标体系”、国家发改委“全面建设小康社会指标体系”、中国城市科学研究会“中国生态城市指标体系”、国务院发展研究中心“统筹城乡发展评价指标体系”、中国社科院“低碳经济发展指标体系”、气候研究所与第三代环境主义(E3G)的“G20 低碳竞争力评价指标体系”为蓝本,构建评价指标集。其中,生态路径指标主要选自“低碳经济发展指标体系”和“G20 低碳竞争力评价指标体系”,经济路径指标主要选自“千年发展目标监测指标体系”、“全面建设小康社会指标体系”、“中国生态城市指标体系”和“统筹城乡发展评价指标体系”。

由于指标集中原始指标数量较多,我们采用德尔菲法进行隶属度分析,以专家选择频次大小排序,剔除与低碳城市不相关的指标。假设第 i 个指标选择频次为 M_i ,那么该指标的隶属度为 $r_i = \frac{M_i}{N}$, r_i 值越大,指标就越重要。

为了进一步简化指标、提高指标评价能力,我们又对筛选后的指标作相关性分析和鉴别力分析。数据主要采用 2011 年成都统计年鉴及成都市统计局相关统计数据。通过指标的标准化处理 $Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S_i}$ (X_i 为指标的原始数据, S_i

为指标的均值, Z_i 为指标的标准差, 为标准化值), 计算指标之间的简单相关系数 $R_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n (Z_{ki} - \bar{Z}_i)(Z_{kj} - \bar{Z}_j)}{\sqrt{\sum_{k=1}^n (Z_{ki} - \bar{Z}_i)^2 (Z_{kj} - \bar{Z}_j)^2}}$

和变异系数 $V_i = \frac{S_i}{X}$, 剔除 R_{ij} 较大和 V_i 较小的指标。 以此得出 ECO² 导向的低碳城市评价体系(见表 3)。

表 3. ECO² 导向的低碳城市评价体系

状态层	准则层	指标层	单位	说明
生态 路径	节能 减排	1. 单位 GDP 能耗	吨标煤/万元	提升能源综合利用效率, 提高新能源利用比重
		2. 单位 GDP 二氧化碳排放	吨/万元	
		3. 人均交通能耗	吨标煤/人	
		4. 新能源、再生能源占总能源的比例	%	
经济 路径	低碳 产业	5. 人均地区生产总值	元	调整产业结构、要素投入结构、技术结构, 促进三次产业低碳化, 发展新兴低碳产业, 推动地区经济增长
		6. 现代服务业占 GDP 的比重	%	
		7. 有机农药化肥使用率	%	
		8. 新增低碳技术投资增长率	%	
	低碳 生活	9. 城镇化率	%	在有序的城镇化进程中, 构建由绿色环境、绿色建筑、绿色交通组成的低碳生活
		10. 森林覆盖率	%	
		11. 人均绿地面积	平方米/人	
		12. 新增节能建筑面积比率	%	
		13. 公共交通出行分担率	%	
	低碳 公共 服务	14. 公共机构能耗下降率	%	降低政府自身的碳排放和公共资源的碳减排, 增强公众低碳环保意识, 完善低碳制度体系
		15. 公众低碳认知率	%	
		16. 建立碳排放监测、统计和监管体系	—	
		17. 公众对环境的满意率	%	

四 结语

中国的城市化是 21 世纪对世界影响最大的两件事之一^[16], 大规模城市化将带来能源需求量和碳排放量的快速增长, 建设低碳城市势在必行。与发达国家在后城市化时期实施的低碳调整策略不同, 我国应将城市化进程与低碳发展有机统一起来。而在现有的低碳城市发展模式中, 仍然较为突出的问题是低碳与经济如何相互促进、融合共生。ECO² 导向的低碳城市从生态路径与经济路径形成城市低碳经济循环体系, 是可供选择的新模式之一。正如 IEA (2007) 报告所展望的那样: 到 2030 年我国可避免的 CO² 排放量中约 70% 是能源效率改善和经济结构调整的贡献。目前, 国内低碳城市建设方兴未艾, 其中不乏一些创新理念指导下的低碳城市行动, 如世界自然基金会“中国低碳城市发展项目”、中英“崇明东滩生态城”项目、中新天津生态城项目、气候组织的“城市低碳领导力”项目^[17], 这些项目也正是我国低碳城市建设新的探索。

