

## 2000—2015年广州城市低碳可持续发展进程研究

朱丽

暨南大学管理学院旅游管理系, 广东 广州 510632

**摘要:** 低碳城市发展是实现国家可持续发展战略的重要手段, 是促进自然生态、经济低碳和社会幸福的城市发展新模式。如何有效选取城市低碳指标, 探讨城市发展中经济、社会和环境演进中的低碳指标变化特征是指导建设可持续发展城市的必要条件。为了明确广州低碳建设在城市综合发展进程中的地位, 实现低碳城市可持续发展新模式, 文章以可持续发展理论为基础, 以广州 2000—2015 年期间城市发展数据为研究对象, 构建了基于基本城市发展层面和低碳城市发展层面的 35 项评价指标, 运用熵值法对城市发展进程中的经济发展、社会进步和环境质量演变的基本发展指标和低碳指标进行综合分析。结果显示, (1) 广州城市经济发展对城市综合发展指数贡献率为 25.63%, 经济发展在整个城市可持续发展进程中的优先度有所降低, 低碳经济发展远落后于整体经济发展态势。(2) 社会进步对城市综合发展指数贡献率高达 42.27%, 表明广州城市发展进程中, 在追求经济高速发展的同时, 更注重社会民生的进步。低碳社会进步指数呈较稳定的增长态势。(3) 城市环境质量对城市综合发展指数贡献为 32.10%, 低碳环境质量指数 16 年来增长缓慢。(4) 在 2000—2015 年期间, 广州经济高速发展的同时, 社会进步同步发展, 环境质量指数波动较大, 但后期发展良好, 综合发展指数稳步增长, 但低碳综合发展指数所占比例较低, 低碳城市发展空间很大。

**关键词:** 低碳城市; 指标体系; 熵值法

**DOI:** 10.16258/j.cnki.1674-5906.2018.05.022

**中图分类号:** X22

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1674-5906 (2018) 05-0957-07

**引用格式:** 朱丽. 2000—2015 年广州城市低碳可持续发展进程研究[J]. 生态环境学报, 27(5): 957-963.

ZHU Li. 2018. Evolutional analysis of urban low-carbon sustainable development of Guangzhou from 2000 to 2015 [J]. Ecology and Environmental Sciences, 27(5): 957-963.

低碳发展是近些年来全球为了应对气候变化而诞生的新的理念和行动, 其核心是减少发展过程中产生的碳排放, 防止全球升温可能会导致的一些不可逆转的灾难性后果。低碳经济概念最先由英国提出, 并很快被大多数国家所接受 (赵其国等, 2009)。随着全球气候变化谈判的进行, 全球主要国家和地区先后分别提出了自己低碳发展方面的目标, 并采取了一些切实行动。作为人类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%。目前世界上许多国家以城市为单元开始实践低碳发展理念, 低碳城市已成为世界各国城市发展的共同追求 (雷红鹏等, 2011)。低碳城市是由经济、社会和环境要素组成的、时空尺度高度耦合的复杂的巨系统, 是使人类在不超越资源和环境承载能力的前提下, 促进自然生态、经济低碳和社会幸福的城市发展新模式 (仇保兴, 2009; 雷红鹏等, 2011)。2009 年中国社会科学院发布的《城市蓝皮书》也指出应尽快

建立量化的低碳城市评价指标体系, 指导低碳城市发展 (庄贵阳等, 2011)。

低碳城市的评价过程是一个多目标的决策问题, 单一指标不能全面、客观评价一个城市低碳经济发展水平, 因此必须建立一套综合评价指标体系。为了建立一套普遍被接受的评价指标体系, 首先所选取的指标之间尽可能要相互独立, 并具有明确的经济含义。根据世界自然基金会 (WWF) 的定义, 低碳城市应在经济高速发展的前提下, 保持能源消耗和 CO<sub>2</sub> 排放处于较低的水平 (雷红鹏等, 2011)。中国低碳城市建设不是发达国家的后工业化的低碳发展, 而是工业化进程中的低碳城市建设, 因此低碳城市的发展必须建立在经济、社会和环境协同发展的基础上。低碳目标的实现须以一定的经济发展速度为基础, 以牺牲经济发展速度的方式实现城市低碳发展是不科学、不可取的, 低碳城市的建设不能以降低或损害人民的生活质量为代价, 需要在不断提高人民生活

