

doi:10.3969/j.issn.1000-7695.2019.21.030

新常态下广东绿色发展特征和区域差异研究

卞勇¹, 匡耀求², 曾雪兰¹, 徐伟嘉¹

(1. 中山大学广东省应对气候变化研究中心/智能工程学院, 广东广州 510006;
2. 中国科学院广州地球化学研究所, 广东广州 510640)

摘要: 绿色发展是新时代下中国经济社会发展的重要理念。以广东为研究对象, 建立涵盖经济社会、资源利用和环境保护领域的评估指标体系, 采用因子分析方法和构建综合评价指标, 研究区域绿色发展现状水平和新常态以来的变化特征。研究结果表明, 当前珠三角核心区绿色发展整体水平较高, 而粤东西北欠发达地区大部分地市绿色发展整体水平较低、发展对资源消耗的依赖性较强; 进入新常态以来, 各地市在绿色发展的不同方面均取得一定的改善效果, 但还没有形成系统、协调的改进成效。针对广东不同区域的发展现状和主体功能定位, 提出未来差异化的绿色发展思路。以具有显著区域差异特征的广东进行实证, 可为全国各区域形成协同绿色发展格局和区域协调机制提供参考和启示。

关键词: 绿色发展; 广东; 区域差异; 新常态; 生态文明建设

中图分类号: X196; F224; G301

文献标志码: A

文章编号: 1000-7695 (2019) 21-0208-11

Study on the Characteristics and Regional Differences of Green Development in Guangdong Province Under the New Normal

Bian Yong¹, Kuang Yaoqiu², Zeng Xuelan¹, Xu Weijia¹

(1. Guangdong Research Center for Climate Change/School of Intelligent Systems Engineering, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510006, China;

2. Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Green development is an important concept of China's economic and social development in the new normal era. Taking Guangdong as the research object, the evaluation index system covering the fields of economy and society, resource utilization, and environmental protection is established, and the present level of regional green development and the changing characteristics since the new normal are studied by using factor analysis method and comprehensive evaluation index. Results show that, core area of Pearl River Delta is relatively high in green development at present, while most of the cities in eastern, western, and northern Guangdong province are lower and their development strongly relies on resource consumption; after entering the new normal phase, all cities have achieved some improvement effects in different aspects of green development, but they have not yet formed systematic and coordinated improvement results. Based on the development status and main-functional orientation of different regions, this paper puts forward differentiated regional paths of green development in the future. The demonstration of Guangdong, which has the characteristics of significant regional differences, can provide reference and enlightenment for the formation of coordinated green development pattern and regional coordination mechanism in various regions of China.

Key words: green development; Guangdong; regional disparity; new normal; ecological civilization construction

1 研究综述

生态文明建设是新时代中国特色社会主义事业的重要组成部分, “绿水青山就是金山银山”的理

念已得到越来越广泛的认可。绿色发展是生态文明建设的核心环节, 其本质是以更少的资源消耗和更小的环境影响获得更高的经济社会发展效益, 形成

收稿日期: 2018-12-28, **修回日期:** 2019-03-02

基金项目: 国家重点研发计划项目“我国东部大气环境集成观测与数据共享技术”子课题“大气环境数据库和分析共享平台建立”(2016YFC0202005); 广东省低碳发展专项资金项目“广东省市县三级低碳发展评价指标体系”(NC-2016-170P); 广东省人口发展研究院委托项目“与主体功能区对接的广东省人口发展功能区研究”(2013-07-15)

资源节约和环境友好的生产和发展方式,实现经济社会可持续发展^[1-3]。

理解区域绿色发展特征是绿色发展研究的重要环节。近年来,已有一些研究者从经济发展、社会进步、环境保护、能源利用、气候变化、政策实施等多个领域对我国区域绿色发展开展相关研究。在全国层面,有研究者对各省份建立指标体系并评估绿色发展水平、效率和影响绿色发展的障碍^[2,4-6],发现各省份绿色发展水平总体上呈现向好的趋势,但东部、中部、西部地区之间存在较大的差距;也有研究者在城市尺度通过指标体系评估各级不同类型的城市^[7-9],以及各类绿色、低碳、生态建设示范试点城市的绿色建设成效和存在问题^[10-11],同样表明城市间存在显著的差距。在地区层面,研究者们对京津冀区域、浙江省、江苏省、福建省、湖北省等地区的城市进行了绿色发展的指标评估和地区差异分析^[12-16]。

广东省是我国经济总量和常住人口数量最大的省份,且具有显著的区域发展差异性,也吸引了较多学者对其开展绿色发展相关研究。吴小节等^[17]、卢强等^[18]的研究认为,经济较发达的珠三角地区绿色发展状况较好;Wang等^[19]的研究表明,珠三角9市在环境治理、生态效率、经济增长等指标分类上各有不同的特征,较发达的城市绿色发展水平更高;然而,Zhou等^[20]、张军等^[21]分析广东省各地级市的绿色经济效率,结果表明粤东地区总体效率较高,而经济水平最高的珠三角并非绿色经济效率最高的;赵细康等^[3]引入环境库兹涅茨曲线和历时性的概念评价广东省各地级市绿色发展水平时,考虑了各市所处的发展阶段及其绿色发展能力,同样表明历时性绿色发展水平和经济状况并无明显的对应关系。

近年来,随着我国进入以从要素驱动、投资驱动转向创新驱动为特征之一的经济发展新常态^[22],研究新形势下区域绿色发展及其变化特征对持续推进生态文明建设具有重要的意义,但目前仍较少关注该角度的相关研究。本文以广东省作为研究对象,按照绿色发展的资源节约和环境友好的生产和发展

方式的基本内涵,从经济社会、资源利用、环境保护三大领域考察总体特征和区域绿色发展水平及其协调度,分析新常态以来的变化特征和存在的问题,结合广东省的区域发展战略,为实施进一步的区域协调绿色发展政策提出思路。

2 地区概况和研究方法

2.1 研究地区概况

广东省是我国沿海发达地区,自改革开放以来保持较高的经济增长速度并高于全国平均增速,总体工业化和城市化水平较高,创新能力居全国前列,然而,省内存在显著的区域差异,广州、深圳、珠海等发达城市人均地区生产总值(GDP)达到全国2~3倍,产业体系较为成熟,但粤东西北的城市人均地区生产总值仍低于全国平均水平,产业相对单一;主体功能区方面,除了珠三角的优化开发区和粤东西的重点开发区外,还有分布更广的生态功能区和农产品主产区。和全国类似,广东省各地区发展水平和发展定位存在明显的分异,因此,研究广东省绿色发展的区域性对推进国家层面的绿色发展实践具有一定的参考意义。本文研究以广东省21个地级以上市(以下简称地市)为样本,采用卢强等^[18]的分区方案,把各地市分为珠三角核心区(D_1)、珠三角非核心区(D_2)、粤东(E)、粤西(W)、粤北(N)5个区域。

