

# Study on the Evaluation Method and Implemental Approach of Low-Carbon City

Yunyan Li

Circular Economy Academe, Beijing University of Technology, Beijing, China, 100124

E-mail address: yunyanli@126.com

**Abstract:** Low-carbon economy is a new development approach that is generated in the condition of the global climatic change and energy crises. Developing low-carbon economy and building low-carbon city are doable avenues on the premise of China's commitment to limit greenhouse gas emission. This paper studied the meaning of low-carbon development, constituted an overall merit index system and evaluation method, investigated an implemental approach of low-carbon, and proposed policy measures of developing low-carbon city.

**Keyword:** low-carbon economy; low-carbon city; evaluation method; implemental approach.

## 低碳城市的评价方法与实施途径研究

李云燕

北京工业大学循环经济研究院, 北京, 中国, 100124

E-mail address: yunyanli@126.com

**摘要:** 低碳经济是在全球气候变化和能源危机下产生的新型的发展方式, 在中国承诺温室气体减排义务的前提下, 发展低碳经济, 建设低碳城市是可行途径。本文研究低碳城市发展内涵, 建立低碳城市综合评价指标体系和评价方法, 探讨低碳城市的实施途径, 提出发展低碳城市的政策措施。

**关键词:** 低碳经济; 低碳城市; 评价方法; 实施途径。

### 1 引言

低碳经济是人类应对国际社会大量消耗化石能源、大量排放二氧化碳引起全球气候灾害性变化而提出的新发展方式和经济形态, 是以低能耗、低污染、低排放、低碳含量和高能效、高效率、高效益、优环境为基本特征的经济发展模式<sup>[1]</sup>。低碳城市是在城市实行低碳经济, 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的城市能源生态体系。低碳城市是气候变化和能源危机背景下城市发展的必然选择。在中国承诺温室气体减排义务的前提下, 发展建设低碳城市被认为是可行的途径之一。由于低碳城市在国内外还是一个新概念, 尽管随着城市化进程的加快, 对于城市化和城市问题的研究数不胜数, 然而在气候变化背景下开展低碳城市研究, 还刚刚开始起步, 虽然散见一些文献和研究

探索, 但是尚缺乏系统深入的理论研究和实践支撑。从评价方法入手进行的相关研究正在进行, 但尚未建立起科学的评价方法体系。实现城市的低碳发展是未来城市发展的主导方向, 如何实现城市低碳发展是当今急需研究的重大课题之一。本文试图探讨低碳城市的评价方法和实施途径, 提出切实可行的对策措施, 用以指导我国低碳城市的发展实践。

### 2 低碳城市的发展态势分析

中国发展低碳经济, 是在全球气候变化和能源危机背景下转变经济发展方式的必然选择。一方面, 中国当前经济发展方式还较为粗放, 经济发展在某种程度上还是以牺牲环境和效率为代价, 迫切需要转换经济发展方式。研究表明, 目前我国万元 GDP 能耗与世界先进水平相比仍然较高, 主要工业过程和产品能耗比国际领先水平平均约高 30%。若不转变经济发展方式, 随着工业化和城市化的推进, 能源需求和资源消费将迅速上升, 我国的经济和社会发展将遭遇重大瓶

资助信息: 本文得到“教育部人文社会科学研究项目基金(批准号: 09YJAZH005)和北京市重点学科“资源、环境及循环经济”交叉学科项目(批准号: 0330005412002)资助”。

颈。另一方面，中国目前已是世界上最大的碳排放国之一，在国际上面临着巨大的减缓排放压力。2009年哥本哈根全球气候大会前夕，中国政府宣布到2020年单位GDP碳排放强度比2005年下降40-45%的目标，并采取切实措施减缓碳排放。严峻的国内外形势使中国大力推进低碳发展的任务变得更加紧迫。

作为消费活动最为集中的地域，城市消费了全球能源的75%，占全球温室气体排放的80%。目前世界上许多大城市以城市为单元开始实践低碳发展理念。低碳城市是指城市在经济高速发展的前提下，保持能源消耗和二氧化碳排放处于较低的水平。低碳城市已成为世界各地的共同追求，很多国际大都市以建设发展低碳城市为荣。2005年10月由伦敦市长发起召开大城市气候峰会，2007年10月在纽约又召开了第二次大会。美国西雅图市也发起美国国内各州400多个城市的应对气候变化行动。