**基金项目:** 广东省自然科学基金-博士启动纵向协同项目 (2017A030310177); 国家自然科学基金项目 (41771232)

**作者简介:** 朱丽 (1980 年生), 女, 助理研究员, 博士, 主要研究方向为区域资源与环境可持续发展。

**收稿日期:** 2018-01-19

质量的前提下实现城市低碳发展(潘家华等, 2010; 付允等, 2008, 2010)。

尽管许多学者针对不同城市的低碳发展评价开展了一定的研究比较(谈琦, 2011; 何洁等, 2012; 赵国超等, 2016; 刘骏, 2016; 吴健生等, 2016; 黄艳雁等, 2016; Tan et al., 2017), 但由于不同城市之间的经济发展水平、GDP结构、能源结构、气候、人口、城市交通以及城市功能定位存在显著的差异性和复杂性, 所以城市低碳水平难以形成统一的量度标准(Zhuang, 2008; Bauml et al., 2012)。城市与城市之间的低碳水平对比更多为理论性探讨。因此, 开展针对某个城市、某一发展阶段的低碳城市水平研究评价可能对该城市的低碳构建与发展更为有益。本文以可持续发展理论为基础, 以熵值法确定指标权重, 以广州2000—2015年期间城市发展数据为研究对象, 构建了基于基本城市发展层面和低碳城市发展层面的35项评价指标, 将低碳城市发展评价建立在城市综合发展水平基础上, 研究广州城市经济、社会和环境发展基础上的低碳城市发展水平的演变特征, 对城市低碳现状及低碳发展趋势进行了综合分析, 为其他城市开展相关研究提供新的研究思路。

## 1 指标体系的构建

本文采用的数据主要来源于广州市统计年鉴(2001—2016), 在时间尺度上完整涵盖了广州市“十五”、“十一五”和“十二五”3个5年计划, 数据上包括城市经济、社会和环境方面的统计数据, 这些数据构成了本研究的基础, 用于城市低碳可持续发展综合评价。在遵循科学性、独立性、针对性和可操作性等原则的基础上, 对经济、社会和环境综合利用的指标进行分解和归纳, 构建了基于基本城市发展层面和低碳城市发展层面的35项评价指标(表1)。

低碳城市综合评价指标体系的概念框架, 参照联合国可持续发展委员会(UNCSD)提出的驱动力-状态-响应(Driving Force-Status-Response, 简称DSR)模型。指标体系构建遵循以下原则:(1) 指标简洁, 有代表性;(2) 指标可得性, 各国(经济体)之间具有可比性;(3) 指标选择与政策目标相联系;(4) 社会经济指标与环境指标的相容性。此外, 衡量一个城市是否达到了低碳经济, 除了发展阶段这一基本背景之外, 核心是在资源禀赋、技术水平及消费方式3个方面是否具备低碳发展的潜力。

### 1.1 经济发展指标

基本经济背景评价指标包括: 表征经济规模效

益、经济速度和经济结构等方面的人均和地均GDP、地区生产总值和第三产业占GDP比例。在与经济发展相关的低碳产出和低碳消费指标方面选取能源消耗量、万元GDP能耗、工业固体废物综合利用率、工业废水排放达标率和高技术产业占GDP比重。

