

长江中游城市群绿色创新效率的时空演变与驱动因素

陈蓓¹ 彭文斌^{*2, 3} 刘奕飞⁴

- (1. 湖南大众传媒职业技术学院管理学院, 中国湖南长沙 410100;
2. 湖南财政经济学院工程管理学院, 中国湖南长沙 410205;
3. 湖南财政经济学院湖南省经济地理研究所, 中国湖南长沙 410205
4. 爱丁堡大学历史、古典和考古学院, 英国苏格兰爱丁堡 EH89XP)

【摘要】: 运用长江中游城市群 28 个地级市 2005—2020 年的面板数据, 结合探索性空间分析 (ESDA) 和空间杜宾模型 (SDM) 对长江中游城市群绿色创新效率进行系统的评价与分析。结果表明: ①长江中游城市群绿色创新效率呈波动上升趋势, 分区域来看, 环长株潭城市群、武汉城市圈以及环鄱阳湖城市群绿色创新效率均出现了不同程度的增长。②长江中游城市群绿色创新效率呈空间正相关, 在局部主要表现为高一高集聚, 以长沙、武汉为代表的高水平绿色创新城市具有显著的空间溢出效应, 带动长江中游城市群绿色创新发展。③环境规制对绿色创新效率有促进作用, 正向空间溢出效应显著。财政支出、开放程度和交通水平会促进本地地区的绿色创新发展, 产业结构会抑制绿色创新发展, 并且都不存在空间溢出效应。

【关键词】: 长江中游城市群 绿色创新效率 时空演变 驱动因素

【中图分类号】: F127 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 1000-8462 (2022) 09-0043-07

DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2022.09.005

习近平总书记在江苏考察时强调“要把长江经济带建设成为我国生态优先绿色发展主战场、引领经济高质量发展主力军”。2022 年《长江中游城市群发展“十四五”实施方案》正式发布, 表明长江中游城市群成为支撑长江经济带发展、中部地区崛起的城市群。在此背景下, 充分调动绿色创新要素资源, 最大限度发挥绿色创新能力, 将长江中游城市群建设与绿色发展理念有机结合显得尤为重要。绿色创新兼具生态效益和经济社会效益双重特征, 是实现长江中游城市群乃至全国经济高质量发展的重要支撑。

¹收稿时间: 2022-01-15; 修回时间: 2022-06-28

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (42071161); 国家社会科学基金一般项目 (19BJY101); 湖南省自然科学基金面上项目 (2021JJ30282); 湖南省教育厅科学研究优秀青年项目 (18B212)