2.2 绿色发展指标体系

基于经济社会、资源利用、环境保护各领域(子系统)对绿色发展具有同等重要性的认识,选取各子系统具有代表性的数量相等的若干指标组成指标体系,包括状态指标和变化指标,具体见表1所示。状态指标代表现状水平;变化指标表示从我国发展进入新常态前的基年至今的变化情况,基年选择“十一五”期末我国宏观经济进入增速下行通道以及发展转型期之前的2010年^[23]。基础数据中,用水总量和废污水排放量数据来源于广东省水资源公报,建设用地面积数据来源于《广东国土资源年鉴》,环境空气综合质量指数来源于广东省城市环境空气质量状况简报,其余数据来源于《广东统计年鉴》。

表1 广东省各地市绿色发展评估指标体系

子系统	指标性质	指标名称	单位	指标方向	指标意义
经济社会	状态	a_1 人均GDP	万元/人	正向	经济发展总体水平
		a_2 人口城镇化率		正向	城镇化水平
		a_3 产业结构指数 a		正向	产业结构先进水平
	变化	x_1 人均GDP增长		正向	经济增长情况
		x_2 产业结构指数变化 b		正向	产业结构调整情况

表 1 (续)

子系统	指标性质	指标名称	单位	指标方向	指标意义
资源利用	状态	b_1 . 单位 GDP 能耗	tce/万元	逆向	能源利用效率
		b_2 . 单位 GDP 用水量	m ³ /万元	逆向	水资源利用效率
		b_3 . 单位产出建设用地面积 c	m ² /万元	逆向	建设用地利用效率
环境保护	变化	y_1 . 单位 GDP 能耗变化		逆向	能效变化情况
		y_2 . 单位 GDP 用水量变化		逆向	水资源利用效率变化情况
		c_1 . 环境空气综合质量指数		逆向	城市空气质量水平
	状态	c_2 . 单位 GDP 废污水排放	t/万元	逆向	水污染物总体排放水平
		c_3 . 单位工业增加值废气排放 d	10 ⁴ m ³ /万元	逆向	空气污染物总体排放水平
		变化	z_1 . 单位 GDP 废污水变化		逆向
z_2 . 单位工业增加值废气变化			逆向	空气污染物排放变化情况	

注: 1) a 指产业结构指数计算方法^[24], 即第一产业比例 + 第二产业比例 $\times 2$ + 第三产业比例 $\times 3$; 2) b 指产业结构指数变化, 即现状年和基准年 (2010 年) 的差值, 其余变化指标均为现状年和基准年相比的变化率; 3) c 指单位产出建设用地面积的计算方法, 即建设用地面积 / (第二产业增加值 + 第三产业增加值); 4) d 指单位工业增加值废气排放计算中, 工业废气排放、建设用地面积现状年为 2016 年, 其余指标为 2017 年。

2.3 绿色发展关键因素分析

首先对各指标进行标准化处理:

$$X_{ij} = [V_{ij} - E(V_j)] / D(V_j) \quad (1)$$

式 (1) 中: V_{ij} 为地市 i 原始指标 j 的值; $E(V_j)$ 为指标 j 的均值, $D(V_j)$ 为指标 j 的方差。将各指标转化为均值为 0、方差为 1 的标准化数值。

本研究采用因子分析法辅助分析影响绿色发展的关键因素, 分析软件为 SPSS。因子分析是一种多元统计分析方法, 在较多变量中提取包含样本中绝大部分信息的少数公因子, 通过解释每个公因子的含义从而分析变量的关键因素以及变量间的关联性^[25]。首先, 用主成分法提取公因子:

$$X_{n \times 1} = E_{n \times m} F_{m \times 1} + \varepsilon_{n \times 1} \quad (2)$$

式 (2) 中: $X_{n \times 1}$ 为 n 个标准化变量 ($n=15$); $F_{m \times 1}$ 为 m 个提取的公因子 ($m < n$); $E_{n \times m}$ 为主成分法提取公因子后的初始因子载荷矩阵; $\varepsilon_{n \times 1}$ 为反映较少信息的特殊因子。为反映全部指标中相对全面的信息, 保留累积方差贡献率占 90% 以上的方差较大因子。

其次, 为使每个公因子均与少数指标有较大的相关性并尽量降低与其他指标的相关性, 从而更易于解释公因子的含义, 采用正交方差最大化方法进行因子旋转, 得到旋转后的因子载荷系数:

$$G_{n \times m} = E_{n \times m} R_{m \times m} \quad (3)$$

式 (3) 中: $G_{n \times m}$ 为旋转后的因子载荷系数矩阵; $R_{m \times m}$ 为方差最大正交旋转矩阵。

2.4 绿色发展综合评价

本研究采用熵权 TOPSIS 方法计算 5 个绿色发展综合得分, 即经济社会、资源利用和环境保护 3 个子系统的综合得分, 以及由 9 个现状指标构成的现状综合得分和由 6 个变化指标构成的变化综合得分。TOPSIS 方法在纳入评价的多指标空间里找出有限方案中的最优方案和最劣方案, 计算各对象与最优、最

劣方案的距离, 从而得到优劣程度评价^[26]。熵权法利用指标包含的信息熵大小确定其权重, 信息熵越小则指标变异程度越大、包含的信息量越大, 其权重也越大^[27]。两种方法相结合的熵权 TOPSIS 方法在多指标评价问题中已有较多的应用先例^[20, 28-29], 本研究利用熵权 TOPSIS 方法的计算过程如下:

首先, 按式 (4) (5) 分别对正向或逆向指标的原始数据进行归一化:

$$r_{ij} = [V_{ij} - \min(V_{ij})] / [\max(V_{ij}) - \min(V_{ij})] \quad (1 \leq i \leq N) \quad (4)$$

$$r_{ij} = [\max(V_{ij}) - V_{ij}] / [\max(V_{ij}) - \min(V_{ij})] \quad (1 \leq i \leq N) \quad (5)$$

式 (4) (5) 中, N 为地市个数。则归一化指标以 1 为最优值、0 为最劣值, 用熵权法按式 (6) (7) 确定指标权重:

$$w_j = (1 - H_j) / (p - \sum_{j=1}^p H_j) \quad (6)$$

$$H_j = -\frac{1}{\ln N} \sum_{i=1}^N f_{ij} \ln f_{ij} \quad (f_{ij} = r_{ij} / \sum_{i=1}^N r_{ij}) \quad (7)$$