### 1.2 社会进步指标

表征城市人口、生活质量、社会安全和基础设施水平方面的城市居民人数、最低生活保障人数, 人均可支配收入、人均消费性支出和平均期望寿命, 出生缺陷发生率、恩格尔系数和人均居住面积等基本社会进步评价指标。表征在低碳社会城市建设中人们的低碳消费理念、城市基础设施、低碳交通出行。低碳社会指标分别为城市人均生活用电和用水量、燃气普及率和百人私家车拥有量、万人拥有的公交车数和公交车辆平均每日乘客人数。

### 1.3 环境质量指标

表征基本生活环境保障、环境污染和环境治理方面的常用耕地面积、平均气温, 环境空气质量优良率、酸雨频率, 生活垃圾无害化处理率等基础环境质量指标。表征城市碳汇能力的低碳环境质量指标为绿化覆盖面积、建成区绿地覆盖率和人均绿地面积和烟尘排放量和工业“三废”排放量等。

## 2 分析方法

信息系统中的信息熵是信息无序度的度量, 熵值越大, 信息的无序度越高, 其信息的效用值越小; 反之, 信息熵越小, 信息的无序度越低, 其信息效用值越大。根据熵的特性, 通过计算熵值来判断一个事件的随机性及无序程度, 也可以用熵值来判断某个指标的离散程度, 指标的离散程度越大, 该指标对综合评价的影响越大(Gray, 2011)。在城市发展综合评价中, 熵值法能够深刻地反映出指标信息熵值的效用价值。

### 2.1 数据标准化

由于各指标的量纲、数量级及指标的正负取向均有差异, 需对初始数据做标准化处理。指标值越大对系统发展越有利时, 采用正向指标计算方法; 指标值越小对系统发展越好时, 采用负向指标计算方法处理。计算公式如下:

正向指标:

$$x'_{ij} = \frac{x_j - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (1)$$

负向指标:

表1 广州城市背景和低碳可持续发展指标体系及熵值权重

Table 1 Weights of urban background and low-carbon sustainable development indexes of Guangzhou

General evaluation	Status evaluation	Variable evaluation	Information entropy	Utility value	Weight/%
Economy 25.63%	Basic economic indexes 56.22%	GDP per capita	0.909 4	0.090 6	11.45
		Land are GDP	0.861	0.131 9	16.67
		GDP	0.868 1	0.131 9	16.67
		Service industry GDP ratio	0.909 5	0.090 5	11.44
	Low carbon economic indexes 43.78%	Energy consumption	0.913 1	0.086 9	10.98
		Energy consumption per 10 000 yuan of GDP	0.910 4	0.089 6	11.32
		High-tech industry GDP ratio	0.934 7	0.065 3	8.25
		Comprehensive utilization of industrial solid waste	0.954 1	0.045 9	5.80
		Discharge rate of industrial waste water	0.941 2	0.058 8	7.43
		Sub-total		0.791 4	100.00
Social 42.27%	Basic social progress indexes 59.83%	Urban population	0.835 1	0.164 9	12.63
		Town dwellers' lowest life guarantee population	0.935 2	0.064 8	4.97
		Per capita disposable income	0.854 6	0.145 4	11.14
		Per capita consumption expenditure	0.855 0	0.145 0	11.11
		Average life expectancy	0.929 0	0.071 0	5.44
		Birth defect rate	0.942 2	0.057 8	4.43
		Engel Coefficient	0.943 6	0.056 4	4.32
	Low carbon social progress indexes 40.17%	Per capita living space	0.924 4	0.075 6	5.80
		Gas penetration rate	0.935 9	0.064 1	4.91
		Private car ownership per 100 persons	0.857 3	0.142 7	10.93
		Per capita living electricity consumption	0.905 8	0.094 2	7.22
		Per capita living water consumption	0.900 6	0.099 4	7.62
		Average daily passenger number by bus	0.934 3	0.065 7	5.04
Number of bus per 10 000 person	0.941 9	0.058 1	4.45		
Sub-total		1.305 1	100.00		
Environment 32.10%	Basic environmental indexes 56.07%	Cultivated area	0.801 6	0.198 4	20.02
		Mean annual temperature	0.905 1	0.094 9	9.57
		Good air quality rate	0.958 1	0.041 9	4.22
		Life garbage disposal rate	0.943 6	0.056 4	5.69
		Acid-rain frequency	0.835 8	0.164 2	16.57
	Low carbon environmental indexes 43.93%	Green area	0.970 6	0.029 1	2.93
		Green coverage rate	0.918 7	0.081 3	8.21
		Per capita green area	0.909 1	0.090 9	9.17
		Dust emission	0.963 9	0.036 1	3.64
		Industrial solid waste production	0.900 4	0.099 6	10.05
Industrial waste gas emission	0.971 0	0.029 0	2.93		
Industrial waste gas emission	0.930 5	0.069 5	7.01		
Sub-total		0.991 2	100.00		
Total			3.087 7		