中国正处于快速工业化和城市化进程之中。从1978年到2005年，中国城市总数从193个增加到661个，其中特大、大城市分别从13和27个增加到54和85个。到2006年末，中国城镇化水平约为43.6%，预计到2050年会提高到75%左右。根据城镇化发展曲线的趋势判断，我国还有三、四十年的城镇化高速发展期，在此期间预计全国每年有1500—2000万农民进入城镇，每年新建建筑约为20亿 $M^2$ ，每个城市建成区面积平均每年增长5%左右，与此对应，我国每年将消耗约占全球40%的水泥、35%的钢铁<sup>[2]</sup>。据估计，未来40~50年间，中国将有约一个欧洲的农村人口移居到城市。中国城市在发展和繁荣的同时，也面临很多严峻的挑战，其中城市能源问题是亟待解决的核心问题之一。如何让未来即将涌现在中国大地的几百座新的大中型城市直接进入低碳世界？其中大有文章可作。在全球应对气候变化和中国承诺温室气体减排义务的前提下，建设低碳城市是我国城市发展的重要途径。我国已有的6百多个大中城市，以及2万多个小城镇都应该向低碳生态城市发展模式转型。同时，我国很多大城市都面临着新建卫星城来疏解主城区日益重叠拥挤的服务功能和超高密度的人口，这些新建卫星城都可以采取低碳生态城的模式。

2008年初，世界自然基金会（WWF）在中国大陆选择上海和保定两市推出“低碳城市”发展示范项目，希望从上海与保定这两个试点城市的建筑节能、可再生能源和节能产品制造与应用等领域中，总结出可行模式，然后陆续向全国推广。其中保定市是我国第一

个“国家可再生能源产业化基地”，有其独特的技术和经验优势。上海市的建筑能耗到全社会总能源消费的近30%，开展建筑节能方面的示范和实践也具有重要意义。

由WWF开展的低碳城市项目产生了非常好的社会影响，但目前上海和保定两个试点城市侧重的只是低碳经济某一具体领域的发展而已。事实上，向低碳经济转型应该是从产业结构到能源结构的全面优化，以及从生产方式到生活方式的全面变革。在政府、学界和社会力量的积极关注和推动下，目前，除了已经采取行动的北京、上海、保定之外，珠海市、杭州市、唐山市和吉林市等对率先在国内建立低碳城市已表示出浓厚的兴趣。

世界各地的低碳城市实践在如火如荼地展开，大都是自发地、以自下而上的方式先行动起来，但缺乏明确的概念界定、经济学方法论描述和综合评价体系。鉴于中国巨大的发展和减排潜力，国际社会迫切希望在中国开展低碳城市的研究和示范，以分享信息和积累经验。

### 3 低碳城市综合评价指标体系和评价方法研究

#### 3.1 低碳城市评价指标体系的构建

##### 3.1.1 构建原则

对低碳城市的经济发展进行综合评价，首先要建立一套评价指标体系，既能反映经济发展、科技进步、社会发展、环境优化同步协调发展的思想，又能反映出城市发展低碳经济的状态和变化趋势。按照“低碳经济目标”、“低碳城市”建设要求，低碳城市评价指标体系的构建必须遵循以下的原则<sup>[2]</sup>：

（1）科学性与可比性原则。低碳城市评价指标体系的设计要能够对低碳城市的经济发展的质量进行合理、全面地描述，同时要注重城市之间的可对比性。

（2）系统性和层次性原则。从系统的角度出发，把一系列与低碳经济有关的指标有机地联系起来，既要注意指标体系的层次性，也要注意同级指标之间的互斥性。

（3）针对性和可操作性原则。指标体系建立的目的主要是参考我国制定的低碳城市标准，对目前低碳城市的发展水平进行测评。因此，该指标体系应是一个可操作性强的方案，设计的指标体系要尽可能地利用现有统计数据 and 便于收集到的数据。

### 3.1.2 指标框架体系

低碳城市的是一个由经济系统、科技系统、环境系统、社会系统组成的复合系统。通过收集整理人均碳排放、碳排放强度、产业结构和国际贸易、能源结构与碳汇(资源禀赋)、碳排放弹性、单位产品能耗(物理量)和技术水平等方面的数据和资料,建立一套低碳城市的综合评价指标体系,用于指导低碳城市的经济社会发展。遵循上述原则,构建如图1所示的目标层、准则层、指标层三个层次的指标体系框架。

(1) 目标层。对低碳城市的综合评价值,该值是城市在发展低碳经济过

程中经济发展、低碳科技进步、社会进步、环境优化的综合体现。

(2) 准则层。为了进一步反映低碳城市在发展过程中各子系统对低碳经济发展的综合值的影响,本文设计了经济系统、科技系统、社会系统、环境系统四个准则层。经济系统反映产业结构优化、经济效益提高、人民收入提高;科技系统反映资源循环利用效率提高、温室气体排放和能耗污染物减少;社会系统主要反映人民生活质量提高;环境系统主要反映城市整体碳汇能力、城市生态环境改善。