作者简介: 陈蓓 (1990—), 女, 湖南郴州人, 讲师, 研究方向为绿色会计、创新管理与大数据应用。E-mail: 342254158@qq.com

***通讯作者:** 彭文斌 (1976—), 男, 湖南郴州人, 教授, 研究方向为绿色创新与经济地理。E-mail: vpengwenbin@163.com

绿色创新最初由 Fussle 在 1996 年提出,并将其归纳为可以为社会主体带来价值,同时又能降低环境污染的新产品和新工艺^[1]。随着研究深入,国内外学者把绿色创新的概念逐步拓展到新产品、营销方式、生产流程、组织架构以及制度配置等多个方面^[2]。现阶段,关于绿色创新的研究呈现出经济学、地理学、管理学、环境学、社会学等多学科交叉融合的趋势,具体体现在以下几个方面:①在绿色创新效率的评价测算方面,以构建绿色创新综合性指标体系为主,主要是从产出和投入产出两种视角进行构建。产出视角主要通过对绿色创新的产出成果进行定量测算,如 Tseng 等从管理创新、工艺创新、产品创新、技术创新四类创新产出构建绿色创新指标体系并对其进行测算^[3];投入产出视角主要从绿色创新投入与产出等两个维度结合数据包络模型、熵权法或主成分分析等统计方法对区域、行业和企业的绿色创新效率进行测算^[4-5]。②在绿色创新效率的空间特征方面,学者们从省级层面以及长江经济带、黄河流域、京津冀、长三角等区域层面探讨其分布特征^[6-9]。在针对区域层面的研究中,多数学者侧重于对绿色创新效率空间关联性的探讨^[10-11],发现本地绿色创新活动会对相邻地区形成较强溢出效应^[12-15]。③在绿色创新效率的影响因素方面,学者们从市场、生产技术、企业运营和外部环境等多个维度,运用门槛模型、中介模型、空间杜宾模型^[16-18],同时融合定性分析法考察环境规制政策、外商投资策略、产业分布、研发投入、交通设施等因素对绿色创新效率分布的影响,并在此基础上构建了多因素驱动绿色创新的理论框架^[19-23]。综上所述,国内外学者对绿色创新的理论内涵、评价测算、空间特征以及影响因素进行了较为详尽的理论分析与实证探索,并取得了丰富的研究成果,但还存在一系列问题值得进一步研究和思考。长江中游城市群不仅是中部崛起战略的主要带动区,也是长江经济带绿色发展的关键区域。然而已有文献对绿色创新效率的研究多基于行业、区域或者省级视角,以长江中游城市群作为微观视角研究的文章极少。同时,长江中游城市群作为长江经济带承上启下的核心区,是贯通长江经济带的枢纽,相比于长江经济带的研究,研究视角更具微观性和针对性。因此,本文结合探索性空间分析(ES-DA)、空间杜宾模型(SDM)等空间统计学方法,厘清长江中游城市群绿色创新效率空间分布特征,揭示其驱动因素,进一步总结长江中游城市群绿色创新效率的时空演变规律,旨在为长江中游城市群绿色发展提供参考。

1 研究设计

1.1 研究方法

1.1.1 Super-SBM-DEA 模型

由于城市的绿色创新效率会同时出现在 DEA 前沿面,导致可能出现多个决策单元同时为 1 的情况,而传统 SBM 模型无法解决该问题,不利于参考决策。为解决这一问题,本选择考虑了松弛变量和非期望产出的超效率 SBM 模型测算长江中游城市群的绿色创新效率,计算如公式(1)所示:

$$\tau' = \min \frac{\frac{1}{i} \sum_{j=1}^i \bar{x}_j}{\frac{1}{r+s} \left(\sum_{k=1}^r \frac{\bar{y}_k^a}{y_{k0}^a} + \sum_{l=1}^s \frac{\bar{y}_l^b}{y_{l0}^b} \right)}$$

$$\left[\begin{array}{l} s.t. \bar{x} \geq \sum_{j=1}^m \mu_j x_j; \bar{y}^a \leq \sum_{k=1}^m \mu_k y_k^a \\ \bar{y}^b \leq \sum_{l=1}^m \mu_l y_l^b; \sum_{j=1}^m \mu_j = 1 \\ \bar{x} \geq x_0, \bar{y}^a \leq y_0^a, \bar{y}^b \leq y_0^b, \bar{y}^a \geq 0, \bar{y}^b \geq 0, \mu \geq 0 \end{array} \right. \quad (1)$$

式中：x、ya、yb 分别表示对应矩阵的绿色创新投入、期望产出和非期望产出；i、r、s 分别表示绿色创新投入变量、期望产出变量与非期望产出变量；μ 表示权重向量；m 表示城市数量；τ' 为城市群的绿色创新效率值。

1.1.2 探索性空间分析方法

①全局空间自相关模型。全局空间自相关是指某一具备空间性质的变量在整个研究区域上的分布特性。通常使用 Moran's I 指数来进行衡量，计算如公式（2）所示：

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \times \frac{n}{S_0}, S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \quad (2)$$

式中：yi 表示 i 城市绿色创新效率观测值；n 表示样本观测的城市数；wij 表示空间权重矩阵，作为两个城市的空间邻接关系表征，若 i 城市与 j 城市相邻则 wij=1，若不相邻则 wij=0。