$$x'_{ij} = \frac{x_{\max} - x_j}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (2)$$

$$y_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sum_{i=1}^m x'_{ij}} \quad (0 \leq y_{ij} \leq 1) \quad (3)$$

式中,  $x_j$  表示第  $j$  项评价指标的数值;  $x_{\min}$  和  $x_{\max}$  分别为第  $j$  项评价指标的最小值和最大值;  $x'_{ij}$  为标准化值。

以此, 构建比重矩阵  $Y = \{y_{ij}\}_{m \times n}$ , 其中  $m$  为

计算第  $j$  项指标第  $i$  年份指标值的比重, 公式为: 评价年份,  $n$  为指标数。

### 2.2 各指数综合水平计算

通过对原始数据进行标准化处理后,采用熵值法,计算出指标权重(表 1)。计算公式如下:  
第  $j$  项指标信息熵:

$$e_j = -K \sum_{i=1}^m y_{ij} \ln y_{ij} \quad (K \text{ 为常数, } K=1/\ln m)$$

(4)

第  $j$  项指标的信息熵效用值:

$$d_j = 1 - e_j$$

(5)

第  $j$  项指标的权重为:

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{i=1}^m d_j}$$

(6)

采用加权求和公式计算广州城市经济、社会和环境的评价值(表 2),公式为:

$$U = \sum_{i=1}^n y_{ij} w_j$$

(7)

计算结果见表 2,由此可对广州城市低碳可持续发展情况进行综合评价。

## 3 结果分析

### 3.1 经济发展指数

2015 年广州城市低碳经济发展指数、基本经济

发展指数和总经济发展指数分别为 2000 年的 2.44、7.56 和 4.28 倍(表 2)。2000—2015 年期间,广州城市总经济发展指数主要受基本经济发展指数带动,占总经济发展指数比重的 56.22%,与地区 GDP 和地均、人均 GDP 指标密切相关;低碳经济发展指数呈缓慢增长,占总经济发展指数比重的 43.78%,主要控制指标为能源消耗量、万元 GDP 能耗和高新技术产业占 GDP 比重(表 1)。城市经济发展对城市综合发展指数的贡献率仅为 25.63%(表 1),表明广州经济发展在整个城市可持续发展进程中的优先度有所降低。经济发展指数时间序列图显示广州城市总体经济发展与其基本经济发展指标演变态势一致,呈较稳定增长;低碳经济发展远落后于整体经济发展态势(图 1)。显然,加强低碳经济发展是广州未来城市经济发展的首要任务和保持经济健康发展的新动力。

### 3.2 社会进步指数

2015 年广州城市低碳社会进步指数、基本社会进步指数和总社会进步指数分别为 2000 年的 2.71、25 和 6.65 倍(表 2)。城市总社会进步指数依然主要受基本社会进步指标控制(如城市居民人口数、人均可支配收入和人均消费性支出等),占总社会进步指数的比重为 59.83%;低碳社会进步指数占总社会进步指数的 40.17%,主要控制指标为百人私家车拥有量、城市人均生活用水量和城市人均生活用电量等(表 1)。城市社会进步对可持续发展系数