(3) 指标层。指标层是描述低碳城市的经济发展过程中的一组基础性指标。本文主要参考国家环保总局颁布试用的低碳城市建设、生态市建设指标体系。

(4) 指标目标值的确定。目标值的确定主要是借鉴政府工作要求与目标、低碳城市的目标值、并通过专家咨询的方式,确定低碳城市经济发展的目标值,力求所确定的目标值科学、合理。

## 3.2 低碳城市的综合评价方法

城市的低碳发展涉及到经济、社会、人口、资源、环境等各个领域,是一项复杂的系统工程,在低碳城市指标体系构建的基础上,进行指标综合与集成,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,建立低碳城市评价模型,探索低碳城市发展的评价方法。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。

### 3.2.1 数据来源

根据图1中指标层的指标,查阅评价城市的统计年鉴,实地调查所需数据资料,收集整理评价城市发展低碳经济的相应指标。

### 3.2.2 准则层权重的确定

根据图1构建的评价指标体系,依据专家打分法,构建优先关系矩阵。再运用模糊层次分析法,可建立模糊矩阵,并得出经济系统、科技系统、社会系统和环境系统的权重。

### 3.2.3 低碳城市的综合评价

依据有关的指标数据,采用主成分分析筛选出各个子系统评价指标的主成分量,利用统计分析软件,进行低碳城市的综合评价指数分析,计算子系统主成分载荷系数以及贡献率。

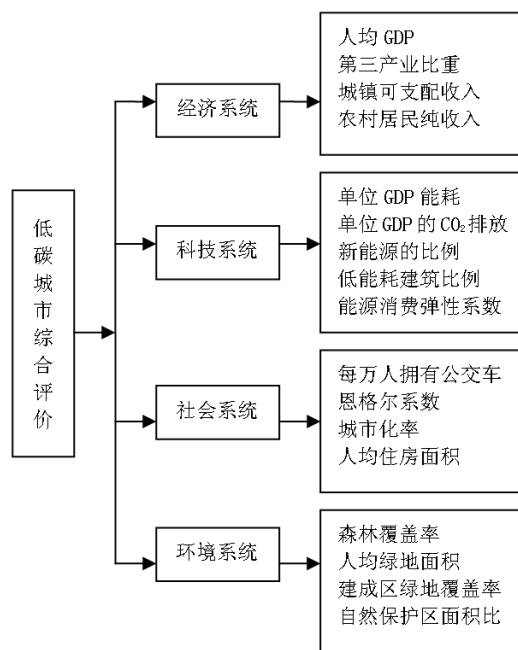


Figure 1. Assessment Index System of Low Carbon City.

图1 低碳城市评价指标体系

### 3.2.4 综合评价结果

根据指标载荷系数,可计算得到各子系统的评价指数。再根据模糊层次分析法算出的权重系数,计算得到城市低碳经济发展综合评价指数。

## 4 发展低碳城市的实施途径

对城市而言,实现城市的可持续发展应根据我国特殊国情,走可持续的环境友好低碳型城市之路。发展低碳城市应重视城市规划、产业结构调整、能源结构调整和规划环评等领域,要大力发展低碳建筑、低碳交通和低碳技术,加强建筑节能、交通节能、生产节能,提高能源效率。同时,要积极建设低碳城市示

范区，建立碳交易市场，通过政府的推动和市场的作用来促进低碳城市的发展。

#### 4.1 将“低碳”理念全面纳入未来城市发展规划

##### 4.1.1 明确城市产业布局规划的用地类型要求，限制高耗能高排放产业发展

进一步明确城市产业用地布局规划中各种工业类型用地面积和用地布局要求，严格限制高耗能高排放产业用地，鼓励清洁生产和循环经济工业企业的布局和发展。开发新城区尽量不影响基本地形构造，不影响碳汇森林容积量，不影响城市的文化环境，最大限度减少能源消耗和碳排放。

##### 4.1.2 尽快修订城市规划指标体系，规划和引导生态城市发展

按照低碳生态城市理念的要求，修订完善现行城市规划指标体系。制定生态城市规划指标体系和指导性标准及技术规范，明确关键技术要求和引导方向。制定低碳城市总体发展战略，建立覆盖整个城市的温室气体排放监测预警系统，有效掌握温室气体排放的一手数据。

