

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2022.03.020

成渝地区双城经济圈绿色创新效率、 演变趋势与影响因素研究

王问蒴¹, 时培豪², 黄庆华²

1. 四川旅游学院 经济管理学院, 成都 610100; 2. 西南大学 经济管理学院, 重庆 400715

摘要: 成渝地区双城经济圈是西部大开发的重要平台, 提升成渝地区双城经济圈绿色创新效率, 对于实现我国经济高质量发展具有重要意义。本文基于 2005—2019 年权威统计数据, 采用 SBM-DEA (Slacks Based Measure-Data Envelopment Analysis) 模型、核密度模型和多元回归模型, 分析成渝地区双城经济圈绿色创新效率、演变趋势及影响因素。研究发现, 样本期间内成渝地区双城经济圈绿色创新效率整体偏低, 不同城市绿色创新效率测度结果差异较大, 呈现出“下降—波动—上升”变化的特征。从演变趋势看, 成渝地区双城经济圈绿色创新效率存在一定的下行压力, 城市群内部离散程度呈缩小趋势, 《成渝城市群发展规划》的实施, 使得城市群“双核”绿色创新的辐射扩散能力得到强化。从城市层面来看, 成渝地区双城经济圈各城市绿色创新效率呈现出上升型、U 型、倒 U 型和区间波动型 4 类演变轨迹。政府支持、开放程度显著影响成渝地区双城经济圈绿色创新效率, 经济发展水平的促进作用不显著; 要素扭曲的存在使得教育水平对区域绿色创新效率发挥抑制作用, 产业结构对成渝地区双城经济圈绿色创新效率影响不显著。

关键词: 成渝地区双城经济圈; 绿色创新效率; SBM-DEA;
核密度估计

中图分类号: F421

文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 1673-9868(2022)03-0172-11

Research on Green Innovation Efficiency, Evolution Trend and Influencing Factors of Chengdu-Chongqing Economic Circle

WANG Wenli¹, SHI Peihao², HUANG Qinghua²

1. School of Economics and Management, Sichuan Tourism University, Chengdu 610100, China;

2. School of Economics and Management, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: Chengdu-Chongqing Economic Circle is an important platform for the development of western China. Improving its green innovation efficiency is of great significance to promote the high-quality devel-

收稿日期: 2021-03-22

基金项目: 2020 年四川省、重庆市社科重大项目(2020ZDC03)。

作者简介: 王问蒴, 硕士研究生, 讲师, 主要从事区域经济研究。

通信作者: 黄庆华, 教授, 博士研究生导师。

opment of China's economy. Based on statistical data from 2005 to 2019, this paper uses SBM-DEA (Slacks Based Measure-Data Envelopment Analysis) model, Kernel Density Estimation and regression model to explore the status, evolution trend and influencing factors of green innovation efficiency. It is found that the green innovation efficiency level of the double city economic circle is relatively low in the sample period, and the results of different cities are quite different, showing the characteristics of "fall-fluctuation-rise". Look from green innovation efficiency trends, the green innovation efficiency has certain downward pressure, and the degree of dispersion within urban agglomerations shows a shrinking trend. The implementation of the development plan of double city urban agglomeration strengthens the radiation diffusion ability of the green innovation ability of the "dual-core" urban agglomeration. From the urban level, the green innovation efficiency presents four types of evolution tracks: upward, U-shaped, inverted U-shaped and interval fluctuation type. Further, it is found that the government support and the degree of openness significantly affect the green innovation efficiency, while the promotion effect of economic development level is not significant. The existence of factor distortions makes the education level restraining the regional green innovation efficiency, while the industrial structure has no significant effect on the green innovation efficiency.

Key words: Chengdu-Chongqing Economic Circle; green innovation efficiency; SBM-DEA; kernel density estimation

提升经济绿色发展能力是破解当前经济发展过程中环境和资源枯竭约束,建设美丽中国的重要举措^[1]。创新是引领发展的第一动力,在我国经济建设中处于核心地位。创新驱动发展是塑造发展新优势的重要战略支撑,亦是提升经济发展效率,促进绿色发展的催化剂。面对不断强化的环境外部约束^[2],将区域创新与绿色发展融合,推动经济高质量发展^[3],得到党和国家的高度重视。生态文明建设已成为中国特色社会主义事业的重要内容。因此,将绿色与创新相融合,强化区域绿色创新能力,提升区域绿色创新效率已成为我国当前的重要任务。

成渝地区双城经济圈作为西部大开发的重要平台,是破解区域发展不平衡、不充分做出的战略布局^[4]。提升成渝地区双城经济圈绿色创新效率,对于我国经济高质量发展具有重要意义。已往关于绿色创新效率的研究,在空间尺度上主要聚焦于全国层面^[5],京津冀城市群^[6]、长三角城市群^[7]、粤港澳大湾区^[8]等城市群层面,鲜有学者探究当前背景下成渝地区双城经济圈绿色创新效率问题。本文以成渝地区双城经济圈为研究对象,探究绿色创新效率水平,从区域、时间维度探究绿色创新效率的演进趋势,深入了解成渝地区双城经济圈绿色创新效率现状和演变轨迹,分析影响成渝地区双城经济圈绿色创新效率的因素。

本文的创新之处在于:①采用包含非期望参数的SBM-DEA模型测度成渝地区双城经济圈绿色创新效率,克服了已有研究并未充分考虑非期望产出对绿色创新效率的影响,准确测度了成渝地区双城经济圈绿色创新现状水平。②从时间和地区多维度分析成渝地区双城经济圈绿色创新发展轨迹,为进一步了解成渝地区双城经济圈绿色创新发展轨迹提供经验支撑。③从经济发展水平、政府支持、地区开放程度、教育水平和产业结构5个方面,探究影响成渝地区双城经济圈绿色创新效率的因素,为进一步促进成渝地区双城经济圈绿色创新发展提供路径支撑。

1 文献综述

成渝地区双城经济圈位于“一带一路”和长江经济带交汇处,推进城市群绿色创新发展,对于我国实现

绿色协调可持续发展新模式具有重要意义. 已往关于城市群绿色创新效率的研究主要集中于绿色创新效率测度方法和影响因素方面.