②局域空间自相关模型。局域空间自相关用于反映变量在特定地区和周边地区的空间相关类型和程度，通常使用局域 Moran's I 来进行衡量，计算如公式（3）所示：

$$I_i = \frac{\lambda_i}{s^2} \sum_{j=1}^n w_{ij} \lambda_j \quad (3)$$

$$\lambda_i = (X_i - \bar{X}_i), \lambda_j = (X_j - \bar{X}_j) \quad (4)$$

式中：wij 为邻接距离矩阵；λi、λj 分别表示样本 Xi 和样本 Xj 与其均值之差，具体表达如式（4）所示，使用莫兰散点图来呈现局域空间自相关特征。

1.1.3 空间计量模型

相比传统 OLS 回归模型，空间计量模型考虑了样本复杂的空间关联性与空间依赖性，常用模型包括空间误差模型（SEM）、空间滞后模型（SAR）与空间杜宾模型（SDM），见式（5）~（7）。空间误差模型（SEM）：

$$\begin{aligned} \ln g_{it} &= \theta X_{it} + \lambda_t + \mu_i + \bar{\omega}_{it} \\ \bar{\omega}_{it} &= \gamma W \bar{\omega}_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (5)$$

空间滞后模型（SAR）：

$$\ln g_{it} = \rho W \ln g_{it} + \theta X_{it} + \lambda_t + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

空间杜宾模型（SDM）：

$$lngi_{it} = \rho Wlngi_{it} + \varphi WX_{it} + \lambda_t + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

式中： $lngi_{it}$ 为被解释变量； γ 表示误差空间相关系数； ρ 表示被解释变量的空间溢出系数； ϕ 表示各解释变量的空间溢出系数； X_{it} 为解释变量； λ_t 为时间固定效应； μ_i 为个体固定效应； ε_{it} 为随机扰动项； W 为空间权重矩阵，选取邻接距离权重矩阵作为基准矩阵。此外，考虑空间计量结果的稳健性，运用经济距离权重矩阵（E）作为检验其稳健性的权重矩阵。

1.2 变量选取

参考鲍涵、王巧等的研究思路^[6, 24]，基于投入产出视角选取地方财政科技支出、地方科技从业人员数等 8 个指标构建长江中游城市群绿色创新效率指标（表 1），使用 MaxDEA 软件对长江中游城市群绿色创新效率进行测算。

表 1 长江中游城市群绿色创新效率指标

指标类型	指标构成	变量选取	单位
投入	资本投入	地方财政科技支出	万元
	人力投入	地方科技从业人员数	万人
	经济产出	GDP	亿元
	技术产出	专利授权数	件
产出	生态产出	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	万 t
		SO ₂ 排放量	万 t

借鉴彭文斌、卢召艳等的研究成果^[25-26]，从经济因素、创新基础以及政策因素三个方面研究长江中游城市群的驱动因素。①环境规制（er）：运用熵权客观评价法将固体废物综合利用率、垃圾无害化处理率以及污水集中处理率 3 个指标转化为环境规制综合指数^[22]。②开放程度（fdi）：用各地区实际使用外资金额与 GDP 之比衡量开放程度，采用当年美元的平均汇率对其进行调整。③政府财政支出（inv）：以地方政府公共预算支出与 GDP 之比衡量财政支出。④交通水平（tra）：运用人均实有道路面积数衡量交通水平。⑤产业结构（stru）：通过城市第二产业产值占比衡量产业结构。1.3 数据来源以 2005—2020 年长江中游城市群 28 个地级市为研究对象，数据来自历年的《中国城市统计年鉴》《中国专利统计年报》《湖南统计年鉴》《湖北统计年鉴》《江西统计年鉴》以及长江中游城市的地方统计局，部分缺失数据采用线性插值法补齐，对绿色创新效率值取对数处理。由于数据的可得性，对仙桃、潜江、天门 3 个地级市做缺失值处理。变量的描述性统计见表 2。