##### 4.1.3 加强城市规划环境评价管理

完善城市规划环评的技术指标、技术规范和工作程序，加强城市规划环境影响评价工作。把城市规划环境评价纳入城市规划管理的政策体系。

##### 4.1.4 强化对综合交通系统建设的规划管理

坚持集约化建设理念，认真借鉴发达国家实行集约化建设的成功范例，配合高效城市交通运作系统，弥补城市生存空间资源的不足。把体现城市节能、高效运营要求的交通规划技术、交通运营方式及配套设规划策略纳入城市规划管理的技术框架，强化促进城市节能、节地、高效运营的规划技术在规划管理决策中的职能作用<sup>[3]</sup>。

#### 4.2 调整产业结构

产业结构的调整是发展低碳城市的重要途径。发展低碳产业，提高高碳产业准入的市场门槛，实现产业结构从高碳向低碳转变，成为我国产业结构优化升级的又一个重要方向。产业结构调整应侧重发展知识密集型和技术密集型产业，如信息产业和现代服务业<sup>[4]</sup>。优化产业结构，积极发展低碳产业对中国未来经济发展具有举足轻重的战略意义。

#### 4.3 调整能源结构，提高能源效率

在三种化石能源中，煤的含碳量最高，油次之，天然气的单位热值碳密集只有煤炭碳含量的 60%。其他形式的能源如核能、风能、太阳能、水能、地热能

等属于无碳能源。从保证能源安全和保护环境的角度看，发展低碳和无碳能源，促进能源供应的多样化，是减少煤炭消费，降低对进口石油依赖程度的必然选择<sup>[5]</sup>。但鉴于我国的实际国情，恐怕在相当长的一个时期内，煤炭仍将是主要能源，因此，提高能源效率非常重要。必须坚持节能优先的战略，因为只有节能，才能同时有利于能源供应安全、环境保护和提高竞争力等多重目标。有专家认为，通过强化节能和提高能效的政策措施，中国有望将 2020 年的能源消费总量减少 15%以上。从部门结构看，工业用能的比例虽在下降，但仍是最大的能源消费部门，而交通和建筑物用能则是能源消费增长最快的部门。因此，这三大部门无疑是节能工作的重点。

#### 4.4 大力发展低碳建筑

目前中国的建筑能耗占社会总能耗 25%，因此大力发展低碳建筑大有可为。

第一，着力加强政府规划的贯彻落实力度，严格实施低碳建筑标准，特别是新项目立项、审批和建设过程都必须遵照相关标准。

第二，普及推广低碳建筑理念，加强对社会公众的宣传教育。

第三，推行建筑能耗标识制度，推广低碳建筑的分级认证制度。

第四，广泛应用低碳建筑技术，如采用外遮阳、自然采光、自然通风、建筑绿化等低碳建筑设计技术。

#### 4.5 鼓励发展低碳交通

一是在中小城市坚持公交优先发展战略，加大公交投入力度，强力推进城市公交和轨道交通建设，构筑以轨道交通为骨干、多种交通方式协调发展的城市交通体系。

二是逐步限制私家车使用，提高私家车在城市繁忙路段的用车停车成本。

三是加快推广使用节能车辆，积极为油电混合动力车、LPG 动力车、电动汽车等提供相关税费优惠和配套服务设施，鼓励以旧换新。

#### 4.6 建设低碳城市示范区

在打造上海、保定两个低碳城市基础上，积累经验，探索低碳城市的有效发展模式。特别是在经济较为发达的地区和循环经济发展较好的地区，建立区域性低碳经济示范区。同时，重点关注跨区域的低碳城市圈建设，例如，以武汉城市圈、长株潭城市圈两个“两型社会”城市圈为基础，探索低碳城市圈的开发

建设模式，特别是要探讨城市之间的碳补偿、碳交易实现机制和模式。此外，可以进一步考虑按照不同地区和部门的特点，选择试点区。比如，在东部和西部地区各选择低碳城市试点，通过相关政策吸引研发及高端制造业投资，改造或淘汰高能耗、高污染产业，成为发展低碳经济的示范区。

#### 4.7 发展低碳技术

低碳技术是实现低碳城市的基础。积极研究开发推广应用碳捕获和碳封存技术、能源利用技术、减量化技术、新材料技术、生态恢复技术、替代技术、再利用技术、资源化技术、生物技术、绿色消费技术等，有效发挥先进技术在节能中的特殊作用，促进清洁生产 and 清洁循环利用，提高能源附加值和使用效率，保障能源供应安全和控制温室气体排放。鼓励推广包括风能、太阳能和生物能源技术在内的“低碳能源”技术，广泛应用于清洁燃料交通工具、节能型建筑、环保型农业等领域。