关于绿色创新效率测度方法的研究, 主要有参数估计法和非参数估计法. 肖黎明等^[9]采用改进的 Stochastic Frontier Analysis(SFA)模型测度中国 30 个省份的绿色创新效率, 发现中国地区绿色创新水平呈逐年上升态势, 东部沿海地区绿色创新效率较高, 但发展水平却较低, 地区间绿色创新效率差异较大^[10]. Faria 等^[11]运用随机前沿方法测算了欧盟 206 个地区创新效率. 非参数估计法主要采用 DEA 测度产业和区域绿色创新效率. 王惠等^[12]采用超效率 SBM 模型测度中国高技术产业绿色创新效率, 发现 8 大经济区域高技术产业绿色创新效率地域差异明显. 吴超等^[13]构建涵盖创新效率与绿色效率的 DEA-RAM(Range Adjusted Measure)联合效率模型, 探究中国 16 个重污染行业绿色创新效率, 发现当前中国重污染行业处于“创新却不绿色”的转型阶段, 重污染行业绿色效率普遍低于创新效率. Avilés-Sacoto 等^[14]等运用两阶段 DEA 模型研究墨西哥创新系统效率. 彭甲超等^[15]采用两阶 DEA 法测算长江经济带工业企业绿色创新效率, 发现工业企业绿色创新效率呈现出自东向西的减弱趋势. 成琼文等^[16]运用 DEA 模型测算了各行业的绿色技术创新效率, 发现我国绿色技术创新效率整体呈上升的发展趋势, 各行业间存在较大差异. 董会忠等^[8]采用考虑非期望的超效率 SBM 模型探究粤港澳大湾区绿色创新效率, 发现湾区绿色创新效率先后经历了“增长期”“衰退期”“重振期”3 个阶段. 区域内城市绿色创新效率分布具有“城市梯度”与“中流驱动”差异特征. 由于 DEA 方法无需设定具体的函数形式, 可以避免如传统核算方法因生产函数误设而导致的结果偏差, 规避了人为因素的操纵^[17], 故在绿色创新效率研究中得到广泛应用.

在绿色创新效率影响因素方面, 已往研究主要从政府、地区开放、人力资本和产业结构等方面进行分析. 政府是配置科技资源的一种手段, 在技术市场发展滞后的条件下, 政府支持是影响科技创新效率的一个重要因素. 肖文等^[18]发现, 中国整体技术创新效率较低. 当地区技术市场规模超过门槛值时, 政府支持会促进科技创新效率提升^[19]. 随着利用外资程度和层次的加深, 外商直接投资带来的技术外溢逐渐变为影响区域创新产出能力和创新效率不可忽视的因素. 已有研究发现, 对外直接投资会提高技术研发阶段的工业绿色创新效率^[20], 与国内工业绿色创新效率之间存在“倒 U 型”关系^[21]. 人力资本对绿色创新效率的影响主要从劳动力扭曲视角展开. 让扭曲的劳动价格重回公平是吸引高素质人才, 提升创新效率的前提^[22]. 劳动力工资扭曲通过扭曲收益效应、人力资本效应和消费需求效应降低企业创新能力^[23], 抑制创新效率的提升^[22].

2 研究设计

2.1 研究方法

2.1.1 SBM-DEA 模型

数据包络分析模型是通过决策单元空间数据构建非参数的包络前沿面, 在前沿面上的属于有效点, 而置于前沿面外的则属于无效点. Tone^[24]提出的非径向非角度 SBM-DEA 模型, 能够将松弛变量加入目标函数, 有效解决包含污染变量的效率测度问题, 克服了传统数据包络模型没有考虑投入产出松弛变量对模型估算结果可靠性的影响, 提升了测度结果的可靠性, 逐渐得到学者们的广泛使用. SBM-DEA 模型的线性规划形式为:

$$\rho^* = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{i0}}}{1 + \frac{1}{s_1 + s_2} \left[\sum_{r=1}^{s_1} \frac{s_r^g}{y_{r0}^g} + \sum_{r=1}^{s_2} \frac{s_r^b}{u_{r0}^b} \right]}$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} x_0 = X\lambda + s^- \\ y_0^g = Y^g\lambda - s^g \\ u_0^b = U^b\lambda - s^b \\ s^- \geq 0, s^g \geq 0, s^b \geq 0, \lambda \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

式(1)中, ρ^* 表示成渝地区双城经济圈绿色创新绩效. s 表示投入产出指标的松弛变量, 其中 s^-, s^g, s^b 分别为投入、期望产出、非期望产出的松弛变量. λ 表示投入产出指标权重数据. m 为投入要素指标个数, s_1 为期望产出指标个数, s_2 为非期望产出指标个数. x, y^g, u^b 分别表示测度模型投入指标、期望产出指标和非期望产出指标, X, Y^g, U^b 分别为 $m \times n, s_1 \times n, s_2 \times n$ 的矩阵, 小写的 x, y^g, u^b 分为 m, s_1, s_2 维列向量, n 为决策单元个数.