表 2 广州低碳城市经济发展、社会进步和环境质量指数演变(2000—2015 年)

Table 2 Total indexes of low carbon urban sustainable development in Guangzhou during 2000—2015

Year	Economic development indexes	Low carbon economic development indexes	Basic economic development indexes	Social progress indexes	Low carbon social progress indexes	Basic social progress indexes	Environmental quality indexes	Low carbon environmental quality indexes	Basic environmental quality indexes	Comprehensive indexes	Low carbon comprehensive indexes
2000	0.025	0.016	0.009	0.017	0.014	0.003	0.094	0.024	0.070	0.046	0.025
2001	0.030	0.019	0.011	0.026	0.019	0.007	0.087	0.024	0.064	0.048	0.028
2002	0.033	0.020	0.014	0.027	0.020	0.007	0.072	0.024	0.047	0.044	0.029
2003	0.039	0.023	0.016	0.030	0.015	0.016	0.071	0.025	0.046	0.047	0.029
2004	0.044	0.025	0.020	0.036	0.016	0.020	0.062	0.022	0.040	0.047	0.029
2005	0.049	0.025	0.024	0.038	0.015	0.023	0.070	0.028	0.043	0.052	0.031
2006	0.050	0.024	0.026	0.045	0.018	0.027	0.049	0.025	0.024	0.048	0.032
2007	0.061	0.030	0.031	0.060	0.022	0.039	0.046	0.028	0.019	0.056	0.037
2008	0.063	0.027	0.036	0.065	0.025	0.040	0.052	0.023	0.029	0.060	0.035
2009	0.068	0.027	0.041	0.068	0.025	0.044	0.058	0.027	0.031	0.065	0.037
2010	0.073	0.027	0.046	0.083	0.030	0.053	0.064	0.026	0.038	0.074	0.039
2011	0.085	0.032	0.053	0.091	0.034	0.057	0.069	0.024	0.044	0.082	0.042
2012	0.081	0.032	0.049	0.096	0.036	0.060	0.073	0.029	0.044	0.084	0.046
2013	0.089	0.032	0.057	0.104	0.039	0.064	0.081	0.033	0.048	0.092	0.048
2014	0.102	0.040	0.062	0.100	0.036	0.064	0.074	0.037	0.038	0.092	0.052
2015	0.107	0.039	0.068	0.113	0.038	0.075	0.075	0.040	0.035	0.098	0.055

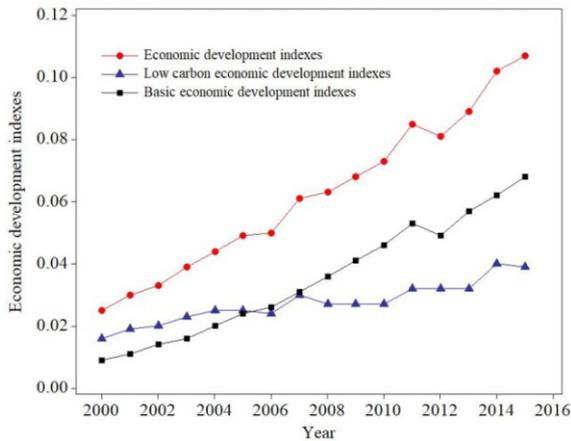


图1 广州市2000—2015年城市经济发展指数时间序列图  
Fig. 1 Time sequence diagram of economic development index during 2000—2015 in Guangzhou

贡献率高达42.27%（表1），表明广州城市发展进程中，在追求经济高速发展的同时，更注重社会民生的进步。社会进步指数时间序列图显示广州低碳社会进步指数呈较稳定的增长态势，与总社会进步指数和基本社会进步指数演变趋势一致（图2）。此外，低碳社会进步指数在2003年后低于基本社会进步指数，而低碳经济指数于2005年后也低于基本经济指数，这一现象表明：在人民健康、生活质量、社会安全和基础设施水平日趋完善的基础上，如何引导人们低碳生活，低碳消费对广州低碳城市建设具有重要意义。