注释:

- ①四大原则:(1)基于项目城市实际情况的方法;(2)扩大的协同设计和决策平台;(3)单一系统方法;(4)重视可持续性与恢复力的投资框架。
- ②“一个结合”:把应对气候变化和实施可持续发展战略, 加快建立资源节约型社会、环境友好型社会和创新型国家紧密结合起来。“两面推进”:一手抓减缓温室气体排放, 一手抓提高适应气候变化的能力, 尤其是防灾减灾。
- ③参见《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》(PAS2050:2008)。

参考文献:

- [1]辛章平,张银太.低碳经济与低碳城市[J].城市发展研究,2008,(4):98-102.
- [2]庄贵阳.低碳经济引领世界经济发展方向[J].世界环境,2008,(2):34-36.
- [3]CCS:迈向低碳时代的加速器 高昂成本谁买单[N].科技日报,2009-09-06.
- [4]上百城市争贴“低碳”标签新一轮“城建浮躁化”须警惕[EB/OL].[2010-12-03].新华网.http://news.xinhuanet.com/politics/2010-12/03/c_12841347.htm.
- [5]毕军.“低碳城市”不能高碳发展[N].人民日报,2011-10-12.
- [6]潘家华.经济要低碳,低碳须经济[J].华中科技大学学报(社会科学版),2011,(2):76-81.
- [7]Hiroaki Suzuki, Arish Dastur, Sebastian MoffattNana. *Eco² Cities: Ecological Cities as Economic Cities* [M]. New York: World Bank Publications, 2010.
- [8]马凯.气候变暖是人类共同面临的挑战[J].绿叶,2007-08(卷首).
- [9]Edward L. Glaeser and Matthew E. Kahn. The Greenness of Cities: Carbon Dioxide Emissions and Urban Development [J]. *Journal of Urban Economics*, 2010,(67):.
- [10]Chris Goodall. *How to live a low-carbon life: the individual's guide to stopping climate change* [M]. London: Earthscan, 2010.
- [11]张学毅,王建敏.基于物质流分析方法的低碳经济指标体系研究[J].学习月刊,2010,(4下):109-110.
- [12]付允,刘怡君,汪云林.低碳城市的评价方法与支撑体系研究[J].中国人口·资源与环境,2010,(8):44-47.
- [13]李云燕.低碳城市的评价方法与实施途径[J].宏观经济管理,2011,(3):51-53.
- [14]王爱兰.低碳城市建设水平综合评价指标体系构建研究[J].城市,2011,(6):66-69.
- [15]诸大建,陈飞.上海发展低碳城市的内涵、目标及对策[J].城市观察,2010,(2):54-68.
- [16]姚士谋,王成新,解晓南.21世纪中国城市化模式探讨[J].科技导报,2004,(7):42-45.
- [17]陈柳钦.低碳城市发展的国内外实践[EB/OL].[2010-08-03].价值中国.<http://www.chinavalue.net/Biz/Article/2010-8-3/192187.html>.

ECO²: Low-carbon Cities in the 3rd Mode?

WANG Bin-bin¹, DU Shou-hu²

(1. School of Politics, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610064;

2. Resources and Environment Research Center, Sichuan Academy of Social Sciences, Chengdu, Sichuan 610071, China)

Abstract: The rise of low-carbon cities is not only a solution to global climate change, but also the division of urban carbon emissions in the global value chain. Because of the disparity of economic development and carbon emissions, the consumer-driven low-carbon urban development patterns promoted by the developed countries and the production-driven low-carbon urban development patterns promoted by the developing countries are faced with sustainability challenges. An urban development pattern under the rule of ECO² promoted by the World Bank is an optional approach for its integration of economy and ecology. Taking account of the principle of China's National Climate Change Program, the ECO²-oriented low-carbon city should coordinate the ecological path and economic path to alternate to a circulatory system of urban low-carbon economy.

Key words: low-carbon city; ECO²; evaluation system

[责任编辑:刘萍萍]