2.1.2 核密度估计法

本文使用核密度估计法探究成渝地区双城经济圈绿色创新效率的时间分布趋势. 核密度估计也是一种非参数估计方法, 一般做法是利用峰值函数来拟合研究样本数据, 基于不同时期的密度曲线刻画随机变量的时间分布形态演变, 具有稳健性强、模型依赖性弱的特征. 该方法通常假定随机变量 X 的密度函数为:

$$f(x) = \frac{1}{Nh} \sum_{i=1}^N K\left(\frac{X_i - \bar{x}}{h}\right) \quad (2)$$

在式(2)中, N 表示样本观测值数量; h 表示核密度函数的带宽; X_i 表示独立同分布的观测值; \bar{x} 表示平均值; K 表示核密度. 核密度本质上属于一种权重函数, 通常需要满足以下几个条件:

$$\begin{cases} \lim_{x \rightarrow \infty} K(x) \times x = 0 \\ K(x) \geq 0 \int_{-\infty}^{+\infty} K(x) dx = 1 \\ \sup K(x) < +\infty \int_{-\infty}^{+\infty} K^2(x) dx < +\infty \end{cases} \quad (3)$$

常用核密度函数($K(x)$)包括三角核函数、四角核函数、高斯核函数等. 本文依照辛冲冲等^[25]的做法, 采用高斯核函数分析成渝地区双城经济圈绿色创新效率的时间演变动态.

2.2 研究范围与数据来源

2020年10月16日, 中共中央政治局会议审议通过的《成渝地区双城经济圈建设规划纲要》, 明确了成渝地区双城经济圈的范围是重庆市的中心城区及万州、涪陵、綦江、大足、黔江、长寿、江津、合川、永川、南川、璧山、铜梁、潼南、荣昌、梁平、丰都、垫江、忠县等27个区(县)以及开州、云阳的部分地区, 四川省的成都、自贡、泸州、德阳、绵阳(除平武县、北川县)、遂宁、内江、乐山、南充、眉山、宜宾、广安、达州(除万源市)、雅安(除天全县、宝兴县)、资阳等15个市, 这与2016年国家发展和改革委员会、住房和城乡建设部联合印发的《成渝城市群发展规划》的空间范围相同. 因此, 本文将成渝地区双城经济圈的空间范围界定为以上区域范围. 由于重庆市部分区(县级)指标数据存在缺失的情况, 本文选择重庆市整体指标数据作为研究样本.

本文研究区间为2005—2019年统计数据, 数据来源于《重庆统计年鉴》《四川统计年鉴》《中国统计年鉴》和《中国科技统计年鉴》等. 本文使用随机森林模型填充变量中的缺失数据.

2.3 指标设定

估算成渝地区双城经济圈绿色创新效率, 由投入变量、期望产出变量和非期望产出变量组成. 本文借鉴张学波等^[6]、李健等^[26]、董会忠等^[8]的研究成果, 从人力资本、固定资本、研发经费和能源投入4个方面, 选择在岗职工平均人数、全社会固定资产投资、财政一般预算内科学支出和全年用电量作为成渝地区双城经济圈绿色创新投入指标. 对于产出而言, 期望产出指标用地区生产总值、专利申请数和建成区绿化覆盖率进行表征; 非期望产出指标用工业废水排放量、工业烟(粉)尘排放量和工业二氧化硫排放量进行表征. 由此, 本文构建的投入变量为4个, 产出变量为6个, 决策单元共16个测度指标体系(表1).

表 1 成渝地区双城经济圈绿色创新效率评价指标体系

类 型	变 量	指 标	单 位
投入	人力资本	在岗职工平均人数	万人
	固定资本	全社会固定资产投资	万元
	研发经费	财政一般预算内科学支出	万元
	能源投入	全年用电量	万 kW · h ⁻¹
产出	期望产出	地区生产总值	万元
		专利申请数	件
		建成区绿化覆盖率	%
	非期望产出	工业废水排放量	万 t
		工业烟(粉)尘排放量	t
		工业二氧化硫排放量	t

3 实证分析

3.1 成渝地区双城经济圈绿色创新效率水平评价

本文利用 R 软件,将研究样本带入 SBM-DEA 模型中进行估算,得到成渝地区双城经济圈 16 个城市 2005—2019 年绿色创新效率指数,测度结果见表 2. 从地区来看,在研究期间内,重庆市、成都市、广安市、雅安市和资阳市测度结果均大于 1,其他城市绿色创新效率测度值均低于 1,说明成渝地区双城经济圈不同城市绿色创新效率测度结果差异较大. 从年份来看,成渝地区双城经济圈绿色创新效率测度结果 2005 年除外均小于 1,说明成渝地区双城经济圈绿色创新效率水平整体偏低.