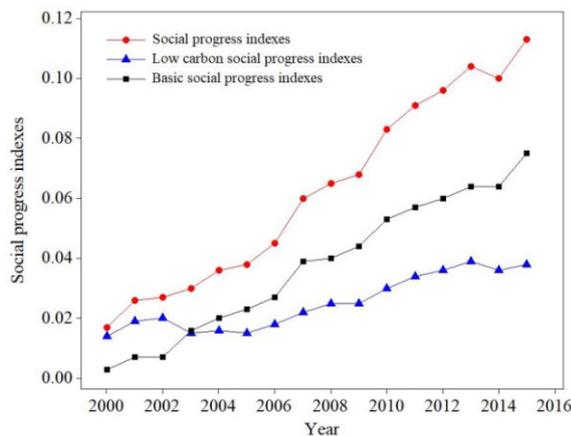


图2 广州市2000—2015年城市社会进步指数时间序列图  
Fig. 2 Time sequence diagram of social progress index during 2000—2015 in Guangzhou

### 3.3 环境质量指数

2015年广州总环境质量指数和基本环境质量指数与2000年相比无显著变化，低碳环境质量指

数为2000年的1.64倍（表2）。城市基本环境质量对总环境质量指数影响贡献为56.07%，主要影响指标为耕地面积和酸雨频率等（表1）；低碳环境质量指数占总环境指数的比重为43.93%，主要影响指标为工业固废产生量、人均绿地面积和建成区绿地覆盖率等。城市环境质量对区域城市可持续发展系数贡献为32.10%（表1）。从环境质量指数时间序列图可见，广州城市总环境质量指数和基本环境质量指数在2000—2007年期间呈降低趋势，之后逐渐好转，至2013年达到最高；低碳环境质量指数16年来增长缓慢（图3），表明在这一期间，广州城市低碳环境质量并未有明显改善，其有利的人均绿地和绿地覆盖率指标受工业废弃物的产生和排放的明显拖累。

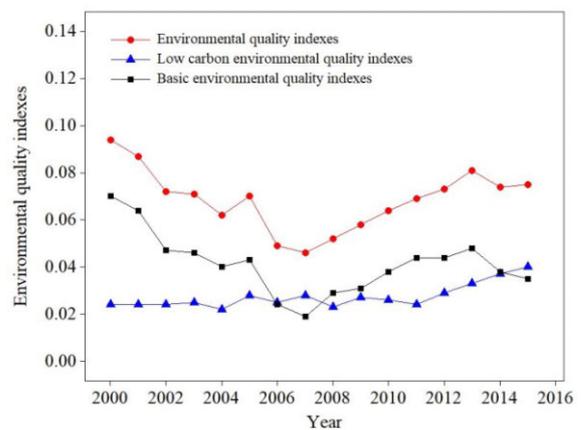


图3 广州市2000—2015年城市环境质量指数时间序列图  
Fig. 3 Time sequence diagram of environmental quality index during 2000—2015 in Guangzhou

### 3.4 综合发展指数

2000—2015年广州城市综合发展水平较好，在经济高速发展的同时，社会进步指数发展迅速，环境质量指数波动明显。广州这一期间的发展可以划分为两个主要阶段：

2000—2007年，经济发展和社会进步指数与环境质量指数负相关阶段（图4）。该阶段环境质量指数显著下降，环境空气质量优良率降至较低水平，与工业活动密切相关的酸雨频率指标达到了历史最高点82.6%。环境质量指数在2007年降至最低。期间，经济发展和社会进步指数稳步增加，且经济发展指数高于社会进步指数。这也表明，这一阶段城市经济社会的发展可能是建立在以牺牲环境为代价的基础之上。