式 (6) (7) 中: w_j 为指标 j 的权重; H_j 为指标 j 的信息熵; p 为纳入计算综合得分的指标个数。

其次, 按式 (8) 确定最优方案和最劣方案:

$$s_j^+ = \max(s_{ij}), s_j^- = \min(s_{ij}) \quad (1 \leq i \leq n) \quad (8)$$

式 (8) 中: $s_{ij} = r_{ij} \cdot w_j$, 称为地市 i 指标 j 的加权归一化得分; s_j^+ 和 s_j^- 分别为最优方案和最劣方案在指标 j 维度上的分量。

再次, 按式 (9) 计算各地市加权归一化得分与最优方案和最劣方案的欧氏距离, 并按式 (10) 计算综合得分:

$$D_j^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^p (s_j^+ - s_{ij}^+)^2}, D_j^- = \sqrt{\sum_{j=1}^p (s_j^- - s_{ij}^-)^2} \quad (9)$$

$$T_i = D_i^- / (D_i^+ + D_i^-) \quad (10)$$

综合得分 T_i 越大,表明该市离最劣方案越远、离最优方案越近,子系统(或现状、变化指标)优化程度越高。

最后,按式(11)构建经济社会-资源利用-环境保护协调度指数^[30],评价广东省各地市绿色发展各子系统在新常态下的协调程度:

$$M_i = (T_{iA} \cdot T_{iB} \cdot T_{iC})^{1/3} \quad (11)$$

式(11)中:A、B、C分别代表经济社会、资源利用、环境保护3个子系统。

3 分析结果

3.1 绿色发展指标值

广东省各地市的绿色发展指标值和各区域的平均值如图1所示。对于经济社会子系统, D_1 区域地市的人均 GDP、城镇化率和产业结构均显著优于其他地市,但也呈现出较低的经济增速和产业结构调整速度,其他地市则在仍然相对较快的工业化过程中保持较高的经济增速。对于资源利用子系统, D_1 区域资源利用总体效率最高, N 区域的短板比较明显,而除了 D_1 和 N 区域地市的单位 GDP 能耗下降幅度较大外,其余变化指标在区域和地市间均有较大的差异。对于环境保护子系统,沿海地市环境空气质量总体较优,珠三角区域 (D_1 和 D_2) 废污水排放和工业废气排放均较低, N 区域均较高。变化指标和资源利用子系统类似,在区域和地市间也有较大的差异。

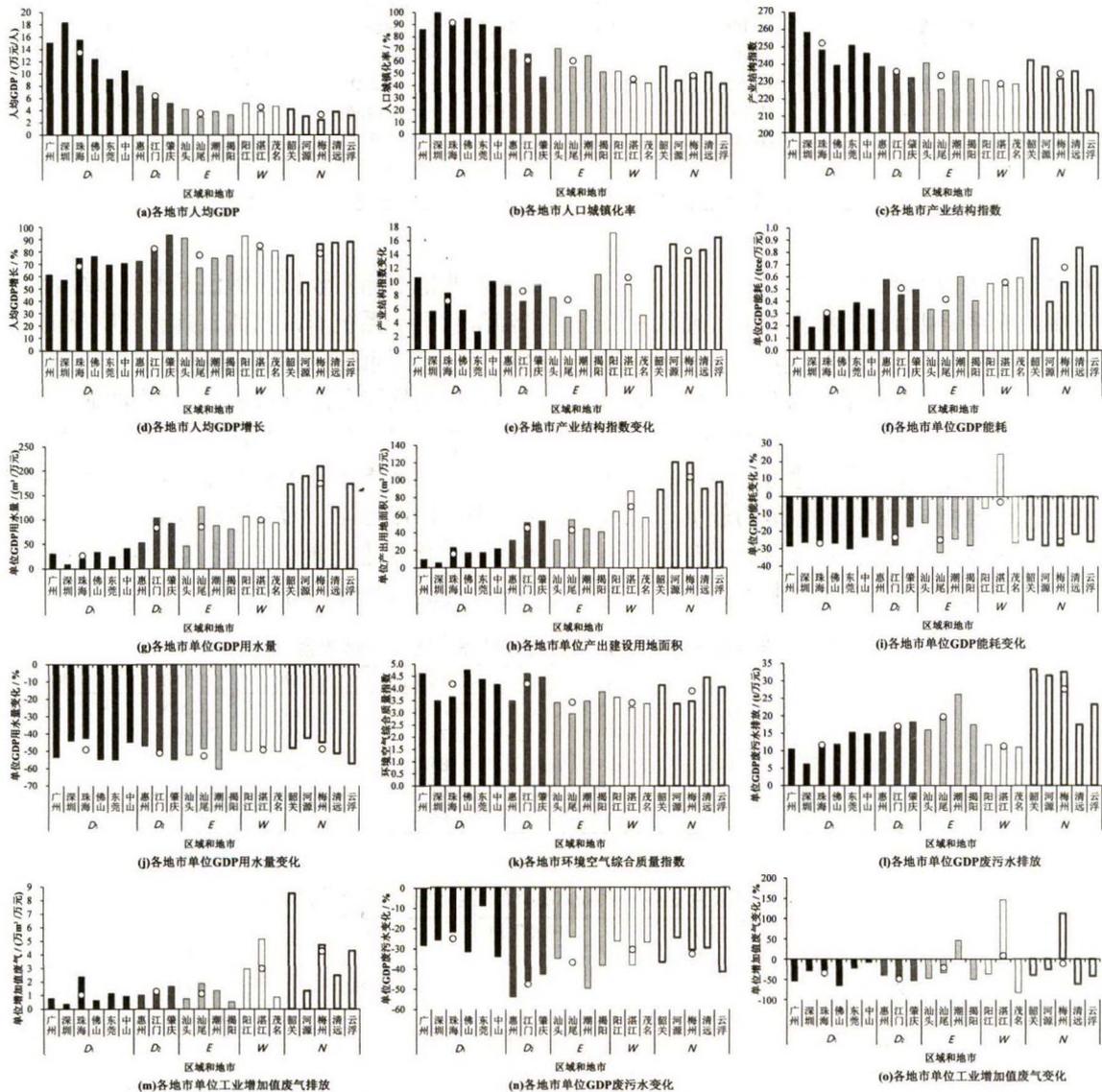


图1 广东省各地市绿色发展指标值和区域平均值

3.2 因子载荷系数

本研究中广东省各地市绿色发展指标的因子分析提取 7 个方差贡献率较大的因子, 累积方差贡献率达到 92.82%, 正交旋转后的公因子方差贡献和与原始指标的因子载荷系数矩阵如表 2 所示。方差贡献度越大, 表示公因子包含的原始信息量越大, 载荷系数是两者间的相关系数。公因子的含义可通过

与其载荷系数较大的变量来解释, 与公因子载荷系数较大的指标与该公因子具有一定的相关性。如公因子 1 和经济社会发展现状指标有很高的载荷系数, 可代表经济社会发展水平; 同时资源利用现状指标和公因子 1 也有较高的正载荷系数, 表明经济社会发展水平和资源利用效率具有一定的相关性。