表 2 2005—2019 年成渝地区双城经济圈绿色创新效率

地区	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	均值
重庆市	0.936 4	0.959 2	0.976 8	0.974 6	0.978 2	1.061 2	1.039 4	1.038 0	1.034 3	1.034 8	1.038 9	1.019 3	1.030 0	0.996 7	1.018 5	1.009 1
成都市	1.144 9	1.120 6	1.069 2	0.991 1	0.848 9	1.102 2	0.984 0	1.008 1	1.051 4	1.093 5	0.835 4	0.943 9	0.954 5	0.930 2	0.954 9	1.002 2
自贡市	1.129 7	1.014 8	0.953 0	0.899 3	0.828 2	0.898 7	0.969 1	0.929 4	0.837 8	0.849 6	0.890 2	1.094 2	1.067 1	1.120 3	1.049 9	0.968 7
泸州市	0.534 6	0.903 9	0.949 9	0.838 4	0.764 0	0.811 1	0.815 5	0.794 9	0.739 3	0.600 3	0.536 4	0.529 3	0.741 9	0.691 6	0.693 9	0.729 7
德阳市	1.101 2	1.127 2	1.171 8	0.946 0	0.681 1	0.766 7	0.874 3	0.890 6	0.812 9	0.825 5	0.838 9	0.874 1	0.973 1	1.079 4	1.100 5	0.937 5
绵阳市	0.811 3	0.812 1	0.813 0	0.812 2	0.700 8	0.725 2	0.802 7	0.733 7	0.648 6	0.633 1	0.686 9	0.653 9	0.794 5	0.883 5	0.840 2	0.756 8
遂宁市	1.132 1	0.938 3	0.792 7	0.746 5	0.652 4	0.859 0	0.775 4	0.785 7	0.690 7	0.695 6	0.749 1	0.810 1	0.887 1	0.857 5	0.833 8	0.813 7
内江市	1.041 5	1.138 0	1.125 0	1.035 8	0.975 6	1.076 9	1.102 3	1.027 4	1.147 2	0.997 4	0.846 5	0.921 6	1.057 1	0.770 1	0.710 3	0.998 2
乐山市	1.090 3	0.761 2	0.785 7	0.799 9	0.662 6	0.658 8	0.773 4	0.733 3	0.696 9	0.703 4	0.798 3	0.748 0	0.897 2	1.002 7	1.109 1	0.814 7
南充市	0.793 6	0.854 1	0.792 7	0.717 0	0.617 1	0.634 3	0.711 2	0.700 1	0.696 9	0.752 4	0.718 1	0.673 6	0.865 0	0.762 2	1.156 7	0.763 0
眉山市	1.161 5	1.122 6	0.927 1	1.116 4	0.859 9	1.129 4	0.796 8	0.858 6	0.738 5	0.709 6	0.987 1	0.760 1	0.982 6	0.934 7	1.154 3	0.949 3
宜宾市	1.078 5	0.959 7	1.027 3	0.945 9	0.851 2	0.844 5	0.866 7	0.979 6	0.825 4	0.832 1	1.123 8	0.745 5	0.791 3	1.120 5	1.025 3	0.934 5
广安市	1.194 9	1.096 2	1.014 1	1.044 0	1.132 6	1.033 1	1.048 7	1.074 6	1.129 9	0.926 3	0.865 3	1.077 8	1.163 3	1.151 3	0.717 2	1.044 6
达州市	0.697 9	0.596 1	0.512 3	0.662 3	0.677 8	0.662 8	0.695 7	0.750 8	0.700 8	0.738 1	0.826 7	0.939 8	0.949 8	0.908 7	0.975 7	0.753 0
雅安市	1.126 9	1.168 2	0.972 2	1.113 3	0.998 6	1.190 9	1.134 2	0.998 2	0.971 8	0.949 6	0.959 2	0.998 4	0.964 2	1.111 2	0.958 3	1.041 0
资阳市	1.178 8	1.166 6	1.128 3	1.049 4	0.953 7	0.889 6	0.969 1	1.014 1	0.869 2	0.966 8	1.059 5	0.953 0	1.143 5	0.858 0	1.018 3	1.014 5
均值	1.009 6	0.983 7	0.938 2	0.918 3	0.823 9	0.896 5	0.897 4	0.894 8	0.849 5	0.831 8	0.860 0	0.858 9	0.953 9	0.948 7	0.957 3	—

从图1可以看出,成渝地区双城经济圈绿色创新效率指数呈现出3个阶段变化特征,第一阶段为2005—2009年,成渝地区双城经济圈绿色创新效率整体上趋于下降的趋势.可能的原因在于:①成渝地区双城经济圈各地区分属不同的行政区域,部分城市绿色创新活动倾向于在省域范围内进行,跨省(市)行政边界进行创新协作的较少,导致成渝地区双城经济圈整体绿色创新效率呈现出下降趋势;②绿色创新最终需要归结到产业层面上,由于成渝地区双城经济圈部分城市,特别是核心城市存在产业结构趋同、产业联系松散、协作创新意识不强的情况,仍然停留在竞争大于合作的零和博弈中,引致这一阶段绿色创新效率呈现出下降趋势.第二阶段为2010—2015年,成渝地区双城经济圈绿色创新效率呈现出上下波动的态势,其中一个可能的原因是成渝地区双城经济圈产业正面临转型升级的阵痛期,引致城市群绿色创新效率呈现出波动变化的演变趋势.第三阶段为2016—2019年,成渝地区双城经济圈绿色创新效率稳步提升,本文认为可能的原因在于,随着《成渝城市群发展规划》的出台和实施,强化了成渝两地绿色创新的交流与合作,如共建西部科学城,推进成渝科技创新合作计划等,引致成渝地区双城经济圈绿色创新效率稳步提升.

由图2可以看出,重庆市、成都市、广安市、眉山市和雅安市绿色创新效率指数较高,不同地区间绿色创新效率差异较大.可能的原因在于:①地区内绿色创新水平依赖于自身生态基础和产业结构,如眉山市的经济结构中第三产业占比较高,地区生态环境承载力也高,从而促进了眉山市绿色创新效率呈现出较高的水平.