表 2 变量描述性统计

变量名	样本量（个）	均值	标准差	最小值	最大值
gi	448	0.811	0.219	0.096	1.000
er	448	0.406	0.104	0.004	0.500
open	448	0.025	0.023	0.001	0.272
inv	448	0.122	0.181	0.007	2.024

stru	448	50.028	8.735	19.150	66.990
tra	448	3.222	2.381	0.450	13.670

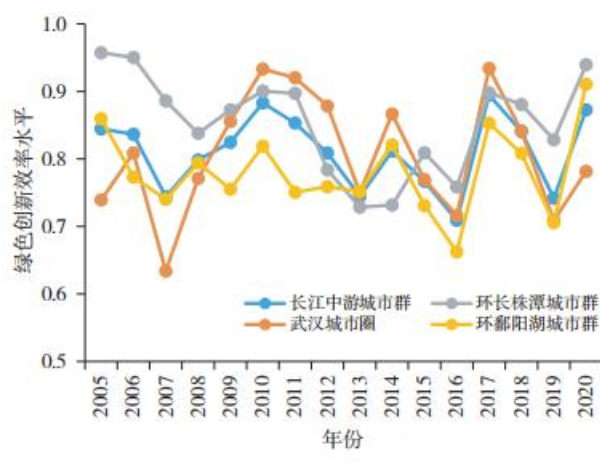


图1 长江中游城市群及其三大主要区域绿色创新效率水平

2 长江中游城市群绿色创新效率的评价分析

2.1 长江中游城市群绿色创新效率的比较分析

如图1所示，总体来看，2005—2020年，长江中游城市群绿色创新效率处于波动上升趋势。2006年长江中游城市群与三大主要城市群均出现不同程度的下滑，原因是该时间段我国处于产业结构调整期，对绿色创新活动的开展产生一定影响。2007年环长株潭城市群与武汉城市圈被列为“两型社会”改革试验区，极大地促进绿色创新活动的开展，推动长江中游城市群绿色创新能力建设迎来了黄金期，绿色创新效率进入了平稳的上升通道。2016年我国进入“三去一降”政策的调整期，推进供给侧结构性改革，在短期内给经济带来了一定波折，但随后进入回升期，带动绿色创新效率快速上扬。分区域来看，三大城市群绿色创新效率均出现了不同程度的上升。2005—2020年环长株潭城市群的绿色创新效率水平处于0.32~0.96之间，呈陡峭上升趋势；环鄱阳湖城市群处于0.22~0.73之间，呈波动式上升趋势；武汉城市圈处于0.19~0.73之间，呈平稳上升趋势。2016年环长株潭城市群绿色创新效率下降明显，这主要是由于环长株潭城市群的主导产业是以工业制造业为主，使得该地区受“三去一降”政策的冲击较为明显。

2.2 时空演化特征

运用分位数法将长江中游城市群绿色创新水平划分为高、较高、中等以及低四个等级（图2）。从整体来看，长江中游城市群绿色创新效率呈现一定程度的“分化”现象，高、较高水平绿色创新效率城市主要分布在长沙、武汉等核心省会城市，而中、低水平绿色创新效率城市则主要分布在城市群边缘地区（宜昌、襄阳、上饶）。因而，在空间上形成的“分化”态势空间格局，主要原因在于：①高水平绿色创新效率等核心省会城市拥有较为充足的技术、人才等创新要素储备，为绿色创新活动的开展提供了有力支撑。此外，长沙、武汉等省会城市对人才、资金具备天然吸引力，有助于创新要素积累。②低绿色创新效率地区，如襄阳、上饶等地除了在吸引创新要素上不具优势外，倚重第二产业的经济生产方式也在一定程度上阻碍了绿色创新活动开展，同时也带来了环境污染问题。这些地区的地方政府需要重视产业转型带来的结构性问题，以技术创新打破产业转型瓶颈。