表 2 样本数据旋转后的公因子方差贡献和与原始指标的因子载荷系数

原始指标	公因子						
	1	2	3	4	5	6	7
a_1 . 人均 GDP	-0.882	-0.339	-0.168	-0.037	0.080	-0.056	0.058
a_2 . 人口城镇化率	-0.850	-0.211	-0.151	-0.043	0.164	-0.356	-0.064
a_3 . 产业结构指数	-0.907	-0.010	-0.116	-0.100	0.229	-0.025	0.156
x_1 . 人均 GDP 增长	0.517	-0.001	0.118	0.061	-0.527	-0.090	-0.572
x_2 . 产业结构指数变化	0.210	0.229	0.286	-0.057	0.090	0.834	-0.067
b_1 . 单位 GDP 能耗	0.550	0.087	0.663	0.059	0.234	0.146	0.154
b_2 . 单位 GDP 用水量	0.587	0.550	0.398	-0.112	-0.073	0.343	0.095
b_3 . 单位产出建设用地面积	0.594	0.481	0.336	0.033	-0.091	0.453	0.208
y_1 . 单位 GDP 能耗下降	0.219	-0.230	0.066	0.737	-0.431	0.328	-0.064
y_2 . 单位 GDP 用水量下降	0.022	-0.078	0.182	0.080	-0.091	-0.052	0.935
c_1 . 环境空气综合质量指数	-0.188	-0.155	0.057	-0.121	0.924	0.040	-0.080
c_2 . 单位 GDP 废污水排放	0.335	0.778	0.460	-0.146	0.030	-0.025	0.079
c_3 . 单位工业增加值废气排放	0.162	0.168	0.865	0.230	-0.076	0.265	0.111
z_1 . 单位 GDP 废污水变化	-0.148	-0.805	0.072	-0.156	0.201	-0.308	0.267
z_2 . 单位工业增加值废气变化	-0.010	0.113	0.133	0.938	0.009	-0.172	0.095
方差贡献度	3.877	2.129	1.894	1.579	1.535	1.485	1.423
累积方差贡献率 /%	25.85	40.04	52.67	63.20	73.43	83.33	92.82

3.3 综合得分和协调度指数

本研究中广东省各地市三大子系统、现状和变化综合得分计算过程中各指标的权重如表 3 所示, 综合得分和协调度指数如表 4 所示, 得分的空间分布情况和各区域误差棒如图 2 所示。经济社会子系统综合得分最高的为 D_1 区域地市, 其余地市均较低; 资源利用子系统综合得分同样是 D_1 区域地市较高, 但和 D_2 、 E 区域差距不明显, 粤北尤其是清远和韶关最低; 环境保护子系统综合得分较高的地市主要为沿海地

市, 粤北地市相对较低。绿色发展现状综合得分分布和经济社会子系统非常相似, 具有较明显的梯度变化区域特征, 不同的是粤北区域得分明显低于其他区域; 绿色发展变化综合得分则相反, 没有明显的区域特征, 相邻地市的得分有较大差异, 最低的 3 个地市位于 D_1 区域。协调度指数分布表明绿色发展总体水平较高的仍为 D_1 区域, 其次为 D_2 和 E 区域, 粤北整体仍相对落后, 总体上也呈现以 D_1 尤其是深圳市和中山市为高值中心的递减分布特征。

表 3 样本数据子系统、现状和变化综合得分指标权重

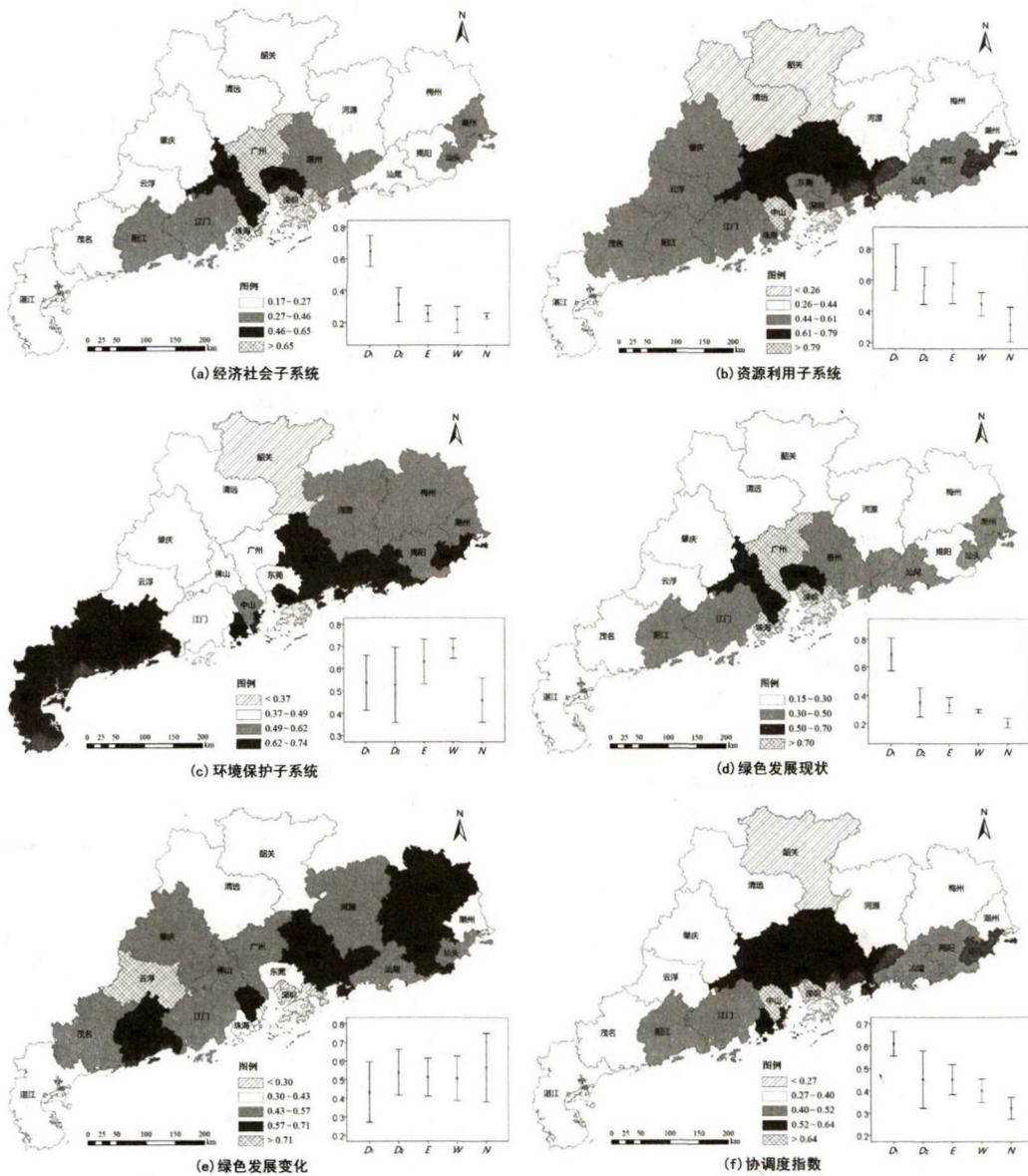
变量	子系统	现状或变化	变量	子系统	现状或变化	变量	子系统	现状或变化
a_1	0.325	0.239	b_1	0.157	0.056	c_1	0.328	0.100
a_2	0.249	0.184	b_2	0.207	0.073	c_2	0.256	0.078
a_3	0.204	0.150	b_3	0.242	0.085	c_3	0.115	0.035
x_1	0.101	0.188	y_1	0.076	0.068	z_1	0.167	0.129
x_2	0.121	0.226	y_2	0.318	0.285	z_2	0.134	0.103