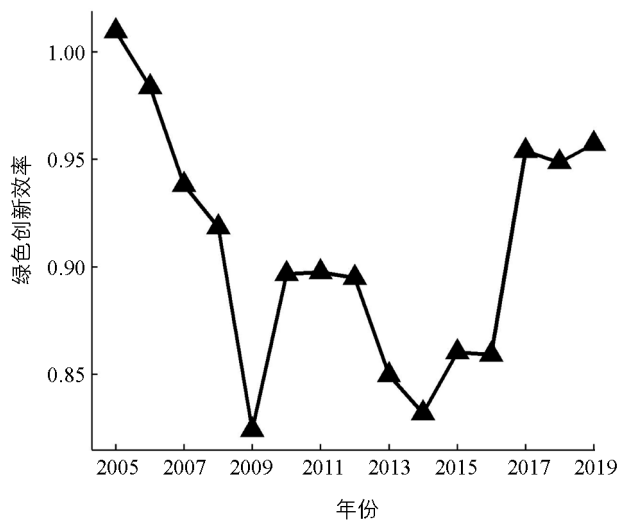


图1 成渝地区双城经济圈各年绿色创新效率

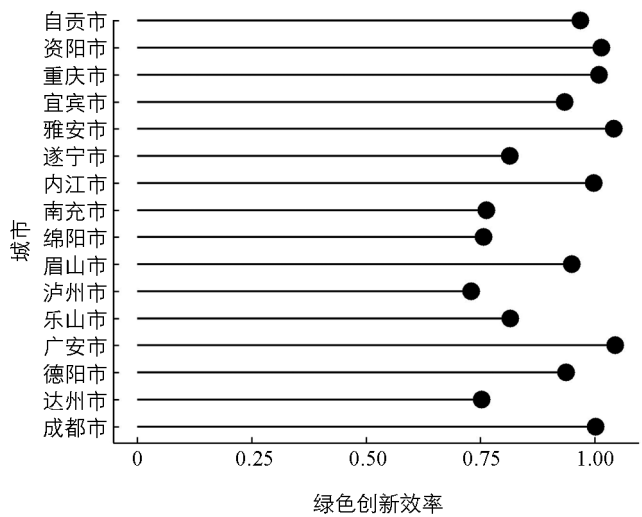


图2 成渝地区双城经济圈各城市绿色创新效率

3.2 成渝地区双城经济圈绿色创新效率演变趋势分析

在对成渝地区双城经济圈各城市绿色创新效率进行准确测度的基础上,本文进一步采用核密度估计方法探寻成渝地区双城经济圈绿色创新效率的演变轨迹和趋势,结果见图3.从不同年份来看,成渝地区双城经济圈各地区绿色创新效率总体分布曲线呈小幅左移趋势,表明成渝地区双城经济圈绿色创新效率存在一定的下行压力,这意味着成渝地区双城经济圈绿色创新发展仍存在资源非集约利用和污染排放严重的现象,因此提升成渝地区双城经济圈绿色创新效率迫在眉睫.从分布形态上来看,成渝地区双城经济圈绿色创新效率主峰高度上升、宽度减小,表明城市群内部绿色创新效率总体离散程度呈缩小趋势.在分布延展性方面,成渝地区双城经济圈绿色创新效率各年分布曲线呈现出较为显著的右拖尾现象,进一步表明成渝地区双城经济圈绿色创新效率呈现出收敛趋势,且绿色创新效率较高城市与平均水平差值有所减小.

考虑到成渝地区双城经济圈绿色创新效率具有阶段性的特征,本文以2016年国家发展和改革委员会、住房和城乡建设部联合印发的《成渝城市群发展规划》为契机,探究成渝地区双城经济圈绿色创新效率的变

化趋势. 以 2016 年为分界点, 将 2016 年以前各城市绿色创新效率定义为 0, 2016 年及以后年份的绿色创新效率定义为 1, 运用核密度估计进行验证. 从图 4 可以看出,《成渝城市群发展规划》的出台和实施, 引致城市群绿色创新效率核密度曲线向左偏移, 主峰高度下降并呈现出双峰分布规律, 说明《成渝城市群发展规划》的出台, 提升了城市群“双核”绿色创新地位, 强化了城市群中心城市绿色创新的辐射扩散能力.

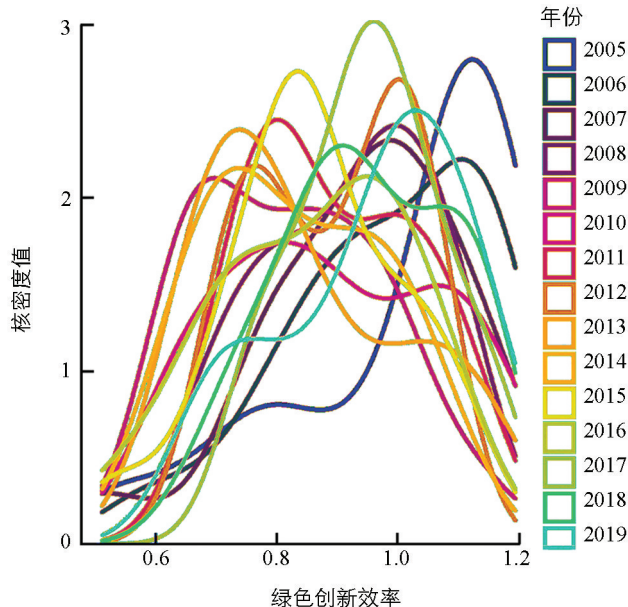


图 3 成渝地区双城经济圈各年绿色创新效率核密度图

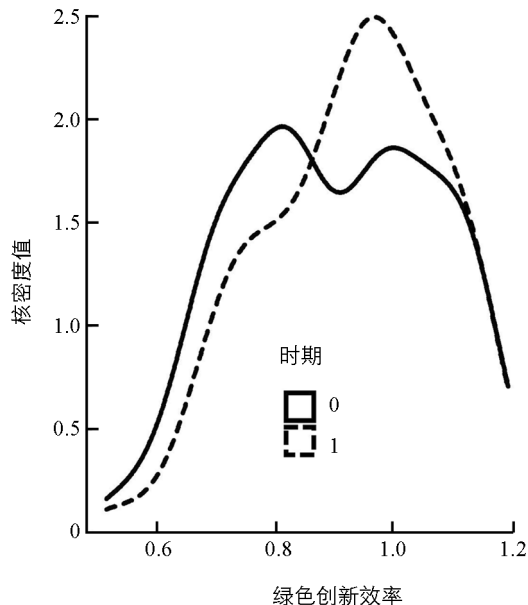


图 4 成渝地区双城经济圈政策冲击核密度图

从核密度曲线分布形态可以看出(图 5), 成渝地区双城经济圈各城市核密度曲线呈现出如下几类演变趋势: ① 右偏型, 如南充市、乐山市、遂宁市等, 表明城市绿色创新绩效水平整体较低. ② 左偏型, 典型的地区为重庆市、成都市、广安市等, 表明城市绿色创新效率整体水平较高. ③ 似正态分布型, 如德阳市、眉山市等, 表明城市绿色创新效率呈现出稳定提升状态, 不同年份间城市绿色创新绩效的提升具有稳定性. 综合各地区核密度估计曲线可以看出, 成渝地区双城经济圈各地区间绿色创新效率差异显著, 部分城市出现创新效率快速上升的演变趋势. 成渝地区双城经济圈各城市中, 核密度曲线主要呈现出右偏倒 U 型演变轨迹, 可能的原因在于《成渝城市群发展规划》的激励效应, 促进了城市创新效率轨迹曲线的转变.