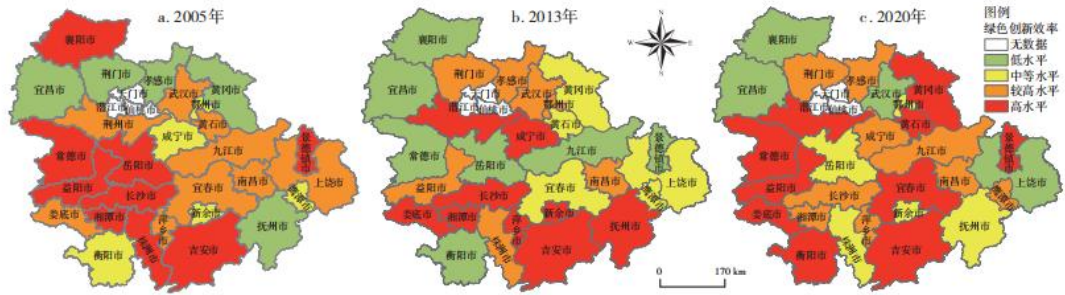


图2 长江中游城市群绿色创新效率的时空演化特征

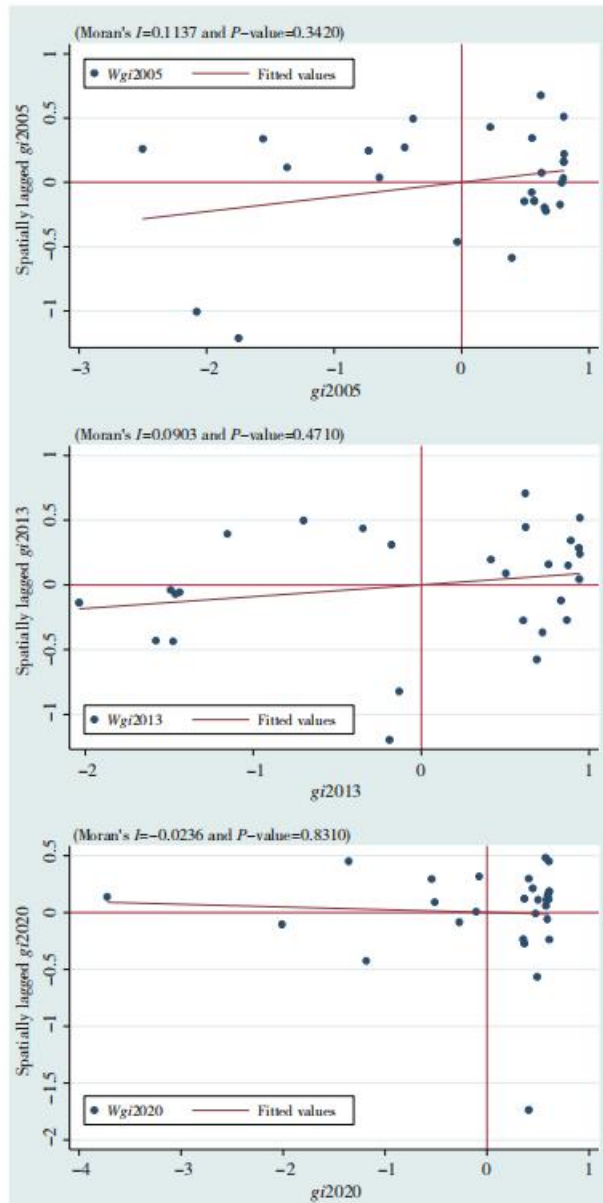


图3 中国城市绿色创新效率Moran's I的散点分布

2.3 空间集聚特征

图3显示，长江中游城市群2005、2013、2020年绿色创新效率的Moran's I分别为0.1137、0.0903、

-0.0236。表明在这一时期长江中游城市群绿色创新效率存在从空间正相关向空间负相关转变的趋势，集聚特征由低—低集聚（高一高集聚）向低—高集聚或高一低集聚转变。这也说明绿色创新效率经历了从集聚到分化的转变。2005年位于第一象限的散点明显多于第三象限，表明此时长江中游城市群绿色创新效率以高高集聚为主。2013年位于一、三、四象限的散点明显增多，表明绿色创新效率这种高高集聚的形态逐渐被低高集聚和高低集聚取代，长江中游城市群逐渐出现分化，即绿色创新高值区域被低值区域围绕或低值区域被高值区域围绕。这是经济发展的历史阶段决定的，在绿色创新发展初期绿色创新资源有限，地方政府更倾向集中力量办大事，将有限的资源投入到特定区域打造示范带动区以此引领经济发展，从而形成了部分绿色创新效率的高值区域和多数低值区域。2020年第二、四象限部分散点明显偏离集聚区，表明长江中游城市群内存在部分具有较强绿色创新能力的领先地区，反映出城市群内的局部失衡特征。