表 4 广东省各地市绿色发展子系统和现状、变化综合得分及协调度指数

区域	地市	经济社会	资源利用	环境保护	现状	变化	协调度指数
D_1	广州	0.743	0.756	0.465	0.732	0.523	0.639
	深圳	0.751	0.556	0.724	0.881	0.250	0.671
	珠海	0.705	0.498	0.639	0.747	0.331	0.608
	佛山	0.593	0.784	0.402	0.608	0.474	0.572
	东莞	0.522	0.609	0.451	0.574	0.325	0.523
D_2	中山	0.576	0.883	0.533	0.595	0.692	0.647
	惠州	0.419	0.701	0.721	0.459	0.680	0.596

表 4 (续)

区域	地市	经济社会	资源利用	环境保护	现状	变化	协调度指数
E	江门	0.309	0.510	0.427	0.339	0.465	0.406
	肇庆	0.209	0.480	0.431	0.254	0.470	0.351
	汕头	0.316	0.742	0.701	0.407	0.568	0.548
	汕尾	0.206	0.557	0.730	0.306	0.525	0.437
	潮州	0.274	0.425	0.521	0.330	0.366	0.393
W	揭阳	0.228	0.596	0.570	0.279	0.593	0.426
	阳江	0.312	0.471	0.651	0.298	0.642	0.457
	湛江	0.179	0.361	0.678	0.273	0.423	0.352
N	茂名	0.165	0.501	0.739	0.294	0.452	0.394
	韶关	0.270	0.212	0.322	0.224	0.417	0.264
	河源	0.239	0.287	0.573	0.236	0.545	0.340
	梅州	0.222	0.334	0.522	0.198	0.629	0.338
	清远	0.232	0.240	0.404	0.210	0.382	0.282
	云浮	0.247	0.494	0.471	0.146	0.841	0.386



注：1)空间分布图颜色由浅到深分别表示与均值相差标准差倍数的区间为小于-1.5倍、大于-1.5倍并小于-0.5倍、大于-0.5倍并小于0.5倍、大于0.5倍并小于1.5倍、大于1.5倍；2)误差棒范围表示该区域地市均值 ±1 倍标准差的区间。

图 2 广东省各地市及区域绿色发展综合得分与协调度指数

4 讨论

4.1 绿色发展总体特征

4.1.1 关键因素

本文中,因子分析的公因子1和代表经济产出水平、城镇化水平及工业化水平的3个现状指标有较大的载荷系数,也和能源、水资源、土地资源利用效率指标有较高相关性,是反映资源消耗和经济社会发展耦合关系的综合因子。经济社会和资源利用指标相反的载荷系数符号表明:经济社会发展水平越低,对以高资源消耗驱动经济增长的传统发展方式的依赖性越强;而随着经济发展水平的提高,发展对资源投入的依赖性逐步降低。公因子1较大的方差贡献度也表明,这种经济社会发展和资源利用的耦合关系是广东省绿色发展较显著的特征。另一方面,公因子1和人均地区生产总值增速的载荷系数绝对值大于0.5,反映大部分地市总体呈现人均地区生产总值越高、增速越低的格局,主要原因可能是随着经济转型升级的不断深化,发展程度更高的地市更早出现经济结构性减速的现象^[31],而相对落后的地市则在相对较快的工业化过程中仍保持较高的增速,也反映了在工业化较早阶段高资源消耗对经济增长的显著驱动作用。

公因子2是与单位地区生产总值用水量、单位废污水排放量和废污水排放变化有较大载荷系数的水耗因子,反映了较高的水耗和较高的废污水排放具有关联性,也由于具有较大的废污水减排空间而呈现较显著的减排效果,而较低的水耗和排放水平意味着实现进一步大幅增效的难度较大。

公因子3是反映能耗水平和废气排放效率的能耗因子,能耗和工业废气两者间较高的关联性表明能源消费中工业消费比重较大,工业废气排放主要来源于能源消耗,能耗越高则带来的废气排放越大。

根据公因子4至公因子7的载荷系数特征,它们分别代表节能减排成效因子、环境空气质量因子、产业结构调整因子和节水成效因子。其中,环境空气质量因子和其他现状指标相关性较弱,而且空气质量指数较低的主要为沿海地市,反映了地理位置是空气质量现状的关键因素,沿海地区拥有更好的扩散能力和更大的大气环境容量,也意味着扩散能力较弱的地市需要更注重从源头削减大气污染物以提高空气质量水平。节能减排成效因子、产业结构调整因子和节水成效因子均属于反映变化情况的因子,它们与现状指标总体上相关性不大,表明近年来通过产业结构优化、节能减排和节水技术推广等措施在不同地市中产生了一定的积极作用;但另一方面,这些方差贡献度较小的公因子也反映了这些

改进措施并没有形成较全面的改善效果,大部分地市只在少数指标上有明显进步,亟待制定和实施更系统的绿色发展政策。

4.1.2 指标变异性

从本文得到的构成子系统综合得分的权重看,广东省经济社会子系统中3个状态指标的权重均远大于变化指标,表明在经济社会发展领域,广东各地市发展现状差异巨大,但新常态以来的变化情况并未有效缩小各地市间的差距;资源利用子系统中,单位地区生产总值能耗及其变化这两个指标的权重均较小,反映了各地市能源利用效率水平的差别比水资源和土地资源小,而且各地市的变化幅度差异也较小,意味着经济发展对能源消耗的依赖性整体上仍较大;环境保护子系统的指标权重分布表明空气质量和废污水排放水平在各地市间差异较大,而变化指标权重变异同样相对较小。从构成现状综合得分的9个指标权重看,经济社会指标远大于其他指标,表明该领域是地市间绿色发展差异中最显著的;从构成变化综合得分的6个指标权重看,经济增长、产业结构变化和与经济增速具有一定相关性的节水成效变异性较大,而节能减排成效变异性较小,表明在新常态下部分地市经济发展有相对突出的表现,而节能减排成效比较平均。