3.3 成渝地区双城经济圈绿色创新效率影响因素分析

城市群绿色创新效率变化受到多种因素的共同影响, 本文参考吕岩威等^[27]、董会忠等^[8]的研究成果构建模型(4), 分析成渝地区双城经济圈绿色创新效率的影响因素.

$$GEff_{it} = ECO_{it} + GOVE_{it} + OPEN_{it} + STU_{it} + INS_{it} + \epsilon_{it} \quad (4)$$

模型中, ϵ 表示模型残差, i 表示成渝地区双城经济圈内城市, t 表示年份. 被解释变量为成渝地区双城经济圈绿色创新效率测度结果; 其他变量为设定的绿色创新效率影响因素变量, 具体变量及其依据如下:

① 经济发展水平(ECO). 根据库兹涅茨曲线表明, 随着地区经济发展水平的提升, 人们对于生态环境品质的需求也会逐渐上升, 同时环境约束的不断加强也会促进绿色创新效率的提升. 本文用地区 GDP 指标表征地区经济发展水平. ② 政府支持($GOVE$). 本文选择科教支出占财政支出的比例作为度量政府支持的代理指标. 创新具有投入高、风险大、周期长等特点, 政府通常会对区域内部分创新主体给予创新专项补贴、绿色贷款、税费返回等优惠政策, 降低创新沉没成本、减少不确定性, 形成创新激励效应, 有助于提升区域绿色创新效率. ③ 地区开放程度($OPEN$). 本文采用外商直接投资额进行衡量. 首先, 外商直接投资是弥补城市创新投入的资金缺口, 为区域创新提供创新要素支撑, 从而提高自身绿色创新能力. 其次, 外商直接投资是国际技术溢出的重要载体, 提升区域外资吸引力, 有助于吸收国外先进技术和管理经验,

促进绿色创新效率提升. ④ 教育水平(STU). 本文选择普通高等学校在校大学生数量指标进行度量. 由于高素质人才具备较强的专业知识,对创新效率的提升具有明显的促进作用.此外,高素质人才具有地区集聚的趋势,一定区域内人才要素的集聚有助于发挥知识溢出效应,提升区域绿色创新效率. ⑤ 产业结构(INS). 本文采用第三产业增加值占地区GDP的比例作为产业结构衡量指标.首先,第三产业比例越高,意味着区域第二产业比值就越低,能源消耗和环境污染压力也越低,从排放端有助于促进绿色创新效率提升.其次,第三产业是区域绿色创新的重要支撑,第三产业比例较高意味着区域绿色创新基础条件较好.指标设定参见表3.

考虑到不同变量量纲与数量级会对实证结果产生重要的影响,本文对模型(4)中的影响因素变量进行标准化处理.