表3 空间计量回归结果

变量	普通 OLS-	邻接距离矩阵			经济距离矩阵		
		SEM	SAR	SDM	SEM	SAR	SDM
er	0.057	0.362**	0.486***	0.340**	0.726***	0.711***	0.503***
inv	2.632***	1.775***	1.792***	1.625***	2.307***	2.307***	2.277***
fdi	4.505***	2.349***	2.150***	1.551**	3.179***	3.140***	2.145***
stru	-0.685***	-0.557***	-0.532***	-0.496***	-0.647***	-0.642***	-0.644***
tra	0.023***	0.023***	0.021***	0.021***	0.026***	0.025***	0.012***
W×er	-	-	-	1.395***			0.369*
W×inv	-	-	-	0.973			0.033
W×fdi	-	-	-	0.836			-0.864
W×stru	-	-	-	-0.052			-0.514***
W×tra	-	-	-	0.002			0.087***
ρ	-	-	0.336***	0.309***		0.025***	0.053
Adj-R ²	0.151	0.292	0.337	0.371	0.302	0.303	0.337
Log-likelihood		-522.670	-523.130	-508.260	-524.240	-524.240	-489.780
样本数（个）	448	448	448	448	448	448	448

注：*、**、***分别表示在1%、5%、10%水平下显著。

3 驱动因素分析

为考察长江中游城市群绿色创新效率驱动因素的空间影响，借助Stata15.0对长江中游城市群28个地级市的面板数据进行空间计量回归。在不考虑空间相关性情况下，Hausman检验结果在1%显著水平下拒绝原假设，因此选择固定效应模型。此外，运用极大似然估计分别对模型进行检验，加入时间固定效应时模型拟合效果最好且变量的回归结果最佳，因此选择时间固定效应进行检验，空间计量回归结果见表3。

从回归结果来看，环境规制对绿色创新效率的回归系数为0.340，在5%的置信水平下显著，表明环境规制有助于绿色创新效率提升。我国拥有较为完善的创新补偿制度，这为企业绿色创新活动的开展提供了合理保障，因此能够有效激励长江中游城市群企业的创新积极性。空间滞后项系数为1.395，在1%的置信水平下显著，表明环境规制会对邻近地区的绿色创新效率产生促进作用。这主要在于邻近地区会通过模仿、学习本地区的制度安排，从而带动该地环境规制水平的上升，最终提高绿色创新效率。

财政支出对绿色创新效率的回归系数为1.625，在1%的置信水平下显著，空间滞后项系数为0.973，

但并不显著。这表明财政支出有助于本地绿色创新效率的提升，但对邻近地区影响并不显著，可能的原因在于长江中游城市群地区的地方政府制定了合理的市场激励措施，能够通过合理的财政支出引导企业开展绿色创新。

开放程度对绿色创新效率的回归系数为 1.551，在 1%的置信水平下显著，空间滞后项系数 0.836，但不显著。表明开放程度有助于本地区绿色创新效率提升，但对邻近城市的影响不显著。“两型社会”建设期间，长江中游城市群多数城市已经制定清晰的产业准入门槛，污染企业不易进入。而成熟的创新激励机制，又使得高技术企业具有更强的进驻积极性，从根本上保障了创新要素的积累，为长江中游城市群绿色创新发展提供了坚实的基础。

产业结构对绿色创新的回归系数为-0.496，在 1%的置信水平下显著，空间滞后项系数为-0.052，但不显著。这表明产业结构对本地的绿色创新效率产生了负面影响，但在邻近地区并不显著。由于长江中游城市群内大部分城市的支柱产业仍以高耗能、高污染的石油、化工、有色金属等第二产业为主，战略性新兴产业等第三产业在多数城市的发展薄弱，短期内难以对绿色创新形成有效推动力，使得以第二产业为主导的产业结构对长江中游城市群的绿色创新发展产生了一定的负面影响。