4.2 绿色发展区域特征

4.2.1 珠三角

珠三角核心区域经历了30多年的改革开放,经济社会发展水平得到显著提高,人均地区生产总值、人口城镇化率和产业结构指数总体上显著高于其他地市,而且较早出现的资源环境约束问题倒逼了严格的资源利用和环境保护政策的实施,单位地区生产总值能耗、单位地区生产总值用水量和单位产出建设用地面积等表征资源环境效率的指标也得到较大的提高,因此其大部分现状指标和协调度指数也具有明显的领先优势,现状综合得分位于前6名。但深圳市、东莞市、珠海市的变化综合得分明显落后,主要短板为人均地区生产总值增长、产业结构调整、单位地区生产总值用水量变化和单位地区生产总值废污水排放变化等几个变化指标,表明这些地市尽管绿色发展基础较好,但“十二五”以来绿色发展水平进一步优化遇到一定的瓶颈,改善步伐相对缓慢;中山市则由于2016年投产中山火力发电燃煤热电联产机组,原本较低的工业废气排放量翻倍,导致单位工业增加值废气排放量上升,表明重大项目对绿色发展指标可能带来决定性的影响。

珠三角非核心区尽管常被与核心区一起讨论,但其仍与核心区有较明显的差别。凭借紧靠珠三角

核心区的地理条件,非核心区也具有较好的经济发展基础,但产业结构、资源利用效率和废弃物排放水平并不具有明显优势,主要由于其工业部门中高耗能、低附加值行业占比较高。其中,惠州市拥有规模较大的电子信息和石化等先进制造业,而且近年来发展较快,但石化行业的高耗能属性使惠州市单位地区生产总值能耗较高且下降较慢;肇庆市的化工、非金属、有色、金属制品等行业比例较高,江门市则还有占比较高的造纸和食品行业,两市其他高新技术产业和服务业占比较低,因此它们比珠三角其他地市的用水、用地、废污水排放和废气排放高。此外,惠州、肇庆和江门3地市在现状和变化综合得分、协调度指数上也有明显的不同,毗邻深圳市的惠州市较高,江门和肇庆市较低,而肇庆市更接近与之相邻的粤北地区的地市。

粤港澳大湾区建设是珠三角9市在新时代的重大发展机遇,绿色发展则是湾区建设的重要保障。作为全域属于国家优化开发区的珠三角核心区,其绿色发展目标无疑是最高的,未来应引领全省经济深度转型和提高发展质量,重点针对城市发展中的问题,实施最严格的资源环境政策尤其是节约用水和废污水排放控制政策,突破经济、资源、环境指标协同提升的瓶颈,保持绿色发展的领先地位。珠三角非核心区一方面应重点提升现有产业部门的资源利用效率和污染物排放效率,对高消耗、高排放部门开展循环化改造,加快淘汰落后产能;另一方面应充分落实其差异化的功能定位,促进具有比较优势的产业绿色化发展,保持良好的生态环境和保障对珠三角外围生态屏障功能,与核心区域共同形成协调互补的绿色发展格局。

4.2.2 粤东和粤西

粤东和粤西地区是当前广东省经济增长较快的地区,绿色发展现状和变化得分在全省属于中等水平,但两者绿色发展指标具有不同的特征。以经济特区汕头市为中心的粤东地区较早实施改革开放,城镇化水平较高但经济发展仍相对滞后;而粤西地区尽管城镇化水平较低,但人均地区生产总值高于粤东地区。资源利用方面,粤东地区单位地区生产总值能耗、单位地区生产总值用水量和单位产出建设用地面积总体上低于粤西地区,表明粤东地区的资源利用集约化程度较高,而粤西地区主要依靠发展资源消耗较高的产业在经济上追赶粤东地区,如粤西地区各市六大高耗能行业(包括:化学原料及化学制品制造业,非金属矿物制品业,黑色金属冶炼和压延加工业,有色金属冶炼和压延加工业,石油加工、炼焦和核燃料加工业,电力、热力生产和

供应业)增加值占规模以上工业比重远高于粤东地区,尤其是近年来粤西地区各地市投产了大量钢铁和石化项目,导致阳江市的能效下降幅度较低、湛江市的能效不降反升。环境保护方面,粤东和粤西地区的综合得分均较高,具有优良的环境质量;单位工业增加值的废气排放量为粤西远高于粤东地区,尤其是阳江和湛江市,单位GDP废污水排放则为粤西低于粤东地区,均反映了两区域主导产业的差异。特别的,湛江和潮州市的单位工业增加值废气变化量为正,则分别主要由于钢铁和非金属行业产量大幅增加。此外,湛江市作为沿海经济的副中心城市,除环境保护子系统外,其余综合得分和协调度指数均明显低于同为副中心城市的汕头市,也整体低于粤东西地区其他地市,凸显其绿色发展的短板。

粤东和粤西地区均是拥有巨大发展潜力和资源环境承载力的地区,粤东地区各地市和湛江市部分地方分别被划为国家主体功能区规划的海峡西岸经济区和北部湾地区国家级重点开发区,而在《广东省沿海经济带综合发展规划(2017—2030年)》中,粤东和粤西地区各地市也被赋予了“两极”“双点”等发展定位,将在现有产业发展基础上进一步打造国家海洋和临港产业基地、世界级重化工业和临港装备制造基地。粤东和粤西地区在大规模工业化和产业高端化的过程中,应分别注重水污染治理和节能减排技术应用,充分发挥技术手段在绿色发展中的作用,保持良好的环境质量,协同推进工业化和绿色化;同时,应加快发展与重点工业行业相适应的高附加值行业和生产性服务业,完善产业生态,降低资源消耗强度和污染排放强度。

4.2.3 粤北

粤北地区是广东省欠发达地区,现状指标中的人均地区生产总值、人口城镇化率较低,资源消耗强度和废弃物排放强度也显著高于其他区域,主要原因是区位条件所限,工业部门以钢铁、水泥、发电等重工业为主,工业结构比较单一而且具有高消耗、高排放的特征,工业化水平较低。特别的,低耗能的电子信息产业在河源市的占比较高,因此其单位地区生产总值能耗和单位工业增加值废气排放较低,但单位地区生产总值用水量和单位地区生产总值废污水排放仍较高。变化指标方面,值得注意的是粤北地区地市在“十二五”以来产业结构指数上升非常明显,第二、三产业的占比有较大幅度调整,但人均地区生产总值增长并不显著。观察各地市2010—2017年第二、三产业增加值的增长幅度发现,粤北地区地市在第三产业增长最快的同时,第二产业增长最慢,结合其工业结构特征可知,近年