2007—2015年，主要特点为：环境质量指数显著回升，表现为环境空气质量优良率明显增加，

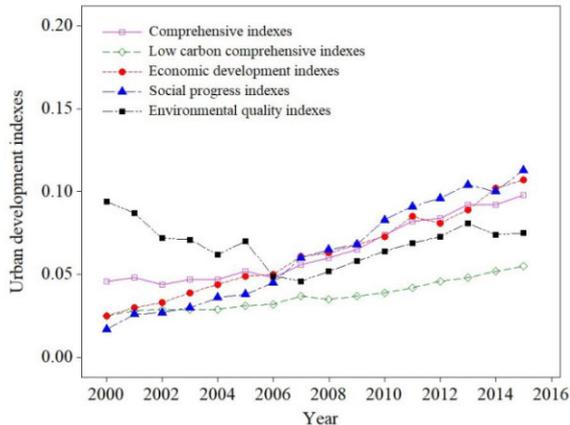


图4 广州市2000—2015年城市综合发展指数时间序列图

Fig. 4 Time sequence diagram of comprehensive development index during 2000—2015 in Guangzhou

2015年达到85.8%，酸雨频率逐年减少，2015年降至38.4%；社会进步指数超越经济发展指数(图4)，表明广州城市发展开始由重经济发展向更多的关注社会民生的转变。广州市综合反映国民健康状况的主要指标已经位于发展中国家前列，有的已经接近或达到中等发达国家的水平(朱丽，2006)。

就低碳指数而言，广州2000—2015年期间低碳综合发展指数总体水平较低，其增长幅度远赶不上综合发展指数，占综合发展指数的比重下滑(图4)。这表明，尽管期间广州经济发展、社会进步和环境质量均取得了较好的发展，但是低碳水平不高，经济方面能源消耗量持续增加，环境方面工业固体废物产生量逐年增长，社会进步方面私家车拥有量增长明显，这些低碳指标在对应的经济、环境和社会体系中的权重均占10%以上。如果将低碳综合发展指数占城市综合发展指数的60%以上作为该城市属于低碳城市标准水平，那么广州迈向低碳城市之路还很艰巨。

为推动低碳城市建设，建议城市政府首先应提高城市工业行业，特别是其中高耗能工业的能源利用效率和节能水平，以此来减少工业行业能源消费和生产过程的直接排放，以及由于电力和热力消费等原因所带来的间接排放。可设立低碳专项基金，并引导社会资金的积极参与，大力推进各种低碳技术的研发、示范和应用，充分发挥城市在人才、资源等方面的集聚效应优势。引导居民采用合理、健康和可持续的低碳生活方式，提高公共交通的便捷、舒适、可达性，同时，改善空气质量等可促进绿色出行。在城市基础设施建设和城市管理方面应

鼓励公众参与，并运用经济杠杆、营造舆论等方式，在切实提高生活水平的时候，实现低碳。

## 4 结论

“十五”、“十一五”和“十二五”期间，广州经济继续保持较高速发展势头，社会民生水平得到显著提高，环境质量是最值得关注和改善的主要问题。就整个城市低碳发展进程而言，低碳经济、低碳社会和低碳环境指标在整个城市综合评价中所占的份额较低，因此，广州低碳化水平不高，低碳发展潜力巨大。