交通水平对绿色创新效率的回归系数为 0.021，在 1%的置信水平下显著，空间滞后项系数为 0.002，但不显著。表明交通水平提升有助于本地区绿色创新发展，但对邻近地区的影响并不显著。目前，长江中游区域已建成强大的公路网络，交通物流运输水平提升有利于地区间加强技术交流，提升创新要素合理流动，提高企业生产运营效率，从而对该地区的绿色创新发展产生积极影响。基准模型采用的是邻接标准构建的空间权重矩阵，考虑到经济活动的空间关联，进一步构建经济距离矩阵(E)对基准模型进行重新估计。从表 3 估计结果可以发现，SDM 与 SEM 模型估计结果均未发生显著改变，只有 SDM 模型空间滞后项变得不显著，且所有解释变量对本地绿色创新效率的回归系数符号都没有变化，即基准模型估计结果具有一定的稳健性。

4 结论与讨论

探索长江中游城市群绿色创新效率的空间特征及驱动因素，有助于对绿色发展战略以及高质量发展战略等一系列政策的理解和把握。运用空间可视化工具，结合空间探索分析方法和空间杜宾模型对长江中游城市群绿色创新效率的时空演变规律与驱动因素进行分析，得到以下研究结论。

①2005—2020 年长江中游城市群绿色创新效率呈波动上升趋势。分区域来看，环长株潭城市群、武汉城市圈以及环鄱阳湖城市群均出现了不同程度的上升，其中环长株潭城市群呈陡峭上升趋势，武汉城市圈呈平稳上升趋势，环鄱阳湖城市群呈波动上升趋势。②长江中游城市群绿色创新效率在空间上具有“分化”现象，表现为负向的空间相关性。散点主要位于一、三、四象限，二、四象限部分散点脱离集聚区。由空间可视化分析发现长江中游城市群多数城市处于较高和高水平绿色创新效率阶段，高水平绿色创新效率地区以长沙、武汉双核带动发展。③合理的环境规制提高绿色创新效率，并且具有明显的空间溢出效应；政府支出、开放程度和交通水平有助于本地区绿色创新效率提升，但空间溢出效应均不明显；产业结构抑制绿色创新效率，不存在空间溢出效应。

基于上述研究结论，本文认为在制定长江中游城市群绿色创新发展政策时要因地制宜、因城施策。特别是处于中、低水平绿色创新效率的城市要制定合理的环境规制，明确产业的准入门槛，避免因承接过多高污染企业而陷入污染避难所的困境，提高企业对绿色创新技术的消化吸收能力，推动绿色产品转型；优化城市内部的产业结构配置，通过加强高新技术产业与生态环保产业的和谐发展，提升城市的产业竞争力，

推动传统产业走可持续发展之路，加强可再生能源在要素市场的普及率，增强传统产业与绿色创新的契合度；进一步完善交通、信息等基础设施建设，促进绿色创新主体间开展更便捷、灵活的技术与学术交流，降低城市开展绿色创新活动的运行成本、信息获取成本，提升绿色创新效率；建立城市创新信息共享平台，充分发挥城市间的协同创新作用，利用技术扩散效应，减小不同城市间的技术差距，引导城市间绿色创新要素自由有序流动，推动绿色创新产品转化。处于高水平绿色创新效率的城市，如长沙、武汉等地要充分发挥绿色创新发展领头羊的作用，提高对外开放程度，完善绿色创新长效机制建设，将更多财政资金运用到鼓励创新和提升效率上来，鼓励企业开展前瞻性研究，引领绿色创新发展；搭建技术交流平台，与低效率地区积极开展技术交流合作，充分利用自身技术优势与人才优势带动周边地区发展。

参考文献:

[1] Fussler R C, James P. Eco-innovation: A Break-Through Discipline for Innovation and Sustainability [M]. London: Pitman Publishing, 1996.

[2] Thomas B, Stephanie E, Daniel K. Explaining green innovation: Ten years after Porter's win-win proposition: How to study the effects of regulation on corporate environmental innovation? [M]. Politische Vierteljahresschrift, 2006: 323 - 341.