来粤北地区的重工业增长受到较大抑制。这种变化的原因可能主要是在新常态背景下,钢铁、水泥、电力等重工业产品需求增长速度下降,其次是主体功能区政策的实施使得生态功能区占比较大的粤北地区地市对高消耗、高排放的重化工业有更严格的限制。子系统综合得分方面,粤北地区地市均较低,尤其是韶关和清远市的资源利用和环境保护得分均为最低。现状综合得分则是粤北地区地市全部排在最后,整体绿色发展短板突出;而各地市的变化综合得分则有显著的差别,韶关和清远市低于全省平均,现状得分最低的云浮市则排在全省第一,表明粤北地区地市绿色发展的内部差距正在缩小。

粤北地区是广东省主体功能区划中北部环形生态屏障的主要覆盖地带,广东省委、省政府《关于进一步促进粤东西北地区振兴发展的决定》也将粤北地区定位为加快建设可持续发展生态型新经济区,但当前的绿色发展现状水平显然离建设目标有较大的差距。未来,粤北地区各地市应加快转型,摆脱依靠重化工业带动经济增长的发展模式,严格限制高消耗、高污染行业发展,存量产业应逐步淘汰或

实施循环化、低碳化改造,打造各具特色和多元化的新兴产业体系。

4.3 绿色发展水平横向对比

本文的协调度指数分析结果表明,深圳市是广东省绿色发展水平最高的地市。将深圳市和国内外其他发达城市、发达大国的部分绿色发展指标进行对比,用相当于深圳市的倍数表示,以分析其绿色发展绝对水平,如图3所示。其中,北京、上海、香港和新加坡是发达城市代表,美国、德国和日本是发达大国代表。北京和上海市的PM2.5浓度(2014—2016年)来源于《中国环境统计年鉴》,用水量和废污水排放来源于各自水资源公报,其余数据来源于各自统计年鉴;香港的用水量和建设用地面积来源于《中国统计年鉴》,国际能源消费量来源于BP发布的《世界能源统计年鉴》,其余数据来源于世界银行发展指标数据库;地区生产总值用2010年不变价美元计算。现状指标为2016年值,变化指标为2010—2016年变化情况,用相当于深圳市数值的倍数来表示(无量纲)。

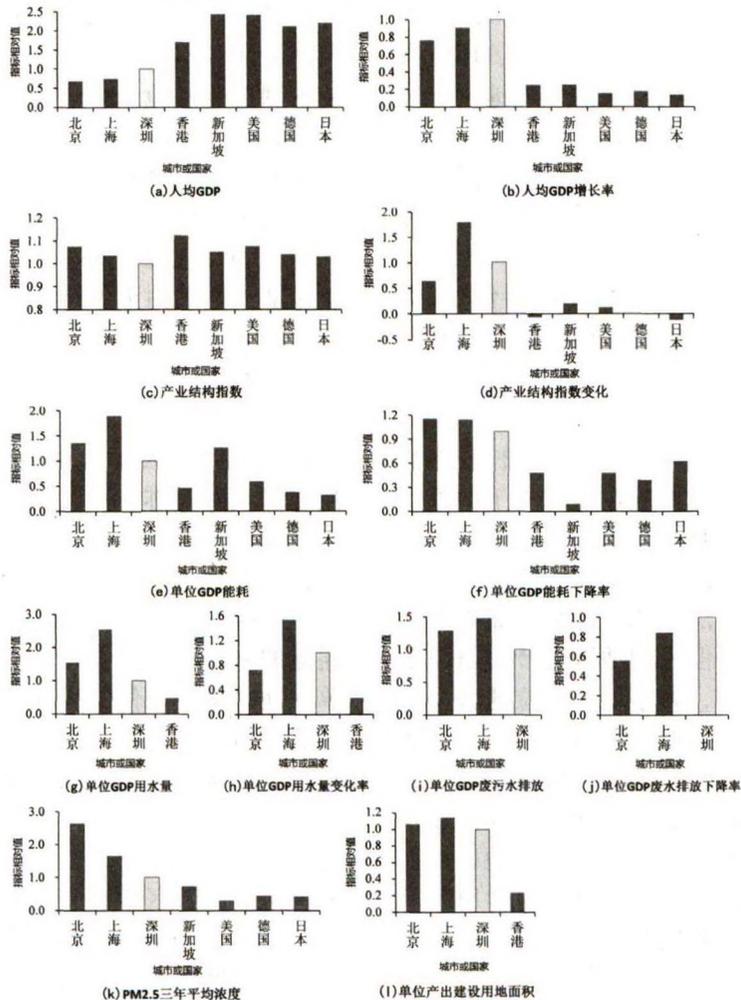


图3 深圳市与国际上其他发达城市和发达大国绿色发展指标对比

和国内发达城市相比,深圳市拥有较高的人均地区生产总值水平和增速,制造业占比较高但高技术特征明显,支撑了较高的经济增速;同时,深圳市的能源、水资源和建设用地消耗强度,以及废污水排放强度和PM2.5浓度均低于北京和上海,表明深圳市的绿色发展总体优于这两大直辖市;较高的废污水排放强度下降率则表明其水污染控制成效更显著。和国际发达经济体相比,深圳市在经济发展、产业结构、资源利用效率、空气环境质量等状态指标方面均有显著的差距。变化指标方面,对于仍处于快速发展阶段的深圳市,在地区生产总值增长、资源环境效率提高方面,则显著高于已处于稳定高水平的发达国家和地区。总体上,深圳市绿色发展现状在国内处于最优水平,和发达地区存在一定差距但各指标向发达地区水平改进的步伐较快。尽管深圳市的绿色发展模式难以复制,但可以作为广东省内其他地市提高绿色管理水平的标杆,并且为全国其他地区提供丰富的绿色发展经验。

5 结论和建议

本文以广东省各地市为研究对象,构建涵盖经济社会、资源利用和环境保护三大领域的绿色发展评估指标体系,分析绿色发展关键因素,计算各地市不同的综合得分和协调度指数,并且将绿色发展水平最高的深圳市和国内外发达地区对比,全面分析新常态以来广东省绿色发展现状和变化的基本情况,提出区域绿色发展的相关思路。主要结论如下:

(1) 总体特征。大部分地市发展对资源消耗的依赖性仍然较强,能源和水资源消耗分别与大气污染物和水污染物排放具有相关性,表明经济社会发展与资源利用、环境保护是紧密联系的,绿色发展不同领域之间具有较强的系统性。然而,尽管进入新常态以来绿色发展越来越受到重视,但仍没有显著改变现状差异的空间格局,同时各领域绿色化进程的协调性仍有待加强,以逐步实现经济效益和资源环境友好程度的同步提高。