## 参考文献:

- BAEUMLER A, IJASZ-VASQUEZ E, MEHNDIRATTA S. 2012. Sustainable low-carbon city development in China [M]. Washington: The World Bank.
- GRAY R. 2011. Entropy and Information Theory [M]. 2th Edition. Berlin: Springer-Verlag.
- TAN S T, YANG J, YAN J Y, et al. 2017. A holistic low carbon city indicator framework for sustainable development [J]. Applied Energy, 185(Part 2): 1919-1930.
- ZHUANG G Y. 2008. How will China Move towards Becoming a Low Carbon Economy [J]. Journal of China & World Economy, 16(3): 93-105.
- 仇保兴. 中国城市发展模式转型趋势——低碳生态城市[C]//中国城市科学研究会. 中国低碳生态城市发展战略. 北京: 中国城市出版社.
- 付允, 刘怡君, 汪云林. 2010. 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, 20(8): 44-47.
- 付允, 马永欢, 刘怡君, 等. 2008. 低碳经济的发展模式研究[J]. 中国人口·资源与环境, 18(3): 14-19.
- 广州市统计局. 2000. 广州统计年鉴(广州五十年)[M]. 广州: 广州出版社.
- 广州市统计局. 2016. 广州统计年鉴[M]. 广州: 广东年鉴出版社.
- 何洁, 夏建新, 刘荣霞. 2012. 低碳城市评价方法与案例研究[J]. 中国人口评价方法与案, 22: 350-354.
- 黄艳雁, 冯时. 2016. 基于气候特征的低碳城市评价指标体系构建[J]. 地域研究与开发, 35(6): 77-80.
- 雷红鹏, 庄贵阳, 张楚. 2011. 把脉中国低碳城市发展——策略与方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社.
- 刘骏. 2016. 我国低碳城市发展战略研究[J]. 科技进步与对策, 33(1): 45-50.
- 潘家华, 庄贵阳, 郑艳, 等. 2010. 低碳经济的概念辨识及核心要素分析[J]. 国际经济评论, (4): 88-101.
- 谈琦. 2011. 低碳城市评价指标体系构建及实证研究——以南京、上海动态对比为例[J]. 生态经济(中文版), (12): 81-84.
- 吴健生, 许娜, 张曦文. 2016. 中国低碳城市评价与空间格局分析[J]. 地理科学进展, 35(2): 204-213.
- 赵国超, 王晓鸣, 何晨琛, 等. 2016. 城市社区低碳度指示系统建构[J]. 科技管理研究, 36(18): 232-236.

赵其国, 钱海燕. 2009. 低碳经济与农业发展思考[J]. 生态环境学报, 18(5): 1609-1614.

中国科学院研究生院.

庄贵阳, 潘家华, 朱守先. 2011. 低碳经济的内涵及综合评价指标体系

朱丽. 2006. 广州市环境、经济和社会可持续发展综合评价[D]. 北京: 中

构建[J]. 经济学动态, (1): 132-136.

## Evolutional Analysis of Urban Low-carbon Sustainable Development of Guangzhou from 2000 to 2015

ZHU Li

School of Management, Jinan University, Guangzhou 510632, China

**Abstract:** Low-carbon city development is an important mean to establish sustainable development strategy, and is a new development model of the natural ecology, low-carbon economy and social happiness. How to effectively choose low carbon indexes is of necessary to discuss the variation characteristics of low carbon index during the development process of city economic, social and environmental evolution. The present study constructed 35 evaluation indexes by utilizing the urban development data of Guangzhou (2000—2015) based on the theory of sustainable development for establishing the position of low carbon during the process of urban comprehensive development, and realizing the new development pattern of low carbon urban. These indexes included the basic urban development level indexes and the low carbon city development level indexes. The entropy was used to discuss the basic development index and low carbon index of economic development, social progress and environmental quality evolution of Guangzhou city during this period. Our results indicated that, the contribution rate of the economic development to the comprehensive development was 25.63%, economic development priorities was reduced in this period, and the low carbon economy development lagged behind the overall economic development situation. The contribution rate of social progress was up to 42.27% to urban comprehensive development index, suggesting the local government paid more attention to the social progress with the high-speed economic development, and low carbon social progress index showed a steady growth trend. The contribution rate of urban environmental quality to urban comprehensive development index was 32.10%, the low carbon environmental quality index was growing slowly in this period. And in the study period, with the high-speed development of economy and the progress of social, environmental quality index had a large fluctuation. The urban general development level kept an increasing tendency, but the contribution of low carbon comprehensive development index to the comprehensive development index was low. There is a significant development potential for low carbon city.

**Key words:** low-carbon city; index system; entropy method