[3] Tseng M L, Wang R, Chiu A S F. Improving performance of green innovation practices under uncertainty [J]. Journal of Cleaner Production, 2013, 40(3): 71 - 82.

[4] 吕承超, 邵长花, 崔悦. 中国绿色创新效率的时空演进规律及影响因素研究 [J]. 财经问题研究, 2020(12): 50-57.

[5] 肖沁霖, 肖黎明. 绿色创新效率与生态治理绩效耦合协调的时空分异及响应——以长江经济带 108 个城市为例 [J]. 世界地理研究, 2022, 31(1): 96-106.

[6] 鲍涵, 滕堂伟, 胡森林, 等. 长三角地区城市绿色创新效率空间分异及影响因素 [J]. 长江流域资源与环境, 2022, 31(2): 273-284.

[7] 许玉洁, 刘曙光. 黄河流域绿色创新效率空间格局演化及其影响因素 [J]. 自然资源学报, 2022, 37(3): 627-644.

[8] 葛世帅, 曾刚, 胡浩, 等. 长三角城市群绿色创新能力评价及空间特征 [J]. 长江流域资源与环境, 2021, 30(1): 1-10.

[9] 张含朔, 程钰, 孙艺璇. 中国城市群绿色发展时空演变与障碍因素分析 [J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2020, 43(4): 9-16, 34.

[10] 向云波, 王圣云, 邓楚雄. 长江经济带化工产业绿色发展效率的空间分异及驱动因素 [J]. 经济地理, 2021, 41(4): 108-117.

[11] 孙燕铭, 谌思邈. 长三角区域绿色技术创新效率的时空演化格局及驱动因素 [J]. 地理研究, 2021, 40(10): 2743-2759.

- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] 陈超凡, 蓝庆新, 王泽. 城市创新行为改善生态效率了吗? ——基于空间关联与溢出视角的考察 [J]. 南方经济, 2021(1): 102-119.
- [15] 韩永楠, 葛鹏飞, 周伯乐. 中国市域技术创新与绿色发展耦合协调演变分异 [J]. 经济地理, 2021, 41(6): 12-19.
- [16] 田红彬, 郝雯雯. FDI、环境规制与绿色创新效率 [J]. 中国软科学, 2020(8): 174-183.
- [17] 彭文斌, 文泽宙, 邝嫦娥. 中国城市绿色创新空间格局及其影响因素 [J]. 广东财经大学学报, 2019, 34(1): 25-37.
- [18] 孙中瑞, 樊杰, 孙勇, 等. 中国绿色科技创新效率空间关联网络结构特征及影响因素 [J]. 经济地理, 2022, 42(3): 33-43.
- [19] Dean T J, Brown R L. Pollution regulation as a barrier to new firm entry: Initial evidence and implications for future research [J]. Academy of Management Journal, 1995, 38(1): 288 - 303.
- [20] 康鹏辉, 茹少峰. 环境规制的绿色创新双边效应 [J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(10): 93-104.
- [21] 韩先锋, 李勃昕, 刘娟. 中国 OFDI 逆向绿色创新的异质动态效应研究 [J]. 科研管理, 2020, 41(12): 32-42.
- [22] Yalabik B, Fairchild R J. Customer, regulatory, and competitive pressure as drivers of environmental innovation [J]. International Journal of Production Economics, 2011, 131(2): 519- 527.
- [23] Amore M D, Bennesen M. Corporate governance and green innovation [J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2016, 75(9): 54 - 72.
- [24] 王巧, 余硕, 曾婧婧. 国家高新区提升城市绿色创新效率的作用机制与效果识别——基于双重差分法的检验 [J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(2): 129-137.
- [25] 彭文斌, 尹勇. 环境规制、绿色创新与空间效应——基于 281 个地级市面板数据的实证研究 [J]. 湘潭大学学报: 哲学社会科学版, 2020, 44(5): 86-91.
- [26] 卢召艳, 魏晓, 李红, 等. 湖南省区域创新能力与经济发展水平的耦合协调分析 [J]. 湖南财政经济学院学报, 2020, 36(5): 62-69.