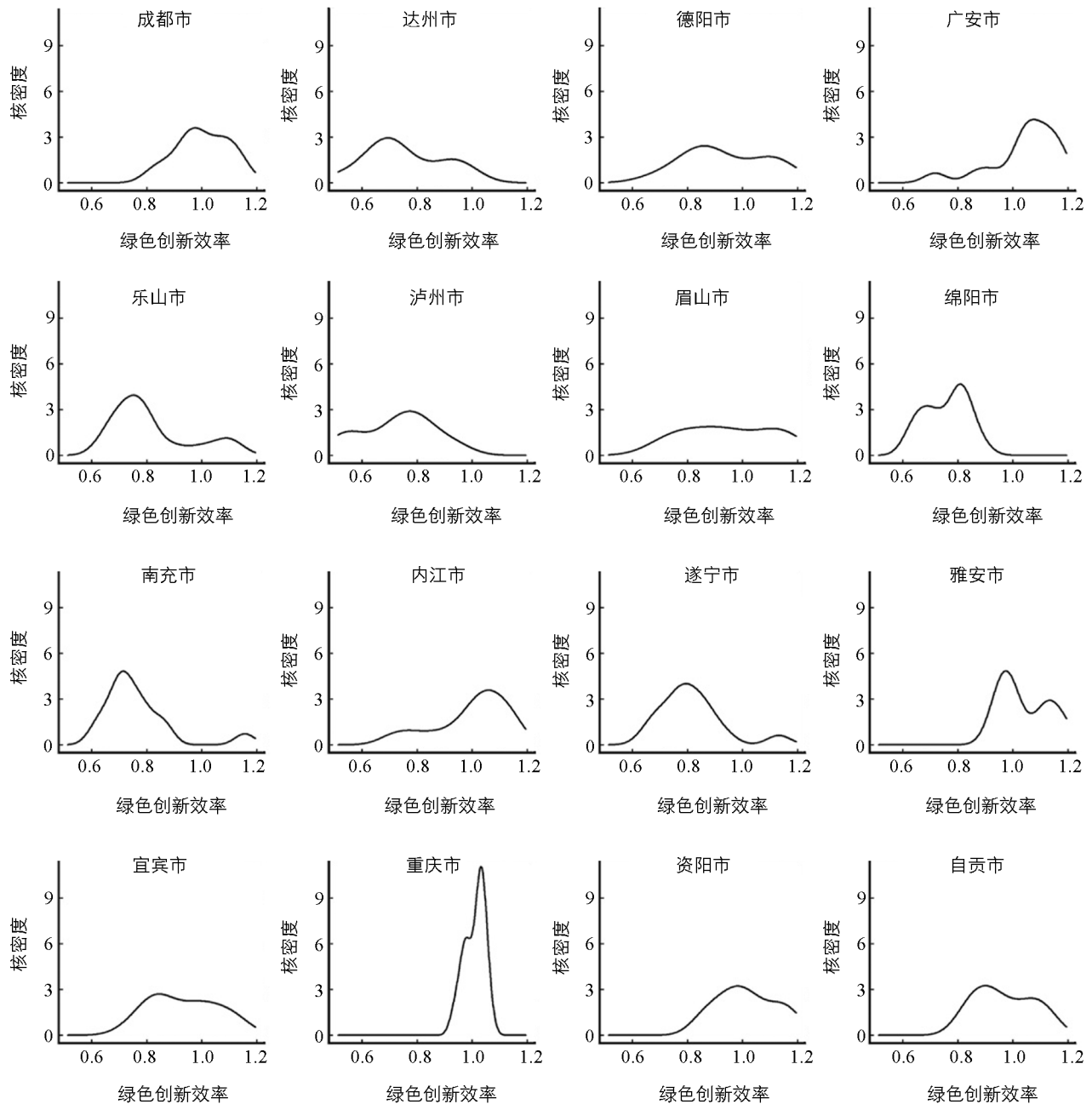


图5 成渝地区双城经济圈各城市绿色创新效率核密度图

表 3 成渝地区双城经济圈影响因素设定

变量	衡量指标	指标代码	单位
经济发展水平	地均 GDP	ECO	万元·km ⁻²
政府支持	科教支出占财政支出的比例	GOVE	%
地区开放程度	外商直接投资额	OPEN	万美元
教育水平	普通高等学校在校大学生数量	STU	人
产业结构	第三产业增加值占地区 GDP 的比例	INS	%

本文根据模型(4)采用逐步分析法进行回归分析,结果见表 4。本文以表 4 列 6 为基准进行分析,发现经济发展水平对成渝地区双城经济圈绿色创新效率的回归系数为正(0.030 5),但并未通过统计显著性检验。成渝地区双城经济圈经济发展水平对绿色创新效率虽有促进作用,但是这种促进作用并不显著,可能的原因在于成渝地区双城经济圈经济发展传统产业比例较高,依靠传统要素投入增加经济总量的方式,抑制了区域绿色创新效率的提升;政府支持对成渝地区双城经济圈绿色创新效率的回归系数为 0.183 1,并且在 $p < 5\%$ 水平差异具有统计学意义,表明成渝地区双城经济圈加强创新制度供给是提升区域绿色创新绩效的重要途径;开放程度对成渝地区双城经济圈绿色创新效率的回归系数为 0.153 3,并在 $p < 1\%$ 水平差异具有统计学意义。从经济意义上来看,区域对外开放水平每提升 1 个百分点,绿色创新效率水平提升约 15%,通过经济学规律检验。提升成渝地区双城经济圈开放水平有助于充分吸收外国先进技术和管理经验,提高区域绿色创新效率;教育水平对成渝地区双城经济圈绿色创新效率的回归系数显著为负,说明区域内并未发挥人才对绿色创新的促进作用。可能的原因是:① 存在人才要素配置扭曲的现象。已有研究表明,要素扭曲会抑制区域创新水平提升,若成渝地区双城经济圈人才要素配置存在较大扭曲,则可能会抑制区域绿色创新绩效提升。② 人才对区域绿色创新效率的影响具有滞后性,需要经过一段时间后人才的创新促进作用才能发挥;产业结构对成渝地区双城经济圈绿色创新效率的回归系数为负,并未通过统计显著性检验,表明优化成渝地区双城经济圈产业结构会提升区域绿色创新效率。

表 4 成渝地区双城经济圈影响因素分析实证结果

变量	成渝地区双城经济圈绿色创新效率				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
经济发展水平	0.082 9** (2.132)	-0.046 7 (-0.868)	-0.116 8** (-2.379)	0.037 5 (0.726)	0.030 5 (0.548)
政府支持		0.207 4*** (3.454)	0.169 6*** (2.613)	0.158 6*** (2.470)	0.183 1*** (2.510)
开放程度			0.118 1*** (4.002)	0.115 7*** (3.989)	0.153 3*** (3.495)
教育水平				-0.289 9*** (-3.771)	-0.276 2*** (-3.652)
产业结构					-0.058 0 (-1.111)
常数项	0.900 7*** (75.030)	0.845 4*** (40.348)	0.855 8*** (39.723)	0.885 4*** (37.788)	0.881 9*** (36.747)
N	240	240	240	240	240
Adj. R ²	0.002	0.039	0.049	0.090	0.090
F	4.547	7.529	23.17	21.85	16.27

注:表 4 中括号内为变量回归系数的 t 值。*, **, *** 分别表示变量在 $p < 10\%$, $p < 5\%$ 和 $p < 1\%$ 水平差异具有统计学意义。

4 研究结论与建议

本文以2005—2019年成渝地区双城经济圈为研究样本,采用SBM-DEA模型探究成渝地区双城经济圈绿色创新效率,并在此基础上分析成渝地区双城经济圈绿色创新效率的演变趋势和影响因素。研究发现,成渝地区双城经济圈绿色创新效率水平整体偏低,不同城市的绿色创新效率测度结果差异较大,呈现出“下降—波动—上升”的变化特征。在绿色创新效率演变趋势方面,成渝地区双城经济圈绿色创新效率分布曲线呈小幅左移趋势,主峰高度上升,宽度减小,具有较为显著的右拖尾现象,表明绿色创新效率存在一定的下行压力,但总体离散程度呈缩小趋势,绿色创新效率呈现出收敛趋势。《成渝城市群发展规划》的出台和实施,提升了城市群“双核”城市的绿色创新地位和辐射扩散能力。从城市层面来看,成渝地区双城经济圈绿色创新效率呈现出上升型、U型、倒U型和区间波动型4类演变轨迹。在影响因素方面,政府支持、开放程度、教育水平显著影响成渝地区双城经济圈绿色创新效率,经济发展水平、产业结构的促进作用不显著。本文提出如下政策建议:

① 加强成渝地区双城经济圈产学研协同创新合作,促进四川大学、电子科技大学、重庆大学和西南大学等高校间的交流与合作,聚集绿色创新资源,鼓励企业与高校科研联合组建绿色技术研发应用中心,提升区域绿色创新绩效。② 加强成渝地区双城经济圈产业转型平台建设,推动传统产业转型升级,促进成渝地区双城经济圈绿色技术创新水平外溢。③ 成渝地区双城经济圈各级政府应加大对绿色技术创新的支持力度,以《成渝城市群发展规划》为指引,从研发强度、能耗强度和污染物排放情况等方面,强化环境规制约束,提升区域内绿色创新水平。④ 成渝地区双城经济圈各城市应根据要素禀赋结构和比较优势,发展比较优势产业,促进成渝地区双城经济圈经济转型,优化产业结构,提升绿色创新效率。同时,政府应加大对绿色低碳技术创新项目的支持力度,搭建绿色创新开放平台,整合成渝地区双城经济圈绿色创新资源,促进绿色创新资源要素自由流动,提升绿色创新能力。

参考文献:

- [1] 王淑新,何红,王忠锋. 秦巴典型景区旅游生态效率及影响因素测度[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2016, 38(10): 97-103.
- [2] 胡江峰,黄庆华,潘欣欣. 碳排放交易制度与企业创新质量:抑制还是促进[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(2): 49-59.
- [3] 王文文. 知识资本视角下中国省际经济增长质量的测度[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2019, 41(9): 112-124.
- [4] 黄庆华,胡梦佳,胡江峰. 竞争还是合作? 竞争策略对成渝地区双城经济圈产业生产效率的影响[J]. 重庆理工大学学报(社会科学), 2020, 34(11): 5-18.
- [5] 梁中,昂昊. 中国绿色技术创新效率演化及其空间治理[J]. 财贸研究, 2019, 30(8): 16-25, 63.
- [6] 张学波,于伟,张亚利,等. 京津冀地区经济增长的时空分异与影响因素[J]. 地理学报, 2018, 73(10): 1985-2000.
- [7] 丁显有,肖雯,田泽. 长三角城市群工业绿色创新发展效率及其协同效应研究[J]. 工业技术经济, 2019, 38(7): 67-75.
- [8] 董会忠,李旋,张仁杰. 粤港澳大湾区绿色创新效率时空特征及驱动因素分析[J]. 经济地理, 2021, 41(5): 134-144.
- [9] 肖黎明,张仙鹏. 强可持续理念下绿色创新效率与生态福利绩效耦合协调的时空特征[J]. 自然资源学报, 2019, 34(2): 312-324.
- [10] 李玉婷,祝志勇. 制度供给与中国地区绿色创新效率[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2019, 21(1): 50-58.
- [11] FARIA A P, BARBOSA N, BASTOS J. Portuguese Regional Innovation Systems Efficiency in the European Union Context[J]. European Planning Studies, 2020, 28(8): 1599-1618.
- [12] 王惠,王树乔,苗壮,等. 研发投入对绿色创新效率的异质门槛效应——基于中国高技术产业的经验研究[J]. 科研管

理, 2016, 37(2): 63-71.

- [13] 吴超, 杨树旺, 唐鹏程, 等. 中国重污染行业绿色创新效率提升模式构建 [J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(5): 40-48.
- [14] AVILÉS-SACOTO S V, COOK W D, GÜEMES-CASTORENA D, et al. Modelling Efficiency in Regional Innovation Systems: a Two-Stage Data Envelopment Analysis Problem with Shared Outputs within Groups of Decision-Making Units [J]. European Journal of Operational Research, 2020, 287(2): 572-582.
- [15] 彭甲超, 许荣荣, 付丽娜, 等. 长江经济带工业企业绿色创新效率的演变规律 [J]. 中国环境科学, 2019, 39(11): 4886-4900.
- [16] 成琼文, 贺显祥, 李宝生. 绿色技术创新效率及其影响因素——基于我国 35 个工业行业的实证研究 [J]. 中南大学学报(社会科学版), 2020, 26(2): 97-107.
- [17] 黄庆华, 时培豪, 胡江峰. 产业集聚与经济高质量发展: 长江经济带 107 个地级市例证 [J]. 社会科学文摘, 2020(3): 52-54.
- [18] 肖文, 林高榜. 政府支持、研发管理与技术创新效率——基于中国工业行业的实证分析 [J]. 管理世界, 2014(4): 71-80.
- [19] 叶祥松, 刘敬. 政府支持、技术市场发展与科技创新效率 [J]. 经济学动态, 2018(7): 67-81.
- [20] 梁圣蓉, 罗良文. 国际研发资本技术溢出对绿色技术创新效率的动态效应 [J]. 科研管理, 2019, 40(3): 21-29.
- [21] 聂名华, 齐昊. 对外直接投资能否提升中国工业绿色创新效率?: 基于创新价值链与空间关联的视角 [J]. 世界经济研究, 2019(2): 111-122, 137.
- [22] 安孟, 张诚. 劳动价格扭曲抑制了中国区域创新效率的提升吗? [J]. 财贸研究, 2020, 31(6): 14-24.
- [23] 蒲艳萍, 顾冉. 劳动力工资扭曲如何影响企业创新 [J]. 中国工业经济, 2019(7): 137-154.
- [24] TONE K. Dealing with Undesirable Outputs in dea: A Slacks-Based Measure (SBM) Approach [C]. Toronto: Presentation at NAPW III, 2004.
- [25] 辛冲冲, 陈志勇. 中国基本公共服务供给水平分布动态、地区差异及收敛性 [J]. 数量经济技术经济研究, 2019, 36(8): 52-71.
- [26] 李健, 马晓芳. 京津冀城市绿色创新效率时空差异及影响因素分析 [J]. 系统工程, 2019, 37(5): 51-61.
- [27] 吕岩威, 谢雁翔, 楼贤骏. 中国区域绿色创新效率时空跃迁及收敛趋势研究 [J]. 数量经济技术经济研究, 2020, 37(5): 78-97.

责任编辑 夏娟