(2) 区域特征。现状指标具有明显的区域分布特点,珠三角核心区绿色发展现状水平最高,其中最先进的深圳市已处于全国最高水平之列;珠三角非核心区、粤东和粤西地区次之,粤北地区最低。变化指标则没有明显的区域特征,表明不同地市绿色发展改善成效有所不同。新时代的绿色发展应基于各地市自然禀赋、发展阶段特征和主体功能定位,制定提高绿色发展协调水平的政策。

广东作为拥有所有主体功能区类型和区域发展阶段特征差异巨大的省份,其绿色发展思路对全国

的启示是:应尽快形成不同发展基础和主体功能地区的绿色发展格局和区域协调机制,在城市层面积极落实各项措施,实现国家绿色化水平的整体提升,充分发挥资源节约和环境友好的绿色发展方式的核心作用。这些努力将和政策法规体系完善、低碳生活方式引导、严格生态保护和修复等,共同形成生态文明建设的合力。

参考文献:

- [1] 郑红霞,王毅,黄宝荣. 绿色发展评价指标体系研究综述[J]. 工业技术经济, 2013, 33(2): 142-152.
- [2] 杨志江,文超祥. 中国绿色发展效率的评价与区域差异[J]. 经济地理, 2017, 37(3): 10-18.
- [3] 赵细康,吴大磊,曾文敏. 基于区域发展阶段特征的绿色发展评价研究:以广东21地市为例[J]. 南方经济, 2018, 36(3): 42-54.
- [4] SUN C Z, TONG Y L, ZOU W. The evolution and a temporal-spatial difference analysis of green development in China [J]. Sustainable Cities and Society, 2018, 41: 52-61.
- [5] YANG Q, WAN X Z, MA H M. Assessing green development efficiency of municipalities and provinces in China integrating models of super-efficiency DEA and Malmquist index [J]. Sustainability, 2015, 7(4): 4492-4510.
- [6] CHENG X, LONG R Y, CHEN H. Obstacle diagnosis of green competition promotion: a case study of provinces in China based on catastrophe progression and fuzzy rough set methods [J]. Environmental Science and Pollution Research, 2018, 25(5): 4344-4360.
- [7] SHI B F, YANG H F, WANG J, et al. City green economy evaluation: empirical evidence from 15 sub-provincial cities in China [J/OL]. Sustainability, 2016, 8, 551(2016-06-15) [2018-01-01] <http://www.mdpi.com/journal/sustainability>. Doi: 10.3390/su8060551.
- [8] PANG B, FANG CH L, LIU H M. Quantitative study on the dynamic mechanism of smart low-carbon city development in China [J/OL]. Sustainability, 2016, 8, 507(2016-05-26) [2018-01-01] <http://www.mdpi.com/journal/sustainability>. Doi: 10.3390/su8060507.
- [9] 张金萍,闫卫阳,孙玮,等. 中国低碳发展的类型及空间分异[J]. 资源科学, 2014, 36(12): 2491-2499.
- [10] LIU L. A sustainability index with attention to environmental justice for eco-city classification and assessment [J]. Ecological Indicators, 2018, 85: 904-914.
- [11] 庄贵阳,朱守先,袁路,等. 中国城市低碳发展水平排位及国际比较研究[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2014, 14(2): 17-23, 138.
- [12] 李从欣,李国柱. 京津冀城市群低碳城市组合评价研究[J]. 调研世界, 2015, 28(1): 51-55.
- [13] 程纪华,冯锋. 城市低碳发展评价体系研究:以浙江省为例[J]. 科技管理研究, 2015, 35(9): 238-243.
- [14] 王锋,傅利芳,刘若宇,等. 城市低碳发展水平的组合评价研究:以江苏13城市为例[J]. 生态经济, 2016, 32(3): 46-51.
- [15] 朱斌,吴赐联. 福建省绿色城市发展评判与影响因素分析[J]. 地域研究与开发, 2016, 35(4): 74-78.
- [16] 张欢,罗畅,成金华,等. 湖北省绿色发展水平测度及其空间关系[J]. 经济地理, 2016, 36(9): 158-165.
- [17] 吴小节,谭晓霞,杨书燕,等. 生态文明时空演变特征与影响因素:以广东省为例[J]. 华东经济管理, 2017, 31(11): 36-43.

- [18] 卢强,吴清华,周永章,等.工业绿色发展评价指标体系及应用广东省区域评价的分析[J].生态环境学报,2013,22(3):528-534.
- [19] WANG M X, ZHAO H H, CUI J X, et al. Evaluating green development level of nine cities within the Pearl River Delta, China [J]. Journal of Cleaner Production, 2018, 174: 315-323.
- [20] ZHOU C S, SHI C Y, WANG S J, et al. Estimation of eco-efficiency and its influencing factors in Guangdong province based on super-SBM and panel regression models [J]. Ecological Indicators, 2018, 86: 67-80.
- [21] 张军,佃杰.广东省绿色经济效率测算及实证研究[J].生态经济,2017,33(8):114-117,155.
- [22] 金碚.中国经济发展新常态研究[J].中国工业经济,2015,32(1):5-18.
- [23] 齐建国,王红,彭绪庶,等.中国经济新常态的内涵和形成机制[J].经济纵横,2015,31(3):7-17.
- [24] 赵家章,郭龙飞.论 OFDI 对母国产业结构的升级效应:来自中国省级面板的证据[J].区域经济评论,2018,33(5):76-83.
- [25] 何晓群.多元统计分析[M].3版.北京:中国人民大学出版社,2012.
- [26] 虞晓芬,傅玳.多指标综合评价方法综述[J].统计与决策,2004,20(11):119-121.
- [27] 章穗,张梅,迟国泰.基于熵权法的科学技术评价模型及其实证研究[J].管理学报,2010,7(1):34-42.
- [28] QU Y, LIU Y. Evaluating the low-carbon development of urban China [J]. Environment Development and Sustainability, 2017, 19(3): 939-953.
- [29] 雷勋平,邱广华.基于熵权 TOPSIS 模型的区域资源环境承载力评价实证研究[J].环境科学学报,2016,36(1):314-323.
- [30] 陈黎明,钱利英,沙士民.3E 系统协调度评价模型应用及其比较研究[J].科技管理研究,2013,33(21):61-65,82.
- [31] 李扬,张晓晶.“新常态”:经济发展的逻辑与前景[J].经济研究,2015,50(5):4-19.

作者简介:卞勇(1986—),男,广东广州人,特聘副研究员,主要研究方向为应对气候变化和绿色低碳发展;匡耀求(1963—),男,湖南娄底人,研究员,主要研究方向为资源环境与区域可持续发展;曾雪兰(1978—),通信作者,女,广东韶关人,主任,主要研究方向为应对气候变化和绿色低碳发展;徐伟嘉(1983—),男,江西南丰人,副主任,主要研究方向为低碳交通。