#### 4.8 建立碳交易市场

碳交易是温室气体排放权交易体系的简称。碳交易的运行机制目前有两种形式：一种是基于配额的交易；另一种是基于项目的交易，即通过项目的合作，买方向卖方提供资金或技术支持，获得温室气体减排额度。建立城市碳交易市场是实现市场机制有效配置环境资源，降低碳排放的重要途径。当前，我国要尽快构建一整套与发展全国统一碳市场相关的法律法规体系，要发挥现有的排放权交易所、CDM 服务中心等机构在构建区域性的信息平台 and 交易平台中的作用，提高城市对碳交易的认知和碳资产的管理能力。此外，还要积极构建碳交易信息发布和供给平台。

### 5 促进低碳城市发展的政策措施

#### 5.1 产业政策

加强对钢铁产业、石化产业、建材产业、造纸产业、印染产业等高碳产业的行业监管，提高高碳产业的准入门槛，制定高碳产业的节能减排目标和任务是今后一段时期我国产业政策调整的重点。同时，还要为低碳产业的发展提供良好的政策发展环境，并对以新能源为代表的新兴战略性新兴产业发展提供配套政策支持。

#### 5.2 能源政策

从优化能源结构和保护环境的角度看，发展低碳和零碳能源，促进能源供应的多样化，是减少对化石燃料的依赖、降低排放的必然选择。因此，我国能源

政策的重点应体现在两个方面：一是限制政策，对石油、煤炭等碳基能源的发展实行开发与保护并重的政策，不能追求过快发展，要考虑到此类能源的中远期利用问题；二是鼓励政策，鼓励新能源的开发利用，特别是风能、太阳能等无污染、功效高的能源，应给予大力支持，但也要防范规模扩张过度。

#### 5.3 财税政策

开征碳税和推行碳交易是富有成效的政策手段。由于碳税的税率由能源的含碳量和发热量决定，低碳能源的税负要低于高碳能源的税负，因此它对促进低碳经济发展有明显的促进作用。中国可以考虑引进碳税，调整税收政策。碳排放交易机制有利于各地区、各单位之间实现利益均衡、提高减排效率。

#### 5.4 金融政策

低碳经济发展离不开金融支持，银行、非银行金融机构、大型企业和机构投资者：一方面，应该努力提高自己的环境与社会责任感；另一方面，要善于捕捉越来越多的低碳经济机会，在发展低碳经济的过程中，研究开发环境和金融互动下的金融工具创新。为了进一步发展环境金融，政府应鼓励银行、基金公司等金融机构提高自身的环境责任意识、增强捕捉低碳经济下的商业机会的积极性；推动适合中国国情的环境金融产品逐步兴起和蓬勃发展。

### References (参考文献)

- [1] REN Fubing, WU Qingfang, GUO Qiang. Construction of Assessment Index System of Low Carbon Society[J]. Science & Technology and Economy, 2010(2), P68-72.  
任福兵, 吴青芳, 郭强. 低碳社会的评价指标体系构建[J]. 科技与经济, 2010(2), P68-72.
- [2] QIU Baoxing. The Transformation Trends of Urban Development Model in China--Low Carbon Eco-city[J]. Urban Studies, 2009(8), P1-6.  
仇保兴. 我国城市发展模式转型趋势——低碳生态城市[J]. 城市发展研究, 2009(8), P1-6.
- [2] LI Xiaoyan, DENG Ling. Explore on Synthesize Assessment of City Low Carbon Economy-for Example of Municipality, Modern Economic Research, 2010(2), P82-85.  
李晓燕, 邓玲. 城市低碳经济综合评价探索——以直辖市为例[J]. 现代经济探讨, 2010(2), P82-85.
- [3] LI Xun, CAO Guangzhong, XU Wenzhen. China's Low-carbon Eco-city Development Strategy. Urban Studies 2010(1), P32-39.  
李迅, 曹广忠, 徐文珍等. 中国低碳生态城市发展战略[J]. 城市发展研究, 2010(1), P32-39.
- [4] SONG Yajie, The Way, Mode and Policy Choose of Low-carbon Economy in Our Country[J]. Special Zone Economy, 2010(4), P237-238.  
宋雅杰. 我国发展低碳经济的途径、模式与政策选择[J]. 特区经济, 2010(4), P237-238.
- [5] Zhuang guiyang. Analysis the way and potential of china's economy in low-carbon development[J]. Pacific Journal, 2005(11), P79-87.  
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), P79-87.